

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXIV Международной научно-практической
конференции, посвященной памяти
Александра Петровича КУНАКОВА

08 – 09 сентября 2022 года



Владимир 2022

УДК 656.13
ББК 39.33-082
А43

Редакционная коллегия

Ш. А. Амирсейидов, кандидат технических наук, доцент (*отв. редактор*)
А. В. Толков, кандидат технических наук (*зам. отв. редактора*)
Е. А. Киндеев, кандидат технических наук, доцент (*секретарь редколлегии*)

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Александра Петровича КУНАКОВА. 08 – 09 сент. 2022 г. ; Владимир. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Ин-т машиностроения и автомобил. трансп. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 408 с. – ISBN 978-5-9984-1639-2.

Издание содержит материалы XXIV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти первого заведующего кафедрой «Организация безопасности движения» факультета автомобильного транспорта Владимирского государственного университета Кунакова Александра Петровича, которая состоялась 8 – 9 сентября 2022 г. на базе кафедры «Автомобильный транспорт, безопасность и управление качеством» Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Представляет интерес для специалистов, работающих в области конструирования, исследования и эксплуатации автомобилей, а также преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 656.13
ББК 39.33-082

ISBN 978-5-9984-1639-2

© ВлГУ, 2022
© Коллектив авторов, 2022

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Уважаемые коллеги!

Вашему вниманию предлагается издание, содержащее материалы XXIV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти первого заведующего кафедрой «Организация и безопасность движения» Владимирского государственного университета, начальника управления ГИБДД МОБ УВД по Владимирской области Александра Петровича Кунакова.



В работе конференции приняли активное участие преподаватели, аспиранты и студенты высших учебных заведений, а также специалисты институтов, организаций и предприятий автотранспортного комплекса.

Издание включает материалы исследований по совершенствованию технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, надежности автотранспортных средств, техносферной и автотранспортной безопасности, проектированию и производству ДВС, электронным системам автомобилей, управлению качеством производства и эксплуатации автомобилей.

Материалы конференции содержат статьи, в которых приведены результаты исследований ученых России и Республики Таджикистан.

Директор Института
машиностроения
и автомобильного транспорта
Ёлкин Алексей Иванович

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters and a horizontal line.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

В. М. Баландин

Директ-маркетинг как эффективный инструментарий
IT-маркетинга автомобильного бизнеса 14

В. М. Баландин

Системный жизненный цикл развития автодорожного проекта 18

А. Г. Кириллов, А. В. Краснов

Тенденции и перспективы развития гибридных автомобилей 21

А. Г. Кириллов, Д. А. Королев

Оценка структурной надежности подвесок автомобилей Lada Vesta 28

О. П. Кокарев, Н. Н. Волоков

Технологический процесс исследования герметичности корпусных
деталей автомобилей с использованием метода моделирования
теплонапряженного состояния 31

Д. А. Колов

Дистанционная диагностика гибридных транспортных средств 36

Д. А. Колов

Надежность аппаратного и программного обеспечения гибридных
автомобилей 40

Д. А. Колов

Анализ надежности систем гибридных автомобилей 44

Д. А. Колов

Анализ силовых агрегатов электробусов 49

М. В. Латышев

Управление информационными технологиями на основе каталога услуг 54

А. Ю. Безпрозванный, Р. В. Нуждин, М. Д. Михалов

Исследование ресурса шаровых опор в эксплуатации 57

Р. В. Нуждин, М. Д. Михалов

Влияние элементов автомобильной фары на качество света 61

<i>Д. Н. Смирнов</i>	
Анализ неисправностей тормозной системы автомобилей КАМАЗ	66
<i>Д. Н. Смирнов</i>	
Разгон и торможение автомобиля при движении по поперечному уклону дороги	70
<i>Д. Н. Смирнов</i>	
Исследование систем, влияющих на устойчивость автомобиля	73
<i>Д. Н. Смирнов</i>	
Описание стенда для испытаний вакуумного усилителя тормозов	77

Секция
«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ
СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

<i>А. Ю. Абалев, Л. В. Грунская, М. А. Лаврова, С. М. Тихомиров, М. Ф. Хакимов</i>	
Влияние архитектуры рекуррентной нейронной сети на точность прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования	82
<i>А. Ю. Абалев, Д. В. Дуванов</i>	
Анализ городского трафика для моделирования движения гибридного и электромобиля	85
<i>А. Ю. Абалев, М. В. Огнев</i>	
Влияние диаметра управляющего плунжера электрогидравлической форсунки на рабочий цикл дизеля	88
<i>А. Ю. Абалев, Д. Ю. Шкенеv</i>	
Распределение времени работы двигателя автомобиля Lada Granta по частоте вращения коленчатого вала в условиях эксплуатации	91
<i>С. Г. Драгомиров</i>	
Энергетическая рентабельность современных энергоресурсов	94
<i>С. Г. Драгомиров</i>	
Негативные факторы применения электромобилей в современном обществе	99
<i>С. Г. Драгомиров, И. В. Кулешов</i>	
К вопросу очистки охлаждающей жидкости двигателей тепловозов	103

<i>М. С. Игнатов</i>	
Обзор механизмов декомпрессии одноцилиндровых дизелей.....	107
<i>И. В. Кулешов</i>	
Лабораторная установка для исследования устройств очистки охлаждающей жидкости двигателей тяжелой транспортной техники	110
<i>Д. А. Михашин, М. С. Игнатов</i>	
Негативные воздействия топлив и отработавших газов поршневых ДВС на окружающую среду и человека. Альтернативные виды топлив	114
<i>А. М. Шаранов</i>	
Мехатронный модуль для системы подкачки масла малогабаритных дизелей.....	119
<i>А. М. Шаранов</i>	
Перспективы использования суперконденсаторов на автомобильном транспорте	121
<i>А. М. Шаранов</i>	
Система электростартерного пуска легкового автомобиля.....	126
<i>М. Ю. Юнусов, Р. А. Давлатшоев, Б. Ж. Мажитов</i>	
Моделирование окисления углеводородов в процессе эксплуатации в автомобильных двигателях	131

Секция

«БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И В ТЕХНОСФЕРЕ»

<i>Ш. Ш. Амирсейидов, С. В. Фехретдинов</i>	
Основы построения эффективной подсистемы обучения персонала в системе дилерских предприятий автотехобслуживания.....	139
<i>Ш. Ш. Амирсейидов, Ф. Ф. Алиев</i>	
Методика повышения эффективности обучения персонала в системе дилерских предприятий автотехобслуживания (АТО)	144
<i>В. М. Баландин</i>	
Автомобильная экспертиза и рейтинговая оценка на основе байесовского подхода	147

<i>В. М. Баландин</i>	
Безопасная работа автомобильной компании, сопровождаемой колл-центром	151
<i>Е. А. Баландина</i>	
Об основных аспектах охраны труда на транспорте	155
<i>Е. А. Баландина</i>	
Техносферная безопасность: от теории к нынешним основам	159
<i>Е. А. Баландина</i>	
Факторы, влияющие на сохранение и поддержание безопасности грузоперевозок автомобильным транспортом	162
<i>Б. Ж. Мажитов, Р. А. Давлатшоев</i>	
Оценка влияния торможения двигателем на снижение теплонагруженности тормозных механизмов автомобиля	166
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Возможные решения проблемы утилизации аккумуляторов электромобилей на примере мировых производителей	175
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Технологический процесс на месте работы дробильщика в цехе термопластавтоматов	179
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Понятие риска в сфере безопасности труда	183
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Метод оценки рисков на основе системы Элмери.....	188
<i>Ю. К. Кокурина</i>	
Задача коммивояжёра	195
<i>Н. И. Туманова</i>	
Негативные факторы условий труда технологического процесса производства водных дисперсий полимеров.....	200
<i>Н. И. Туманова</i>	
Оценка рисков как инструмент уменьшения аварийных и травмоопасных ситуаций	203
<i>Н. И. Туманова</i>	
Пути развития культуры безопасности на производстве.....	206

<i>Е. О. Худякова</i> Анализ нестационарного замедления электронов, образующихся в веществе при распространении тяжелых ионов высоких энергий	212
<i>Е. О. Худякова</i> Некоторые аспекты охраны труда и окружающей среды в перспективе развития машиностроительного комплекса	215
<i>Е. О. Худякова</i> Проблема очистки ливневых стоков на АЗС.....	217
<i>Е. О. Худякова</i> Проблема качества воды для бассейнов	221
<i>Е. О. Худякова</i> Экологические проблемы в связи с использованием электрохимического оборудования.....	224
<i>Р. В. Горбунов, С. В. Фехретдинов</i> Основные проблемы автомобильных дорог города Камешково	226
<i>А. Ал. Григорьев</i> Деятельность региональных комиссий по обеспечению безопасности дорожного движения.....	229
<i>В. В. Тюменев</i> Особенности проведения экзаменов на право управления транспортными средствами.....	230

**Секция
«УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»**

<i>Е. В. Арефьев, В. О. Полушин</i> Разработка функциональной модели процесса продажи автомобилей и запасных частей с применением IDEF0 на примере дилерского центра ООО «АВТОЭКСПРЕСС-ВЛАДИМИР»	233
<i>Е. В. Арефьев, В. О. Полушин</i> Анализ сильных и слабых сторон в организации управления качеством услуг на примере дилерского центра ООО «АВТОЭКСПРЕСС-ВЛАДИМИР»	237

<i>Е. В. Арефьев, М. Р. Сейтаков</i>	
Анализ технологического процесса и причин дефектов шин, выявляемых при шиномонтаже на примере ООО «ДУБРОВА-АВТО» ...	240
<i>Е. В. Арефьев, М. Р. Сейтаков</i>	
Инструментальное совершенствование процесса контроля балансировки колес в ООО «ДУБРОВА-АВТО»	244
<i>К. С. Исакова</i>	
Анализ сигналов датчиков автотранспортного средства при диагностике.....	248
<i>З. В. Мищенко</i>	
Оценка вероятностных характеристик уровня качества процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств	251
<i>Д. Ю. Орлов, Б. В. Грушенко</i>	
Анализ процесса технического обслуживания с помощью С-карты.....	255
<i>Д. Ю. Орлов, Б. В. Грушенко</i>	
Парето-анализ видов дефектов	261
<i>Д. Ю. Орлов, Б. В. Грушенко</i>	
Статистическое управление процессом регулировки люфта рулевого колеса	264
<i>Д. Ю. Орлов, А. М. Мосенцева</i>	
Статистическое управление процессом регулировки развала-схождения	270
<i>Д. Ю. Орлов, А. М. Мосенцева</i>	
Расчет стоимости работ по сертификации СМК ГК «Автотракт» на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2015	275
<i>Д. Ю. Орлов, А. В. Павлухина</i>	
Моделирование отдельных автотранспортных процессов в нотации IDEF0	282
<i>Д. Ю. Орлов, А. В. Павлухина</i>	
Поиск причин возникновения дефектов автомобилей в процессе эксплуатации.....	287
<i>Д. Ю. Орлов, А. В. Павлухина</i>	
Анализ процесса технического обслуживания с помощью Р-карты	290

Ю. А. Орлов	
Автоматический отсекаТЕЛЬ воздушной струи	293
Ю. А. Орлов, Л. С. Пантелеев	
Ветроэнергoустановка с изменяемым коэффициентом аэродинамического сопротивления	297
Ю. А. Орлов, Л. С. Пантелеев	
Разработка и исследование автоматического тормоза немедленного действия в области специального автомобилестроения	299
М. П. Ромодановская	
Моделирование процесса шиномонтажа в автомобильном центре «TYRE PLUS»	302
М. П. Ромодановская	
Управление несоответствиями процесса шиномонтажа в автоцентре «TYRE PLUS»	305

**Секция
«МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»**

В. М. Баландин	
Роботы автомобильного производства: вытеснят или дисциплинируют работников?	308
А. О. Веселов	
Бортовая сеть LIN	311
А. О. Веселов	
Перспективная бортовая сеть CAN FD	313
А. О. Веселов	
Протокол J1939	315
А. А. Григорьев, Ю. Е. Мишулин	
Спортивные залы как генераторы электроэнергии	317
А. А. Кобзев	
Особенности и области применения САУ с комплементарным управлением	320

<i>А. А. Кобзев</i>	
Классификация САУ с комплементарным управлением.....	323
<i>А. А. Кобзев</i>	
Модель оператора в системе электроусилитель рулевого управления	326
<i>А. А. Кобзев</i>	
САУ с комплементарным управлением и прогнозированием	330
<i>К. В. Козлов, В. П. Умнов</i>	
Система для увеличения ресурса оптических элементов лазерных станков.....	332
<i>Г. А. Котов</i>	
Устройство регулировки скорости гидропривода промышленного робота.....	335
<i>М. С. Лабаев, Ю. Е. Мишулин</i>	
Перспективы беспилотных летательных аппаратов.....	337
<i>Д. Д. Логинов</i>	
Структурная схема системы управления взаимосвязанными приводами	341
<i>Д. Д. Логинов</i>	
Микропроцессорное управление взаимосвязанными приводами.....	343
<i>А. С. Митрофанова, А. А. Кобзев</i>	
Структуры нейросетевых регуляторов с online-обучением для комплементарной коррекции	346
<i>Ю. Е. Мишулин</i>	
Система управления электроприводами микроперемещений.....	351
<i>Ю. Е. Мишулин</i>	
Схемотехника регулируемого электропривода.....	354
<i>Ю. Е. Мишулин</i>	
Управление сборочным процессом в условиях позиционно-силовой неопределенности.....	358
<i>Ю. Е. Мишулин</i>	
Исследование динамики электроприводов в режиме позиционирования	362

<i>В. А. Немонтов</i>	
SLAM-алгоритмы в навигации автономных мобильных роботов	367
<i>В. А. Немонтов</i>	
Автономные транспортные устройства в робототехнике: AGV и AMR	369
<i>В. А. Немонтов</i>	
Имитационное моделирование движения мобильного робота в лабиринте	372
<i>В. А. Немонтов</i>	
Построение модели программного контроллера следования автономного мобильного робота	375
<i>А. Д. Петрушин</i>	
Адаптивная система управления робототехническим комплексом для лазерного термоупрочнения.....	378
<i>В. П. Умнов</i>	
Робототехническая система многолучевой лазерной наплавки.....	381
<i>В. П. Умнов</i>	
Компьютерное моделирование роботизированной лазерной обработки....	385
<i>В. П. Умнов</i>	
Обработка крупногабаритных объектов мобильным роботом.....	387
<i>В. П. Умнов</i>	
Многофункциональная манипуляционная исполнительная система для выполнения гибридных операций в производстве	391
<i>И. Д. Филимонов, В. П. Умнов</i>	
Построение лазерных технологических комплексов на базе коботов.....	394
<i>М. О. Чаева, В. А. Немонтов</i>	
Алгоритм управления передвижением шестиногого шагающего робота	399
<i>М. О. Чаева, В. А. Немонтов</i>	
Кинематическая модель шагающего робота	402
Алфавитный указатель	406

СЕКЦИЯ
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

УДК 339.138

В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**ДИРЕКТ-МАРКЕТИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ
ИНСТРУМЕНТАРИЙ IT-МАРКЕТИНГА
АВТОМОБИЛЬНОГО БИЗНЕСА**

Актуальность системы маркетинга для бизнес-структуры на автомобильном рынке подчеркивается многими исследователями, например [1-2].

Успешность автомобильного бизнеса (как и любого) определяется успешным маркетингом, предлагаемым покупателям продуктом вовремя и нужного, по приемлемой цене и с доставкой. Автомобильный бизнес ориентируется на временную, организационную и информационную адаптивность на автомобильном рынке, а также на свой самоорганизационный потенциал.

Директ-маркетинг стал инструментарием успешного IT-маркетинга, обеспечивающим около 30% дополнительных продаж (так называемых «допродаж») веб-магазинов автотранспорта и автозапчастей. Путем эволюции общения с покупателями – через сообщения e-mail (SMS) и ожидания ответа – заказов, покупок.

Столкнувшись с ранним рыночным спросом на инвестиции, автомобильный рынок ввел необходимые и достаточно четкие правила для защиты розничных инвесторов.

Для бизнеса на автомобильном рынке, актуален выбор инструментария реализации проектов бизнес-коммуникаций, «формирования рыночных ориентиров» [3]. Маркетинговый анализ – аналитическая процедура маркетинговых коммуникаций и поиска оптимального для бизнеса их сочетаний. Авторынку необходимы специальные маркетинговые ходы, активно применяемые в развитых автомобильных странах.

Для эффективности маркетинга в бизнесе необходимы развитый рынок, свобода предпринимательства, информационная открытость (доступность необходимых для бизнеса информационных ресурсов), компетентность предпринимателей.

Ключевые маркетинговые задачи IT-бизнеса:

- 1) полное и своевременное предоставление маркетинг-данных, аналитики;
- 2) планирование и учет потребительских запросов под рыночные требования;
- 3) поддержка дистрибьюторов, рекламщиков, аудитории;
- 4) PR-поддержка и др.

IT-бизнес на автомобильном рынке может опираться на маркетинг для:

- 1) «позитивизации» отношения к продукту (сервису, бренду);
- 2) воздействия на ассортимент, ценовую политику, спрос, рекламу;
- 3) минимизации необеспеченного или скачков спроса;
- 4) стимулирования и мотивации.

Основные маркетинговые текущие задачи:

- 1) совершенствование бизнес-процессов;
- 2) управление ими;
- 3) минимизация ущерба и риск-ситуации;
- 4) взаимодействие с персоналом;
- 5) мониторинг предпочтений-мнений потребителей;
- 6) совершенствование ценообразования и рекламирования.

Результаты таких исследований – рекомендательные, их учитывают, принимая решения (производства, реализации, рекламирования продукции).

Использую данные из медиа-СМИ, статистики, экспертных, аналитических отчетов, путем рассылок и подписок, «партнёрок», анкетирования. Используют каналы, акции и платформы для коммуникаций, практические подходы, в частности, статистические, сценарно-событийные, экспертные, классификационные, нейросетевые, мультиагентные и др.

Автоматизация, интеллектуальные бизнес-процессы, принятие решений позволяют компании повысить производительность, улучшить производство, обучить персонал [4]. Хорошим специалистом свойственна способность выполнять важные задачи.

IT-бизнес в автомобильном бизнесе стремится к устойчивости, конкурентоспособности. При избытке или недостатке маркетинговой информации, компетенций при осуществлении маркетинговых исследований и мероприятий важна интеллектуализация маркетинг-процессов.

Конкуренция на автомобильном рынке активизирует маркетинговые исследования, приходится обращаться к соцсетевым возможностям. Например, к Instagram, как эффективному инструментарию сегментации пользователей. С помощью Instagram можно настраивать рекламу, отслеживать аккаунт (подписки), делать репост. Instagram открывает новые веб-возможности для автомагазинов, является эффективным инструментарием управления пользовательскими предпочтениями в цифровой экономике.

Эксперты свидетельствуют о необходимости использования информации для роста конкурентоспособности, производительности и масштабируемости бизнеса. Есть ключевые факторы успешности бизнес-компании:

- 1) наличие бизнес-модели, следование корпоративной стратегии;
- 2) рост аналитического потенциала бизнеса;
- 3) функциональность IT-операций, процедур и команд;
- 4) IT-компетентность и обучение персонала.

Практически реализация происходит с помощью концепции Digital Transformation – интеграции облаков, туманов, Big Data, мобильных приложений, VR, API и др.

База клиентов – необходимость, которая позволяет посылать/получать ценные данные о покупке, потенциальных клиентах, рекламных акциях, скидках, «партнёрах», маркетинг-аналитике. Чтобы задействовать БД клиентов в процедуре и акциях директ-маркетинга применяются:

- 1) рассылки (e-mail-direct);
- 2) теле- и виде-маркетинг (telemarketing);
- 3) реальные обратные взаимосвязи (response advertising for direct);
- 4) колл-центры;
- 5) промоушн.

СУБД позволяет адаптировать маркетинг под запрос (потребительский) клиента, регулярно обновляя адреса и профили клиентов под изменяемые маркетинговые задачи. Создание директ-маркетинговой стратегии требует:

- 1) конфиденциальности (данных);
- 2) узнаваемости (компании или брендности);
- 3) структурированности (процессов, запросов);
- 4) релевантности (управления);
- 5) компетентности;
- 6) персонификации (работ с клиентом, потребностей);
- 7) креативности (планирования маркетинг-акций);

8) полноты (всего цикла директа).

Цикл – прохождение этапов: уточнение аудитории – адаптация БД – контакт – структура – рассылки – отклики и их обработка – мотивация – модификация базы.

Эффективность директ-маркетинга определяется также маркетинговым мониторингом, хранимыми в БД данными (как их структурой, так и программной средой, обеспечивающей хранение). Управление в реальном времени транспортом снижает продолжительность и затратность маршрута. Условия логистики резко колебательные, важна обработка реальных данных в реальном режиме, чтобы снизить вероятность ошибки класса «человеческий фактор», незамедлительно вводить и обрабатывать транспортную информацию.

Транспортная цифровая экосистема – в прямом (экологическом) и переносном (цифровом) смысле требует цифровой оптимизации, моделирования, экологической оптимальности. Аналитика данных упорядочивает, сопоставляет данные, позволяет делать выводы. Например, о состоянии дороги, погоды, реакции на погодные условия.

IT-маркетинг на корпоративные принципы влияет, например, через ERP и другие. Их внедрение – формирование компаниями неодинаковые результаты, возможны и провалы, финансовые потери.

Отличие директ-маркетинга – формирование (таргетирование) потребителей, базы клиентов, типизация лояльности.

Библиографический список

1. Сергиенко Е.С., Кенис М.Ю. Теоретическая сущность коммуникационной политики предприятия // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2016. – Т. 2. – №12. – С. 22–25.

2. Сергиенко Е.С., Величко А.Р. Применение инструментария SMM в коммуникационных кампаниях бизнес-структур // Знак: проблемное поле медиаобразования, Челябинский госуниверситет, 2018, №4(30), с. 136-141.

3. Сергиенко Е.С. Рыночные ориентиры современных предприятий // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – №7-2. – С.113–116.

4. Sherstobitova A., Gudkova S., Kazieva B., Kaziev K., Kaziev V., Yakusheva T. University Innovative Networking in Digital Age: Theory and Simulation. In: Smart Education and e-Learning-2021 (V.L. Uskov, R.J. Howlett, L.C. Jain, eds.), Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 240, pp. 293-299.

СИСТЕМНЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ АВТОДОРОЖНОГО ПРОЕКТА

Системный жизненного цикла развития (СЖЦР) автодорожного проекта – это процесс, который итеративно реализует действия, составляющие основу развития структурированной системы ИКТ, инфраструктуры для поддержки проекта. Но ИКТ динамично развиваются и структурируются, как и ИТ-услуги, которые успели превратиться в отдельный сектор высокотехнологического рынка. Поэтому СЖЦР стал важной составляющей методологии проектирования и реализации ПО реализации и сопровождения технологического проекта [1].

Большинство ИКТ-корпораций и компаний пользуются СЖЦР, поддерживающие их виртуальные дейта-центры, освобождая ресурсы и возможности (пространственно-временные, интеллектуальные, логистические) для профессиональных задач.

Этой цели способствует и государственная поддержка. Сейчас зарегистрировано (портал Госуслуг) более 55 млн пользователей, 260 млн услуг и ежесекундно ведется обработка до 6 тыс. запросов. К 2023 г. стремятся перевести ключевые услуги в цифровую форму.

Это структурная, системная модель (когнитивная схема) управления проектом, структурирование и формализация этапов, фаз от спецификаций к проекту до результата (проектного решения). Цель СЖЦР – позволить эффективно пройти все этапы ЖЦ проекта (реализуемой системы) с учетом ее эмерджентных свойств и рыночного, системного разнообразия [2], на каждом не теряя системной устойчивости и соответствия потребительским ожиданиям клиента.

СЖЦР как системный процесс развивает проектируемую систему, снижает ее сложность и повышает эволюционный потенциал. Выделим ключевые этапы такого системного процесса.

1. Планирование. Решающая стадия СЖЦР, включающая идентификацию объема и спецификаций проектных работ (структура, команда, сроки, бюджет и др.).

2. Анализ. Анализируем функциональные требования системы с учетом оправдания надежд целевой аудитории (финансово-экономическое,

организационно-технологическое, логистическое и техническое их обоснование).

3. Дизайн. Включает дизайн системной архитектуры, пользовательского интерфейса, инфраструктуры (сетевой) и др.

4. Развитие. Это и написание программного кода, и адаптация к технологиям (или самих технологий к системе, в зависимости от метода разработки), аппаратным средствам и др.

5. Тестирование (верификация). Выполняется с интеграцией подсистемы и процедур, оценкой ожиданий (требований гарантии качества).

6. Внедрение. Выпуск и замещение старой системы новой (с новыми технологиями, данными и компонентами) и обеспечение к ней доступа конечному пользователю.

7. Обслуживание. Или стадия непрерывного обслуживания (продолжающейся разработки), оперативной адаптации к изменениям потребностей пользователей.

Есть две популярные модели СЖЦР, оба – с различными подмоделями, модификациями.

1. Линейно-последовательная, «жесткая» модель. Популярна модель при разработке нового ИКТ-продукта. Принцип – последовательно продвигаться с одного этапа на следующий, полностью завершая предыдущий, причем к завершенной стадии не возвращаемся (нет пересмотра). Характеризуется простотой понимания и следования, ясными этапами и сроками, четкостью документации, «жесткой» структурой. Есть и недостатки – подходит лишь для несложных проектов, негибкий, с трудно оцениваемыми ресурсами.

2. «Мягкая», «гибкая» модель. Является динамической, интерактивной, технологичной. Строится на циклах, итерациях, каждое повторение проверяемо, обратная связь активирована в течение всего процесса. Возможны непрерывные, эволюционные улучшения. Характеризуется эволюционностью, тестируемостью, адаптируемостью, документируемостью, масштабируемостью. Недостатки – менеджеру и разработчику нужен больше опыт, чем документация (может стать недостатком) и др.

БД, СУБД – ключевой компонент ИКТ-системы корпорации, крупной организации. СЖЦР БД, СУБД включает этапы релевантного планирова-

ния, проектирования, реализации и обслуживания системы БД по функциональным требованиям корпорации. Планирование БД идет с идентификацией критериев эффективности, числа пользователей, областей и «мощностей» применения. Разработка приложений – с учетом возможностей работы с БД.

Прототипирование (создание рабочей модели) системы БД допускает оценки развиваемости БД и ПО, связанного с БД, интеграции их в ИКТ-инфраструктуру.

Преимущества СЖЦР – в концептуальности модели, а также:

- 1) ее применимости к нецифровым системам;
- 2) в гарантиях надежности и качества конечного продукта;
- 3) в контроле сложных (больших) проектов;
- 4) стандартизации и унификации (документации, критериев и т.д.) и др.

Недостатки СЖЦР: растут ресурсы (время разработки, стоимость, объем документации и др.), устаревают процессы (особенно, управления) и др.

Если «жесткая» модель – подходящий выбор по вашему проекту, потребуется опытный менеджер проекта (сотрудник), который обеспечит своевременное и качественное завершение этапов всей командой или аутсорсингом. Все для этого необходимое отображается структурой модели пошагово.

Если работаете согласно методологии Agile, потребуется опытный менеджер проекта по гибкой разработке ПО или эксперт, например, «профи» в методологии Scrum. Гибкая разработка ПО требует участия эксперта [3].

Отметим цифровые трансформации авторыннка:

1) повышение качества услуг в ключевых системах, например, логистических издержек (этапа СЖЦР);

2) «реактивность», снижение времени отклика;

3) рост требований к работникам, рабочим местам, компетенциям;

4) повышение «социальности» цифровых трансформаций и др.

Важно следовать СЖЦР, извлекая все его преимущества и нивелируя недостатки при выработке новых решений в хорошо организованной среде. СЖЦР соответствует общим требованиям, поможет достичь наилучшего результата, создать оперативно нужную систему автодорожного проекта.

Автодорожное проектирование (формирование, оптимизация, логистика и др.) дает автотранспортной компании, предприятию возможность

снижения внутрипроизводственных издержек. Отслеживаются тренды, эффективность применения ИКТ на автотранспортном рынке. Активно исследуют блокчейн-технологии, системы искусственного (машинного) интеллекта и глубокого обучения в логистических потоках и проектах. Это повышает качество бизнес-процессов, взаимодействий с партнерами и заказчиками, контрагентами. Важны оценки потенциала, деятельности логистических, транспортных холдингов.

Богатство выбора, гарантия качества, оперативность доставки, консалтинг – ключевые особенности СЖЦР, которые позволят сделать клиентам правильный выбор по реализации проекта, в том числе, по подбору оснащения рабочего места, производственного помещения и др. СЖЦР дает возможность работать эффективно – делать расчеты, поиск, сохранение и группировку в маркетинговой сети, активизировать приложения, необходимые в ИКТ-инфраструктуре.

Библиографический список

1. Этапы, методология и процессы жизненного цикла программного обеспечения // URL: <https://habr.com/ru/company/dcmiran/blog/521718/> (дата обращения: 20.01.2022)
2. Казиев В.М., Глухова Л.В., Казиева Б.В., Казиев К.В., Шерстобитова А.А. Цифровые трансформации и эволюционное разнообразие бизнес-сообщества // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева №1, том 2, 2021, С. 45-52
3. Yuan Y., Wang F. Towards Blockchain-based Intelligent Transportation Systems // Intelligent Transportation Systems (ITSC), IEEE 19th International Conference on. –IEEE, 2016. –pp. 2663-2668.

УДК 629.331.5

А. Г. Кириллов, А. В. Краснов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

С 1900 года было создано несколько гибридных автомобилей, но только в 1997 году, когда Toyota Prius была представлена в Японии, технология взлетела. Уже к 2007 году Toyota продала Prius в количестве один

миллион экземпляров по всему миру. В настоящее время многие производители предлагают гибридные автомобили, внедорожники, фургоны и даже гибридные грузовики.

Конфигурации трансмиссии, которые будут использоваться для гибридных автомобилей будущего, могут принимать различные формы. Поскольку целью разработки гибридов в первую очередь является энергоэффективность использования транспортного средства, имеет смысл, чтобы двигатели внутреннего сгорания (бензиновые или дизельные) и электродвигатели, используемые для создания гибридов, были максимально эффективными.

Все двигатели внутреннего сгорания (ДВС) наиболее эффективны при работе под постоянной нагрузкой. ДВС, работающий на полной мощности, извлечет большую часть тепловой энергии из потребляемого топлива. Транспортные средства, которые используют только ДВС, не могут работать постоянно на полной мощности, поскольку выходная мощность двигателя должна регулироваться для более медленных или более быстрых условий вождения. Это дросселирование двигателя делает его менее эффективным. Наоборот, электрический мотор очень эффективен при переменных нагрузках, потому что максимальный крутящий момент доступен на всех скоростях. Кроме того, они могут быть использованы для восстановления потерянной энергии посредством рекуперативного торможения. Гибридный автомобиль сочетает в себе преимущества обоих типов источников питания – бензин (или дизель) и электричество.

Показанные на рис. 1 графики иллюстрируют, какое количество мощности требуется для движения с постоянной скоростью и ускорения. Верхний график показывает, сколько киловатт в час требуется для ускорения автомобиля Toyota Prius для разгона от 0 до 100 км/ч. За 10 секунд требуется 120 кВт. Разгон от 0 до 60 км/ч за 10 секунд требует около 75 кВт. Чем интенсивнее автомобиль разгоняется от остановки, тем больше энергии требуется. Например, для разгона от 0 до 60 км/ч за 4 секунды автомобиль Tesla потребует 248 кВт.

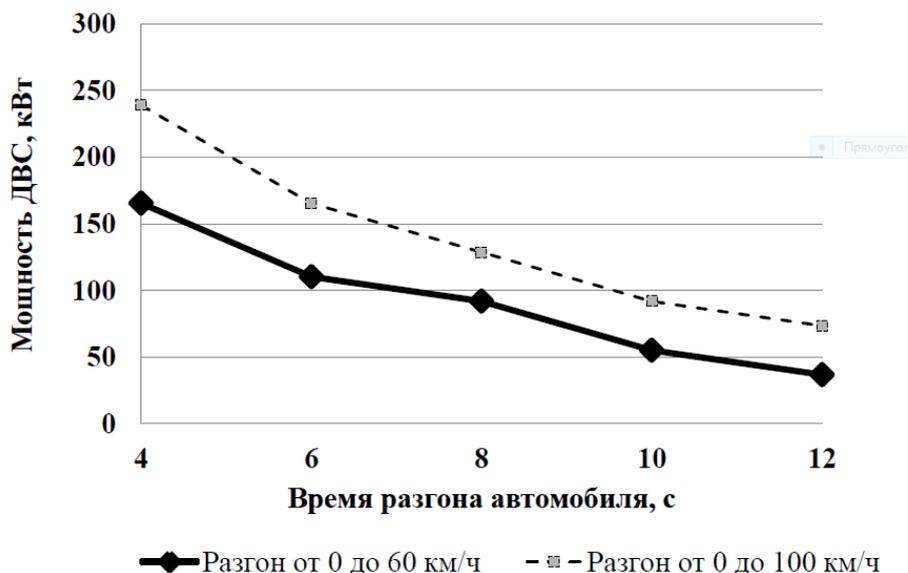


Рис. 1. Мощность, потребляемая для ускорения

График на рис. 2 показывает, что одному и тому же транспортному средству требуется только часть мощности, используемой для ускорения, чтобы поддерживать установленную постоянную скорость. В этом примере только 10 кВт могут поддерживать постоянную скорость 100 км/час.

Поскольку двигатели ДВС и электродвигатели имеют очень разные энергетические характеристики, каждый из них будет использоваться там, где он наиболее эффективен. ДВС будет обеспечивать постоянный источник энергии для зарядки аккумуляторов и/или подачи электроэнергии на электродвигатель. Электродвигатель будет обеспечивать короткие всплески мощности для ускорения автомобиля и подъема на холмы. Как видно из графиков рис. 1 и рис. 2, гибрид будущего не будет нуждаться в мощном ДВС.



Рис. 2. Мощность потребляемая при движении с постоянной скоростью

Около 50 кВт его мощности будет достаточно для стандартного автомобиля. ДВС малой мощности будет дополнен электродвигателем мощностью более 120 кВт и аккумулятором с достаточной емкостью для высоких требований к динамике движения (рис. 3).

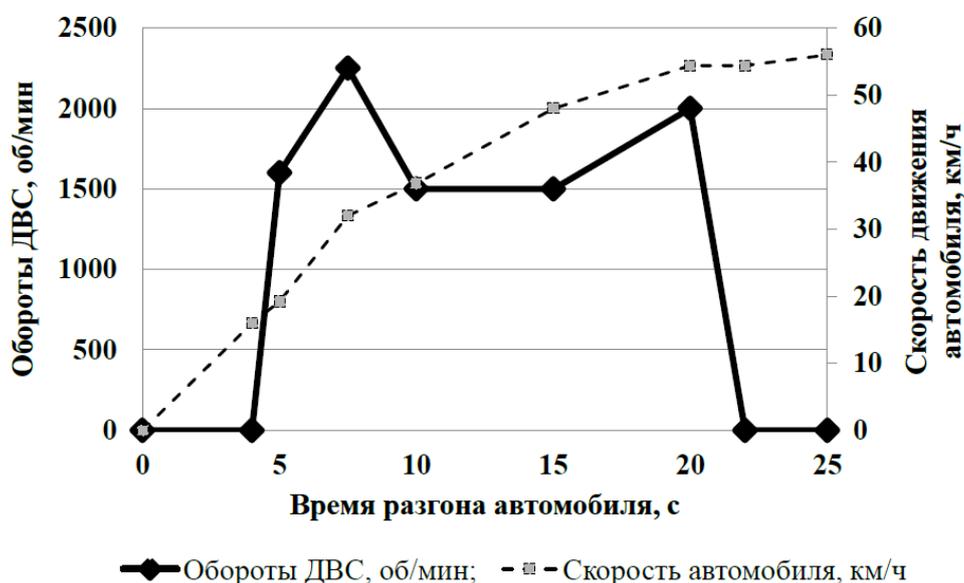


Рис. 3. Режим работы ДВС автомобиля Toyota Prius

Выделяются следующие тенденции в развитии гибридных автомобилей:

1) при эксплуатации автомобиль работает в режиме электромобиля на высоких нагрузках при низкой и средней скоростях, а также при малой нагрузке при высокой скорости (рис. 3);

2) наблюдается снижение выбросов загрязняющих веществ в режиме холодного пуска и прогрева за счет улучшения стратегии общего прогрева ДВС и нейтрализатора отработавших газов в частности;

3) уменьшается размер аккумуляторной батареи за счет повышения напряжения питания (напряжение на преобразователе современных гибридных автомобилей составляет 650 В, хотя изначально оно составляло 300 В);

4) общая тенденция к снижению расхода топлива;

5) увеличение количества режимов эксплуатации автомобиля с выключенным ДВС и соответственно увеличение количества режимов работы в электрическом режиме;

6) увеличение максимальной скорости движения по шоссе в режиме электромобиля с выключенным ДВС;

7) учет стиля вождения для оптимизации расхода топлива автомобилем путем совершенствования программного обеспечения автомобиля;

8) электрификация дополнительного оборудования автомобиля: кондиционера, усилитель руля, гидравлических насосов;

9) повышение осведомленности водителя о текущих режимах работы автомобиля за счет вывода информации на приборную панель (порог включения двигателя, потребляемая мощность вспомогательного оборудования, мощность на колесах, температура агрегатов автомобиля, степень рекуперации энергии);

10) снижение массы и объема критически важных гибридных компонентов.

Растущие экологические проблемы и нестабильные цены на топливо делают гибридные автомобили все более и более интересными в качестве замены для обычных транспортных средств. Эти типы транспортных средств уже доступны, в частности, и на рынке автобусов более двадцати лет. Таким образом, жизнеспособность соответствующей технологии трансмиссии уже доказана, и клиенты ее приняли. Несмотря на технологический успех, стоимость жизненного цикла гибридов в большинстве случаев все еще выше, чем стоимость обычных транспортных средств.

Электродвигатель гибрида по сравнению с двигателями внутреннего сгорания имеет больше преимуществ:

- низкая начальная стоимость - начальная стоимость электродвигателя значительно ниже, чем у двигателей на ископаемом топливе;

- длительный срок службы и незначительная потребность в техническом обслуживании - электродвигатели обеспечивают более 30.000 часов работы без необходимости капитального ремонта;

- высокоэффективные электродвигатели с номинальным КПД от 50% до 95% (в зависимости от типоразмера двигателя и условий эксплуатации);

- экологическая безопасность - электродвигатели практически не издают шумов, снижают выбросы углекислого газа и других вредных газов, тем самым, в течение своего срока службы они практически не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду;

- экономия затрат на оплату труда при технической эксплуатации - электродвигатели меньше по размеру и легче поддаются контролю, их техническое обслуживание выполняется быстрее и проще, что приводит к снижению затрат.

В настоящее время исследователи разрабатывают решения по утилизации элементов гибридного автомобиля и особенно двух его инновационных компонентов: электродвигателя и аккумуляторной батареи. При утилизации электродвигателя уделяется особое внимание постоянным магнитам, содержащим многие редкоземельные элементы, такие как Nd, Dy, Tb и Pr. Для создания компактного и легкого электродвигателя требуется около 30% ассортимента редких металлов. В ближайшие годы производство электрических и гибридных автомобилей будет увеличиваться, что потребует разработки для данного типа двигателей с постоянными магнитами новых технологий с целью сокращения использования редкоземельных металлов в качестве сырья.

Электродвигатели, для гибридных транспортных средств, не обязательно могут содержать редкоземельные металлы. Есть несколько типов электродвигателей, построенных без использования постоянных магнитов. Эти электродвигатели дешевле и к ним относятся электродвигатели переменного тока. Альтернативы, предложенные исследователями из области утилизации электродвигателей, включают в себя удаление магнитов из двигателей на металлолом, ремонт и последующее повторное использование электродвигателя или его компонентов.

Аккумулятор представляет собой устройство для хранения химической энергии и преобразования ее в электричество. Все технологии батареи имеют две основные характеристики, которые влияют на батарею, проектирование, производство, стоимость эксплуатации, производительность и долговечность:

- плотность мощности - количество энергии за период времени, в течение которого она может быть доставлена;
- плотность энергии - количество энергии, накопленной в аккумуляторе.

Новая концепция экологически чистого автомобиля является хорошим стартом для более здоровой окружающей среды, но в то же время необходимо уделять больше внимания процессу переработки, так как всегда упоминаются экологические преимущества электрических батарей при эксплуатации автомобилей, однако негативный эффект от процесса утилизации и переработки их составляющих материалов часто пропускается.

Первым шагом в разработке четко определенной стратегии окончания срока службы батарей является необходимость знать их состав, чтобы выбрать правильный процесс утилизации. Перерабатывая их, можно рекупировать 30 % энергии. Обобщенный процесс переработки батарей использует воду и энергию для отделения отходов от полезных веществ. После переработки 1 кг электрической батареи образуются вещества, которые выделяются в виде твердых частиц, воды и воздуха:

- 0,24 кг шлака и 30 г токсичных веществ в твердые вещества;

- < 0,1 кг Sb, Hg, Ni, Pb, Cd в воду;

- < 5 г Pb, Cd, Cu, Zn, As, Ni в воздух.

Таким образом, процесс рециркуляции является вредным, особенно для людей, которые работают в лаборатории процесса рециркуляции. Так, например, ртуть может быть поглощена через кожу, другие вредные токсины могут быть поглощены органами дыхания или поступить в организм через органы пищеварения. Можно сказать, что процесс переработки может быть опасным для человека и окружающей среды, если неправильно применять выбранные стратегии и технологии.

В целом, использование автотранспортных средств с гибридными силовыми установками может быть более практичным подходом для повышения экологической безопасности автомобильного транспорта и быть промежуточным этапом в стратегии массового использования электрокаров. Особенно это актуально в нашей стране, т.к. с учетом географических просторов использование электромобилей на большие расстояния перевозки требует создания сложной и дорогой инфраструктуры.

Библиографический список

1. Что такое гибридный автомобиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-hybrid-cars.php>.

2. Будущее гибридных автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.searchautoparts.com/motorage/underhood-service-repair/future-hybrid-vehicles?page=0,0>

3. Извлечение редкоземельных элементов из отходов постоянных магнитов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/308386665_REE_Recovery_from_End-of-Life_NdFeB_Permanent_Magnet_Scrap_A_Critical_Review

ОЦЕНКА СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ПОДВЕСОК АВТОМОБИЛЕЙ LADA VESTA

Подвеска автомобиля является сложной системой, влияющей на его активную безопасность. В данном случае под сложной системой понимается объект, состоящий из элементов, выполняющих заданные функции и взаимодействующих между собой [1].

Для выполнения анализа надежности систем автомобиля проводится их разделение на подсистемы или на элементы. Кроме того, особое внимание уделяется элементам, отказ которых может привести к отказу всей системы. При этом, для каждого из них в отдельности определяется вероятность безотказной работы путем составления структурных схем надежности систем, подсистем и элементов. Каждому i -му элементу соответствует значение вероятности безотказной работы (ВБР) в течении определенного периода времени – $P_i(t)$ [2 – 4]. Необходимо выявить $P(t)$ для всей системы.

На рис. 1 представлена структурная схема надежности передней подвески.

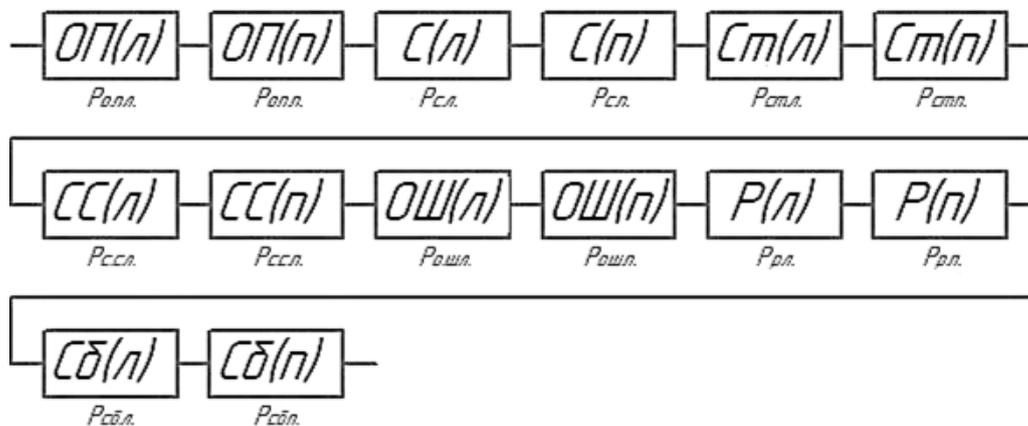


Рис. 1. Структурная схема передней подвески Лада Веста: ОП(л) – подшипник верхней опоры (левый); ОП(п) – подшипник верхней опоры (правый); С(л) – стойка в сборе (левая); С(п) – стойка в сборе (правая); Ст(л) – ступица в сборе с подшипником (левая); Ст(п) – ступица в сборе с подшипником (правая); СС(л) – стойка стабилизатора поперечной устойчивости (левая); СС(п) – стойка стабилизатора поперечной устойчивости (правая); ОШ(л) – опора шаровая (левая); ОШ(п) – опора шаровая (правая); Р(л) – рычаг (левый); Р(п) – рычаг (правый); Сб(л) – сайлентблок рычага (левый); Сб(п) – сайлентблок рычага (правый)

По структурной схеме на рис. 1 определяем вероятность безотказной работы передней подвески по формуле (1).

$$P_{ПП} = P_{о.п.л.} P_{о.п.п.} P_{с.л.} P_{с.п.} P_{ст.л.} P_{ст.п.} P_{сс.л.} P_{сс.п.} P_{ош.л.} P_{ош.п.} P_{р.л.} P_{р.п.} P_{сб.л.} P_{сб.п.}, \quad (1)$$

где $P_{о.п.л.}$ – ВБР подшипника верхней опоры (левого); $P_{о.п.п.}$ – ВБР подшипника верхней опоры (правого); $P_{с.л.}$ – ВБР стойки в сборе (левой); $P_{с.п.}$ – ВБР стойки в сборе (правой); $P_{ст.л.}$ – ВБР ступицы в сборе (левой); $P_{ст.п.}$ – ВБР ступицы в сборе (правой); $P_{сс.л.}$ – ВБР стойки стабилизатора (левой); $P_{сс.п.}$ – ВБР стойки стабилизатора (правой); $P_{ош.л.}$ – ВБР опоры шаровой (левой); $P_{ош.п.}$ – ВБР опоры шаровой (правой); $P_{р.л.}$ – ВБР рычага (левого); $P_{р.п.}$ – ВБР рычага (правого); $P_{сб.л.}$ – ВБР сайлентблока (левого); $P_{сб.п.}$ – ВБР сайлентблока (правого).

Структурная схема задней подвески Лада Веста представлена на рис. 2.

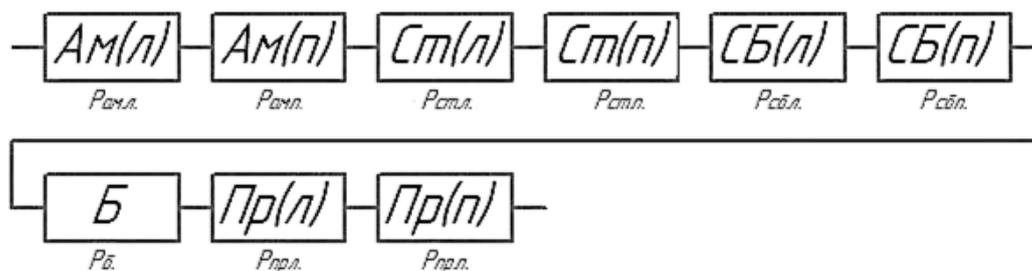


Рис. 2. Структурная схема передней подвески Лада Веста: Ам(л) – амортизатор (левый); Ам(п) – амортизатор (правый); Ст(л) – ступичный подшипник с тормозным барабаном в сборе (левый); Ст(п) – ступичный подшипник с тормозным барабаном в сборе (правый); СБ(л) – сайлентблок балки (левый); СБ(п) – сайлентблок балки (правый); Б – балка; Пр(л) – пружина (левая); Пр(п) – пружина (правая).

По структурной схеме на рис. 4 определяем вероятность безотказной работы задней подвески по формуле (2).

$$P_{ЗП} = P_{ам.л.} P_{ам.п.} P_{ст.л.} P_{ст.п.} P_{сб.л.} P_{сб.п.} P_{б.} P_{пр.л.} P_{пр.п.}, \quad (2)$$

где $P_{ам.л.}$ – ВБР амортизатора (левого); $P_{ам.п.}$ – ВБР амортизатора (правого); $P_{ст.л.}$ – ВБР ступичного подшипника в сборе с барабаном (левого); $P_{ст.п.}$ – ВБР ступичного подшипника в сборе с барабаном (правого); $P_{сб.л.}$ – ВБР сайлентблока балки (левого); $P_{сб.п.}$ – ВБР сайлентблока балки (правого); $P_{б.}$ – ВБР балки; $P_{пр.л.}$ – ВБР пружины (левой); $P_{пр.п.}$ – ВБР пружины (правой).

Определение ВБР подвески автомобиля в целом выполняется по формуле (3).

$$P_{\text{Общ}} = P_{\text{ПП}} P_{\text{ЗП}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ПП}}$ и $P_{\text{ЗП}}$ – расчетные значения ВБР передней и задней подвесок соответственно.

Используя формулы 1, 2 и 3, определим ВБР подвески при различных значениях $P(t)$ элементов, входящих в нее. Полученные данные занесем в таблицу.

Результаты расчета общей ВБР подвески Лада Веста

Класс надежности	Допустимое значение $P(t)$	Принимаемое значение $P(t)$	Расчетное значение $P(t)$ ПП	Расчетное значение $P(t)$ ЗП	Общее значение $P(t)$ подвески
0	<0,9	0,88	0,1670	0,3165	0,0529
		0,89	0,1956	0,3504	0,0685
1	>0,9	0,9	0,2288	0,3874	0,0886
		0,91	0,2670	0,4279	0,1143
		0,92	0,3112	0,4722	0,1469
		0,93	0,3620	0,5204	0,1884
		0,94	0,4205	0,5730	0,2410
		0,95	0,4877	0,6302	0,3074
		0,96	0,5647	0,6925	0,3911
		0,97	0,6528	0,7602	0,4963
		0,98	0,7536	0,8337	0,6283
		0,99	0,8687	0,9135	0,7936
2	>0,99	0,991	0,8811	0,9219	0,8123
		0,992	0,8936	0,9303	0,8313
		0,993	0,9063	0,9387	0,8508
		0,994	0,9192	0,9473	0,8707
		0,9944	0,9244	0,9507	0,8788
		0,995	0,9322	0,9559	0,8911
		0,996	0,9454	0,9646	0,9119
		0,9964	0,9508	0,9681	0,9204
		0,997	0,9588	0,9733	0,9332
		0,9978	0,9696	0,9804	0,9506
0,998	0,9724	0,9821	0,9550		
3	>0,999	0,999	0,9861	0,9910	0,9773
4	>0,9999	0,9999	0,9986	0,9991	0,9977
5	1	1	1	1	1

Из таблицы видно, что необходимое значение ВБР (0,95) передней подвески для обеспечения 2-го класса надежности [4] возможно только с использованием элементов с $P(t)=0,9964$, а для задней подвески $P(t)=0,9944$. Для всей подвески автомобиля в целом значение $P(t)=0,9978$, данное значение относится ко второму классу надежности, который характеризуется повышенными требованиями безотказной работы.

Библиографический список

1. Баженов, Ю.В. исследование надежности подвесок автомобиля LADA KALINA в эксплуатации / Ю.В. Баженов, М.Ю. Баженов // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. - №1 (60). – С. 9-15.
2. Денисов, Ив. В. Оценка структурной надежности системы передней подвески автомобиля ВАЗ-21703 / Ив. В. Денисов, Ил. В. Денисов // Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Тюмен. гос. нефт. ун-т. – Тюмень: Изд – во Тюмен. гос. нефт. ун-т., 2010 – С.88 – 90 – ISBN 978-5-9961-0277-8.
3. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин: учебное пособие для вузов / Ю.В. Баженов, М.Ю. Баженов. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2021. – 315 с.
4. Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.

УДК 619.113

О. П. Кокарев, Н. Н. Волоков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Головка блока цилиндров (ГБЦ) – это корпусная деталь, в которой находятся распределительный(е) вал(ы), впускные и выпускные клапаны и каналы, а также каналы для охлаждающей жидкости, связанные с рубашкой блока цилиндров, и масляные каналы системы смазки.

В ГБЦ над цилиндрами сделаны углубления, образующие камеры сгорания 1. Кроме того, в головке блока расположены гнезда клапанов, в которые устанавливаются седла 2 и имеются отверстия для свечей зажигания 3 (рис. 1).

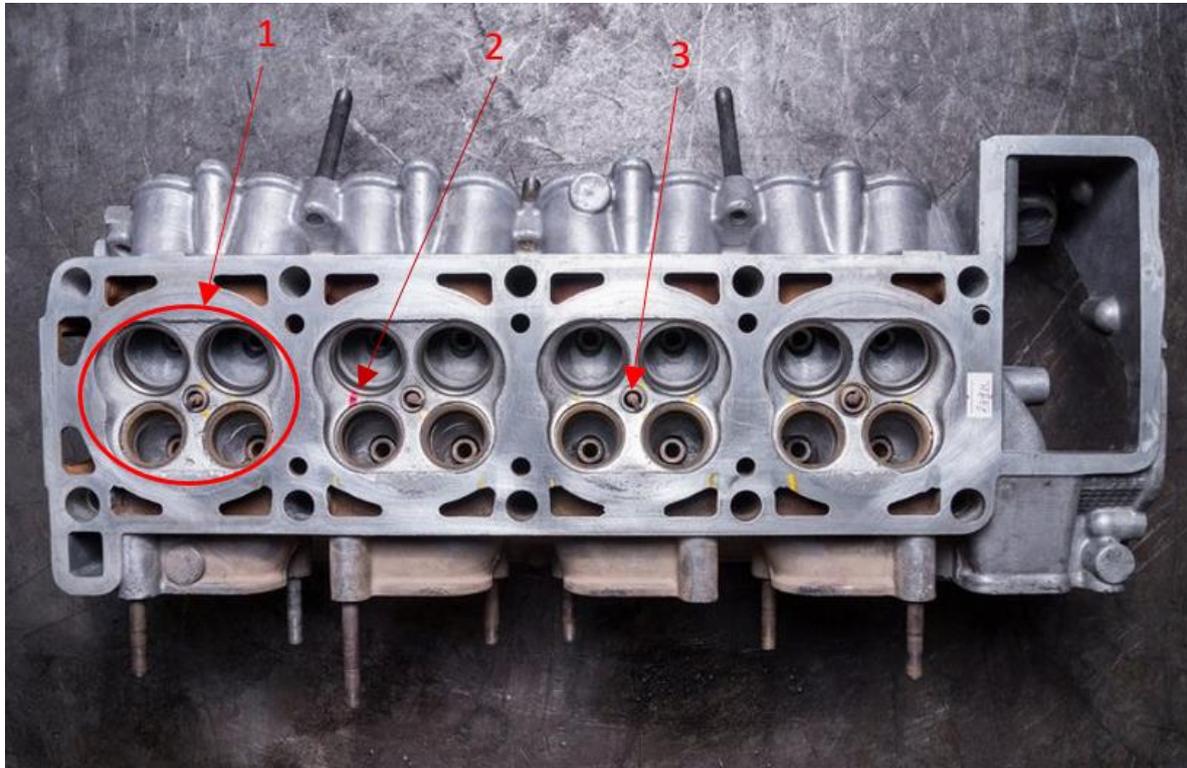


Рис. 1. Головка блока цилиндров двигателя

Головка блока цилиндров отливается из алюминиевого сплава (но также встречаются ГБЦ, изготовленные из чугуна). Деталь из чугуна обладает высокой теплопроводностью, вследствие чего снижается температура рабочей смеси в цилиндрах двигателя в конце тактов сжатия. Повышенная теплопроводность ГБЦ позволяет увеличить степень сжатия двигателя без появления детонационного сгорания топлива при работе двигателя.

Головка блока цилиндров крепится к блоку гайками на шпильках или болтами. Между блоком и головкой установлена уплотняющая прокладка, устраняющая пропуск газов из цилиндров и протекание охлаждающей жидкости из рубашки охлаждения в месте стыка головки и блока.

При нарушении герметичности системы охлаждения, охлаждающая жидкость может попадать в моторное масло. Это приводит к перегреву двигателя, увеличивается износ деталей двигателя, что может привести к его заклиниванию.

Образование трещин на поверхностях деталей силового агрегата – явление нередкое и свидетельствует о потере работоспособности агрегата. Высокие термические и физические нагрузки в камере сгорания (рис. 2) могут приводить к разрушению рабочей поверхности и, как следствие, к потере герметичности системы охлаждения.

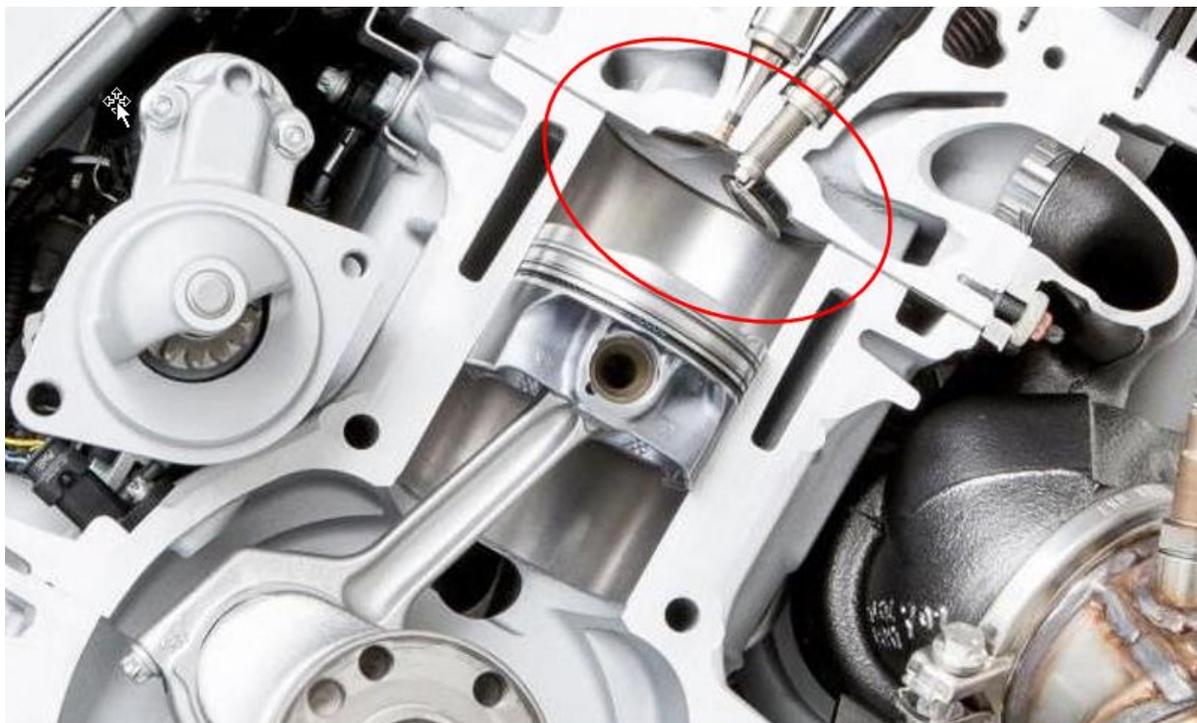


Рис. 2. Место повышенных нагрузок

При потере герметичности системы охлаждения, двигатель нуждается в капитальном ремонте, который является очень дорогим и высокотехнологичным процессом. Для того, чтобы сократить расходы и выявить неисправную деталь, выполняют технологический процесс исследования герметичности корпусных деталей с использованием метода моделирования теплонапряженного состояния – опрессовку.

Опрессовка заключается в герметизации корпусной детали, погружении детали в нагретую воду до температуры 90 °С и подачи давления 2 – 4 атм. В горячей воде деталь также нагревается, а при нагреве металл всегда расширяется. Таким образом, моделируются термические условия работы детали, что способствует увеличению имеющихся микротрещин. При повышении давления воздуха в рубашке охлаждения нагретой корпусной детали, воздух будет выходить наружу через трещины (рис. 3) – это свидетельствует о нарушении герметичности проверяемой детали.



Рис. 3. Потеря герметичности корпусной детали

Из рис. 3 видно, как пузырьки воздуха появляются в воде из-под заглушки при опрессовке ГБЦ.

Сегодня производители автомобильного оборудования предлагают специальные станды для опрессовки ГБЦ (рис. 4), в базовом комплекте которых предусматривается полный перечень необходимых инструментов.



Рис. 4. Стенд для опрессовки УГ 1400

Типовой набор УГ 1400 формируется следующими агрегатами и устройствами:

- нагревательные элементы.
- подъемный механизм на рамах с направляющими.
- поворотный стол с управлением.
- емкость с крышкой.
- датчики для контроля давления, температуры и пуска.
- электротехнический шкаф.
- панель управления.

Стоит подчеркнуть и особенности применяемых материалов в изготовлении конструкции стенда. Кроме бака из нержавеющей стали, используется высокопрочное оргстекло, вакуумная резина и композитные элементы, благодаря которым реализуется эффективная и безопасная опрессовка.

Емкость стенда УГ 1400 в 600 литров наполняется водой, после чего включаются в работу нагревательные элементы. На достижение температуры до 90 °С уходит 3 часа. Отверстия рубашки охлаждения проверяемой корпусной детали герметизируются вакуумной резиной, которая прижимается оргстеклом и фиксирующими скобами крепится к рабочему столу стенда. Далее подключается пневмомагистраль к проверяемой детали. Через магистраль подается давление до 4 атмосфер. Далее деталь опускается в горячую воду, после чего осуществляется визуальный контроль воздушных пузырьков. Опрессовка позволяет определить степень ремонтпригодности корпусной детали, что влияет на финансовые и трудовые ресурсы при капитальном ремонте двигателя.

Библиографический список

1. Автомобильный портал «Не прокатит». Опрессовка ГБЦ и БЦ. [Электронный ресурс] // URL <https://xn-----6kcj1beojikhtt4i.xn--p1ai/dvizhok/kak-opressovyvayut-gbc.html>. Дата обращения (02.06.2022).
2. Интернет сайт компании «МЕХАНИКА». Методика ремонта головки блока цилиндров. [Электронный ресурс] // URL <https://www.mehanika.ru/informatory/publications/prislannye-stati/metodika-remonta-golovki-bloka-tsilindrov/>. Дата обращения (02.06.2022).
3. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Зорин. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 208 с. ISBN 978-5-7695-6003-3
4. Баженов, Ю. В. Баженов М.Ю. Основы надежности и работоспособности технических систем : учеб. пособие / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2017. – 267 с. ISBN 978-5-9984-0785-7
5. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб, для студ. Сред. Проф. Учеб. заведений. – М.: Мастерство; Высш. школа, 2001. - 496 с.

ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ГИБРИДНЫХ ТРАНСПОРНЫХ СРЕДСТВ

Дистанционная диагностика (теледиагностика) является частью технической диагностики, т.е. ее наиболее продвинутым сегментом, в котором применяются информационно-коммуникационные технологии для дистанционного мониторинга технических систем с определенной точностью в конкретный момент времени. Она касается всех аспектов технической связи между пространственно-удаленными техническими системами и относится к технике передачи данных на расстоянии.

Необходимость разработки модели теледиагностики гибридных ТС был связан с тем, что имеется большой опыт в обслуживании гибридных ТС в первую очередь системы привода (батареи, электродвигатели и т.д.). Этот метод диагностики способствует значительному повышению уровня надежности гибридных ТС и обеспечивает получение точных данных о парке ТС, за счет постоянного мониторинга состояния гибридных ТС.

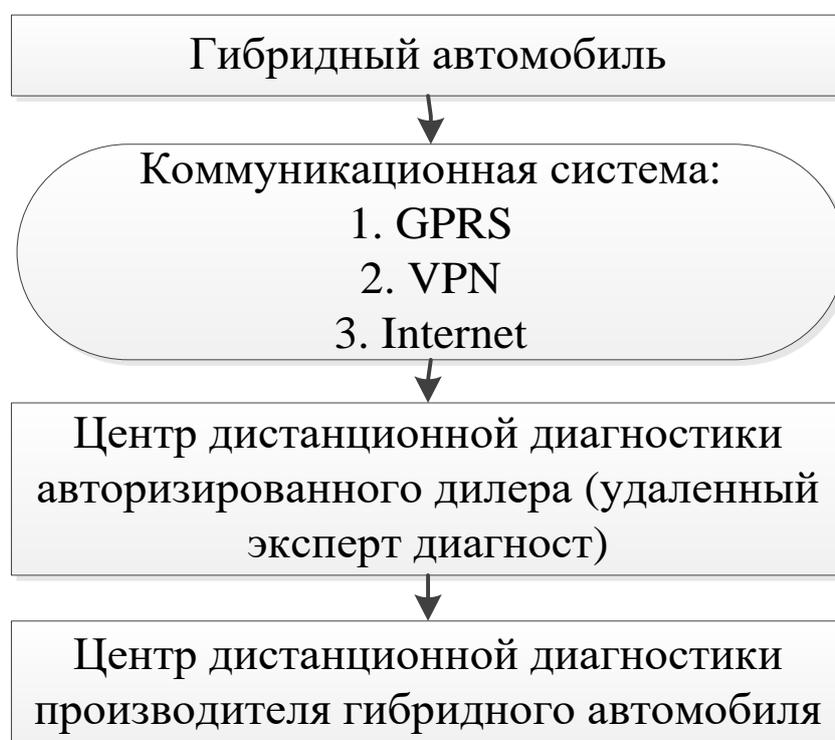


Рис. 1. Концепция дистанционной диагностики гибридных автомобилей

При этом некоторые виды технического обслуживания гибридных ТС сокращаются (для выполнения ремонта только поврежденных частей ТС) и могут планироваться наперед. Также уменьшается вероятность неисправности ТС, что может привести к перегреву батарей и т.д. Производители гибридных ТС статистику их неисправностей, отслеживать заменяемые детали, и улучшить их структуру. Теледиагностика особенно подходит для автомобилей, которые имеют большой годовой пробег.

Модель теледиагностики гибридных ТС, основанная на измерении и анализе нескольких диагностических размеров показана на рис. 1.

Процесс удаленного мониторинга диагностических параметров гибридных ТС будет состоять из нескольких этапов, таких как:

- 1) непрерывный дистанционный мониторинг диагностического параметра жизненно важных компонентов транспортного средства;
- 2) анализ данных для выявления тенденций;
- 3) сравнение параметров известных или ожидаемых параметров;
- 4) раннее предупреждение о возможном возникновении сбоя, после обнаружения снижения производительности, с прогнозированием момента отмены путем экстраполяции;
- 5) выявление сбоев и план технического обслуживания, когда это действительно необходимо, рассчитан по времени, чтобы предотвратить отмену или задержку.

Иногда неисправность гибридного ТС может быть вызвана не конструкцией детали или ее материальным дефектом, а, скорее, неправильным применением или неправильным использованием устройства - что, с точки зрения инженерного проектирования, может быть вызвано не владельцем или водителем транспортного средства. В этом случае потребуются перепроектирование системы или подсистемы со стороны производителя транспортного средства (рис. 2).

Система дистанционного контроля состояния гибридных транспортных средств должна отвечать следующим критериям:

- 1) прозрачность (для получения полной картины состояния автомобиля и своевременной информации о текущем состоянии автомобиля);
- 2) открытость (возможность интеграции в другие системы, т.е. возможность обмена информацией с системами, работающими по другим протоколам) и масштабируемость (возможность обновления с минимальными затратами и одновременное сохранение функциональности системы).

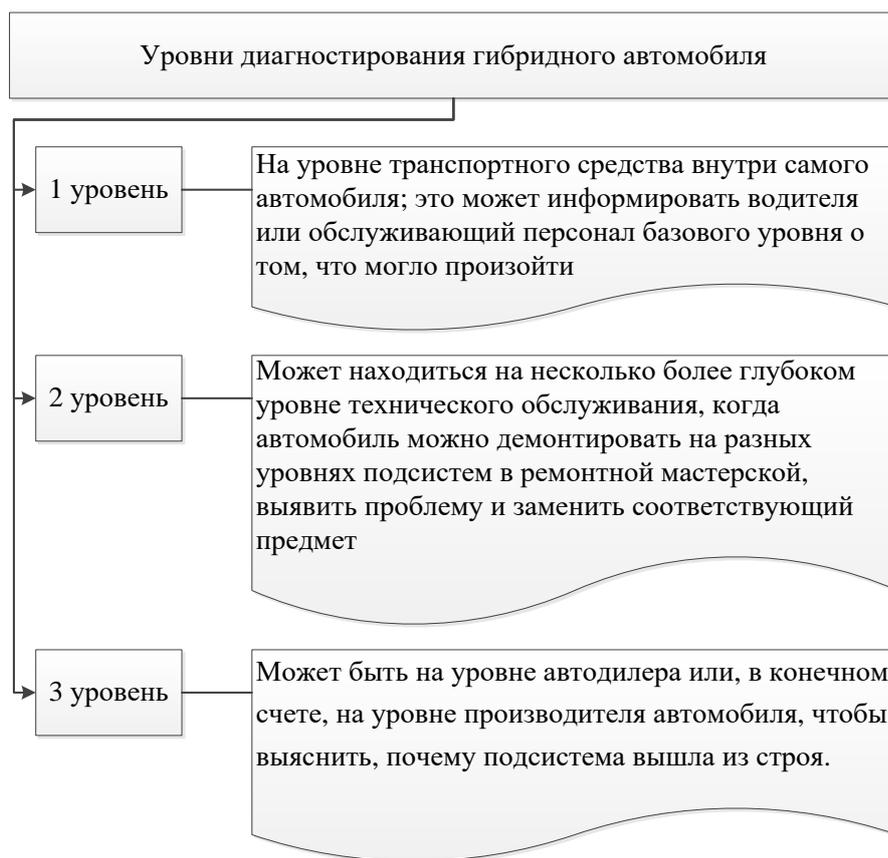


Рис. 2. Уровни диагностирования гибридного автомобиля

Задачи непрерывной теледиагностики (удаленный мониторинг ситуации в режиме реального времени):

- 1) обнаружение сбоев на начальном этапе разработки (создания) с целью повышения уровня доверия к ним;
- 2) классификация аннулирования разработки;
- 3) моделирование и мониторинг деградации путем моделирования надежности;
- 4) прогнозирование остаточного срока службы гибридного автомобиля с высокой степенью безопасности;
- 5) предсказание сбоя системы:
 - сбой, который может привести к нарушению безопасности людей и транспортных средств на улице;
 - отказ которого может привести к выходу из строя автомобиля;
 - отказ которых может повлиять на уровень надежности;
 - отказ может снизить степень функциональности автомобиля;
 - эта надежность не является достаточным временем для проверки в реальных условиях эксплуатации;

- они очень дорогие (например, батарея);
- этот срок службы относительно короткий.

Практическое применение этой модели дистанционной диагностики позволит получить представление о состоянии гибридных ТС при мониторинге в режиме реального времени и анализе результатов:

- экспертом по диагностике в авторизованном сервисном центре для гибридных транспортных средств,
- специалистом по диагностике в теледиагностических центрах производителей гибридных транспортных средств.

Таким образом, практическое применение данной модели теледиагностики позволяет повысить уровень надежности и доступности гибридных ТС, снизить затраты на обслуживание и продлить срок их службы. Профилактическое техническое обслуживание, которое будет осуществляться в зависимости от состояния гибридного транспортного средства.

Выводы

Диагностика и испытание гибридных транспортных средств не представляет опасности до тех пор, пока данный человек обладает необходимыми знаниями, навыками и подготовкой в области диагностики и процедур гибридных транспортных средств.

Несмотря на отсутствие доступа к оригинальному онлайн программному обеспечению, предоставляемому производителем, можно предварительно провести диагностику высоковольтной батареи либо с помощью диагностического тестера, либо с помощью устройства, разработанного для тестирования высоковольтной батареи.

Общие замечания, которые могут быть выведены на основе изучения технического обслуживания, диагностики и надежности гибридных и электрических транспортных средств по сравнению с обычными транспортными средствами, открывают гораздо более широкие возможности для применения передовых методов и технологий диагностики состояния.

В связи с большим количеством возможных архитектур гибридных и электрических транспортных средств, для разработки следующего поколения транспортных средств потребуется все более совершенное и инновационное моделирование, которое должно включать в себя техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. При этом необходимо помнить, что сложность модели не означает одновременно качество модели, но ключ-

чевой особенностью применяемой модели в дополнение к ее качеству и гибкости должна быть простота, что иногда имеет решающее значение с точки зрения пользователя модели или того, кто занимается профилактическим и корректирующим обслуживанием.

Особая форма оптимизации технического обслуживания гибридных ТС достигается за счет использования нечеткой логики. Нечеткая логика может иметь два различных значения в более широком смысле, нечеткая логика является синонимом теории нечетких множеств, которая относится к объектам с неясными границами, чья принадлежность в определенной степени, в то время как в узком смысле нечеткая логика – это логическая система, являющаяся продолжением классической логики.

УДК 531.7.08

Д. А. Колов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

НАДЕЖНОСТЬ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Программное обеспечение управления батареей гибридного автомобиля предназначено для мониторинга состояния, контроля температурного режима, управления балансом, оценки состояния работоспособности, диагностики и прогнозирования неисправностей. Проблемы с программным обеспечением гибридных автомобилей получили обозначение «*Electric Brick*» (Электрический кирпич). Это обусловлено тем, что такие автомобили зачастую лишены возможности передвигаться до получения обновленного программного обеспечения. Другой проблемой программного обеспечения является выпуск производителями обновлений, снижающих емкость батареи и увеличивающих время полного заряда с целью снижения вероятности отказа батареи.

Кривые надежности программного (рис. 1) и аппаратного (рис. 2) обеспечения отображены с помощью диаграмм. Видно, что аппаратное обеспечение проходит через начальную фазу выгорания, за которой следует достаточно стабильная скорость, и, наконец, происходит физический износ и возрастает частота отказов. В это время может потребоваться замена оборудования.

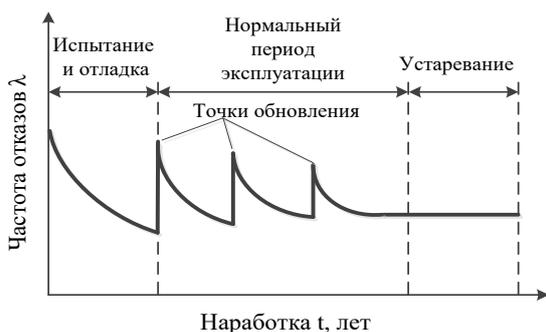


Рис. 1. Диаграмма надежности программного обеспечения

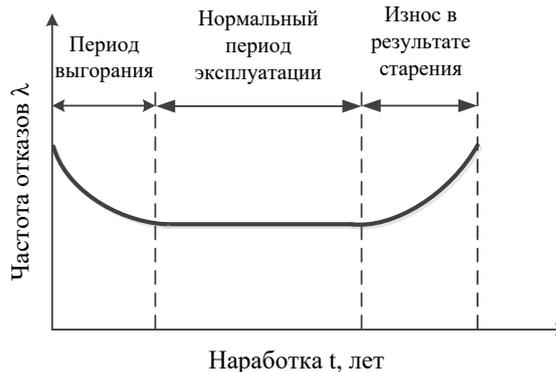


Рис. 2. Диаграмма надежности аппаратного обеспечения

В отличие от аппаратного обеспечения, программное обеспечение изначально проходит через значительное исправление сбоев на этапе тестирования/отладки. После этого каждое обновление приводит к своего рода мини-репликации начальной фазы. В конце концов, программное обеспечение созревает и коэффициент надежности угасает, но в то же время программное обеспечение также имеет тенденцию устаревать.

Суть в том, что до сих пор нет окончательной количественной оценки надежности программного обеспечения и метода тестирования, который мог бы гарантировать надежность программного обеспечения при любых условиях.

Гибридный автомобиль – это сложная система, в которой различные контроллеры задействованы с алгоритмами, принимающими значительное количество решений. Контроллеры, задействованные для успешной функциональности гибридного привода, также вовлекают в систему другие контроллеры, которые могут быть устаревшими элементами, модернизированными для интерфейса гибридов. К таким примерам относятся контроллер корпуса, контроллер двигателя, контроллер трансмиссии, контроллер силовой электроники/моторного привода, контроллер управления аккумуляторными батареями, контроллер управления питанием и т.д., а также связанные с ними алгоритмы. Все они включают в себя значительное количество программного обеспечения. Современные технологии тестирования программного обеспечения не позволяют гарантировать что не существует ситуации, которая могла бы сделать программное обеспечение неэффективным. Это означает, что ситуации отказа программного обеспечения не желательны,

но до тех пор, пока они не приводят к катастрофически опасной команде для гибрида после чего потребуется перепроектирование или ремонта. Однако, если команда генерируется автоматически, например, ускорение гибридного автомобиля или если команда торможения не активирует тормоза, то это может привести к катастрофе или даже к летальному исходу. Некоторые из причин сбоя программного обеспечения в гибридном автомобиле представлены на рис. 3.

Серьезное влияние на надежность работы аппаратного обеспечения оказывают электромагнитные излучения гибридного привода. Источники электромагнитного излучения гибрида представлены на рис. 4.

Электромагнитная совместимость в наши дни является важным вопросом, учитывая тот факт, что в высоковольтных и электронно-высокочастотных устройствах используется значительное количество силовой электроники, использующей высокомоощную высокочастотную коммутацию. Проблему электромагнитной совместимости можно в значительной степени решить за счет правильной компоновки схем на различных печатных платах и в системах распределения мощности.

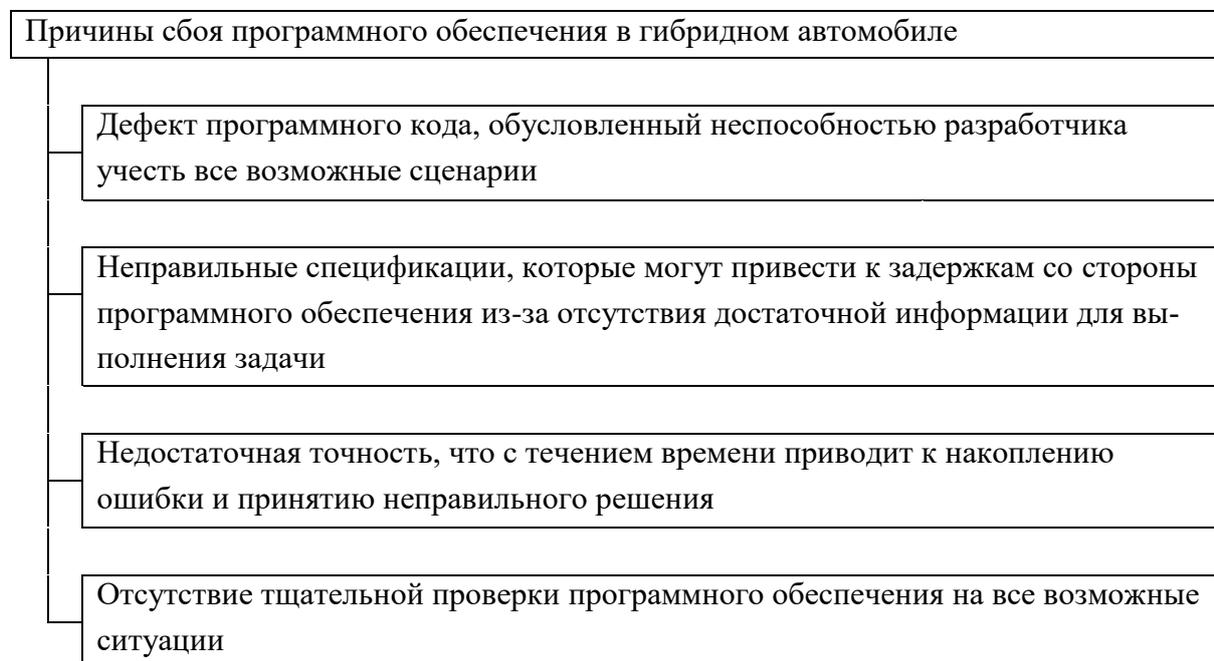


Рис. 3. Причины сбоя программного обеспечения в гибридном автомобиле



Рис. 4. Архитектура силовой электроники в моторном приводе электрической части гибридного автомобиля

Электромагнитные помехи (ЭМП) генерируются мощными цепями в силовых преобразователях и связанных с ними контроллерах. Некоторые стандарты, такие как директива европейского совета 89/336/ЕЭС по электромагнитной совместимости, директива европейского совета по автомобильной промышленности 95/54/ЕС и IEC 61800-3 Требования по электромагнитной совместимости и методы испытаний систем регулируемых скоростей вращения электроприводов, считаются важными. Кроме того, рассмотрен стандарт CEIEN 55055 по характеристикам радиопомех для защиты бортовых приемников. Стандарт SAE J551 по электромагнитной совместимости для наземных транспортных средств считается более строгим по сравнению с другими приложениями, в отличие от автомобильных.

В гибридном автомобиле инвертор расположен рядом с двигателем и помещен в металлический ящик, который экранирует шумовое излучение. Однако, батарейный модуль обычно располагается на расстоянии, и для его подключения к силовой электронике могут использоваться неэкранированные силовые кабели. Следовательно, неэкранированные кабели могут привести к значительному распространению помех.

Исследования электрической части гибридов показали, что большая часть энергии шума находится на частотах ниже нескольких мегагерц, и это вызывает процессы, которые могут влиять на цифровые системы больше, чем создание излучаемых шумов для окружающей среды снижая надежность аппаратной части.

Основные направления повышения надежности аппаратной части гибридных автомобилей представлены на рис. 5.



Рис. 5. Основные направления повышения надежности аппаратной части гибридных автомобилей

УДК 531.7.08

Д. А. Колов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Технология гибридных транспортных средств относительно нова, а информации о ее надежности в отрасли пока не так уж много. Данные о надежности компонентов и подсистем требуют длительного времени для мониторинга и сбора, и даже если они собираются в отрасли, эти данные, как правило, сохраняются в качестве информации, являющейся собственностью компании производителя.

Числовые значения надежности, используемые в этой статье, служат лишь для иллюстрации концепций; точная ситуация с надежностью будет

зависеть от архитектуры системы и точных значений показателей надежности, задействованных в исследуемой системе. Поиск точных значений надежности для различных компонентов системы требует длительных усилий, иногда с использованием моделирования и имитационного моделирования, а также экспериментальных испытаний; эти вопросы не входят в сферу данной статьи.

Для системного анализа при изучении надежности гибридов необходимо проследить отдельные значения надежности подсистем и компонентов гибридного автомобиля. Термин "надежность" определяется как вероятность того, что компонент, подсистема или система будет функционировать, то есть выполнять свою функцию по назначению, в конце определенного периода времени, без каких-либо изменений или работ по обслуживанию в течение этого периода времени. Таким образом, надежность связана как с вероятностью, так и с временным интервалом. Кроме того, термин доступность, применяется при рассмотрении гипотетической системы с надежностью, равной 1, такая система будет называться "полностью" доступной.

Каждый из элементов гибридного автомобиля построен с использованием многих составляющих подсистем и компонентов. Однако для каждого из элементов можно использовать единую суммарную надежность; например, для двигателя можно использовать суммарную надежность 0,99995, а не углубляться в отдельные составляющие компоненты внутри двигателя. Гипотетическая надежность элементов гибридного автомобиля представлена в табл. 1.

Таблица 1

Гипотетическая надежность элементов гибридного автомобиля

Системы гибридного автомобиля	Надежность
Топливная система	0,9999
Электронный блок управления	0,99999
Двигатель внутреннего сгорания	0,9999
Трансмиссия	0,99995
Колесный привод	0,9999
Главная передача	0,99995
Преобразователь	0,99995
Электродвигатель	0,99995
Высоковольтная электроника	0,99992
Аккумуляторные батареи	0,9999
Система контроля ДВС	0,99999
Система контроля гибридного привода	0,99999

Цифры, приведенные в табл. 1, используются только для иллюстрации концепций, приведенных в этом разделе. Как отмечалось ранее, показатели надежности на уровне компонентов, как правило, хранятся изготовителями как патентованные. Следовательно, получить точные цифры может быть чрезвычайно трудно, а то и невозможно. Другая проблема заключается в том, что эти показатели могут варьироваться от одного производителя к другому. Следовательно, во время исследований на стадии проектирования не нужно слишком беспокоиться о том, чтобы пытаться найти точные цифры для различных вариантов надежности.

Используя определение надежности, данное ранее, теперь можно исследовать систему. Числовые значения, указанные по каждому элементу выше, означают, что в конце заданного (или выбранного) периода времени эксплуатации или пробега транспортного средства (например, 160000 км), когда надежности присваивается значение, скажем, 0,9999 для ДВС, это означает, что вероятность ее выхода из строя составляет 1 к 10000 (в течение этого пробега или времени эксплуатации, начиная с момента, когда элемент был установлен заново). Надежность - это функция времени и изменяется по мере старения системы, однако для целей исследования будем считать ее постоянной.

Исходя из вышеперечисленных понятий и данных открытых источников, показатели надежности, принятые в статье представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели надежности

Тип привода	Надежность
ДВС	0,99964
Линейный гибридный привод	0.999210280440917
Параллельный гибридный привод	0.999160319926895

Для проведения моделирования надежности гибридных приводов рассмотрим параллельную высоковольтную двигательную установку разделив подсистемы на базе ДВС и электрической двигательной установкой. Используя терминологию ЭЛЕКР (для части электромобиля) и ДВС (для части

двигателя внутреннего сгорания двигательной установки), можно записать следующие вероятности состояния системы для различных комбинаций ЭЛЕКР и ДВС:

- а) и ДВС, и ЭЛЕКР хорошие;
- б) ДВС хороший и ЭЛЕКР плохой;
- с) ДВС плохой и ЭЛЕКР хороший;
- е) и ДВС и ЭЛЕКР плохо.

Следовательно, вероятность наличия "некоторого" объема функциональных возможностей системы в условиях частичного отказа дается суммой пунктов (а)-(с).

$$P = (a + b - c) \times e, \quad (1)$$

где P – это надежность или вероятность частичного отказа системы, и (а), (б), (с) и (е) в уравнении - это значения надежности, соответствующие пунктам (а), (б), (с) и (е) в приведенном выше перечне. Таким образом, можно видеть, что в режиме частичного отказа доступность системы выше, чем в ситуации, когда не учитывается режим частичного отказа. Однако следует отметить, что в условиях (б) и (с) получается лишь частичная функциональность, а не полная функциональность. Таким образом, для пунктов (б) и (с) приходится вносить поправки в эти пункты с использованием определенного весового коэффициента, указывающего на то, что функциональность ухудшается.

Рассмотрим некоторые дополнительные вопросы, касающиеся гибридов. Например, в случае выхода из строя электрического привода в параллельном режиме гибрида, транспортное средство все равно может работать с системой двигателя внутреннего сгорания, заправляя при необходимости бензобак и продолжая работать с более низкими эксплуатационными характеристиками. В случае выхода из строя ДВС автомобиль может продолжать работать на электрическом приводе, но только до тех пор, пока работает аккумулятор. В этом случае требуется подключить аккумулятор, если это предусмотрено, но в противном случае опция отсутствует. В этом случае для экономии заряда аккумуляторной батареи не должен работать ниже допустимого уровня мощности. Аналогичный анализ был проведен и для гибрида с линейной архитектурой, результаты которого можно резюмировать на графике, приведенном на рис. 1.

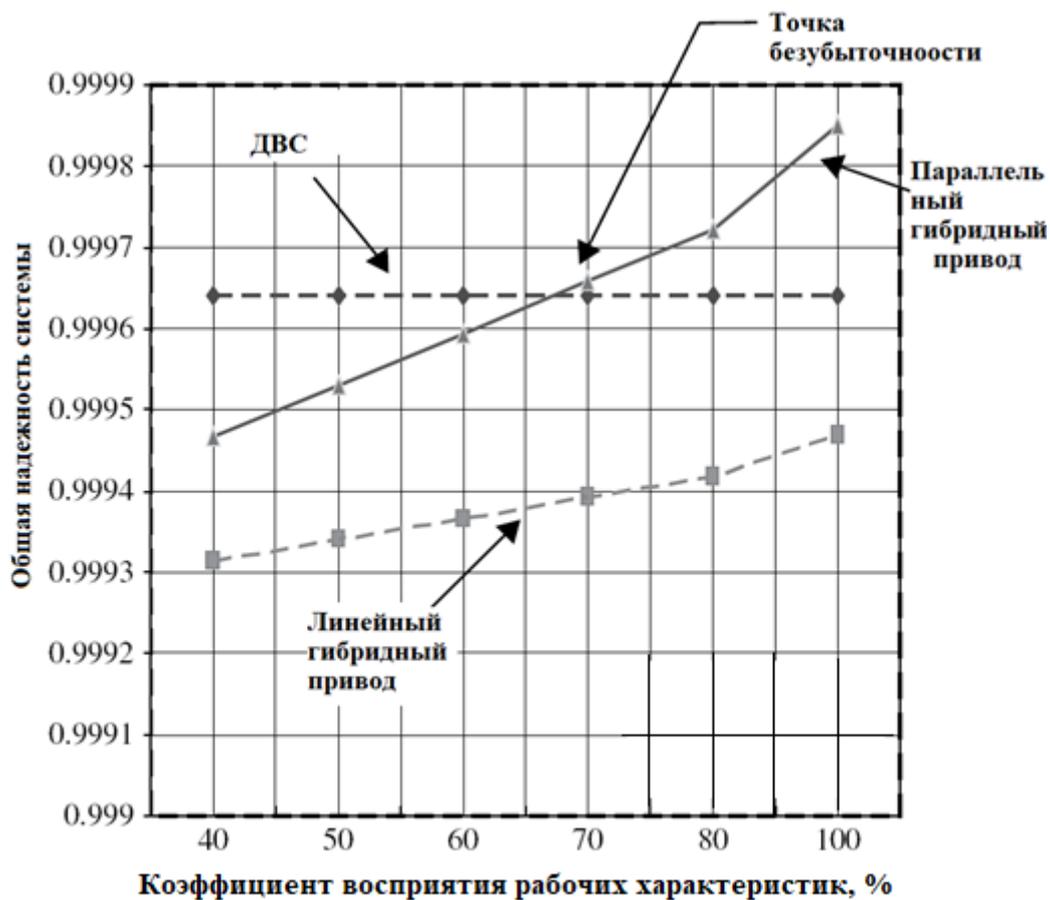


Рис. 1. Сравнение надежности систем гибридных автомобилей с различной архитектурой

Из этого графика и из предыдущих рассуждений видно, что общие показатели надежности для транспортного средства с линейной гибридной архитектурой несколько ниже, чем для транспортного средства с параллельной линейной архитектурой. Общая надежность системы, как для линейных, так и для параллельных гибридов без учета каких-либо частичных отказов, ниже, чем для обычного транспортного средства на базе ДВС. Это связано с тем, что ДВС имеет меньшее количество компонентов и, следовательно, изначально имеет преимущество с точки зрения надежности. Основная идея в данном случае заключается в том, что в транспортном средстве с параллельной архитектурой в целом и ДВС, и гибрид будут иметь несколько более низкое номинальное значение. Следовательно, в условиях частичного отказа либо ДВС, либо электрической системы, характеристики транспортного средства снижаются.

Таким образом, во время частичного отказа не обеспечивается полная функциональность. Для повышения производительности во время частичного отказа необходимо будет в некоторой степени перепроектировать ДВС и гибридную составляющую.

Введем определение "Коэффициента восприятия рабочих характеристик" во время частичного отказа (2)

$$K_{\text{врх}} = N_{\text{ДВС}}^{\text{ГИБР}} / N_{\text{ДВС}}, \% \quad (2)$$

где $N_{\text{ДВС}}^{\text{ГИБР}}$ – номинальная мощность двигателя ДВС гибридного транспортного средства, кВт; $N_{\text{ДВС}}$ – номинальной мощности двигателя ДВС негибридного транспортного средства, кВт.

Например, негибридное транспортное средство имеет номинальную мощность 150 кВт. В эквивалентном параллельном варианте гибрида предположим, что для гибридного автомобиля имеют меньшее значение, скажем, 60 кВт для гибрида и 90 кВт для ДВС. В этом случае, если ДВС гибрида выйдет из строя, он обеспечит только 60/150 номинальной мощности, то есть 40%. Это будет называться восприятием рабочих характеристик.

Выводы

Если коэффициент $K_{\text{врх}}$ будет иметь большее значение, то производительность системы будет еще лучше при частичном отказе. Следовательно, общее "качество" гибрида увеличивается даже при отказе. Горизонтальная ось (на рис. 1) в основном говорит о том, что за пределами определенной точки параллельный гибрид более надежен. Но для гибрида с линейной конфигурацией, ее общая надежность не может превышать надежности негибридного автомобиля, так как негибридное транспортное средство имеет меньше компонентов по сравнению с линейным гибридом.

УДК 531.7.08

Д. А. Колов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ЭЛЕКТРОБУСОВ

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что роль электрических автобусов в общественном транспорте важна, с точки зрения экологической составляющей городов. В настоящее время эксплуатируются три категории

электробусов: гибридные (НЕВ) работающие на дизельном топливе или газе, на топливных элементах (FCSEB) работающих на водороде и аккумуляторные (ВЕВ) требующие зарядки электричеством. Основное отличие между этими технологиями является источник питания для электрического двигателя. По данным на настоящее время 73% электробусов работают по НЕВ технологии, 8% по ВЕВ и 19% по технологии FCSEB. Данные о продажах новых автобусов в динамике приведены на рис. 1

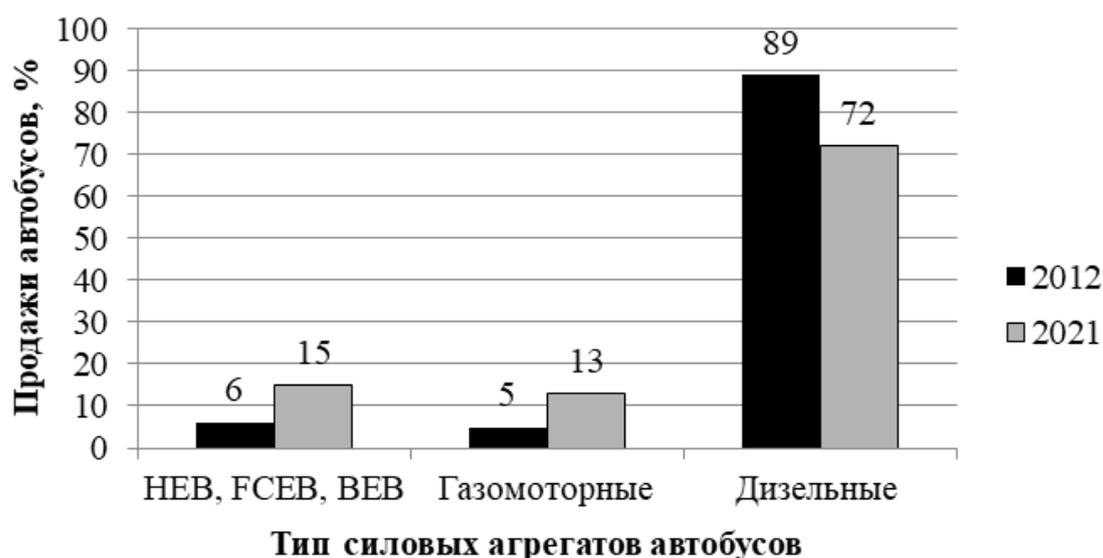


Рис. 1. Динамика продаж новых автобусов

Автобусные перевозки имеют стационарные маршруты, централизованные депо и инфраструктуру, высокий пассажиропоток, четкое понимание затрат. Выбор силового агрегата для электробуса зависит от: начальная стоимость, структура маршрутной сети, доступность источников энергии, требований к экологическим показателям электробуса, операционные расходы, время зарядки, шумность, стоимость запасных частей и, в частности, электрических компонентов, топливная эффективность. Для выбора оптимального источника энергии требуется технико-экономическая оценка каждого конкретного случая.

Существующие исследования в области электробусов сосредоточены на:

- 1) моделировании потенциального сокращения выбросов парниковых газов от электробусов;
- 2) моделирование эффективности энергопотребления электробусов;
- 3) анализе затрат и выгод от внедрения электрических автобусов в общественном транспорте;

- 4) эксплуатационных ограничениях электросетей;
- 5) внедрение электрических автобусов в магистральных перевозках большой дальности.

Эти исследования показывают, что эксплуатация электробусов имеет как технические, так и не технические аспекты. Эти аспекты можно назвать как: экономический, экологический, эксплуатационный и энергетический.

Основным эксплуатационным показателем электробуса считается «Стоимость владения». Он включает в себя: начальная стоимость электробуса (рис. 2), затраты на его техническое обслуживание, эксплуатационные затраты, страхование, стоимость энергии, стоимость утилизации, плата за выбросы, стоимость инфраструктуры для организации эксплуатации (рис. 3). Основное влияние на варьирование стоимости владения оказывает стоимость топлива (дизель, электричество, водород). При этом ВЕВ считаются самыми затратными, так как на стоимость электроэнергии сильно влияет инфраструктура точек зарядки электробусов электроэнергией стоимость, которой добавляется к стоимости электроэнергии. Современные технологии ВЕВ подразумевают расположение точек зарядки городских автобусов каждые 10-20 км пути (время подзарядки 5 мин.). Для магистральных автобусов этот показатель доходит до 300 км. Для них время полной зарядки доходит до 6 час (ночная зарядка), при использовании *supercharg* станций зарядки до 30 мин, при использовании технологии замены аккумуляторов до 10 мин.

Дальность перевозок – основной фактор, снижающий привлекательность ВЕВ электробусов. Данный фактор можно нивелировать на маршрутах, работающих с низкой загрузкой пассажирами. Срок службы электробатареи так же является сильным лимитирующим фактором.

НЕВ электробусы используют ту же инфраструктуру, что и дизельные автобусы. Так же, как и FCEV, однако они требуют иметь водородную станция заправки, которую требуется размещать в определенной локации (чаще всего в депо).

Экологический аспект электробусов в первую очередь определяется экологичностью производства электроэнергии. В этой связи технологии ВЕВ и FCEV имеют наибольший потенциал для сокращения выбросов. Для них электричество на основе возобновляемых источников энергии, пожалуй, самый эффективный, и действительно желанный источник энергии. То есть в странах с высоким процентом возобновляемых источников выработки энергии эти технологии имеют большую перспективу.

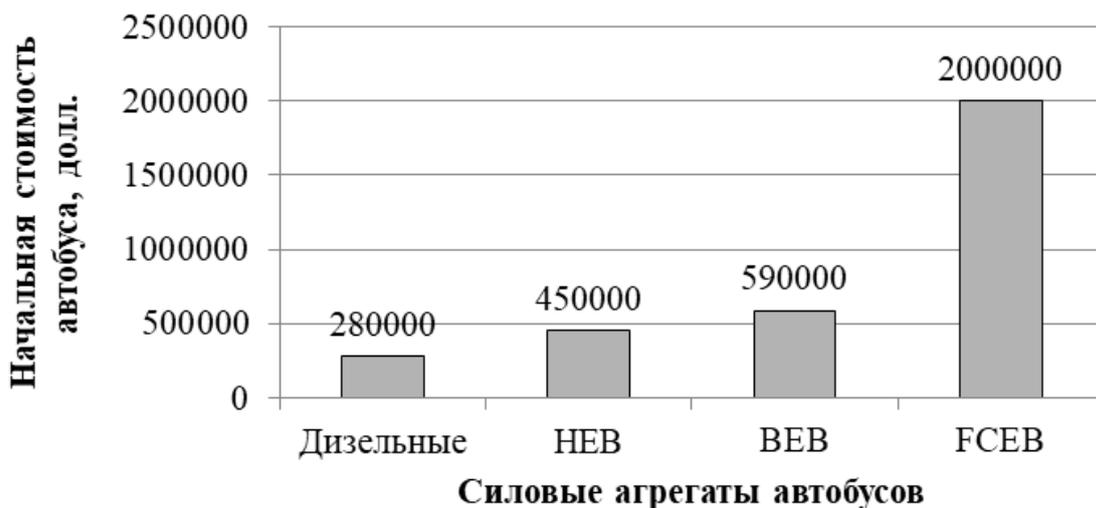


Рис. 2. Начальная стоимость автобусов на 2021 год

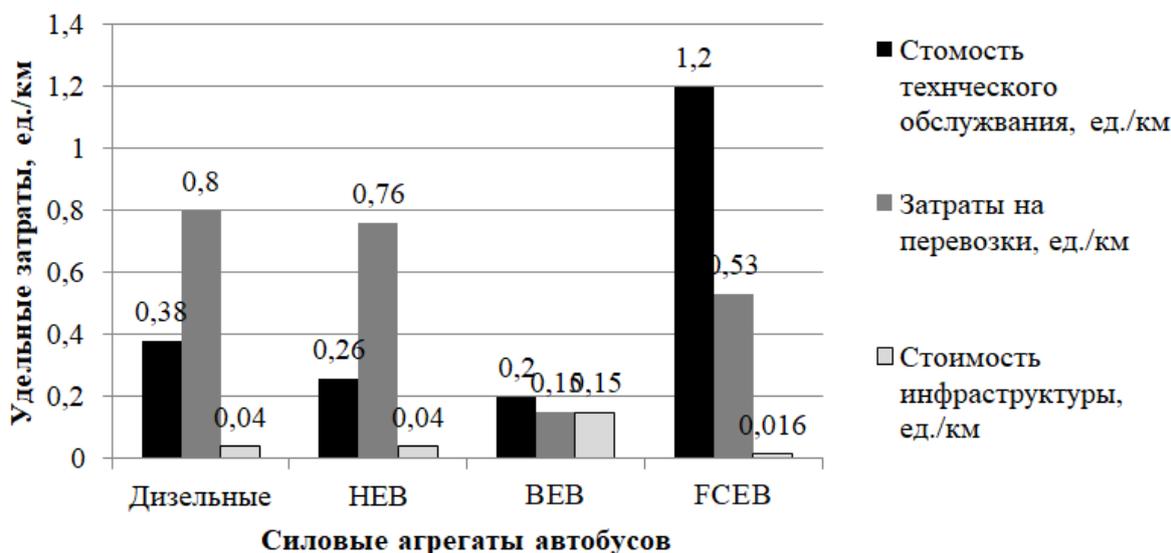


Рис. 3. Удельные эксплуатационные показатели автобусов

При этом существующие водородные технологии FCЕВ позволяют снизить выбросы на 74% по сравнению с дизельными автобусами. Тогда как НЕВ электробусы снижают выбросы на 13-20 % в том же сравнении (рис. 4).

В связи с этим остановимся на водородных FCЕВ электробусах. Водород для них получают следующими способами: возобновляемые источники энергии (электролиз), получение из пригодного газа, парогенерация, угольный сверхкритический паровой цикл, производство водорода непо-

средственно на борту электробуса. еще одним доказательством эффективности FCEB технологии является высокий показатель плотности энергии водорода как топлива.

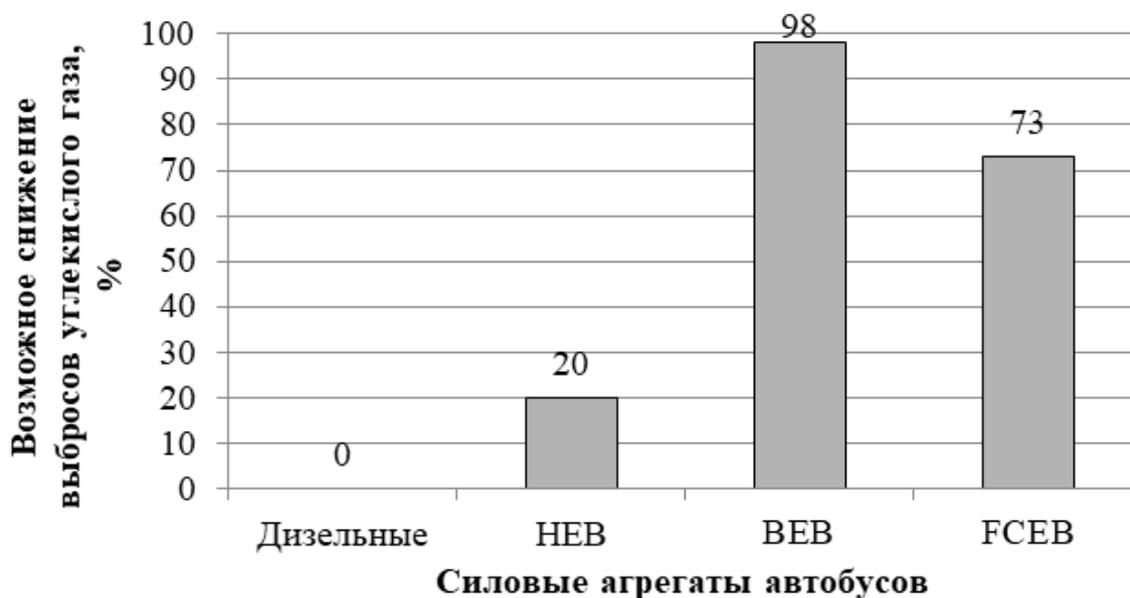


Рис. 4. Выбросы углекислого газа автобусами с различными силовыми агрегатами

Гибридный автобус можно рассматривать в качестве ступенька к полной электрификации. Обзор показывает, что гибридные силовые агрегаты не предоставляют значительное снижение энергопотребления, а также выбросов парниковых газов.

Выводы

Анализ показывает, что процесс выбора электрической технологии для электробуса очень чувствителен к условиям эксплуатации и энергетическому профилю. Гибридные автобусы не обеспечивают значительного сокращения выбросов парниковых газов и пригодны только для краткосрочных целей в качестве трамплина на пути к полной электрификации общественного транспорта. Автобусы на батареях и топливных элементах, способны удовлетворить текущие эксплуатационные требования, однако первоначальные инвестиции остаются серьезным препятствием. Электрический автобус с аккумулятором, заряжающимся ночью, считается наиболее подходящей альтернативой для автобусных перевозок, учитывая ожидаемые улучшения в технологии аккумуляторов.

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ НА ОСНОВЕ КАТАЛОГА УСЛУГ

Взаимодействие подразделений, отвечающих за информационные технологии (ИТ) в компаниях автотранспортного комплекса, и бизнес-подразделений никогда не бывает «простым». Требования производителей высоки, ожидания, как правило, завышены, а ресурсная поддержка минимальна. Установить четкий порядок взаимодействия между бизнесом и ИТ позволяет внедрение Каталога ИТ-услуг (далее Каталог).

Цели применения Каталога:

- определение ИТ-услуги как объекта взаимодействия заказчика и поставщика ИТ-услуги;
- формирование основы для заключения договоров на оказание ИТ-услуг и определения ответственности поставщика ИТ-услуг;
- повышение прозрачности и обеспечение контроля уровня предоставляемых поставщиком ИТ-услуг.

Для достижения указанных целей решаются следующие задачи:

- формирование перечня и описания предоставляемых ИТ-услуг;
- описание атрибутов ИТ-услуг.

Для применения Каталога в компании должны быть разработаны порядок и правила взаимодействия бизнес-подразделений и поставщика ИТ-услуги при заказе ИТ-услуг (далее – Порядок), регламент взаимодействия при заказе и потреблении ИТ-услуг (далее – Регламент) и тарифы на ИТ-услуги поставщика.

Изменения и дополнения в Каталог вносятся по мере необходимости, но, как правило, не чаще одного раза в год. Основанием для внесения изменений в Каталог является:

- потребность Заказчиков в новых ИТ-услугах;
- изменение состава ИТ-услуг;
- изменение состава ИТ-активов.

Внесение изменений в Каталог может инициироваться как бизнес-подразделениями, так и поставщиком ИТ-услуг. Изменения обычно касаются технического характера и/или определяют группы Заказчиков услуг, перечень показателей качества, классификацию услуг. В течение года может возникать потребность в оказании новых ИТ-услуг, не учтенных в утвержденном Каталоге, договоры в этом случае могут быть заключены

между Заказчиком и Поставщиком ИТ-услуг с последующим обязательным включением новых ИТ-услуг в Каталог.

К постоянным ИТ-услугам наиболее востребованным на практике можно отнести: сопровождение ИС (сервис-деск), проведение изменений ИС, обучение пользователей ИС, ведение общесистемной нормативно-справочной информации (НСИ) ИС, поддержку АРМ, замену расходных материалов, предоставление инфраструктурных сервисов, например, мультимедийная поддержка проведения мероприятий, поддержку системно-технической инфраструктуры (СТИ). Как сейчас принято говорить, это виды предоставляемых сервисов ИТ-поставщиком.

В процессе взаимодействия бизнес-подразделений и поставщика ИТ-услуги могут также возникать требования к услугам, не включенным в Каталог. Это, так называемые, периодические или проектные ИТ-услуги (Сервисы). Например, создание новой ИС, проектирование ИТ-инфраструктуры, включая подсистему информационной безопасности, оказание консультаций в области информационных и др.

Описание ИТ-услуги проводится указанием состава атрибутов, указываемых в паспорте ИТ-услуги.

Пример состава атрибутов ИТ-услуги

Атрибут	Описание атрибута
Наименование услуги	Наименование ИТ-услуги в Классификаторе ИТ-услуг
Код ИТ-услуги	Уникальный код ИТ-услуги в Классификаторе ИТ-услуг
Класс ИТ-активов, для которых предоставляется услуга	Класс ИТ-актива в соответствии с Классификатором ИТ-активов
Единица измерения ИТ-услуги	Пользователь ИТ-актива – для ИТ-услуг, направленных на обеспечение работы пользователей с ИТ-активом
Ограничения по заказу услуги	Описание установленных ограничений к заказу услуги
Форма запроса услуги Пользователем	Описание формата обращения пользователя к поставщику ИТ-услуги
Состав услуги	Перечень пользовательских услуг, которые предоставляются в рамках бизнес-услуги, и нормативы исполнения запросов по каждой пользовательской услуге
График работы с обращениями	Параметры графика обслуживания

Оценка качества предоставления ИТ-услуг производится заказчиками на основании показателей качества ИТ-услуг. Значения показателей качества ИТ-услуг рассчитываются на базе исходных данных, накопленных по результатам исполнения зарегистрированных обращений, направленных в ИТ-подразделение.

Базовые показатели качества, как правило, следующие:

- своевременность исполнения обращений (количество своевременно закрытых в отчетном периоде обращений) / (количество обращений, с плановым сроком закрытия в отчетном периоде + количество незакрытых обращений, с плановым сроком закрытия в предыдущие периоды) * 100, %;

- удовлетворенность пользователей (среднее арифметическое значение оценок (5-балльная шкала) по всем анкетам по оценке качества за отчетный период / 5) * 100, %;

- своевременность исполнения заявок на ИТ-работы (количество заявок, выполненных в отчетном периоде в согласованные сроки/количество заявок, плановый срок выполнения которых приходится на отчетный период) * 100, %;

- доступность ИС к работе (время внеплановой недоступности системы за отчетный период от момента регистрации массового инцидента недоступности системы до момента разрешения инцидента /общее время функционирования системы за отчетный период) * 100, %.

Библиографический список

1. Дюмулен, Флорес, Файн: Каталог услуг для успешного управления ИТ, М.: Livebook, 2014. ISBN 978-5-904584-62-7.

2. Information Technology Infrastructure Library. Книга ITIL 02: Service Design, ITIL v.3, 2011 edition.

УДК 629.3.027

А. Ю. Безprozванный, Р. В. Нуждин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

М. Д. Михалов (Россия, г. Гусь-Хрустальный, ГБПОУ ВО ГСК)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА ШАРОВЫХ ОПОР В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Шаровая опора – это узел, часто используемый в независимой подвеске современных легковых автомобилей. Соединяя ступицу колеса и рычаги, шаровая опора обеспечивает возможность вертикального перемещения и, одновременно, поворот управляемых колес. В эксплуатации шаровая опора передает знакопеременные нагрузки, действующие в подвеске, что в совокупности с взаимными перемещениями элементов и воздействием внешних негативных факторов приводит к износу узла. Износ, в свою очередь, оказывает негативное влияние на ресурс шин, устойчивость и управляемость автомобиля. В случае критического износа возможно разрушение узла, ведущее к аварийным последствиям. Таким образом, выбор шаровой опоры при необходимости её замены является важной задачей.

Исследуем показатели надежности шаровых опор, устанавливаемых на автомобили Рено Логан и Форд Фокус. Основная часть шаровых опор, которые пользуются спросом на рынке запасных частей, производятся в России, Китае, Турции и Польше. Условно разделим представленные на рынке изделия на три ценовые группы: 1) от 920 до 1400 руб. за пару; 2) от 2200 до 2730 руб.; 3) свыше 2780 руб.

Требования к шаровым опорам изложены в ГОСТ Р 52433-2005 [1]. При выборе шаровой опоры следует обращать внимание на наличие маркировки и отсутствие забоин, вмятин, трещин, коррозии и следов черноты на обработанных поверхностях. На этапе покупки оценить возможный ресурс изделия не представляется возможным.

Контроль состояния шаровых опор в эксплуатации осуществляется при техническом обслуживании автомобилей и, как правило, реализуется органолептическими методами. Количественно степень износа не оценивается. Отсюда следует, что предварительная оценка надежности шаровых опор возможна по показателю средней наработки до замены в тысячах километров. Для анализа надежности используем данные о заменах шаровых опор, предоставленные станциями технического обслуживания ИП Карпихин А.С. (*FS-Auto*, г. Владимир) и ООО «Слик-Авто» (г. Владимир).

Данные о заменах шаровых опор обрабатывались с применением методики обработки статистических данных изложенной в учебном пособии Баженова Ю.В. [2]. Расчет основных функций выполнялся с помощью приложения *MS Excel*. На первом этапе определялись среднее значение наработки \bar{t} , дисперсия D и среднее квадратическое отклонение σ . Затем определялось число интервалов для выборки

$$K = 1 + 3,32 \lg(n), \quad (1)$$

где n – число наблюдений;

размах

$$Z = t_{\max} - t_{\min}$$

и ширина интервалов

$$h = Z / K.$$

Далее определялось число попаданий n_i в интервалы и рассчитывалась статистическая величина плотности вероятности

$$\bar{f}(t) = \frac{n_i}{hn}. \quad (2)$$

На основании первичной обработки статистических данных получены статистические плотности распределения наработок шаровых опор до замены (рис. 1). Цифрами 1 – 4 обозначены наработки до первой и последующей замен шаровых опор.

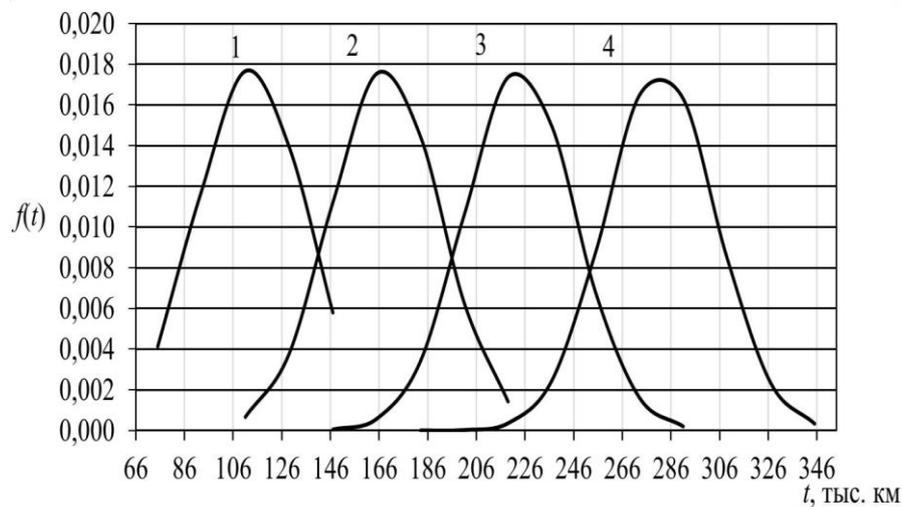


Рис. 1. Нарботка шаровых опор: 1 – установленные на заводе; 2, 3, 4 – последующие замены

Имеющиеся статистические данные позволяют дифференцировано оценить наработки шаровых опор по отдельным ценовым группам, определенным ранее, и установленных на заводе. Сводные результаты обработки

статистических данных приведены в таблице. На рис. 2 приведено распределение наработок шаровых опор установленных на заводе. Средний ресурс шаровых опор, устанавливаемых производителем, составил 113,38 тыс. км.

Сводные показатели надежности шаровых опор

Параметр	Установленные на заводе	Категория по цене		
		низкая	средняя	высокая
n	94	74	162	46
t_{\max} , ТЫС. КМ	155	82	90	100
t_{\min} , ТЫС. КМ	67	12	17	40
R , ТЫС. КМ	88	70	73	60
K	7	7	7	6
h , ТЫС. КМ	12,57	10	10	10
\bar{t} , ТЫС. КМ	113,38	42,54	58,07	70,99
σ , ТЫС. КМ	17,8	12,8	11,0	14,2
Коэффициент вариации	0,16	0,30	0,19	0,20

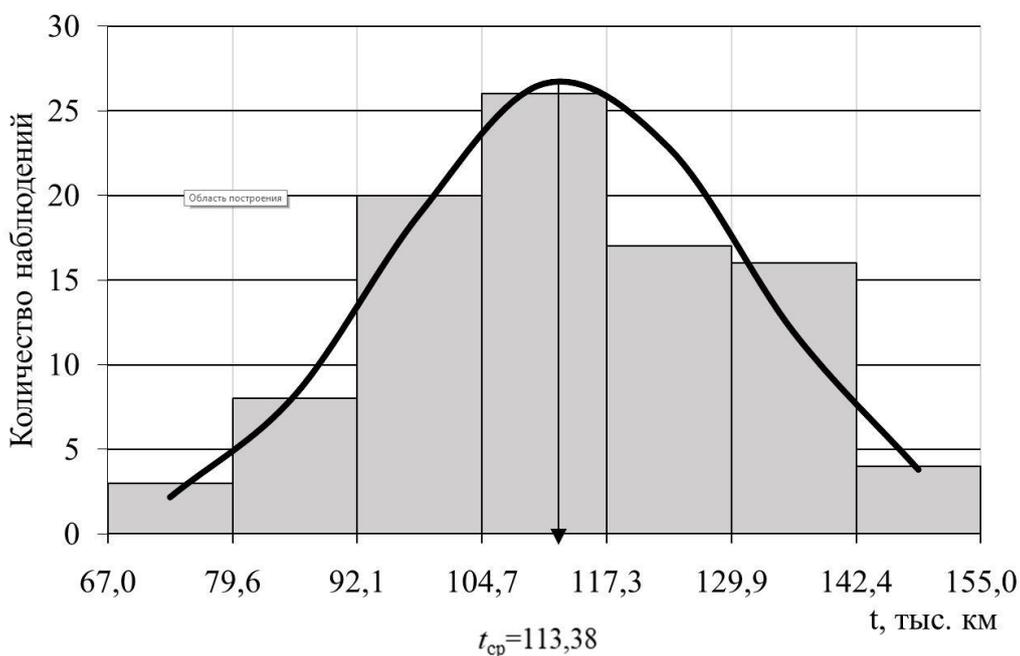


Рис. 2. Распределение наработок до замены шаровых опор, устанавливаемых производителем автомобиля

Представленные результаты показывают, что шаровые опоры, устанавливаемые на заводе-изготовителе автомобилей, имеют значительно больший ресурс, чем шаровые опоры, устанавливаемые при эксплуатации

автомобилей. Причина данной закономерности заключается в том, что при прочих сходных условиях эксплуатации, конструкция нового автомобиля в целом является более жесткой, а подвижные соединения имеют минимальные люфты, что в итоге снижает динамические нагрузки на шаровые опоры. Нарботки шаровых опор из разных ценовых групп, в целом, пропорциональны цене изделия. Сводный график наработок по ценовым группам представлен на рис. 3.

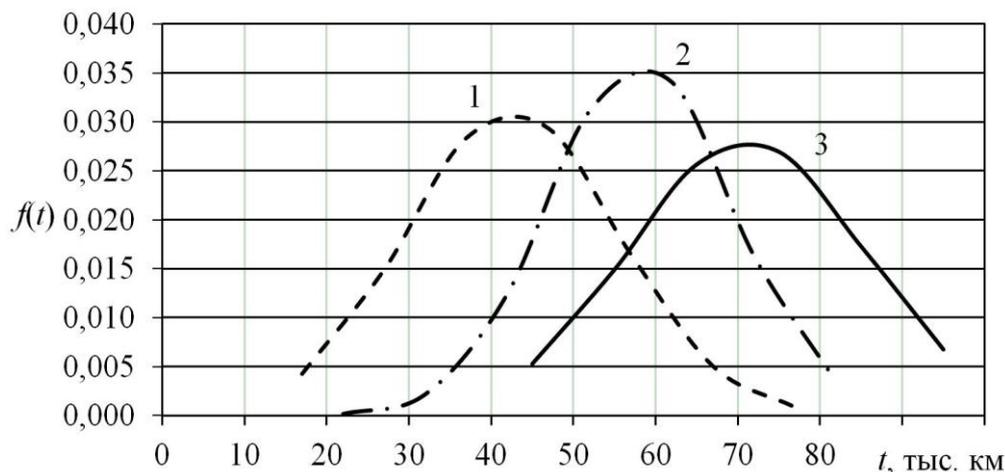


Рис. 3. График наработки до отказа шаровых опор разных ценовых категорий: 1 – низкая; 2 – средняя; 3 - высокая

В качестве дополнительного сравнительного параметра используем параметр стоимости эксплуатации шаровой опоры на тысячу километров пробега

$$K_{ci} = (C_{ди} + C_{тр})/t_{срi}, \quad (3)$$

где K_{ci} – параметр стоимости эксплуатации шаровых опор i -й ценовой категории; $C_{ди}$ – средняя стоимость шаровой опоры i -й ценовой категории; $C_{тр}$ – общая стоимость замены шаровой опоры с регулировкой углов установки колес; $t_{срi}$ – средняя наработка до отказа шаровых опор i -й ценовой категории.

В результате расчета по формуле (3) получим:

- для низкой ценовой группы $K_c = 50,54$ руб./тыс. км;
- средней ценовой группы $K_c = 43,05$ руб./тыс. км;
- высокой ценовой группы $K_c = 39,44$ руб./тыс. км.

Таким образом, применение шаровых опор с относительно высокой стоимостью является экономически более выгодным. В дальнейшем для

снижения стоимости эксплуатации шаровых опор следует определить параметры для объективной оценки их технического состояния с целью оптимизации момента их замены.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52433-2005 Национальный стандарт Российской Федерации. Автомобильные транспортные средства. Шарниры шаровые. Технические требования и методы испытаний. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200043530> (дата обращения 18.04.2022).

2. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин : учеб. пособие / Ю.В. Баженов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с. – ISBN 5-89368-655-1.

УДК.628.98

Р. В. Нурдин, М. Д. Михалов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ФАРЫ НА КАЧЕСТВО СВЕТА

Основными элементами автомобильной фары, обеспечивающими освещение дороги, являются отражатель, рассеиватель и источник света. В процессе эксплуатации происходит, как правило, ухудшение свойств указанных элементов и снижается качество освещения. Данное явление оказывает непосредственное влияние на безопасность дорожного движения в темное время суток и в условиях недостаточной видимости.

Примем в качестве объекта исследования автомобильную фару с газонаполненной лампой накаливания. На основе анализа нормативных документов [1, 2] в качестве критерия работоспособности автомобильной фары используем силу света в режиме «ближний свет» в двух контрольных точках экрана. Первая расположена в освещенной части ниже свето-теневой границы, и сила света в ней должна быть не менее 1600 кд. Вторая расположена в теневой части экрана выше светотеневой границы. Сила света во второй точке должна быть не более 750 кд.

Явным невыполнением требований будет перегорание лампы. Данная неисправность выявляется визуально и устраняется методом замены. В

остальных случаях для оценки работоспособности необходимо измерять силу света.

Формирование требуемой нормативными документами силы света происходит за счет согласованной работы лампы, отражателя и рассеивателя. Значимыми факторами при этом выступают положение нити накаливания относительно отражателя, отражающая способность поверхности отражателя, коэффициент рассеивания рассеивателя.

В процессе эксплуатации рассеиватель покрывается пылью, отражающий слой может окисляться, подвергаться коррозии либо отслаиваться. Следствием указанных явлений будет снижение силы света в освещенной части экрана, отсутствие четкой свето-теневого границы, и появление в освещенной части затемненных участков. Устранение указанных явлений возможно путем замены фары в сборе либо восстановлением свойств отражателя. Замена фары дает наилучший результат, но при этом является наиболее дорогостоящим мероприятием. Поэтому целесообразно восстановление отражающей способности.

Наличие пыли и окисной пленки на отражателе возможно удалить механически, но при этом нужно демонтировать рассеиватель, а механическое воздействие на отражающий слой приведет к его повреждению. Восстановление отражателя с помощью нанесения на поверхность слоя лакокрасочного материала также не позволяет получить необходимые показатели освещенности. Результаты экспериментов по имитации повреждения отражателя и его восстановления на примере фары ВА3-2107 приведены в табл. 1.

По результатам экспериментов установлено:

– разрушение и загрязнение отражателя может приводить к избыточной освещенности в теневой части в результате увеличения рассеивания (опыт 2), а также к значительному снижению освещенности в освещенной части экрана (опыт 3);

– эксплуатация автомобиля с отражателем с состояний опыта 3 не противоречит требованиям нормативных документов, но является опасной, особенно при влажном дорожном покрытии, так как видимость дороги с места водителя в данных условиях фактически не обеспечивается;

– восстановление отражателя методом нанесения лакокрасочного материала не позволяет обеспечить исходное состояние отражателя.

Наиболее эффективен для восстановления отражателя метод вакуумного магнетронного напыления. Нанесение отражающего слоя возможно

как на металл, так и на пластик. Себестоимость операции напыления не превышает 250 рублей на одну фару. Важным условием получения качественного отражающего слоя является подготовка базовой поверхности.

Таблица 1

Моделирование состояния отражателя

№ опыта	Состояние фары	Сила света, кд	
		«тень»	«свет»
-	Норматив	Не более 750	Не менее 1600
1	Исходное состояние	730	13190
2	С имитацией разрушения нижней части отражателя	860	13130
3	С имитацией разрушения нижней и верхней частей отражателя	625	1900
4	С имитацией разрушения всей поверхности отражателя	152	527
5	Восстановленный отражатель при помощи окраски - зеркальный металлик «хром»	1020	3735
6	Восстановленный отражатель при помощи окраски «серебрянка»	295	812
7	Удаление загрязнений (механическое воздействие)	722	12490

В качестве напыляемого материала могут применяться металлы, обладающие высокой отражающей способностью: серебро, алюминий, хром, нержавеющая сталь (табл. 2).

Таблица 2

Отражающая способность металлов [3]

Название группы волн	Длина волны, А	Алюминий	Медь	Сталь (1% С)	Серебро	Никель	Хром	Цинк
Ультрафиолетовые	1880	-	-	22	76	-	33	17
	2000	-	-	27	76	-	36	22
	2510	80	26	38	34	38	-	39
	3050	-	25	44	9	44	37	48
	3570	84	27	50	75	49	41	51
Световые	5000	88	44	56	91	61	55	55
	6000	89	72	57	93	65	-	58
	7000	87	83	58	95	69	56	61

Самой высокой отражающей способностью обладает серебро, но его применение слишком дорого. Следующим по отражающей способности будет алюминий, но он подвержен окислению и покрывается оксидной пленкой. Хром при средних показателях отражающей способности не подвержен коррозии. Близким по параметрам к хрому будет нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т: «12» – 0,12% углерода, «Х18» – 18% хрома, «Н10» – никеля – 10%, «Т» – титан. Отсутствие цифры при титане означает его содержание не превышает 1,0%–1,5%.

Замеры силы света после восстановления проводились на фаре автобуса ПАЗ-3205. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Работа восстановленного отражателя

Материал отражающего слоя	Сила света в теневой зоне, кд	Сила света в световой зоне, кд	Сила света при дальнем свете, кд
Никель – Хром	539	10822	22700
Алюминий	812	12420	26200
Нержавеющая сталь	630	10130	21200

По результатам замеров установлено, что восстановление алюминием повышает силу света, в том числе и в теневой области. Никель-хромовое покрытие и нержавеющая сталь обеспечивают сопоставимые результаты, и это наиболее приемлемые материалы для восстановления.

Рассеиватели автомобильных фар выполняются из стекла либо пластика. В фарах современных легковых автомобилей преимущественно используются пластиковые рассеиватели. В процессе эксплуатации поверхность рассеивателя подвергается воздействию твердых механических частиц, ультрафиолетового излучения, температурным воздействиям. Вследствие указанных воздействий возрастает рассеивание, и увеличиваются световые потери в рассеивателе. В наибольшей степени данные явления свойственны пластиковым рассеивателям. Для защиты основного материала рассеивателя могут применяться защитные пленки и нанесение слоя лака, но в процессе эксплуатации защитные покрытия также теряют первоначальные свойства. В табл. 4 приведены результаты измерений силы света на фаре автомобиля *Renault Duster* с пробегом 68 000 км.

До удаления пленки имело место значительное превышение силы света в теневой области экрана. После удаления защитной пленки ослепляющий эффект снизился, и значительно возросла сила света в режиме дальнего света.

Таблица 4

Использование защитной пленки

<i>Renault Duster</i>	Сила света, кд		
	Ближний «тень»	Ближний «свет»	Дальний
С защитной плёнкой	2 827	7 911	37 200
После удаления защитной плёнки	863	12 110	64 100

Если рассеиватель не защищен дополнительными материалами, то возможна его полировка (табл. 5).

Таблица 5

Влияние на силу света полировки рассеивателя

Mazda 3 пробег 185 000 км	До полировки		После полировки			
	ближний, кд		дальний, кд	ближний, кд		дальний, кд
Левая фара	660	2555	25100	470	4460	28200
Правая фара	650	2700	15500	480	3730	29500

По результатам экспериментальных исследований установлено, что в эксплуатации имеет место ухудшение выходных характеристик автомобильных фар. При достижении предельных значений параметров требуется проведение восстановительных операций либо замена фары. Восстановление экономически более оправдано, но следует учитывать конструктивные особенности фар.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств») ТР ТС 018/2011 – [Электронный ресурс] URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114/ (дата обращения 24.04.2022).

2. Правила проведения технического осмотра транспортных средств. Утверждены Постановлением Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. №

1434 – [Электронный ресурс] URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_362810/ (дата обращения 04.05.2022).

3. Отражающая способность металлов – [Электронный ресурс] URL:<https://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/LightAndColor/ReflectionOfTheMetals/> (дата обращения 24.04.2022).

УДК 629.113

Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ

Для начала рассмотрим, какие из элементов тормозной системы подвержены наиболее частым поломкам. Данная информация предоставлена ООО «Владимирский автоцентр КАМАЗ». Полученные данные взяты от всех заездов, связанных с неисправностью тормозной системы, совершенных в 2019 – 2020 гг. Данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Отказы тормозных систем автомобиля КамАЗ

Наименование	Количество отказов элементов тормозной системы, %
Тормозные механизмы	27,5 – 33,3
Пневматический тормозной привод, в том числе:	
воздуховоды	23,1 – 32,1
тормозной кран	2,2 – 16,4
тормозные камеры	7,6 – 12,1
регулятор давления	1,4 – 3,4
Компрессор	11,1 – 19,6
Натяжное устройство привода компрессора	1,2 – 3,8
Воздушные баллоны	1,0 – 4,9

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что наибольший процент отказов приходится на тормозные механизмы (барабаны, накладки и др.), а также воздуховоды.

- Далее все заезжающие автомобили были разделены на три группы:
- автомобили, используемые для региональных грузоперевозок;
 - автомобили, используемые для перевозки грузов по городу и до близлежащих населенных пунктов;
 - автомобили, используемые на стройках, к которым ведет дорога из жестких и нежестких покрытий;
 - автомобили повышенной проходимости.

После этого было отобрано по тридцать машин каждого типа и рассмотрено, в каком процентном соотношении от общего числа отказов, связанных с тормозной системой, происходит первый отказ воздуховода и тормозных механизмов, и на каком среднем пробеге это происходит (учитывается пробег от последнего ремонта данных узлов или с момента покупки автомобиля, если не разу не было данной неисправности). Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средний пробег до проявления первой неисправности

Группа автомобилей	Количество отказов, %		Средний пробег, при котором выявлена неисправность, тыс. км	
	тормозных механизмов	воздуховодов	тормозных механизмов	воздуховодов
автомобили, используемые для региональных грузоперевозок	27,5	23,1	83,1	92,9
автомобили, используемые для перевозки грузов по городу и до близлежащих населенных пунктов	33,3	23,9	67,3	71,4
автомобили, используемые на стройках, к которым ведет дорога из жестких и нежестких покрытий	30,6	25,1	66,6	69,5
автомобили повышенной проходимости	28,1	32,1	78,9	68,2

Из полученных результатов делаем вывод, что наименьшее число отказов и на больших пробегах происходит у автомобилей первой группы. Во второй и третьей группах результаты схожи. Обусловлено это тем, что строительные площадки находятся в пределах городов или основных трасс.

Автомобили повышенной проходимости имеют самый высокий процент неисправности воздухопроводов и самый маленький средний пробег до их неисправности.

Далее были рассмотрены неисправности и причины, вызвавшие неисправности. После чего были разработаны рекомендации для каждой группы автомобилей.

Таблица 3

**Рекомендации по техническому обслуживанию тормозной системы
в зависимости от группы автомобилей**

Группа автомобилей	Рекомендации
автомобили, используемые для региональных грузоперевозок	<ol style="list-style-type: none"> 1. При ТО-2 проводить регулировку тормозных колодок, подкручивая эксцентрики для увеличения площади контакта тормозных накладок с изменяем износом тормозных накладок. 2. Если крепления воздухопровода не предусмотрено с завода, то стянуть пластиковыми хомутами и притянуть к раме. 3. При ТО-2 производить слив конденсата. Следить, чтобы в нем отсутствовало масло (позволит установить на раннем этапе неисправность компрессора). 4. При ЕО проверять равномерность хода штоков тормозных механизмов.
автомобили, используемые для перевозки грузов по городу и до близлежащих населенных пунктов	<ol style="list-style-type: none"> 1. При ТО-1 проводить регулировку тормозных колодок, подкручивая эксцентрики для увеличения площади контакта тормозных накладок с изменяем износом тормозных накладок. 2. Если крепления воздухопровода не предусмотрено с завода, то стянуть пластиковыми хомутами и притянуть к раме. 3. При ТО-1 производить слив конденсата. Следить, чтобы в нем отсутствовало масло (позволит установить на раннем этапе неисправность компрессора). 4. При ЕО проверять равномерность хода штоков тормозных механизмов.

Группа автомобилей	Рекомендации
автомобили, используемые на стройках, к которым ведет дорога из жестких и нежестких покрытий	<ol style="list-style-type: none"> 1. При ТО-1 проводить регулировку тормозных колодок, подкручивая эксцентрики для увеличения площади контакта тормозных накладок с изменяем износом тормозных накладок. 2. Если крепления воздухопровода не предусмотрено с завода, то стянуть пластиковыми хомутами и притянуть к раме. 3. При ТО-1 производить слив конденсата. Следить, чтобы в нем отсутствовало масло (позволит установить на раннем этапе неисправность компрессора). 4. При ЕО проверять равномерность хода штоков тормозных механизмов 5. При ТО-2 проводить замену уплотнительных колец воздухопровода, подводящего и отводящего воздух от ресиверов. 6. При ТО-2 проводить проверку момента затяжки воздухопровода и креплений пневмоаппаратов.
автомобили повышенной проходимости	<ol style="list-style-type: none"> 1. При ТО-2 проводить регулировку тормозных колодок, подкручивая эксцентрики для увеличения площади контакта тормозных накладок с изменяем износом тормозных накладок. 2. Если крепления воздухопровода не предусмотрено с завода, то стянуть пластиковыми хомутами и притянуть к раме. 3. При ТО-1 производить слив конденсата. Следить, чтобы в нем отсутствовало масло (позволит установить на раннем этапе неисправность компрессора). 4. При ЕО проводить осмотр на наличие повреждений элементов тормозной системы. 5. При ТО-2 проводить замену уплотнительных колец воздухопровода, подводящего и отводящего воздух от ресиверов. 6. При ТО-2 проводить проверку момента затяжки воздухопровода и креплений пневмоаппаратов.

В заключение хотелось бы добавить, что состояние тормозной системы зависит не только от своевременного и грамотного технического обслуживания, но и от правильной эксплуатации автомобиля. Водитель должен уметь грамотно пользоваться как рабочей, так и вспомогательной тормозными системами. Это позволит продлить срок эксплуатации тормозным механизмам. Также автомобиль должен всегда находиться в чистоте, чтобы

своевременно при ЕО можно было обнаружить неисправность. К тому же грязь также сокращает срок эксплуатации тормозных накладок, регулировочных механизмов и резинотехнических изделий, из которых в основном и состоит пневмопровод. При возвращении автомобиля с линии необходимо его вымыть, провести осмотр на наличие подтёков масла в районе компрессора, повреждений пневмоаппаратов, а также постороннего шипения, которое может свидетельствовать о негерметичности системы. Выполнение данных пунктов позволит существенно снизить расходы на ремонт автомобиля.

УДК 62-91

Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗГОН И ТОРМОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ПОПЕРЕЧНОМУ УКЛОНУ ДОРОГИ

При движении автомобиля на данном участке дороги на автомобиль будут действовать боковые реакции R_y на колёсах, а также максимальные реакции разгона R_x и боковая реакция F_{δ} .

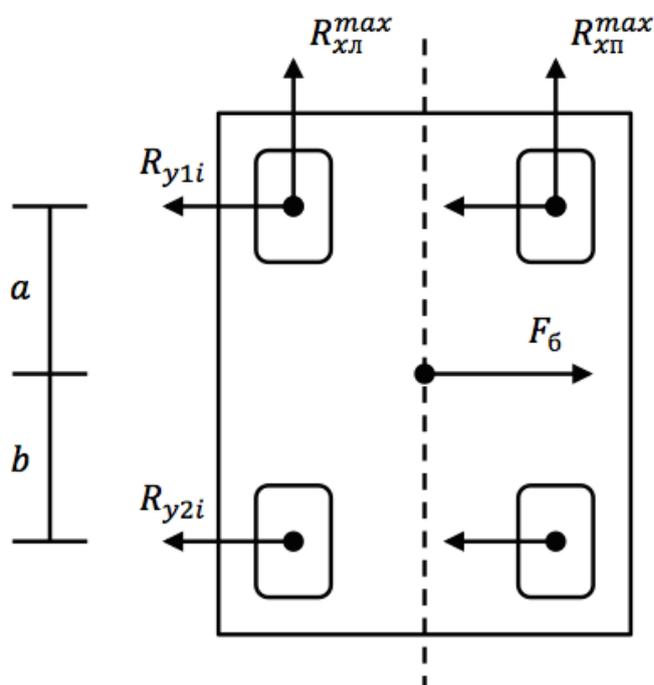


Рис. 1. Реакции автомобиля при разгоне и торможении

Если $R_x^{max} = R_\varphi$, то $R_{yi} = 0$, что приведёт к разворачивающему моменту, который будет равен

$$M_{разв} = F_6 b, \quad (1)$$

где F_6 – боковая реакция; b – расстояние от центра масс до задней оси автомобиля.

Если при торможении происходит блокирование задних колёс, боковые реакции на задних колёсах будут равны $R_{yz} = 0$. В результате этого появится разворачивающий момент, равный

$$M_{разв} = F_6 a, \quad (2)$$

где F_6 – боковая реакция; a – расстояние от центра масс до передней оси автомобиля.

Появление центробежной силы может повлиять на устойчивость автомобиля. Она рассчитывается по формуле

$$F_{ц} = \frac{mV_a^2}{r}, \quad (3)$$

где m – масса автомобиля; V_a – скорость автомобиля; r – радиус движения.

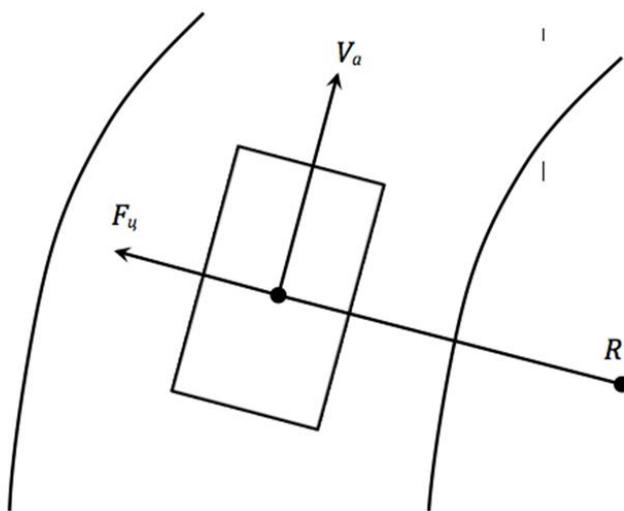


Рис. 2. Возникновение центробежной силы:
 R – радиус поворота автомобиля; V_a – скорость автомобиля;
 $F_{ц}$ – центробежная сила

Непосредственное влияние на устойчивость автомобиля оказывает сила ветра:

$$F_{вет} = \frac{c_y V_B^2 \rho F_a^y}{2}, \quad (4)$$

где c_y – коэффициент в продольном сечении; V_B – скорость ветра; ρ – плотность воздуха; F_a^y – проекция на поперечную плоскость.

Под действием силы ветра происходит увод передней и задней осей автомобиля, оказывающий влияние на изменение курсовых и боковых параметров движения, то есть на курсовую и траекторную устойчивость. Если автомобиль движется по опорной поверхности с малым коэффициентом сцепления, то аэродинамическое воздействие может привести к его заносу.

Сила $F_{вет}$ приложена не в центре масс C , а в некоторой точке C_n , которую называют центром парусности или боковым метацентром.

Характер движения автомобиля зависит от величины и взаимного расположения l_n и l_n .

Расстояние от центра масс до бокового метацентра

$$l_{\Pi} = \frac{m_{\Pi} B}{c_y}, \quad (5)$$

где m_{Π} – поворачивающий момент; B – колея автомобиля; c_y – коэффициент в продольном сечении.

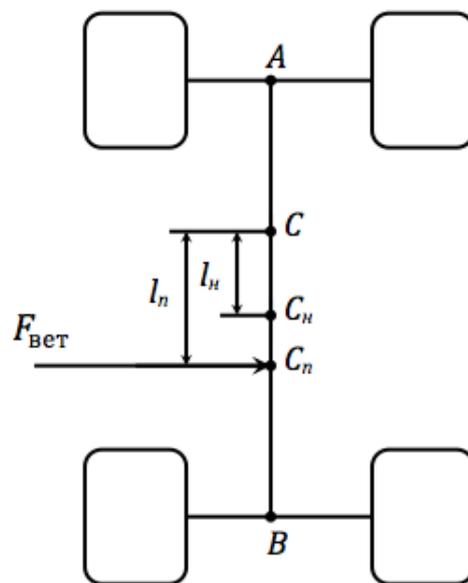


Рис. 3. Расположение бокового метацентра и точки нейтральной поворачиваемости

Первый случай. $l_n = l_n$, боковой метацентр совпадает с точкой нейтральной поворачиваемости. При неповернутых управляемых колёсах автомобиль будет продолжать двигаться прямолинейно, но под углом к прежнему направлению движения.

Второй случай. $l_n > l_n$, боковой метацентр находится позади точки нейтральной поворачиваемости внутри базы автомобиля. Автомобиль имеет избыточную поворачиваемость, так как боковая аэродинамическая сила находится ближе к задней оси. В этих условиях водитель имеет возможность скорректировать направление движения.

Третий случай. $l_n > l_n$, боковой метацентр находится впереди точки нейтральной поворачиваемости. Автомобиль обладает недостаточной поворачиваемостью, так как боковая аэродинамическая сила располагается ближе к передней оси. Сила бокового ветра, приложенная в боковом метацентре, создаёт поворачивающий момент относительно центра масс. Поскольку поворот происходит в направлении бокового заноса и на большой угол, когда автомобиль повернётся задней частью к направлению действия бокового ветра, создаётся ситуация, на которую водитель при скорости движения более 60 км/ч не успевает должным образом среагировать и удержать автомобиль на дороге [1].

Библиографический список

1. Кравец, В. Н. Теория автомобиля: учебное пособие / В. Н. Кравец; НГТУ. – Нижний Новгород, 2007. – 368 с.

УДК 629.113

Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

На устойчивость и управляемость автомобиля влияют такие системы, как рулевое управление (рис. 1), подвеска, тормозная система, компоновка и состояние шин (рис. 2, 3, 4).

Каждая система делится на подсистемы:

- рулевое управление – рулевой механизм, рулевой привод, параметры установки колёс;
- подвеска – направляющее устройство, амортизатор;
- тормозная система – тормозной механизм, тормозной привод;
- компоновка автомобиля – масса передней и задней осей;

- шины – протектор, давление в шинах, высота профиля и конструктивные особенности.



Рис. 1. Влияние системы рулевого управления на угол поворота и усилие на рулевом колесе



Рис. 2. Влияние систем автомобиля на скорость выполнения манёвра



Рис. 3. Влияние систем автомобиля на появление возмущающей силы

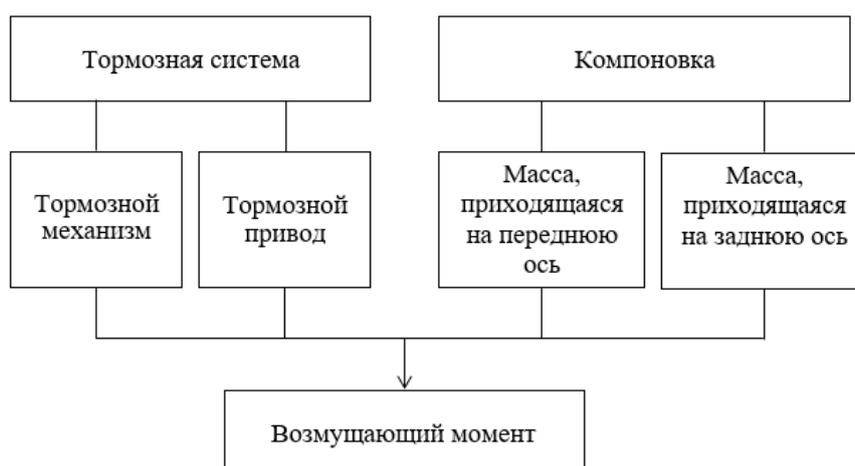


Рис. 4. Влияние систем автомобиля на появление возмущающего момента

Неравномерность тормозных сил вызывает появление возмущающего момента $M_{\text{возм}}$, приводящего к разворачиванию автомобиля вокруг центра масс.

При полном использовании сцепных свойств автомобиля велика опасность появления случайной боковой силы, которая может вызвать его занос. Так, в случае блокировки колёс автомобиля, которая наступает практически мгновенно с превышением скольжения колеса критического значения $S_{\text{крит}}$ и началом неустойчивого диапазона качения. Скольжение колеса в этом случае быстро увеличивается и достигает 100 %, при этом запас боковой устойчивости резко снижается до нуля.

Блокировка только передней или только задней оси различным образом влияет на устойчивость движения автомобиля. В случае блокировки колёс только передней оси исчезнет возможность управления автомобилем, так как заблокированные колёса не будут направлять его движение. Но движение автомобиля будет стабильным, так как возмущающему моменту, возникающему в результате действия боковой силы, будет противодействовать стабилизирующий момент $M_{ст} = bP_{Y2}$ (где b – расстояние от центра масс до задней оси) со стороны задних колёс автомобиля. Причем величина стабилизирующего момента возрастает с увеличением курсового угла (угла разворота) из-за увеличивающейся в процессе разворота боковой составляющей силы P_{Y2} .

В случае блокировки только задних колёс движение автомобиля наоборот будет нестабильным, так как дополнительно к моменту $M_{возм}$ в том же направлении будет действовать со стороны колёс передней оси дестабилизирующий момент $M_{дест} = aP_{Y1}$ (где a – расстояние от центра масс до передней оси).

Возмущающий момент, действующий на автомобиль (рис. 5), может привести к нарушению устойчивого движения автомобиля, вплоть до появления прогрессирующего заноса. Возмущающий момент может быть представлен в виде боковой силы, действующей на некотором плече относительно центра масс.

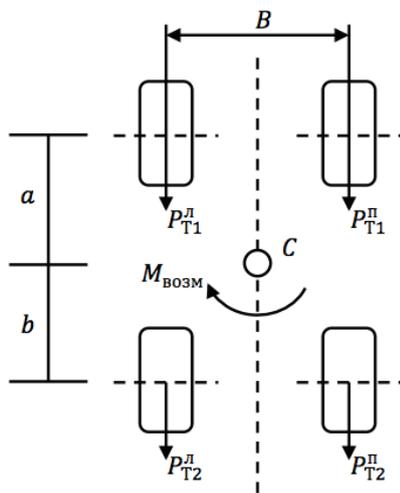


Рис. 5. Появление разворачивающего момента при торможении автомобиля: a – расстояние от центра масс до передней оси; b – расстояние от центра масс до задней оси; C – центр масс; $M_{возм}$ – возмущающий момент; P_T – тормозное усилие; 1, 2 – колёса передней и задней осей, соответственно; л, п – левая и правая часть автомобиля, соответственно; B – колея автомобиля

Возмущающий момент рассчитывается по формуле

$$M_{\text{возм}} = \left[(P_{T1}^{\text{л}} + P_{T2}^{\text{л}}) - (P_{T1}^{\text{п}} + P_{T2}^{\text{п}}) \frac{B}{2} \right], \quad (1)$$

где P_T – тормозные усилия; B – колея автомобиля. [1]

Библиографический список

Кравец, В. Н. Теория автомобиля: учебное пособие / В. Н. Кравец; НГТУ. – Нижний Новгород, 2007. – 368 с.

УДК 62-97

Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОПИСАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ВАКУУМНОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОРМОЗОВ

Стенд для проведения испытаний над вакуумным усилителем тормозов включает в себя насосную станцию и блок гидропривода с измерительной аппаратурой.

Насосная станция состоит из каркаса, гидравлической системы, системы охлаждения и электрооборудования.

Конструкция блока гидропривода и измерительной аппаратуры состоит из гидравлической системы с силовым цилиндром, тормозной системы и объекта испытаний (вакуумного усилителя). Данная конструкция нужна для того, чтобы создавать усилия на входном штоке заданной величины, а также, чтобы произвести замер выходных параметров вакуумного усилителя тормозов и главного тормозного цилиндра в сборе. Блок гидропривода следует выполнить в каркасе из металла с открытым доступом к агрегатам.

Стенд оснащается системой ручного и автоматического управления. Приборы, служащие для контроля нагрузочных параметров, выводятся на общую панель контрольных приборов.

Вакуумный усилитель с главным тормозным цилиндром в сборе устанавливается в рабочем положении.

Шток силового цилиндра соединяется с входным штоком вакуумного усилителя. Главный тормозной цилиндр подключается в систему гидравлического привода стенда.

Соединение Штоки силового цилиндра и вакуумного усилителя различного типа соединяются через специальные втулки болтами М8.

Основные средства измерения:

- образцовые манометры, установленные:
 - а) в линиях нагнетания и слива силового цилиндра;
 - б) линии тормозной системы;
- вакуумметр;
- датчик температуры;
- динамометр.

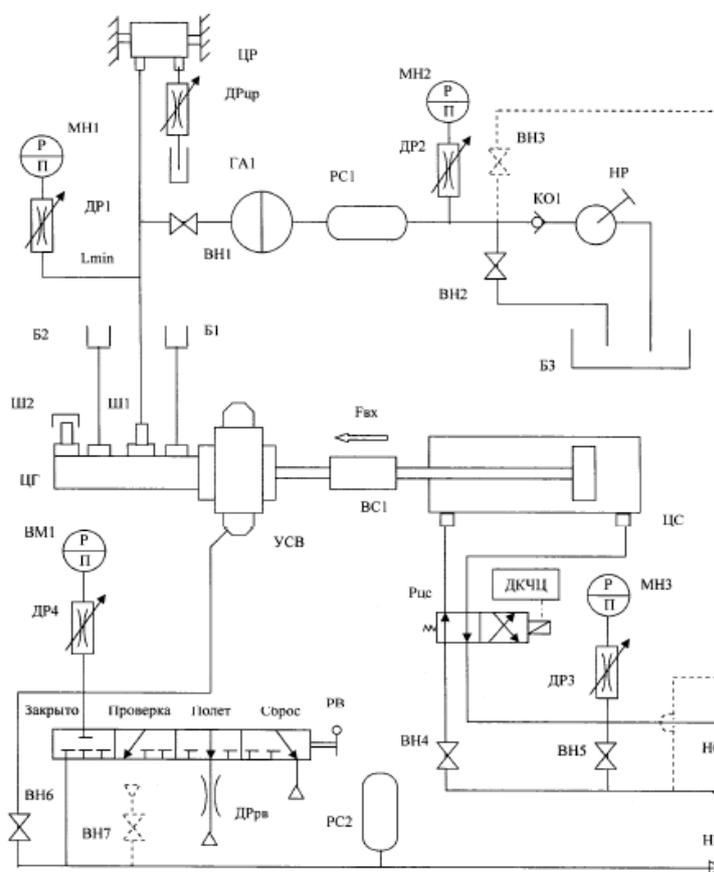


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема стенда:

Б1, Б2 – бачок тормозной системы; Б3 – гидробак; ВМ – вакуумметр;
ВН1... ВН7 – вентиль (кран); ВС1 – втулка соединительная;
ГА1 – гидроаккумулятор; ДКЧЦ – датчик контроля числа циклов;
ДР1...ДР4 – дроссель регулировочный; ДРрв – дроссель распределителя вакуума; КО1 – клапан обратный; МН1... МН3 – манометр; НВ – насос вакуумный; НР – насос ручной; НС – насосная станция; Рис – гидрораспределитель силового цилиндра; РВ – пневмораспределитель вакуума; ЦГ – цилиндр главный тормозной; ЦС – гидроцилиндр силовой; ЦР – цилиндр рабочий тормозной; УСВ – усилитель вакуумный; Fвх – входная нагрузка на УСВ; Ш1, Ш2 – штуцер переходной

Стенд будет размещаться стационарно.

В табл. 1 описан список средств измерения, которые будут применяться на этом стенде.

Таблица 1

Перечень средств измерений

№ п/п	Наименование СИ	Тип СИ	Точность СИ	Примечание
1	Манометр образцовый 0 ÷ 10,0 МПа	МО	кл. точн. 0,4	
2	Манометр образцовый 0 ÷ 25,0 МПа	МО	кл. точн. 0,4	0 ÷ 50 °С 50 ÷ 100 °С
3	Вакуумметр	ВМ	кл. точн. 0,4	
4	Динамометр	ДОСМ03-0,2	1,5 %	
5	Термометр лабораторный ртутный	ТОЛ 11998	0,1 °	

Принцип работы стенда заключается в моделировании условий эксплуатации испытуемого объекта (вакуумного усилителя, главного и рабочих цилиндров), приближенных к натурным.

После проведения испытания предполагается получение некоторых данных.

Таблица 2

Параметры вакуумного усилителя тормозов до испытания на долговечность

Параметры ВУТ	Усилие на педаль, Н										
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Усилие на штоке, Н	0	20	40	120	195	275	300	320	370	390	420
Разрежение начальное, кгс/см ²	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Разрежение конечное, кгс/см ²	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Время испытаний, с	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Падение разрежения (утечки) за 60 с, кгс/см ²	0	0	0,005	0,008	0,01	0,01	0,01	0,01	0,008	0,08	0,08

Таблица 3

Параметры вакуумного усилителя тормозов после испытания на долговечность

Параметры ВУТ	Усилие на педаль, Н										
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Усилие на штоке, Н	0	18	35	110	180	255	280	300	325	370	400
Разрежение начальное, кгс/см ²	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Разрежение конечное, кгс/см ²	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Время испытаний, с	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Падение разряжения (утечки) за 60 с, кгс/см ²	0	0	0,004	0,008	0,009	0,007	0,006	0,006	0,005	0,004	0,005

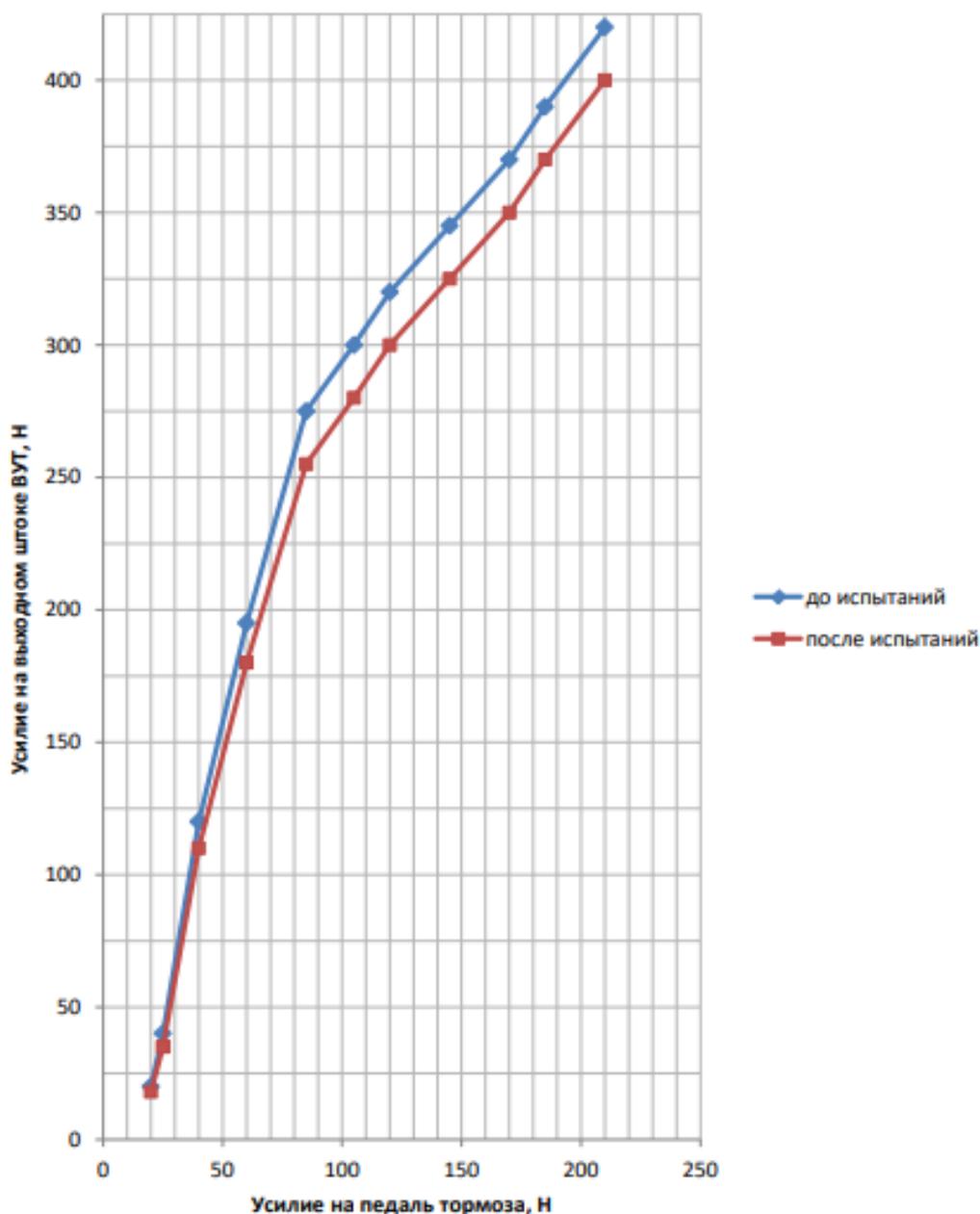


Рис. 2. График зависимости усилия на выходном штоке ВУТ от усилия на педали тормоза

Из графика видно, что эффективность объекта испытаний после проведения испытаний на долговечность несущественно снизилась.

Библиографический список

Вакуумный усилитель тормозов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Вакуумный усилитель тормозов (ssau.ru) (дата обращения 27.06.2022).

СЕКЦИЯ
«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ
СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

УДК 656.08, 625.7, 004.032.26

*А. Ю. Абалев, Л. В. Грунская, М. А. Лаврова, С. М. Тихомиров,
М. Ф. Хакимов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

**ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
НА ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРЕДНЕГО УРОВНЯ
АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Для анализа и прогнозирования временных рядов широкое применение нашли рекуррентные нейронные сети (РНС). Как показано в [1, 2], наиболее эффективными при прогнозировании среднего уровня аварийности являются *Long Short Term Memory (LSTM)* РНС. РНС этой архитектуры позволяют не только обрабатывать последовательность данных, но и учитывать историю их изменения.

Архитектура нейронной сети имеет определяющее влияние на скорость процесса обучения и точность вырабатываемого прогноза. Как показано в [3], наряду с предварительной обработкой исходных данных, анализом сценария использования и комбинации нейронных сетей и методов обработки результатов их работы, архитектура нейронной сети, в случае прогнозирования временных рядов, также оказывает существенное влияние на точность прогнозирования.

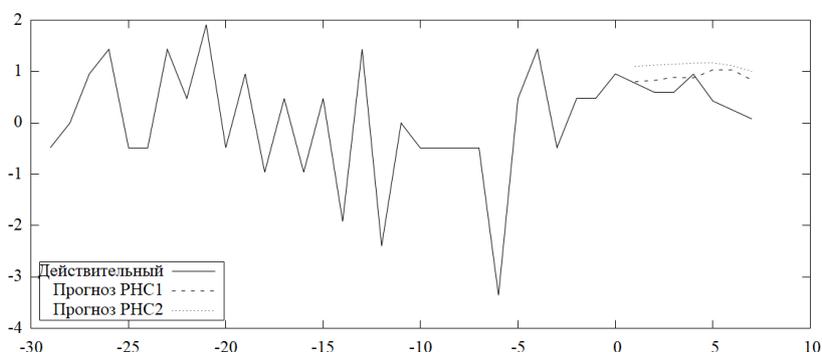
Цель данной работы – сравнительный анализ точности обучения и прогнозирования с помощью РНС, имеющих разную архитектуру. Первая, упрощенная РНС (РНС1), состоит из входного слоя *LSTM*-нейронов, скрытого слоя *LSTM*-нейронов, скрытого слоя обратного распространения (*Back Propagation*) и выходного слоя обратного распространения. Вторая нейронная сеть (РНС2) имеет архитектуру, описанную в [3]. Она состоит из входного слоя *LSTM*-нейронов, скрытых слоев: одного из *LSTM*-нейронов; пакетной нормализации (*Batch Normalization*); обратного распространения; отсева (*Dropout*); слоя обратного распространения, и выходного слоя обратного распространения. Слои пакетной нормализации и отсева позволяют

увеличить эффективность обучения РНС и избежать переобучения нейронной сети.

В качестве исходных данных используются данные об уровне аварийности на дорогах общего пользования [4] и об уровне солнечной активности [5] за период с 2001 по 2010 гг. При обучении нейронной сети использовались как данные об абсолютном уровне аварийности и числе солнечных пятен в южном полушарии солнца, так и первые производные этих величин. Перед обучением нейронной сети данные подвергались нормализации и осреднению [1, 5]. Исходные данные разбивались на фреймы, состоящие из 30 значений истории и 7 значений для прогноза и контроля обучения. Подготовленные фреймы разделялись на обучающую (2/3 от общего количества) и контрольную (1/3) выборки. Данные, попавшие в контрольную выборку в процессе обучения РНС, не использовались.

В процессе сравнения проводилось обучение РНС на протяжении 10 эпох, что позволяет исключить возможность переобучения РНС1. В результате ошибка обучения РНС1 составила 0,4491, а РНС2 – 0,4368. Такие результаты объясняются большей эффективностью обучения РНС2 благодаря, как уже отмечалось выше, наличию слоев пакетной нормализации и отсева. Однако, сравнение результатов работы нейронных сетей на контрольной выборке показывает, что для РНС1 ошибка прогноза составляет 0,5316, в то время как для РНС2 ошибка прогноза повышается до 0,5798. Ухудшение точности прогноза можно объяснить наличием в РНС2 слоя отсева.

На рисунке представлено сравнение результатов прогнозирования среднего уровня аварийности с помощью исследуемых РНС с действительным. Период истории в сутках соответствует отрицательным значениям по оси абсцисс, а прогнозный период – положительным.



Сравнение нормализованного прогноза среднего уровня аварийности, полученного с помощью РНС различной архитектуры и действительного значения

Анализ представленных на рисунке данных показывает, что при использовании РНС1 прогноз на первый день прогнозного периода совпадает с наблюдаемым в действительности, в то время как прогноз, полученный с помощью РНС2 отклоняется от него, продолжая наблюдаемый в конце предыдущего периода повышающий тренд. В дальнейшем разница между прогнозами, полученные с помощью РНС1 и РНС2, уменьшается, и для 6 и 7 суток прогнозного периода практически совпадают. Несмотря на то что в прогножном периоде средний уровень аварийности обладает выраженным понижающим трендом, прогнозы, полученные с помощью обеих РНС с 1 по 5 сутки, либо показывают небольшое повышение уровня аварийности (РНС1), либо предсказывают его неизменное значение (РНС2). При этом РНС1 предсказывает появление локального максимума аварийности в прогножном периоде, смещенном относительно действительного на 2 суток.

В целом сравнительный анализ результатов обучения и прогноза среднего уровня аварийности с помощью РНС показывает, что использование нейронной сети со скрытыми слоями пакетной нормализации и отсева позволяет ускорить процесс обучения РНС, однако для данной конкретной задачи, снижает точность получаемого прогноза.

Библиографический список

1. Research and forecasting of the influence of the Earth's electromagnetic field on the accident rate on public roads / Abalyaev, A.Y., Grunskaya, L.V., Leshchev, I.A. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled, 2021, 853(1), 012033.

2. А. Ю. Абаляев, Л. В. Грунская Определение параметров обучения рекуррентной нейронной сети для прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. 18 – 19 нояб. 2021 г., г. Владимир / под общ. ред. проф. Ю. В. Баженова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 314 с. – с. 69-73. ISBN 978-5-9984-1309-4.

3. Прогноз временных рядов с помощью ансамбля нейронных сетей / Александр Толмачев // HighLoad++ Весна 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=gh6eBYndKwU> (режим доступа 23.04.2022 г.)

4. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // <http://stat.gibdd.ru> (20.04.2022 г.).

5. Astrid M. Veronig, Shantanu Jain, Tatiana Podladchikova, Werner Pötzi, Frédéric Clette, 2021: Hemispheric Sunspot Numbers 1874-2020 *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 652, A56, DOI 10.1051/0004-6361/202141195.

УДК 620.97

А. Ю. Абалев, Д. В. Дуванов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГИБРИДНОГО И ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферы. Во Владимире на долю автотранспорта приходится более 50% выбросов в атмосферу [1]. Поэтому внедрение электрического и гибридного транспорта особенно важно для условия городского движения. Одной из задач, возникающих при использовании электрического транспорта, является обеспечение максимального пробега без подзарядки. В условиях реальной эксплуатации это может быть достигнуто рекуперацией энергии, например, при торможении транспортного средства. При этом для моделирования электромобиля в условиях эксплуатации необходимо определить параметры реального транспортного потока. Поэтому тема исследования является актуальной.

Для определения параметров городского трафика в г. Владимире был выбран маршрут, совпадающий с маршрутом троллейбуса №8 (рис. 1) [2].



Рис. 1. Маршрут для определения параметров трафика

Подобный выбор обусловлен, с одной стороны, географическими особенностями г. Владимира, т. к. он охватывает исторический и деловой центр города, университет, культурные и религиозные объекты города, и, кроме того, объединяет наиболее напряженные с точки зрения интенсивности движения улицы и магистрали города (ул. Горького, пр-т Строителей, пр-т Ленина, ул. Большая Московская). К особенностям маршрута можно отнести участок на ул. Батурина, отличающийся перепадом высот 30...35 м на ограниченной протяженности. При этом, для маршрута в целом характерен перепад высот от 130 до 172 м над уровнем моря (рис. 2).

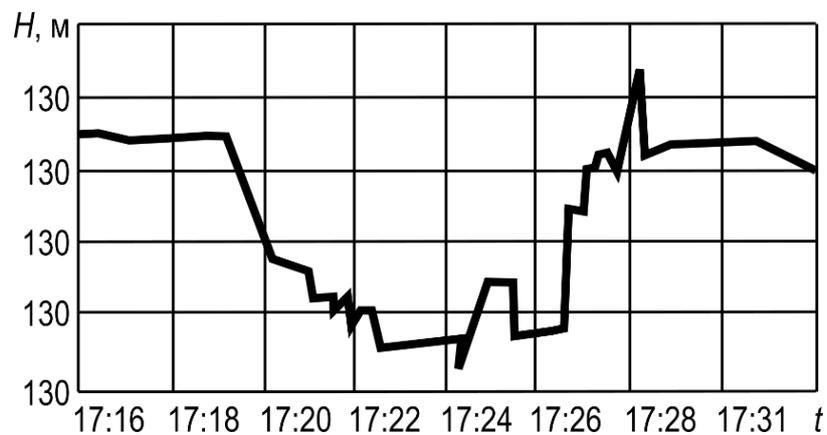


Рис. 2. Перепады высот исследуемого маршрута

Для исследования трафика осуществлялось движение по маршруту по часовой и против часовой стрелки в наиболее напряженное по интенсивности движения время: с 13-30 до 15-00 и с 16-30 до 18-00.

Характерная для маршрута диаграмма изменения скорости приведена на рис. 3.

Регистрация параметров движения осуществлялась с помощью ГЛОНАСС/GPS трекера [3].

Для движения по маршруту в промежуток времени с 13-30 до 15-00 характерны более высокие средние 15...18 км/ч и максимальные 45...53 значения скорости, по сравнению с трафиком с 16-30 до 18-00 (11...14 и 43...50 км/ч, соответственно). При этом движение по часовой стрелке оказывается несколько быстрее в дневные часы (средняя скорость 18 км/ч против часовой стрелки и 15 км/ч по часовой стрелке, максимальная скорость 52 км/ч при движении против часовой стрелки и 45 км/ч – по часовой стрелке). В вечерние же часы, средняя скорость движения по часовой стрелке оказывается несколько выше, чем против часовой стрелки (14 км/ч против 11 км/ч),

а максимальная скорость выше при движении против часовой стрелки (50 км/ч против 43 км/ч).

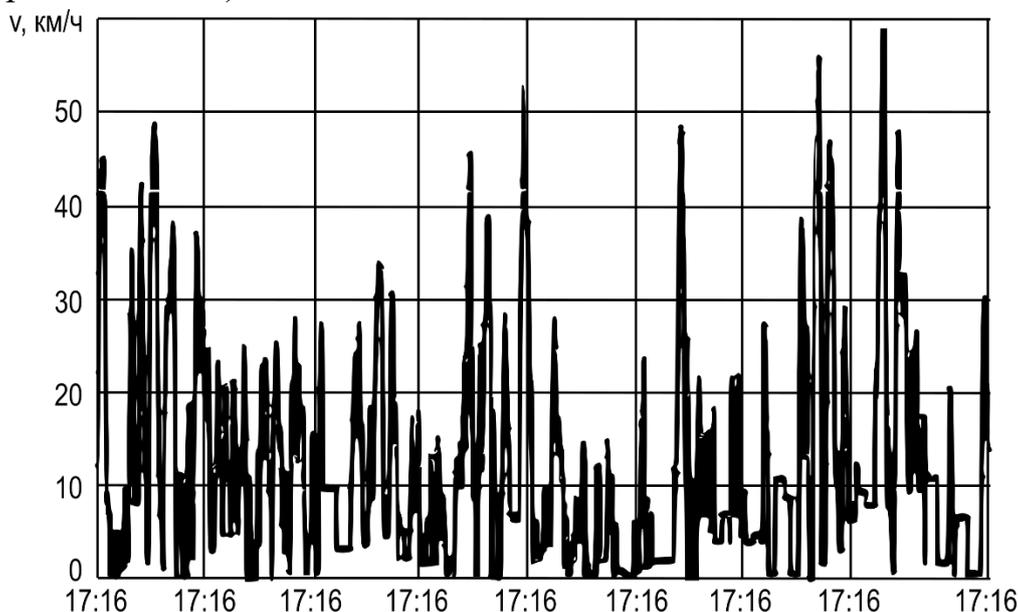


Рис. 3. Скорость движения транспортного средства в потоке для движения по маршруту против часовой стрелки с 17-00 до 18-00

Наиболее напряженным участком на маршруте является ул. Горького на протяжении от пл. Ленина до пересечения с пр. Строителей. На преодоление участка длиной 1 км, в вечернее время, затрачивается около 10...15 мин.

В целом, результаты проведенного исследования позволяют учитывать в математической модели движения электромобиля как реальный рельеф местности, так и изменение скорости движения транспортного средства в условиях реального городского трафика.

Библиографический список

1. Шестопалов В.А. Проблемы Владимирской области, связанные с экологией [Электронный ресурс] //: электрон. научн. журн. 2014. N 4. URL: <http://ecology-of.ru/ekologiya-regionov/problemy-vladimirskoj-oblasti-svyazannye-s-ekologiej/?#i-2> (дата обращения: 21.05.2022).

2. Сайт администрации с маршрутом троллейбуса №8 [Электронный ресурс] // URL: <https://2gis.ru/vladimir/route/8304117403353144> (дата обращения: 21.05.2022).

3. Мобильное приложение «мой маршрут» [Электронный ресурс] //: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zihua.android.mytracks> (дата обращения: 21.05.2022).

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА УПРАВЛЯЮЩЕГО ПЛУНЖЕРА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ФОРСУНКИ НА РАБОЧИЙ ЦИКЛ ДИЗЕЛЯ

Современные требования к мощностным, экономическим и экологическим показателям дизелей требуют гибкого управления процессом подачи топлива. Аккумуляторные системы подачи топлива (АСПТ) обеспечивают многофазное впрыскивание, позволяющее уменьшить образования окислов азота, регенерацию сажевых фильтров и каталитических нейтрализаторов, ограничивающее жесткость процесса сгорания. Электрогидравлическая форсунка (ЭГФ) является элементом АСПТ обеспечивающим требуемую гибкость управления впрыскиванием. Работоспособность ЭГФ в широком диапазоне давлений топлива в аккумуляторе определяется диаметром управляющего плунжера, выбор которого влияет на надежность запирания форсунки, отсутствие подвпрысков, скорость подъема и посадки иглы распылителя.

Влияние диаметра управляющего плунжера на рабочий цикл исследовалось с помощью программного комплекса *AVL BOOST HYDSIM* [1] для перспективной АСПТ, предназначенной для установки на дизеле 4С10,5/12. Моделирование рабочего процесса проводилось с помощью методики [2]. В исследовании приняты давление топлива в аккумуляторе $p_a = 100$ МПа, отношение диаметров наполнительного и управляющего жиклеров $\Omega = 0,8$ и объем управляющей полости $V_{уп} = 20$ мм³. Исходя из соображений обеспечения работоспособности ЭГФ в широком диапазоне давлений в аккумуляторе диаметр управляющего плунжера выбирался в диапазоне $d_{уп} = 6,00 \dots 7,00$ мм. Результаты расчетных исследований представлены на рис. 1.

Анализ информации об изменении максимального давления цикла и максимальной температуры (рис 1.а) показывает, что с увеличением $d_{уп}$ максимальные давление и температура цикла уменьшаются. Следует отметить, что скорость изменения p_z и T_{max} с возрастанием диаметра управляющего плунжера увеличивается. Так, при увеличении $d_{уп}$ с 6,0 до 6,5 мм p_z уменьшается на 0,52 МПа, а T_{max} на 42 К, а при увеличении $d_{уп}$ с 6,5 до 7,0 мм p_z уменьшается на 1,9 МПа, а T_{max} на 164 К.

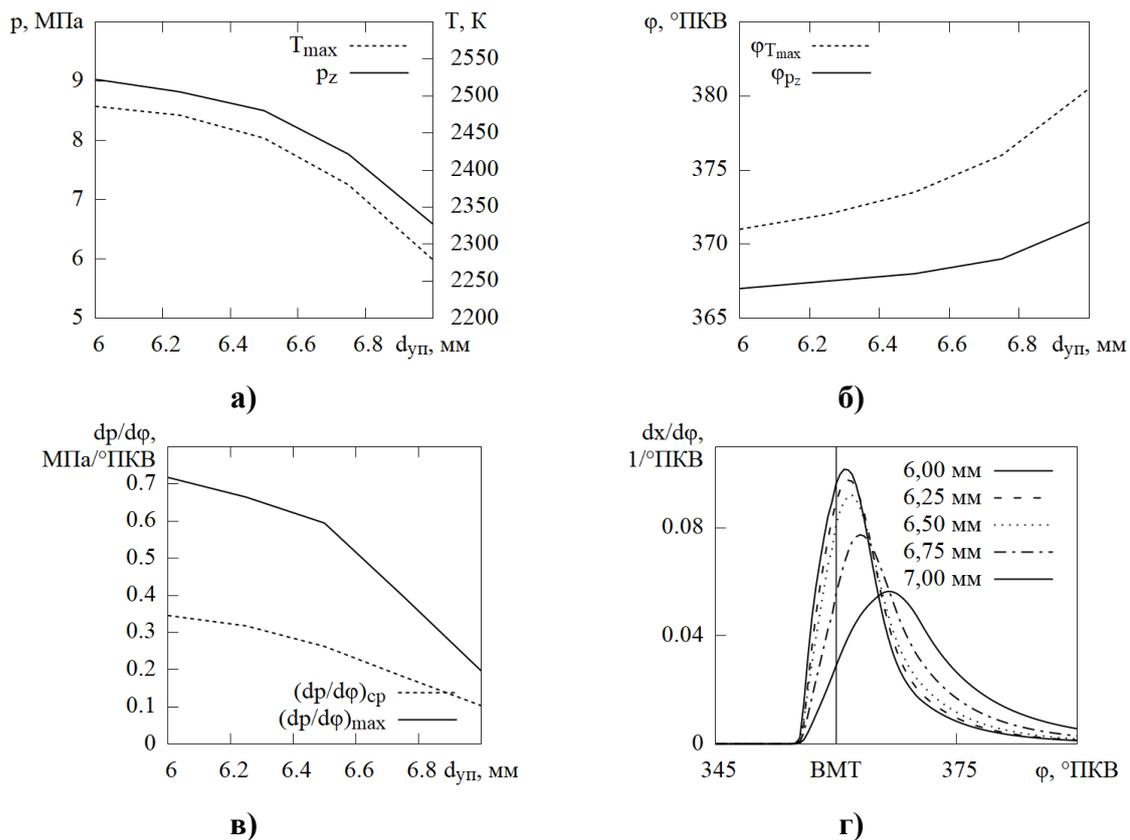


Рис. 1. Влияние диаметра управляющего плунжера на показатели процесса тепловыделения дизеля 4Ч10,5/12: а – максимальные температура и давление цикла, б – угол поворота коленчатого вала в момент достижения максимальных температуры и давления, в – скорость нарастания давления, г – скорость относительного тепловыделения

Одновременно происходит увеличение как угла поворота коленчатого вала, при котором достигается максимальное давление сгорания φ_{p_z} , так и угла максимальной температуры цикла $\varphi_{T_{max}}$ (рис. 1, б). При этом, скорость изменения углов φ_{p_z} и $\varphi_{T_{max}}$ с увеличением диаметра управляющего плунжера увеличивается. При изменении $d_{уп}$ с 6,0 мм до 6,5 мм происходит увеличение φ_z на 1°П.К.В, а с 6,5 до 7,0 мм – на 3,5°П.К.В. Аналогичная картина наблюдается и для $\varphi_{T_{max}}$: при $d_{уп} = 6,0...6,5$ мм $\Delta\varphi_{T_{max}} = 2,5^\circ$ П.К.В., а при $d_{уп} = 6,5...7,0$ мм – $\Delta\varphi_{T_{max}} = 7^\circ$ П.К.В.

Анализ скорости нарастания давления (рис. 1, в) показывает, что с увеличением диаметра управляющего плунжера происходит снижение как среднего, так и максимального значений $dp/d\varphi$. С увеличением $d_{уп}$ скорость уменьшения как среднего, так и максимального $dp/d\varphi$ увеличивается.

Отмеченные особенности изменения рабочего процесса могут быть объяснены изменением характера выделения теплоты (рис. 1, г) при увеличении $d_{уп}$. Анализ представленной на рис. 1, г информации показывает, что с увеличением $d_{уп}$ происходит уменьшение интенсивности тепловыделения, что выражается в снижении скорости относительного тепловыделения $dx/d\phi$ с $0,1^\circ\text{П.К.В.}^{-1}$ до $0,05^\circ\text{П.К.В.}^{-1}$. При этом максимальная величина $dx/d\phi$ смещается с 1°П.К.В. до $6,5^\circ\text{П.К.В.}$ после ВМТ. Снижение интенсивности тепловыделения связано, прежде всего, с уменьшением скорости подъема иглы форсунки при увеличении $d_{уп}$, что приводит к достаточно растянутому процессу впрыскивания и испарения топлива. При этом наклон заднего фронта дифференциальной характеристики впрыскивания от диаметра управляющего жиклера не зависит, а, следовательно, изменение $d_{уп}$ не должно приводить к существенному изменению экологических показателей дизеля.

Эффективные показатели двигателя с увеличением $d_{уп}$ существенно ухудшаются. Так, увеличение диаметра управляющего плунжера с 6,2 до 7,0 мм приводит к уменьшению эффективной мощности на 9,1% и к увеличению удельного эффективного расхода топлива на 9,9%.

Таким образом, исходя из результатов расчетных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение диаметра управляющего плунжера ЭГФ АСПТ приводит к снижению максимальных давления и температуры цикла, что должно положительно сказаться на теплонапряженном состоянии деталей цилиндропоршневой группы.

2. Увеличение $d_{уп}$ приводит к снижению жесткости процесса сгорания, что снижает динамические нагрузки в кривошипно-шатунном механизме.

3. Увеличение $d_{уп}$ приводит к уменьшению интенсивности процесса сгорания, что, в первую очередь, связано с растянутым во времени процессом подъема иглы распылителя.

4. С увеличением диаметра управляющего плунжера происходит ухудшение эффективных показателей дизеля.

Библиографический список

1. BOOST Hydsim Users Guide v2013.1. AVL LIST GmbH. – Graz: AVL. – 2013. – pp. 678.
2. Разлейцев Н. Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. Харьков: Вища школа. Изд-во при харьковском ун-те, 1980. – 169 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ LADA GRANTA ПО ЧАСТОТЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Анализ экологических и экономических показателей автомобилей проводятся с использованием ездовых циклов, объединяющих характерные режимы эксплуатации транспортного средства в реальных условиях [1]. Одним из общепринятых ездовых циклов, применяемых для оценки топливной экономичности и уровня вредных выбросов легковых автомобилей, является новый европейский ездовой цикл (*NEDC*) [2], состоящий из двух частей (рис. 1): городского цикла *UDC* (*Urban Driving Cycle*) и скоростного загородного цикла *EUDC* (*Extra Urban Driving Cycle*). *UDC* состоит из четырех повторяющихся последовательных циклов движения транспортного средства в условиях городского трафика, максимальная скорость при этом составляет 50 км/ч. В *EUDC* максимальная скорость автомобиля достигает 120 км/ч и, в отличие от *UDC*, отсутствуют остановки транспортного средства.

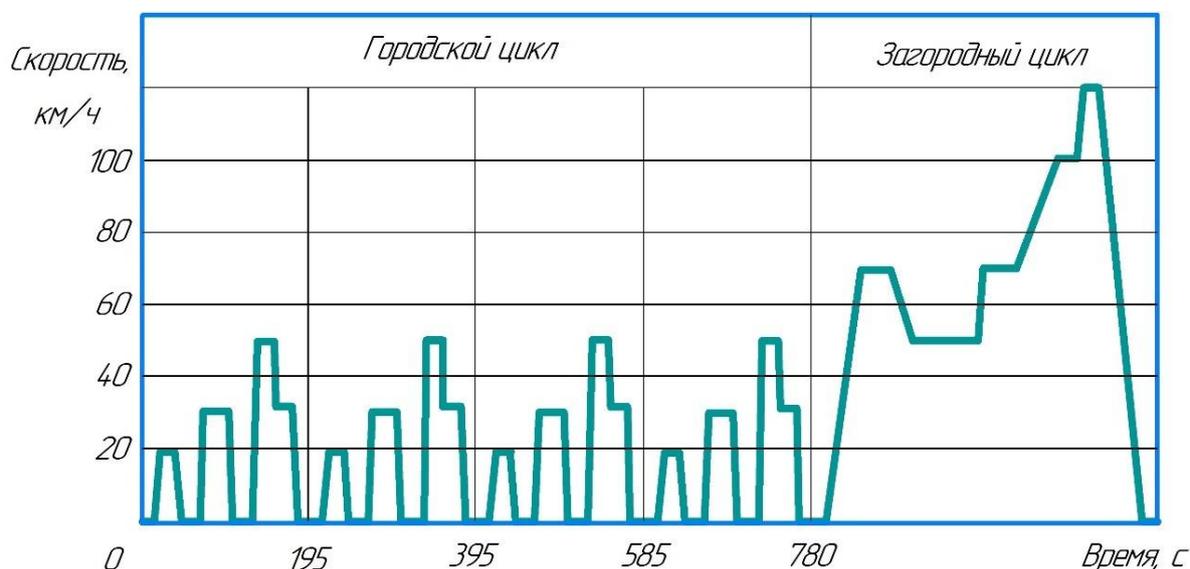


Рис. 1. Новый европейский ездовой цикл

Соответствие *NEDC* условиям эксплуатации автомобильной техники в России подтверждается исследованием [3], показавшим незначительное отклонение оценки расхода топлива легковым автомобилем, определенного

в условиях стендовых испытаний по ездовому циклу и в реальных условиях эксплуатации.

Однако для исследования работы силового агрегата, проведения стендовых испытаний и математического моделирования двигателя с целью оценки параметров его работы необходим переход от скорости движения транспортного средства к частоте вращения коленчатого вала двигателя. Применительно к конкретному транспортному средству для этого необходимо знать параметры колеса автомобиля и передаточные числа коробки переключения передач.

Параметры колеса отечественного легкового автомобиля *Lada Granta* [4] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры колеса автомобиля *Lada Granta*

Радиус колеса R , (дюйм)	13
Ширина шины B , (м)	0,175
Профиль шины P , (%)	70
Высота профиля колеса, H (м)	0,111

Передаточные числа коробки переключения передач легкового автомобиля *Lada Granta* [6] приведены в табл. 2.

Таблица 2

Передаточные числа коробки переключения передач
автомобиля *Lada Granta*

Главная пара	Передача				
	I	II	III	IV	V
3,706	3,636	1,950	1,357	0,941	0,784

Переход от частоты вращения коленчатого вала n к скорости движения транспортного средства v и наоборот осуществляется с использованием данных табл. 1 и 2 с помощью выражения [5]:

$$v = \left(\frac{D_k}{z_r \cdot z_n} \right) \cdot \left(\frac{60}{1000} \right) n,$$

где z_r – передаточное отношение главной пары; z_n – передаточное отношение передач; D_k – диаметр колеса, м.

Диаметр колеса вычисляется по следующей формуле [5], и составляет

$$D_k = B \cdot 2P + R \cdot \left(\frac{2,54}{100} \right) = 0,175 \cdot 2 \cdot 0,7 + 13 \cdot \left(\frac{2,54}{100} \right) = 0,5752 \text{ м.}$$

Результаты вычисления распределения времени работы двигателя легкового автомобиля *Lada Granta* по частоте вращения коленчатого вала представлены на рис. 2.



Рис. 2. Распределение времени работы двигателя легкового автомобиля *Lada Granta* по частоте вращения коленчатого вала

Анализируя данные, представленные на рис. 2, можно отметить, что основную долю времени (45%) двигатель легкового автомобиля работает в диапазоне частот вращения коленчатого вала 2000...3000 мин⁻¹. Не менее 40% времени составляет работа двигателя с частотами вращения в диапазонах 1000...2000 мин⁻¹ и 3000...4000 мин⁻¹. Работа двигателя на холостом ходу в условиях эксплуатации не превышает 9% времени, а на режиме частот вращения 4000...5800 мин⁻¹, в диапазоне от режима максимального крутящего момента до режима номинальной мощности, не более 6% времени.

В результате построенное распределение режимов работы двигателя легкового автомобиля по частоте вращения коленчатого вала позволяет оценивать комплексные показатели экономичности и экологичности силового агрегата как на стадии проектирования, с использованием математического моделирования, так и в процессе стендовых испытаний, например, при построении скоростных характеристик.

Библиографический список

1. Ездовые циклы автомобилей в разных странах. URL: <https://avtonov.info/ezdovye-cikly> (дата обращения: 14.06.2022)
2. Новый европейский ездовой цикл. URL: <https://ruwiki.press/es/NEDC>
3. Юрий Ветров. Представляем ARDC – ездовой цикл Авторевю для оценки топливной экономичности. URL: <https://autoreview.ru/articles/proverka-na-dorogah/nauka-i-zhizn-1>
4. Размеры колес и дисков на Лада Гранта. Все параметры колес: PCD, вылет и размер дисков, сверловка // РазмерКолес.RU. URL: <https://lada-avia.ru/drugoe/razboltovka-koles-lada-granta.html>
5. Как рассчитать скорость по передаточным числам. URL: <https://instrument174.ru/interesnoe/kak-rasschitat-skorost-po-peredatochnym-chislam.html> (дата обращения: 14.06.2022)
6. Механизм выбора передач гранта с тросовым приводом. URL: <https://ravon-r2.ru/mehanizm-vybora-peredach-granta-s-trosovyim/#:~:text=Технические%20характеристики%3A%20Тип%3A%20механическая%205-ти,шума%20не%20превышает%2078%20дб> (дата обращения: 14.06.2022)

УДК 338.314

Драгомиров С. Г. (Россия, Владимир, ВлГУ)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Современный мир базируется на материалах, энергии, информации. Энергия является основой любого производства и по сути каждый произведенный продукт на планете – это трансформированная энергия. В этой связи представляет значительный интерес анализ эффективности получения и использования современных энергетических ресурсов.

Проблемой анализа эффективности энергетических ресурсов в экономической деятельности в разное время интересовались различные ученые. В 70-е гг. прошлого века американский биолог Чарльз Холл (*Charles Hall*), ввел в научный оборот понятие *EROEI* (*Energy Returned On Energy Invested*) для биосистем, утверждая, что любая биологическая особь не может тратить

больше энергии, чем получает ее от окружающей среды [1]. Затем Ч. Холл перенес эту идею на добычу нефти и с группой ученых стал работать над этой проблемой. В дальнейшем к изучению эффективности получения и использования энергетических ресурсов присоединились и другие ученые, в частности Катлэр Кливлэнд (*Cutler Cleveland*) и Дэвид Мёрфи (*David Murphy*).

В настоящее время рассматриваемое понятие имеет два варианта обозначения и написания:

1. *EROEI* (англ. - *Energy Returned On Energy Invested*) - это соотношение полученной и полезно использованной энергии (энергетическая рентабельность);

2. *EROI* (англ. - *Energy Return On Investment*) - это соотношение полученной энергии и инвестиций.

Поскольку первый вариант этого понятия имеет больше физический, чем экономический смысл, то остановимся на рассмотрении именно его. По сути *EROEI* представляет собой показатель энергетической рентабельности.

В том случае, когда полная энергия, затраченная на овладение энергетическим ресурсом (топливом, энергией ветра/солнца и т.п.) сравнивается с энергией, получаемой от этого ресурса, использование такого источника с энергетической точки зрения становится бессмысленной. По сути *EROEI* в такой интерпретации есть не что иное, как коэффициент воспроизводства энергии (КВЭ) [1]. Например, при использовании ископаемого топлива КВЭ можно определить по формуле:

$$\eta_э = Q_2 / Q_1,$$

где Q_2 - количество всей энергии, добытой на месторождении, Дж; Q_1 - количество затраченной энергии за время проведения всех работ на месторождении, Дж.

Следует отметить, что в этом выражении Q_1 и Q_2 не связаны между собой вторым законом термодинамики, поскольку топливо, добытое на месторождении, является источником энергии, т.е. энергоносителем. При этом значение $\eta_э$ всегда должно быть больше 1. При $\eta_э = 1$ на одну единицу полученной энергии от добытого сырья пришлось затратить на его добычу количество энергии, равное полученной, т. е. производство энергии осуществлено с нулевым результатом и является по сути бессмысленным. Когда значение $\eta_э$ меньше единицы – это значит, что добыча энергоресурсов является энергетически убыточной и потому неприемлемой. Когда значение $\eta_э$

больше единицы – это значит, что производство энергии приносит дополнительную, рентабельную энергию. В данном рассуждении величины η_e и *EROEI* равнозначны и тождественны. Поэтому далее будем употреблять только одну из них – *EROEI*, как общепринятое.

Таким образом, *EROEI* является важной характеристикой получаемых энергоресурсов (или в общем случае, - просто энергии). Очевидно, что чем выше *EROEI*, тем эффективнее получение данного энергоресурса. Это относится как к добыче традиционных углеводородных топлив, так и к производству возобновляемой энергии. Очевидно, что при прочих равных условиях для наибольшей общественной выгоды, выбор следует делать в пользу тех энергетических ресурсов, где величина *EROEI* выше. Однако в любом случае необходимо принимать во внимание, что получение/производство энергетических ресурсов определяется не только значением *EROEI*. Важными критериями являются также масштабируемость получения/производства энергии, энергетическая плотность на единицу объема/массы, возможности транспортировки и хранения ресурса, безопасность его использования, воздействие на окружающую среду, а также, естественно, экономическая выгода (себестоимость ресурса).

В России задачей определения *EROEI* занимаются различные исследователи. Так, по данным А. Ф. Сафронова [2], ряд основных энергетических ресурсов имеет следующие значения *EROEI* – см. табл.

В случае с полезными ископаемыми величина *EROEI* отдельных ресурсов уменьшается в силу того, что сначала разрабатываются наиболее богатые и легкодоступные залежи. В дальнейшем невозобновляемые источники исчерпываются, их добыча усложняется, следовательно, их *EROEI* падает. Например, когда в мире началась добыча нефти, в среднем энергии одного барреля (158,98 л) нефти было достаточно для получения 100 её баррелей (*EROEI*=100). Сегодня в общемировой практике *EROEI* в нефтедобыче упал до 18-20.

По сути именно такие высокие значения *EROEI* на заре разработки залежей угля и нефти и сделали капитализм успешным. Проблема раннего капитализма состояла в том, что существующие в то время тепловые двигатели преобразовывали энергию ископаемых топлив с очень низким (по современным понятиям) КПД.

**Значения коэффициента энергетической рентабельности *EROEI*
для различных энергетических ресурсов [2] (данные 2009 г.)**

Энергетический ресурс	<i>EROEI</i>
1. Гидроэнергия	11...267
2. Уголь	50,0
3. Нефть (общемировая добыча)	19,0
4. Природный газ	10,0
5. Битумозные пески	5,2...5,8
6. Сланцевая нефть	1,4...1,5
7. Ядерная энергия	1,1...15,0
8. Ветровая энергия	18,0
9. Фотовольтаика	3,75...10,0
10. Этанол (из сахарного тростника)	0,8...8,0
11. Этанол (из кукурузы)	1,1...1,8
12. Биодизельное топливо	1,9...9,0

В отличие от ископаемых (невозобновляемых) источников энергии у возобновляемых (альтернативных) энергоресурсов величина *EROEI* возрастает по мере развития технологии и техники получения этих ресурсов. Например, у первых солнечных батарей был очень невысокий КПД и сами устройства были дорогостоящими. По мере развития технологий фотовольтаики значение *EROEI* постоянно росло и сегодня достигает величины 3,75...10,0.

Следует отметить, что в 1988 г. *J.A. Tainter* в своей работе *The Collapse of Complex Societies* [3] показал, что снижение *EROEI* — основная причина коллапса сложных обществ (от римской империи - до наших времен) и наоборот – высокий *EROI* источников энергии обеспечивает процветание общества. Следует отметить, что при определении величины *EROEI* не идет речь о финансовых ресурсах. Например, если вдруг обнаружится аномально дешевый (в финансовом плане) энергоресурс, то согласно определению *EROEI* все равно часть этого ресурса будет потрачена на воспроизводство этого же ресурса. И если в этом случае величина *EROEI* будет низкой, то получение/производство этого энергоресурса будет деградировать до полного исчезновения.

Экономисты Д. Хаззум и Л. Брукс в 1980 г. показали, что увеличение эффективности использования энергии может парадоксальным образом приводить к увеличению общего объема потребляемой энергии (постулат Хаззума-Брукса). То есть при высоком *EROI* общество будет потреблять

энергии больше (развивается производство, повышается уровень жизни), а при низком *EROI* – наоборот, экономика сокращается, уровень жизни понижается.

В 2012 г. группа ученых из США [4] установила предельно минимальные значения *EROI* для безусловного развития отдельных сфер общественной деятельности. Приведем их для:

- искусства – 14;
- здравоохранения – 12;
- образования – 9...10;
- поддержки семей – 7...8;
- производства продуктов – 5;
- развития транспорта - 3;
- энергетики – 1,1...1,2.

Таким образом, снижение значения *EROI* для доминирующих в обществе энергетических ресурсов может привести к упадку отдельных сфер деятельности общества, а возможно и к его полному разрушению. Это следует учитывать при стратегическом планировании развития общества.

Библиографический список

1. Темукуев Т.Б. О методе расчета *EROI* с учетом коэффициента полезного использования энергии. – Экономика и управление, 2014, 3(112). – с. 62-66
2. Сафронов А.Ф., Голоскоков А.Н. *EROEI* как показатель эффективности добычи и производства энергоресурсов // Бурение и нефть. 2010. № 12. с.48-51
3. Tainter J.A. *The Collapse of Complex Societies*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1988. – 262 pp.
4. Jessica Lambert J. a.o. *EROI of Global Energy Resources: Preliminary Status and Trends - Report 1 – Revised Submitted - 2 November 2012*. DFID – 59717. - 41 pp.

УДК 656.

Драгомиров С. Г. (Россия, Владимир, ВлГУ)

НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Современный этап развития силовых установок автотранспортного назначения характеризуется появлением и определенной конкуренцией альтернативных (по отношению к поршневым двигателям) установок. К ним в первую очередь можно отнести гибридные и полностью электрические силовые установки. Не останавливаясь на гибридных силовых установках, которые являются наиболее перспективными по мнению большинства экспертов и аналитиков, рассмотрим баланс преимуществ и недостатков электрических силовых установок (ЭСУ).

К их преимуществам перед традиционными поршневыми двигателями обычно относят:

- более высокую экологичность, обусловленную отсутствием процесса сгорания топлива с выделением токсичных компонентов;
- более высокую надежность вследствие значительно меньшего количества деталей и узлов;
- значительно более низкий уровень шума в процессе работы;
- меньшую стоимость электроэнергии по сравнению со стоимостью углеводородного топлива.

Некоторые из этих пунктов, которые декларируются как преимущества, являются дискуссионными. Например, эффект более высокой экологичности стремится к нулю при комплексном анализе процесса получения электроэнергии из углеводородного топлива (так называемый анализ «от скважины до колеса»). Углубленное рассмотрение процессов производства, транспортировки и использования электроэнергии, полученной из углеводородного топлива, показывает [1], что энергетические потери и токсичные выбросы в атмосферу примерно такие же, как и при прямом использовании углеводородного топлива в поршневых двигателях внутреннего сгорания (с учетом всего цикла добычи энергоресурсов, их транспортировки и использования в процессе заправки и передвижения транспортного средства).

При этом следует отметить, что альтернативная энергетика (как правило, это солнечные и ветровые установки) не в состоянии обеспечить электрический транспорт необходимой энергией вследствие недостаточных

мощностей и стохастической (вероятностной) природы самого процесса получения такой энергии.

И даже такой, казалось бы, положительный эффект ЭСУ, как практически бесшумная работа, является неоднозначным. В процессе эксплуатации транспортных средств с электрическими силовыми агрегатами выяснилось, что отсутствие шума двигателя приводит к дезориентации участников дорожного движения (особенно пешеходов) и вызывает дорожно-транспортные происшествия. Для исправления этой ситуации на электромобили стали устанавливать специальные генераторы шума, которые предупреждают о движении транспортного средства.

Однако есть группа очевидных недостатков электрических силовых установок, которые трудно оспаривать даже сторонникам этого модного тренда использования электрического привода на транспортных средствах. К таким недостаткам можно отнести:

- высокую экологическую вредность процесса производства электрических аккумуляторов и их утилизации по окончании эксплуатации;
- повышенное электромагнитное загрязнение окружающей среды при использовании транспортных средств с электроприводом;
- повышенную пожарную опасность электрических силовых установок и трудность тушения современных аккумуляторных батарей при их возгорании.

Кратко рассмотрим каждый из этих негативных факторов.

Высокая экологическая вредность процессов производства и утилизации электрических аккумуляторов является пока недостаточно осознанной обществом. Ключевым компонентом для производства тяговых аккумуляторов является литий Li. Сегодня до 70% лития расходуется на изготовление литий-ионных аккумуляторов, поэтому он уже стал своеобразным новым топливом XXI века.

Существуют два традиционных способа добычи Li. Первый – из рассолов подземных вод с высоким содержанием лития. Этот способ используется в Аргентине, Чили, Китае. Добывающие компании поднимают рассол на поверхность (подача до 2 000 литров глубинного рассола в минуту), после чего он поступает в огромные искусственные водоемы, где под действием солнечной энергии через год-полтора превращается в соляную рапу. Далее из концентрированной рапы получают соли лития. Весь этот и последующие процессы получения лития являются экологически вредными, т.к.

из-за постоянной откачки грунтовых вод и их интенсивного испарения, запасы пресной воды на местности вокруг уменьшаются. Как следствие, это приводит к нехватке пресной воды и массовой гибели рыбы в осушённых водоёмах. Места добычи лития в Латинской Америке даже получили своеобразное название – «белая смерть». Постоянно растущая потребность мировой промышленности в литии и сопутствующий добыче экологический ущерб заставляют задуматься о реальности «зеленого» статуса гражданских литий-ионных аккумуляторов.

При втором способе добычи лития, который используется в Австралии, он получается из ряда минералов, содержащих Li - сподумена, лепидолита, амблигонита и петалита. Эти технологические процессы также являются энергоёмкими и экологически грязными.

Процедура утилизации тяговых аккумуляторов достаточно сложна. Она освоена с 1992 г., однако в настоящее время сейчас мировые запасы лития настолько велики и доступны, что гораздо проще получать металл из природных ресурсов, чем нести затраты на трудоемкое извлечение Li из старых аккумуляторов. Оценки аналитиков показывают, если к 2030 году спрос на литий достигнет планируемых 28 000 тонн в год, то разработка эффективной методики вторичного использования аккумуляторных батарей выйдет на первый план. Пока литий-ионные аккумуляторы утилизируются лишь частично, что наносит большой ущерб природе.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды при использовании электрических силовых установок на транспорте носит принципиальный и критически важный характер. Всемирная Организация Здравоохранения считает электромагнитное загрязнение среды обитания (электронный смог) одной из главных угроз для здоровья человечества. Электромагнитные поля (ЭМП) самых различных частот представляют собой одну из наиболее распространенных и наиболее быстро растущих экологических угроз человеку. Практически все группы населения подвергаются сейчас в различной степени воздействию ЭМП, и уровень их воздействия будет продолжать расти по мере развития техники.

При использовании электромобилей человек постоянно находится в сфере действия ЭМП различной частоты и интенсивности. Биологический эффект ЭМП накапливается во время воздействия, в результате чего возможно развитие отдаленных последствий, обычно в течение нескольких лет. Доказано отрицательное воздействие на организм не только сильных, но и слабых ЭМП. При продолжительном пребывании (месяцы, годы) людей под

действием ЭМП могут развиваться заболевания преимущественно сердечно-сосудистой и нервной систем организма человека. В числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания.

Таким образом, стремление к переходу от двигателя внутреннего сгорания на электрический транспорт может привести к замене проблемы токсичных выбросов в окружающую среду еще более сложной проблемой электромагнитного воздействия на человека.

Пожарная опасность электрических автотранспортных силовых установок обусловлена наличием серьезной и особой проблемы литий-ионных аккумуляторов - их нестабильности и способности к самовозгоранию в результате внутреннего короткого замыкания. При этом такие аккумуляторы могут гореть достаточно долго и тушить их водой или пеной категорически запрещено. Наиболее подходящий способ тушения литий-ионных аккумуляторов – с помощью специального порошка.

В процессе горения литий-ионных аккумуляторов активно выделяются высокотоксичные вещества – оксиды лития, никеля, углерода, меди, кобальта, а также серная кислота. Именно поэтому существующие правила тушения электромобилей предписывают пожарным в обязательном порядке использовать автономные дыхательные аппараты. Но это означает также, что и для пострадавших в ДТП возникает еще один воздействующий фактор, от которого требуется защита.

Таким образом, при широком внедрении и эксплуатации электромобилей потребителей ждут новые негативные проблемы, которые требуют своего решения.

Библиографический список

1. Санатов Д. В. и др. Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России. - Экспертно-аналитический доклад. Под ред. А. И. Боровкова, В. Н. Княгинина. – СПб.: Политех-Пресс, 2021. – 44 с.

2. Рябчинский А. И., Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В. Экологическая безопасность автомобиля /Под ред. Луканина В.Н./ МАДИ-ТУ. М., 2000. - 95 с.

3. Селиванов С. Е. и др. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) – Автомобильный транспорт (Харьков: ХНАДУ), 2009, №25. - 9 с.

4. Тиматков В. В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы / Под. ред. В.В. Бушуева - М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с.

УДК 621.431.7-71

Драгомиров С. Г., Кулешов И. В. (Россия, Владимир, ВлГУ)

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЗОВ *

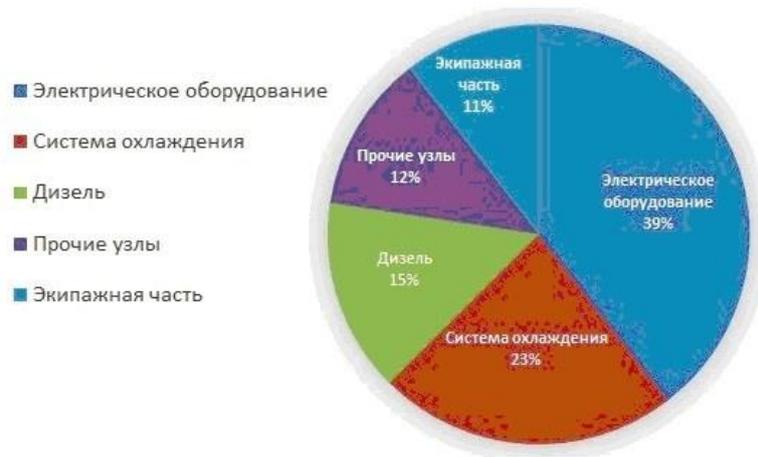
Актуальность решения проблемы загрязнения охлаждающей жидкости транспортных поршневых двигателей обусловлена структурными и конструктивными усложнениями их систем жидкостного охлаждения (СЖО) при одновременном повышении требований к их надежности и теплоотводящей функции в процессе непрерывного форсирования двигателей. Неизбежность загрязнения системы охлаждения транспортных двигателей (особенно тяжелонагруженных) и отсутствие на сегодняшний день эффективных научно-технических решений в этой области делают решение данной проблемы загрязнения крайне актуальным в мировом двигателестроении.

По имеющимся данным [1,2], отказы СЖО тепловозного дизеля составляют от 16 до 23% среди всех отказов систем и узлов тепловозов (рисунок). Из всех отказов СЖО 68...73% [2] приходится на неисправности секций теплообменника системы охлаждения, т.е. тех элементов СЖО, которые наиболее подвержены загрязнению. По данным [3], эта цифра по отказам радиаторных секций теплообменников может достигать до 96% при среднем ресурсе их работы в 61,8 тыс. км пробега тепловоза.

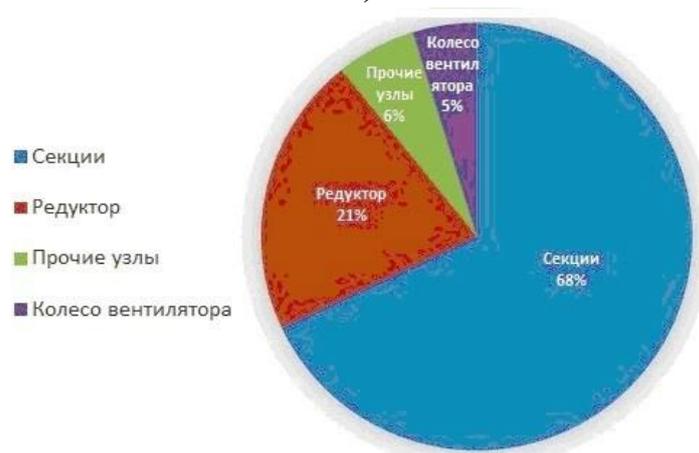
Загрязнение ОЖ и системы охлаждения двигателя в целом неизбежно [4,5] в силу существования ряда производственно-технологических причин (наличие формовочного песка, стружки, частиц абразива, окалина в процессе производства), из-за физико-химических процессов, протекающих в полостях системы охлаждения (кавитационной эрозии и химической коррозии металлических элементов системы охлаждения), а также образования продуктов разложения антифризов и различных отложений в системе.

* Данное исследование выполнено в рамках реализации инновационного Проекта «Разработка, изготовление и испытания опытного образца фильтра охлаждающей жидкости на основе моделирования гидравлических и сепарационных процессов» (договор № 2914ГС1/45450) Программы СТАРТ

Вследствие невысокой культуры эксплуатации система может загрязняться песком, частицами герметиков, фрагментами прокладок, продуктами для предотвращения течей и др., привносимыми в систему извне.



а)



б)

Распределение относительного количества отказов у тепловоза (а) и в системе охлаждения тепловозного дизеля (б) [1]

Анализ загрязнений СЖО двигателей различного типа и назначения свидетельствует о том, что загрязнение ОЖ и системы охлаждения является общей проблемой транспортных поршневых двигателей различных типов и назначений. Решение этой проблемы может принести огромный технико-экономический эффект, в том числе и на железнодорожном транспорте.

В работе [6, с. 4] прямо указано: «...если тепловоз 2ТЭ116 работает в напряженном режиме в условиях повышенных температур и существует

угроза перегрева теплоносителей в пути его следования с составом с вероятностью один раз в двадцать лет, то экономически выгоднее ежегодная замена всех секций радиаторов на новые не взирая на их техническое состояние практически в течении всего срока службы тепловоза».

При эксплуатации тепловозов безразборная химическая очистка теплообменников и полостей СЖО дизеля поставлена на промышленную основу. Химическая очистка системы охлаждения без демонтажа и разборки теплообменного оборудования и водоохлаждаемых агрегатов и узлов дизеля и тепловоза должна проводиться при текущем ремонте ТР-2 (периодичность - каждые 120 тыс. км пробега) в соответствии с инструкцией [7].

Необходимость такой химической безразборной очистки объясняется тем, что характерной особенностью эксплуатации тепловозов эксплуатируемого парка ОАО «РЖД» является образование в СЖО дизеля различных накипно-коррозионных отложений (НКО), уменьшающих теплопроводность и нарушающих нормальную циркуляцию охлаждающей воды. В результате этого:

- тепловозы не могут обеспечить реализацию полной мощности дизелей из-за недостаточного охлаждения; для исключения перегрева воды машинисты вынуждены снижать мощность тепловозов, что приводит к ухудшению топливной экономичности при работе на не расчетных нагрузочных режимах;

- перегрев ответственных деталей и узлов дизелей приводит к увеличению термических напряжений и появлению трещин в гильзах цилиндров и их рубашках, а также в крышках цилиндров, к деформациям и короблению выпускных коллекторов с потерей герметичности в узлах сопряжения;

- сокращаются сроки службы уплотнений и появляются течи воды в различных узлах дизеля с попаданием воды в картер дизеля с известными негативными последствиями;

- загрязнение трубок радиаторных секций и теплообменных аппаратов приводит к росту гидравлического сопротивления и снижению эффективности работы системы охлаждения.

Загрязнение системы охлаждения и несвоевременное устранение неисправностей ухудшает не только теплотехническое состояние дизеля, но и требует больших затрат времени и рабочей силы для устранения последствий по приведению дизеля и его систем в технически исправное и работоспособное состояние.

Рассогласование и несоответствие теплотехнических характеристик дизеля требуемым нормам ухудшает эксплуатационные, экономические и экологические показатели тепловоза и показатели надежности, что негативно отражается на стоимости жизненного цикла тепловоза.

Библиографический список

1. Овчаренко С.М. Оперативный контроль эффективности работы системы охлаждения тепловоза. – Известия ТРАНССИБА, 2019, №4(40). – с. 9-17
2. Балагин О.В. Разработка технологии тепловизионного контроля технического состояния секций холодильников тепловозных дизелей. – Диссерт. канд. техн. наук. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2005. – 165 с., ил.
3. Слободенюк А.С. Повышение эффективности охлаждающих устройств тепловозов. – Диссерт. канд. техн. наук. – Хабаровск: Дальневосточный ун-т путей сообщения, 2010. – 112 с., ил.
4. Драгомиров С.Г., Драгомиров М.С., Эйдель П.И., Гамаюнов А.Ю. Природа и характеристики загрязнений в системах охлаждения автотранспортных двигателей. – East European Science Journal, 2019, #5(45), part 1. – pp.49-54
5. Драгомиров С.Г., Драгомиров М.С., Эйдель П.И., Гамаюнов А.Ю. Высокоэффективная фильтрация охлаждающей жидкости – перспективное направление совершенствования автотранспортных двигателей. – 8-е Лукинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса: сб. трудов Международной н.-т. конф. 31 января 2019. – М.: МАДИ, 2019. – с.488-501
6. Горин В.И. Мифы и реальность о тепловозных секциях водовоздушных радиаторов. - Депо, 2013, №7(52), с. 2-4
7. Безразборная химическая очистка систем водяного охлаждения дизелей тепловозов основных серий ОАО «РЖД». Общие технические требования к организации и порядку проведения. ЦТР-ВНИИЖТ-14/11. – М., 2011. – 42 с.

ОБЗОР МЕХАНИЗМОВ ДЕКОМПРЕССИИ ОДНОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Одним из путей облегчения пуска двигателей внутреннего сгорания является применение механизма декомпрессии рабочего цилиндра. Применение такого механизма особенно актуально для дизельных двигателей с высокими степенями сжатия.

Принцип действия декомпрессоров основан на ограничении обратного хода выпускного или впускного клапанов, что приводит к разгерметизации цилиндра путем сообщения его с атмосферой.

В настоящее время для облегчения пуска используются конструкции декомпрессоров с ручным и автоматическим включением.

Механизм декомпрессии центробежного типа расположенный на распределительном валу и автоматически отключающийся при достижении пусковых оборотов дизеля представлен на рис. 1.



Рис. 1. Механизм декомпрессии центробежного типа

Принцип действия основан на том, что при малой частоте вращения и в покое, с тыльной стороны впускного кулачка распределительного вала

выступает штифт вызывающий раскомпрессирование дизеля. С достижением пусковых оборотов, штифт втягивается внутрь кулачка и режим декомпрессии отключается. Управление осуществляется простым центробежным регулятором.

Применение такой схемы автоматического декомпрессора облегчает не только пуск, но и остановку дизеля, однако требует обязательного достижения заданных пусковых оборотов, что не всегда обеспечивается при ручном запуске двигателя с помощью пускового шнура.

Механизм декомпрессии, учитывающий количество оборотов до пуска дизеля, применяемый в одноцилиндровых дизелях «Hatz» представлен на рис. 2.



Рис. 2. Механизм декомпрессии дизеля Hatz 1D90

Принцип действия устройства. Ось коромысел имеет эксцентриситет. При взведении ручки декомпрессора, коромысла, относительно своей оси, опускаются вниз, выбирают тепловой зазор и нажимают на клапаны. Храповик установленный на выпускном коромысле имеет 5 зубцов, что позволяет совершить 10 полных оборотов коленчатого вала до момента отключения декомпрессора. Ручкой взведения декомпрессора можно

предварительно выбрать 2, 4, 6, 8 или 10 оборотов коленчатого вала до пуска.

В данной конструкции ручной запуск дизеля осуществляется с помощью специальной пусковой рукоятки. На время пуска рукоятка вставляется в гнездо являющееся продолжением распределительного вала.

Стоит отметить, что одной из особенностей такой системы запуска, в сравнении с двигателями аналогами, является утяжеленный маховик массой 32 кг. Это решение позволяет накопить достаточную кинетическую энергию вращения коленчатого вала при сравнительно малом усилии на пусковой рукоятке.

Механизм декомпрессии однократного действия, реализованный в опытном образце дизеля ТМЗ-650Д, представлен на рис. 3.



Рис. 3. Опытный механизм декомпрессии дизеля ТМЗ-650Д

Для облегчения ручного пуска дизеля ТМЗ-650Д была разработана конструкция декомпрессора, позволяющая однократно взвести декомпрессирующее устройство путем утапливания выпускного клапана на 1,5 мм. Автоматическое отключение декомпрессора происходит при начале движения выпускного клапана в соответствии с фазами газораспределения. Высвободившийся вал декомпрессора поворачивается по часовой стрелке под действием возвратной пружины.

Данное устройство механизма декомпрессии является самым простым в исполнении, однако требует значительного усилия на пусковом шнуре для придания необходимого импульса раскручиванию коленчатого вала дизеля с целью обеспечения ручного пуска.

УДК 62-1/-9

Кулешов И. В. (Россия, Владимир, ВлГУ)

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЯЖЕЛОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

При создании устройств очистки охлаждающей жидкости автомобильных двигателей возникает необходимость проведения лабораторных исследований для определения основных рабочих характеристик устройств на различных режимах работы. Поскольку до последнего времени научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по очистке охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей в нашей стране практически не проводились, то и подобных лабораторных установок просто не существовало. В связи с началом работ по созданию устройств очистки охлаждающей жидкости (ОЖ) двигателей тяжелой транспортной техники [1,2] была разработана и изготовлена специализированная лабораторная установка.

Лабораторная установка представляет собой замкнутый гидравлический контур, упрощенно имитирующий контур системы охлаждения двигателя, который включает различные гидравлические узлы и компоненты. Движение жидкости в системе обеспечивает насос с электроприводом модели *PedrolloHF5A* (Италия) мощностью 1,2 кВт. Расход жидкости, подава-

емой насосом, плавно регулируется в пределах 30...600 л/мин за счет частотного преобразователя марки *Innovert ITD 152U21B2*. Для определения расхода жидкости в контуре использован ультразвуковой расходомер US-800 (Россия) с диаметром канала 50 мм. Схема лабораторной установки представлена на рис. 1, общий вид – на рис. 2.

Исследуемое устройство очистки ОЖ устанавливается на стойках в разрыве патрубков. В качестве рабочей жидкости (вместо антифриза) в установке применяется обычная водопроводная вода.

Заливная горловина используется для заполнения рабочего контура жидкостью, удаления воздуха из жидкостного контура установки и введения тестовых частиц, имитирующих твердые частицы загрязнения системы жидкостного охлаждения. Для визуального наблюдения за потоком заливная горловина выполнена из стеклянной трубки соответствующего диаметра. Это позволяет наблюдать течение потока, пузырьки воздуха и частицы загрязнений в потоке.

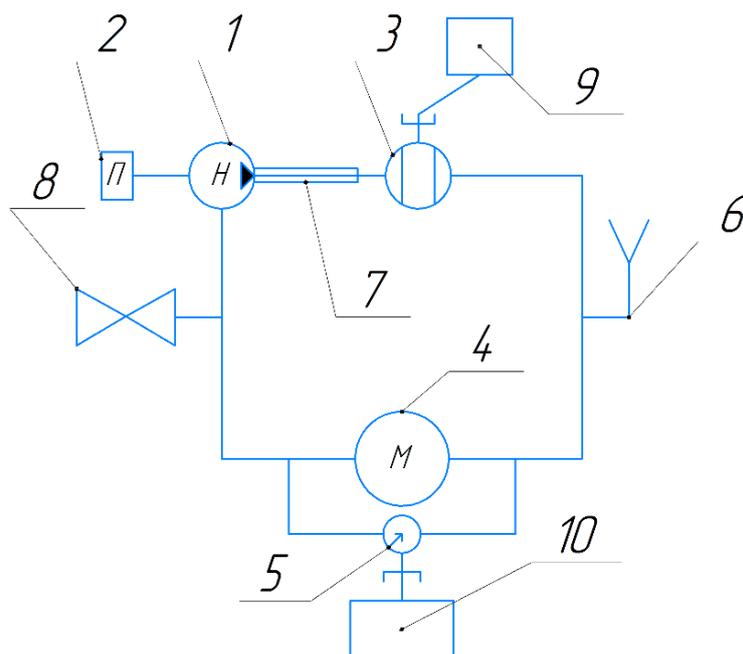


Рис. 1. Общая схема лабораторной установки: 1 - насос *Pedrollo HF5A*; 2 - частотный преобразователь *Innovert*; 3 - ультразвуковой расходомер жидкости *US-800*; 4 - исследуемое устройство очистки ОЖ; 5 - дифференциальный полупроводниковый датчик давления *Honeywell MPX5010DP*; 6 - заливная горловина; 7 - успокоитель потока жидкости; 8 - сливной кран; 9 - информационное табло расходомера; 10 - ноутбук со специализированным ПО



Рис. 2. Общий вид лабораторной установки для исследования устройств очистки ОЖ

Частотный регулятор, обеспечивающий питание электродвигателя насоса, позволяет плавно изменять частоту вращения вала насоса. Благодаря этому имеется возможность плавно регулировать расход жидкости в диапазоне 30...600 л/мин., тем самым имитируя гидравлические режимы работы системы охлаждения двигателя тяжелой транспортной техники [3].



Рис. 3. Успокоитель потока жидкости

Для корректной работы ультразвукового расходомера перед ним по ходу потока установлен успокоитель потока жидкости (рис. 3). Он представляет собой пакет трубок небольшого диаметра (4...7 мм), размещенный внутри алюминиевого патрубку длиной 300 мм. Установка такого успокоителя потока на входе расходомера позволяет уменьшить турбулентность потока в его измерительном канале и повысить точность измерения расхода жидкости.

Информация от датчиков, установленных в корпусе ультразвукового расходомера, передается в режиме реального времени на информационное табло. Данные по расходу жидкости, которые визуальнo контролируются и фиксируются, являются одними из основных показателей при проведении экспериментов.

Для определения гидравлического сопротивления на участке, где установлено исследуемое устройство очистки ОЖ, применяются микроэлектронные полупроводниковые датчики давления типа *MPX5010DP* (диапазон измерения 0...10 кПа) и *MPX5050DP* (диапазон измерения 0...50 кПа) фирмы *Honeywell* (США), обеспечивающие погрешность измерения не хуже $\pm 1,0\%$.

Сигналы от микроэлектронных датчиков давления обрабатываются специальной электронной схемой, а затем декодированный сигнал передается на ноутбук с соответствующим программным обеспечением. Вся информация, поступающая на компьютер, отображается на мониторе в режиме реального времени и записывается в виде файла.

В самой нижней точке лабораторной установки находится сливной кран, благодаря которому можно удалить жидкость из гидравлического контура установки. В улитке центробежного насоса имеется дренажное отверстие с резьбовой пробкой, которое так же обеспечивает удаление остатков жидкости из рабочей полости насоса по окончании работы установки. Это позволяет избежать застоя жидкости и образования коррозии, поскольку рабочее колесо насоса выполнено из чугуна.

Описанная лабораторная установка обеспечивает решение различных задач исследования устройств очистки ОЖ в процессе их создания. Она успешно эксплуатируется, подтвердив при этом свою работоспособность и надежность.

Библиографический список

1. Драгомиров С.Г., Кулешов И.В., Гамаюнов А.Ю., Драгомиров М.С., Эйдель П.И. Разработка и исследование модуля очистки охлаждающей жидкости с байпасной компоновкой гидроциклонного фильтра-сепаратора для двигателей тяжелой транспортной техники - 9-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса //Материалы Международной научно-техн. конференции 29 января 2021г. – М: МАДИ, 2021. – С. 122-132.

2. Заявка на изобретение №2020135695/12 (065718) «Модуль очистки охлаждающей жидкости транспортных поршневых двигателей». – Дата подачи заявки 29.10.2020. Заявитель – ООО «НТЦ «АвтоСфера» при Владимирском государственном университете им. А.Г. и Н.Г.Столетовых».

3. Овчаренко С.М. Оперативный контроль эффективности работы системы охлаждения тепловоза. – Известия ТРАНССИБА, 2019, №4(40). – с. 9-17.

УДК 621.431

Д. А. Михашин, М. С. Игнатов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОПЛИВ И ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ПОРШНЕВЫХ ДВС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВ

Проблематика вопроса. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) – одно из революционных изобретений человечества, которое полностью изменило мир. Это устройство снискало широчайшее применение во многих областях производства и жизни человека 20-го века. Один из видов двигателей внутреннего сгорания – поршневой ДВС стал самым распространённым устройством в связи с изобретением и внедрением его в личный транспорт – автомобиль.

Большинство поршневых двигателей работает на двух видах топлива:

- Бензин;
- Дизельное топливо.

Эти виды топлив являются производными от сырой нефти, получаемые с помощью её прямой перегонки (разделение её на компоненты по температуре кипения), каталитического крекинга (схожий с прямой перегонкой процесс, но протекающий с использованием катализатора (алюмосиликатов)).

Опасность компонентов углеводородных топлив для человека и окружающей среды. Так как топлива для ДВС производят из нефти, в них присутствует небольшое, но ощутимо влияющее на здоровье человека, количество примесей серы, свинца, смол и пр.

Бензин в России может содержать свинец до 0,01 г/дм³. Этот показатель в Европе считается абсолютно невыносимым, так как ещё в 2000 году топливный регламент Евро-3 полностью запретил содержание этого вещества в бензине. Свинец ядовит и токсичен, его попадание в организм может способствовать разрушению костей, ухудшает работу печени,

поражает центральную нервную систему и желудочно-кишечный тракт [1]. До 1970-х годов XX века в мире активно использовали антидетонационную добавку известную как – тетраэтилсвинец. Это металлоорганическое канцерогенное соединение, вызывающее при попадании в организм человека, в долгосрочном плане, ухудшение нейронных связей и приводящие к развитию дегенеративных изменений в тканях. Последней страной, где прекратили использование данной добавки стал Алжир в 2021 году [2].

Дизельное топливо тоже содержит вредные и опасные примеси. В частности, золу, большее количество смол и меркаптановую серу, которая ко всему прочему, способствует коррозии отдельных компонентов двигателя. Стоит отметить, что дизельное топливо производимое согласно ГОСТ 305-2013 в России является самым серосодержащим практически на всём постсоветском пространстве [3].

Вред выхлопных газов автомобилей с поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Рассмотрим таблицу. В ней приведены все компоненты, которые составляют отработавшие газы поршневых двигателей.

Состав выхлопных газов автомобиля с бензиновым двигателем [4]

Азот (N_2), %	74–77
Кислород (O_2), %	0,3–8,0
Пары воды (H_2O), %	3,0–5,5
Углекислый газ (CO_2), %	до 16,0
Угарный газ (CO), %	0,1–5,0
Оксиды азота (N_xO_x), %	до 0,8
Углеводороды (CH), %	0,2–3,0
Альдегиды, %	до 0,2
Сажа (C), г/м ³	до 0,04
Бензпирен ($C_{20}H_{12}$), г/м ³	$10 - 20 \cdot 10^{-6}$

Среди данного списка особенную опасность представляют оксиды азота и бензпирен, однако концентрация последнего достаточно мала. Оксиды азота синтезируют нитроканцерогенные вещества, которые обладают мутагенными свойствами, они могут приводить к появлению раковых опухолей [4]; Альдегиды могут раздражать слизистые оболочки дыхательных путей и глаз; Угарный газ опасен особенно в замкнутых

помещениях, он не имеет запаха. Вызывает отравление с последующим летальным исходом.

Кроме прямых отравляющих свойств бензин также производит значительное количество CO_2 , как известно увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере ведет к повышению среднемировой температуры, что приведет к повышению «уровня моря». Россия находится в четверке стран лидеров по выбросам CO_2 . В мире до 18% (на 2003 год) всех выбросов углекислого газа (около 5800 млн. тонн в год) приходится на автомобили [5]. Выбросы диоксида углерода отрицательно сказываются и на океанах, повышая их кислотность – это приводит к разрушению рифов и вымиранию рыб.

Альтернативы углеводородным топливам. Такими альтернативами могут стать:

- Электричество;
- Водородное топливо;
- Природный газ.

Электромобили – популярный в данный момент времени «конкурент» ДВС. Количество таких авто с 2020 года активно возрастает, пускай им еще очень далеко до классических транспортных средств. На 2021 год в мире насчитывается более 10 млн. единиц электромобилей [6]. На ряду хоть и с бурным, но маловыделяющимся ростом есть серьезные минусы в несовершенстве аккумулирующих систем для использования их в качестве «бака» автомобилей. Самые современные электромобили могут проходить до 400 км на одном заряде при определенных условиях, потом же требуется практически суточная зарядка при использовании обычных зарядных станций.

Водородное топливо – суть его применения заключается в создании с помощью водорода электричества для электродвигателя. Выбросов вредных веществ при этом не происходит. При производстве энергии из водорода на выхлоп идет только водяной пар.

Есть весомые трудности с производством водорода. Один из простейших способов его получения – электролиз, при котором из воды с помощью электрических токов выделяют водород. Этот вариант добычи использует большие объемы электроэнергии, что в промышленных масштабах ведет к высоким ценам на топливо и перерасход самого электричества.

Также существует способ получения водорода из метана путем его риформинга – нагрев и добавка катализатора. Сам водород при использовании в ДВС уменьшает мощность по сравнению с бензином до 40%. При некоторой доработки системы зажигания использование водорода, напротив, увеличивает мощность до 20%, но это ведет к быстрому изнашиванию компонентов ШПГ и большей вероятности прогорания клапанов из-за специфики воспламенения водорода. В России к 2020 году планировалось начало операций по созданию и развертыванию инфраструктуры водородных АЗС, количество же автомобилей в стране, использующих водород крайне мало, и стремится к нулю [7]. Поэтому логичнее использовать метан напрямую.

Природный газ – смесь углеводородов, преимущественно метана, с примесями других газов, добываемая из осадочных горных пород планеты. Возможно, самый выгодный альтернативный источник энергии для ДВС.

Из достоинств природного газа при использовании в поршневом ДВС относительно бензина можно перечислить следующие:

- отсутствие детонации;
- снижение расхода масла;
- отсутствие нагара и сажи;
- способ получения сказывается на цене в лучшую сторону;
- температура кипения компонентов природного газа очень мала – это гарантирует их испарение при самых низких температурах;
- уменьшение вредных веществ в отработавших газах [8].

Переоборудование автотранспортного средства на использование природного газа не составит проблем как в техническом так и в экономическом аспекте. Также постройка на газ всего городского транспорта (автобусы, мусоровозы и пр.) в лучшую сторону изменит экологическую обстановку городов, в особенности мегаполисов.

Из вышеперечисленных фактов делается неутешительный вывод, что человечеству просто необходимо искать, а главное использовать альтернативы классическим видам топлив для поршневого ДВС. И самый эффективный вариант на данный момент – это метан.

Библиографический список

1. Шестова Г. В. Иванова Т.М., Ливанов Г.А., Сизова К.В. Опасность хронических отравлений свинцом для здоровья населения // Медицина экстремальных ситуаций. – 2012. – №. 4 (42). – с. 65-76.

2. Keisha Rukikaire, Era of leaded petrol over, eliminating a major threat to human and planetary health. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/era-leaded-petrol-over-eliminating-major-threat-human-and-planetary>

3. ООН, Европейская экономическая комиссия. Окружающая среда для Европы // Партнерские отношения между государственным и частным секторами по снижению транспортного загрязнения воздушной среды через использование неэтилированного и малосернистого топлива: материалы шестой конференции министров Европы. (Сербия, Белград, 10-12 октября 2007 г.)

4. Канило П. М. и др. Канцерогенность отработавших газов автомобилей // Автомобильный транспорт. – 2011. – №. 29. – с. 160-167.

5. EUROPEAN CONFERENCE OF TRANSPORT. Доклад “Сокращение выбросов CO₂ транспортом: что сделано?” URL: https://read.oecd-ilibrary.org/transport/cutting-transport-co2-emissions/summary/russian_9789282123782-sum-ru#page1

6. Global electric vehicle sales up 109% in 2021. URL: https://www.canalys.com/newsroom/global-electric-vehicle-market-2021?utm_source=ixbtcom

7. Ирина Фурсова. Водородный и электрический транспорт в РФ станет массовым. URL: <https://rg.ru/2021/12/21/vodorodnyj-i-elektricheskij-transport-v-rf-stanet-massovym.html>

8. Слепнева Наталья Петровна, Комина Галина Павловна, Нефёдова Марина Александровна, Пестич Сергей Дмитриевич. Метан как перспективное топливо // Вестник науки и образования. 2019. №11-1 (65).

МЕХАТРОННЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДКАЧКИ МАСЛА МАЛОГАБАРИТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Малогабаритные электроагрегаты и стационарные электростанции в настоящее время широко применяются в качестве основных источников электроэнергии в условиях отсутствия централизованного электроснабжения, а также в качестве резервных источников при аварийном отключении электроэнергии в электросети.

Кроме того, ряд зарубежных и отечественных компаний разрабатывает встраиваемые и навесные источники энергопитания для различной спецтехники, в том числе и военного назначения, которые представляют собой как исключительно источники энергопитания, так и комплексные агрегаты, совмещающие функции электроагрегата, компрессора, гидропривода, кондиционера и др.

Для привода этих силовых агрегатов наибольшее распространение получили дизели воздушного и жидкостного охлаждения рабочим объемом до 1,0 дм³, номинальной мощностью до 20 кВт, обладающим улучшенными массогабаритными характеристиками. Особенности данных дизелей является высокие удельные мощности, длительная работа в ограниченных объемах и в условиях повышенных температур, повышенный расход масла на угар.

Длительная работа малогабаритных дизелей на номинальных нагрузках может приводить к значительному снижению уровня моторного масла.

В этой связи, решением этой проблемы является применение систем автоматического долива масла, обеспечивающих длительную автономную работу.

Основным элементом этой системы является масляный насос, осуществляющий подачу масла из резервуара в картер.

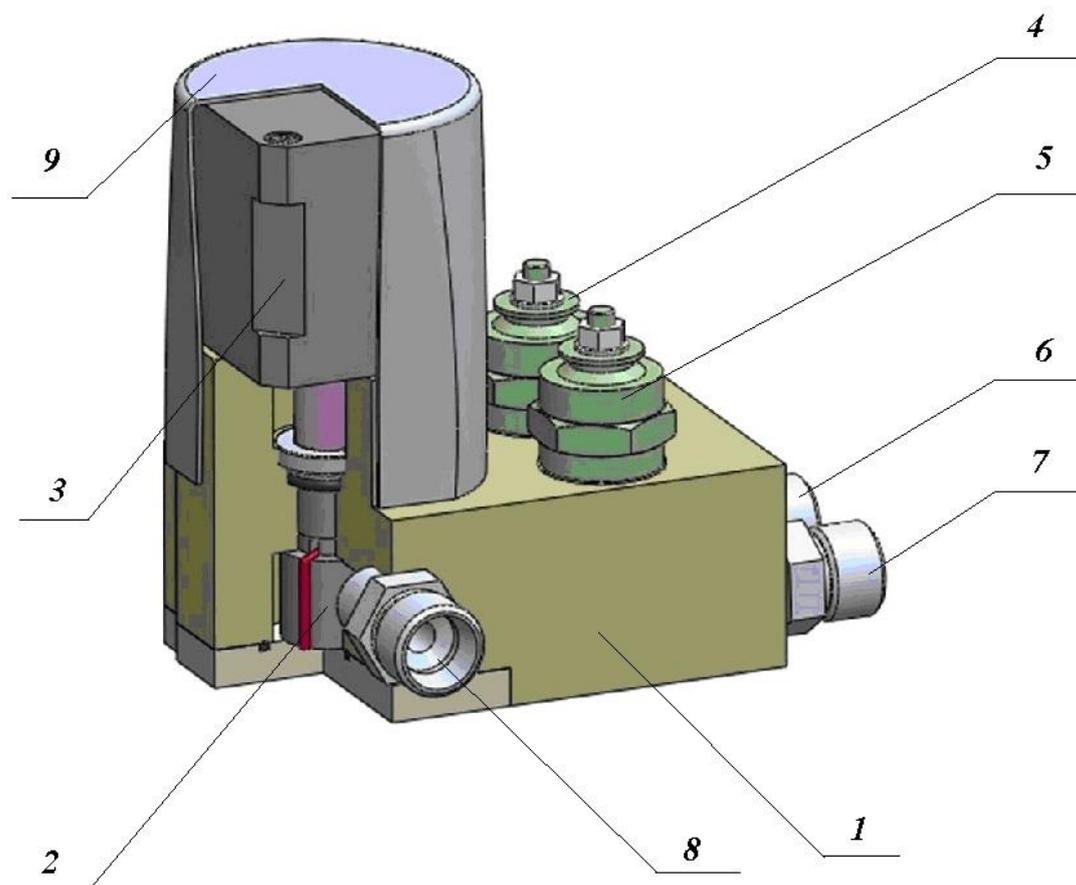
Поэтому разработка мехатронного модуля системы подкачки масла является актуальной задачей.

Требования к разрабатываемому мехатронному модулю:

- простота и надежность конструкции;
- возможность осуществления как долива, так и принудительного слива масла при его замене;

- возможность оперативного изменения производительности масляного насоса.

Объемная модель разработанного модуля приведена на рисунке.



Объемная модель мехатронного модуля

- 1 – корпус модуля; 2 – ротор насоса с пластинами; 3 - шаговый двигатель;
4 – электромагнитный клапан залива; 5 – электромагнитный клапан слива;
6 – штуцер картера; 7 – штуцер для слива отработавшего масла;
8 – штуцер подвода чистого масла; 9 – кожух шагового двигателя**

В качестве масляного насоса использовался пластинчатый (шиберный) насос 2, так как он имеет ряд преимуществ перед насосами другого типа:

- низкий уровень шума при работе;
- повышенную надежность, обусловленную простотой конструкции;
- работу в режиме реверса;
- организацию точного дозирования с помощью насоса;
- все параметры постоянны на всем сроке службы насоса;

- компактность;
- допускается кратковременная работа на сухом ходу, не требуется предварительное заполнение корпуса маслом.

В качестве приводного устройства использовался шаговый двигатель 1. Это обосновано возможностью точного дозирования масла, а также обеспечением высокой надежности, ввиду отсутствия изнашиваемых элементов.

В корпус масляного насоса встроены электромагнитные клапаны 4 и 5, предотвращающие самопроизвольное перетекание моторного масла между резервуарами и масляным картером двигателя. Клапаны - нормально-закрытые, прямого действия. Запорные элементы выполнены из маслостойкого материала.

Изготовленный опытный образец мехатронного модуля показал его надежную работу.

УДК 629.113

Шарапов А. М. (Россия, г. Владимир, ВЛГУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

В настоящее время основным традиционным источником энергии на автомобильном транспорте, используемом при запуске двигателя, является стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи.

Первый образец такой батареи был предложен и изготовлен более 150 лет назад французским инженером Гастоном Планте. Несмотря на значительные усовершенствования конструкции, их принцип работы остался практически неизменным.

Обладая неоспоримыми преимуществами, такими как сравнительно низкая стоимость, простота производства и высокие токи разряда, свинцово-кислотные аккумуляторные батареи обладают рядом существенных недостатков:

- низкая энергетическая плотность и, следовательно, большой вес аккумуляторных батарей, что ограничивает их применение в стационарных и подвижных объектах;

– значительное снижение ресурса при глубоком разряде и длительном хранении в разряженном состоянии;

– существенное снижение показателей при низких температурах;

– низкие экологические характеристики.

Ужесточение требований к экологическим характеристикам транспортных средств заставляет производителей автомобилей идти по пути по гибридации силовых агрегатов и применения более совершенных систем электронного управления.

В этой связи, актуальным становится разработка перспективных и совершенствование существующих источников энергии.

В качестве перезаряжаемых источников энергии современная электронная техника широко использует энергонакопительные электрические конденсаторы (оксидно-электролитические, керамические, с органическими диэлектриками и т. д.) и электрохимические источники тока.

При использовании в качестве источников тока энергонакопительные электрические конденсаторы имеют ряд преимуществ перед традиционными аккумуляторами:

- эксплуатация в широком интервале температур (от -60 до +125 °С и выше) без обслуживания и замены в течение всего срока службы (до 20 лет и более);

- большое количество циклов в режиме «зарядка-разрядка» (более 10⁶ циклов) без заметного ухудшения параметров;

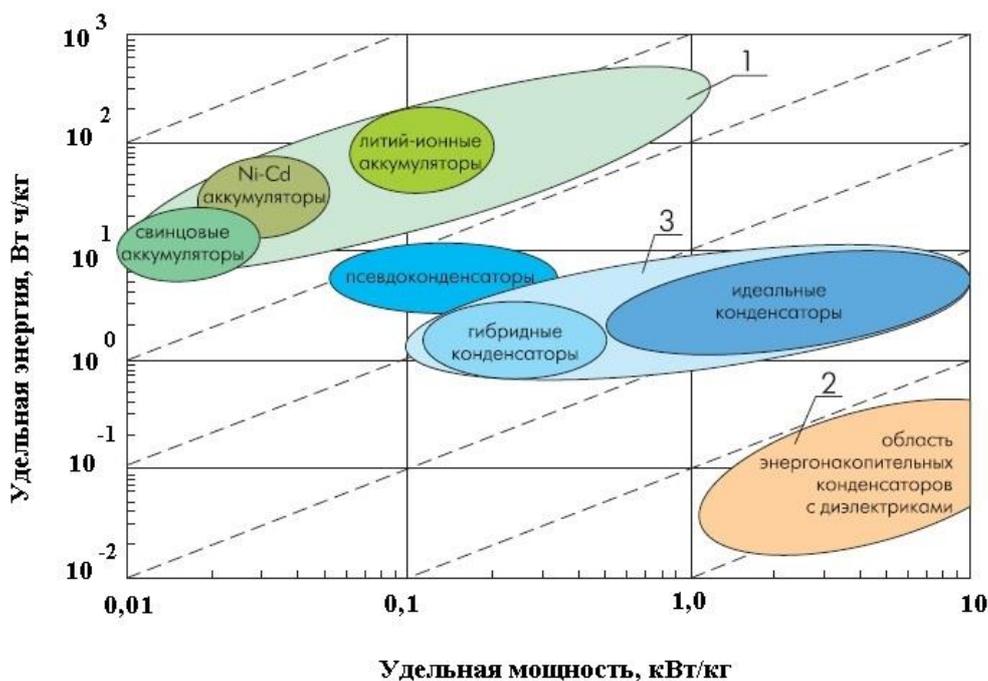
- высокая удельная мощность;

- зарядка большими токами;

- быстрое время зарядки.

Существенный вклад в повышение эффективности конденсаторов стало создание и развитие производства нового типа энергонакопительных электрических конденсаторов с двойным электрическим слоем (ионисторов) – известных под названием суперконденсаторы, гиперконденсаторы (Япония), ультраконденсаторы (Германия, США), электрохимические конденсаторы» (Франция, Канада) и т. п.

На рис. 1 представлены сравнительные характеристики современных накопителей электрической энергии.



**Рис. 1. Сравнительные характеристики накопителей электрической энергии [1]:
1 – аккумуляторы; 2 – оксидо-электролитические конденсаторы; 3 – ионисторы**

Основные области применения суперконденсаторов на транспорте:

- системы бортового электропитания вагонов метрополитена;
- системы бортовых пусковых устройств;
- переносные пусковые устройства для использования на автопредприятиях;
- источники импульсной мощности для разгона электромобилей и рекуперации энергии;
- транспорт для закрытых помещений;

Уникальное сочетание удельной энергии, удельной мощности и большого количества циклов в режиме «зарядка-разрядка» в конденсаторах с двойным электрическим слоем эффективно используется в новых разработках электромобилей.

Основной источник электроэнергии в этих изделиях, обеспечивающий требуемую величину пробега, - батарея топливных элементов или аккумуляторов – защищен от перегрузок модулем из последовательно соединенных конденсаторов с двойным электрическим слоем. Это дает неоспоримые преимущества:

- увеличение ускорения автомобиля до необходимой скорости движения;

- осуществление рекуперации при торможении;
- увеличение срока службы основного источника энергии.

Отечественные производители суперконденсаторов:

- ЗАО «ЭЛИТ», г. Курск;
- ООО "Технокор", г. Пушкино Моск. обл;
- ОАО "Элеконд", г. Сарапул Удмуртия;
- ООО "ТЭЭМП", г. Химки Моск. обл.;
- ООО "Ультраконденсаторы Феникс", г. Москва;
- АО "Новосибирский завод радиодеталей «Оксид».

Зарубежные производители:

- NEC-Tokin, Nippon-Chemicon, Panasonic, Power Systems - Япония;
- Elna, Maxwell Technologies, Evans Capattery - США;

NessCap, LS Cable - Корея;

Bat Scar - Франция;

Так, например, конденсаторы компании «Evans Capattery» – это высоконадежные двухуровневые углеродистые электрохимические конденсаторы. Конденсаторы рассчитаны на рабочее напряжение 5.5 и 11 В, ёмкость от 0.5 F до 1.5Ф, имеют герметичный сварной корпус из тантала с защитным селективным клапаном (Permselective™). Они обеспечивают энергию в системах резервного питания в диапазоне температур от -55 до 85 °С, выдерживают удар, вибрацию, и жесткие условия эксплуатации, которые выводят из строя другие конденсаторы. Не высыхают как электролитические конденсаторы, и не имеют эффекта памяти, как NiCd аккумуляторы, могут быть заряжены и разряжены бесконечное число раз.

Конденсаторы могут быть соединены в батареи из трёх или шести конденсаторов, включая необходимые резисторы.



Рис. 2. Модульная сборка «Evans Capattery» из трех конденсаторов [2]

В настоящее время в суперконденсаторах все чаще используется пористый углеродный материал (активированный уголь), который позволяет довести площадь обкладок до 2500 квадратных метров на грамм, что, в свою очередь позволяет довести емкость конденсатора до 250 фарад на грамм. Использование нанотрубок даст возможность увеличить эти показатели на порядки, а пробег электромобиля на одном заряде аккумулятора — с 50 до 500 километров.

Включенный в электросеть автомобиля, суперконденсатор вместе с аккумуляторной батареей способен обеспечить требуемое напряжение в сети и импульс тока в начальный период пуска двигателя. Тяжелые грузовики уже оснащаются суперконденсаторами в системе пуска, что позволяет использовать на автомобилях аккумуляторные батареи меньшей емкости.

Помимо бортовых пусковых устройств на суперконденсаторах разработаны и применяются подобные переносные пусковые устройства для использования на автопредприятиях. Они обычно подключаются к промышленной электросети, но могут заряжаться и от автомобильной аккумуляторной батареи. Благодаря малому времени заряда переносные пускатели позволяют осуществить за короткое время большое количество запусков холодных двигателей.

АО «НПО «ТехноКор» основанное в 1997 году, разрабатывает и производит молекулярные накопители энергии емкостного типа (МНЭ), средства запуска двигателей внутреннего сгорания (в том числе газотурбинных двигателей), а также средства обеспечения предпускового подогрева.

МНЭ относятся к классу симметричных двойнослойных суперконденсаторов биполярной конструкции в герметичном корпусе на основе активированных углей, в связанном водном щелочном электролите. Данная система обладает достаточно высокими энергетическими и мощностными характеристиками для эффективного применения в качестве быстро заряжаемого источника тока с рабочим напряжением заряда до 500 В.

Номенклатура МНЭ включает более 30 моделей изделий со следующими диапазонами параметров и типовыми эксплуатационными характеристиками:

- электрическая емкость 0,1—500 Ф;
- напряжение заряда 12—350 В;
- энергия 5—150 кДж;
- ток разряда 0,5—5000 кА;
- мощность импульсного разряда до 50 кВт;

- удельная энергия 1—5 кДж/дм³;
- температурный диапазон от – 45°С до +60°С;
- срок службы ~ до 15 лет.

Суперконденсаторы применены в опытной модели городского экологически чистого транспортного средства "Электробус ТРОЛЗА-52501" (г. Энгельс Саратовской обл.) с гибридной силовой установкой, работающей на природном газе и литий-ионных аккумуляторах

В России ведущим производителем суперконденсаторов и пусковых устройств на их основе является ЗАО «ЭЛИТ» в Курске. В частности, для запуска двигателей грузовиков и тракторов производятся переносные установки «Гарпун-Миди» и «Гарпун-М».

Системы пуска двигателей "Гарпун" обеспечивают зимний пуск грузовых (КамаЗ, Газ, МаЗ, КраЗ, ЗИЛ, Volvo, ПАЗ и др.) и легковых (УАЗ, ЖЕЕР, BMW и др.) автомобилей с бортовой сетью 24 и 12 В. Высокая готовность, пуск каждые 30 с, отсутствие специального обслуживания и расходных материалов.

Библиографический список

1. Конденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы): разработка и производство. Компоненты и технологии. 2005. № 6.
2. The Evans Capacitor Company. [Электронный ресурс], – https://www.avantispb.com/files/evans/evans_brochure_rus.pdf. Дата обращения 06.10.2022.

УДК 629.113

Шарапов А. М. (Россия, г. Владимир, ВЛГУ)

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНОГО ПУСКА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Система электростартерного пуска предназначена для прокручивания коленчатого вала с заданным крутящим моментом и частотой вращения.

Об ее эффективности можно судить в полной мере при запуске двигателя при значительных отрицательных температурах.

В этих условиях на пусковые качества отрицательно влияет комбинация следующих факторов:

- топливовоздушная смесь хуже испаряется и воспламеняется;
- загустевшая смазка увеличивает механические потери на прокручивание, что неизбежно приводит к увеличению крутящего момента стартера и снижению частоты вращения двигателя;

- низкая температура и повышенная вязкость электролита в аккумуляторной батарее замедляет электрохимические процессы, приводит к существенному увеличению вязкости электролита внутри активной массы пластин;

- возросшее общее внутреннее сопротивление аккумулятора приводит к падению напряжения на полюсах аккумуляторной батареи и соответственно уменьшению тока в цепи стартерной обмотки и, как следствие, уменьшению крутящего момента, развиваемого стартером.

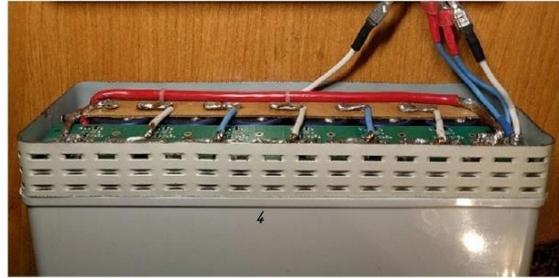
Проблема зимнего пуска двигателя решается комплексно: используются пусковые жидкости для улучшения воспламенения топливовоздушной смеси, зимние масла, подогреватели масла и аккумуляторов, источники дополнительной электроэнергии, т.е. пусковые устройства.

В последние годы на современных легковых автомобилях стали устанавливаться конденсаторные пусковые устройства, работающие совместно с классической аккумуляторной системой пуска. Это стало возможным благодаря разработке электрохимических импульсных конденсаторов сверхвысокой энергоемкости, которые оказались удобным средством хранения электрической энергии на борту автомобиля и получили название суперконденсаторов. Включенный в электросеть автомобиля, суперконденсатор вместе с аккумуляторной батареей способен обеспечить требуемое напряжение в сети и импульс тока в начальный период пуска двигателя.

В России ведущим производителем суперконденсаторов и пусковых устройств на их основе является ЗАО «ЭЛИТ» в Курске.

В этой связи задачей настоящего исследования являлась разработка системы электростартерного пуска легкового автомобиля с использованием джамп-стартера (пускозарядное устройство) с встроенной суперконденсаторной батареей (рис. 1).

Внешний вид



Характеристика:

- номинальное выходное напряжение 16 вольт;
- емкость 95 фарад;
- энергия 12,2 килоджоулей;
- заряд до 16 вольт от любого источника постоянного тока напряжением 7-35 вольт;
- индикация выходного напряжения;
- активное охлаждение встроенного преобразователя и силовых ключей платы балансировки.

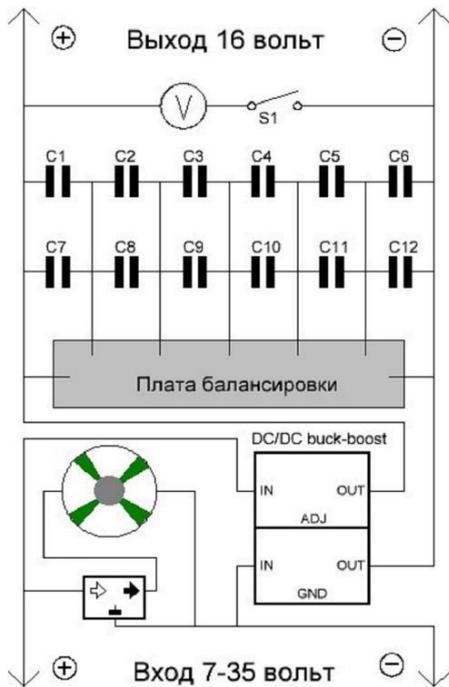


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема джамп-стартера

Разработанная структурная схема электростартерного пуска представлена на рис. 2.

Основу системы составляет микропроцессор 1, получающий информацию о состоянии концевых выключателей ручного тормоза 5 и сцепления 6, датчика положения коленчатого вала 17 и датчика температуры ОЖ 18. Запуск и глушение двигателя осуществляется с помощью кнопки 2. При запуске для увеличения стартерного тока происходит отключение потребителей 2-й группы 14 коммутатором 8 и питание подается только на потребители 13, обеспечивающие работу системы зажигания. Если при стартерном пуске напряжение на клеммах аккумуляторной батареи падает ниже 10,5 В, к аккумуляторной батарее через коммутатор 12 подключается модуль конденсаторов 11.

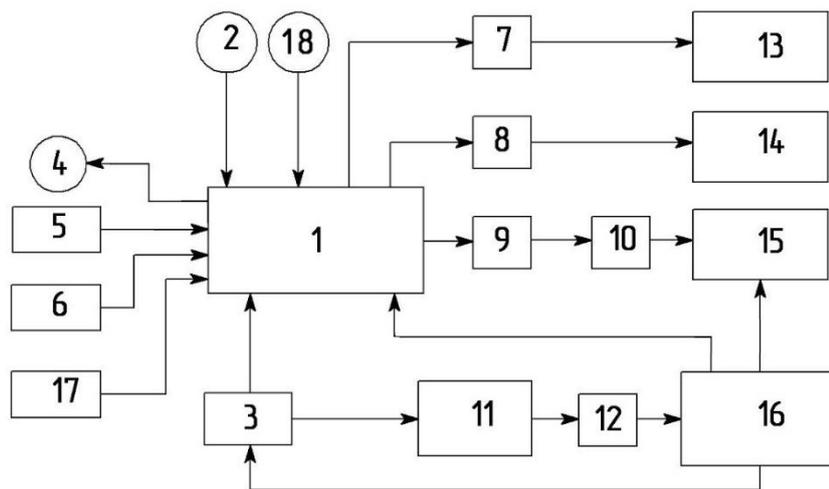


Рис. 2. Структурная схема электростартерного пуска: 1- микропроцессор; 2 – кнопка «Старт/Стоп»; 3- блок питания; 4 – устройство индикации; 5 – концевой выключатель ручного тормоза; 6 - концевой выключатель сцепления; 7,8,9,12 – коммутатор; 10 – втягивающее реле стартера; 11 - модуль конденсаторов; 13 – потребители «группы зажигание»; 14 – потребители 2-й группы; 15 – стартер; 16 - аккумуляторная батарея; 17 – датчик положения коленчатого вала; 18 – датчик температуры ОЖ

Принципиальная электрическая схема системы электростартерного пуска приведена на рис. 3.

В качестве основного процессора блока управления выбран микроконтроллер PIC 12F629.

Для питания микроконтроллера применен линейный стабилизатор L7805. Для сглаживания пульсаций используются два параллельно подключенных конденсатора, а на выходе из модуля и один на входе.

Концевые выключатели стояночного тормоза и сцепления подключаются к выводу RA4 через диод и резистор номиналом 33 КОм. Информация о текущем напряжении аккумуляторной батареи подается на вход RA1 с помощью делителя напряжения на резисторах R17 - R-19 и потенциометра R18.

Транзисторы VT1-VT5 – АО3400 полевые N-типа, транзистор VT6 – АО3401 полевой P- типа.

Коммутация цепей втягивающего реле, групп потребителей и зажигания, а также модуля конденсаторов осуществляется с помощью электромагнитных реле К1 – К7 отечественного производства 71.3747-21.

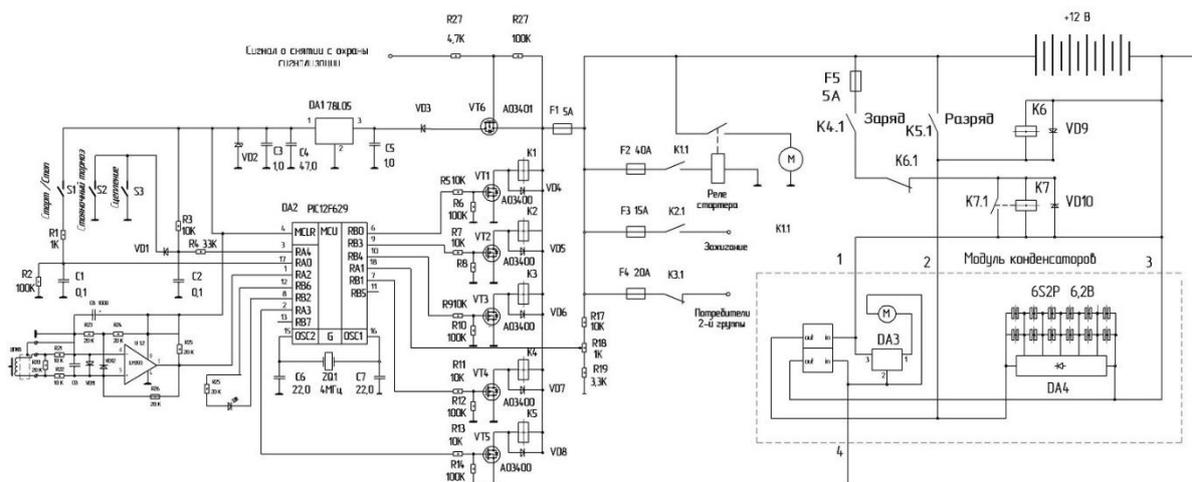


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема электростартерного пуска

Система конденсаторного пуска представляет собой блок конденсаторов 6S2P, управляемых встроенным контроллером питания. Подключаются через DC-DC- преобразователь. Питание блок конденсаторов получает от аккумуляторной батареи через DC-DC- преобразователь.

Разработанная система имеет следующие преимущества:

- позволит запускать двигатели даже с разряженными до 7 В аккумуляторами;
- использование буферного режима работы системы облегчает запуск двигателя, позволяет продлить срок службы АКБ в 2-4 раза;
- минимизирует колебания напряжения бортовой сети и уровень помех в ней.
- конденсаторы не требуют обслуживания;
- надежный запуск при отрицательных температурах;
- безопасность при хранении и эксплуатации.

Библиографический список

1. Современные автомобильные пусковые устройства. Альманах современной науки и образования, № 11 (30) 2009, часть 1.
2. Суперконденсаторный джамп стартер - гарантированно запускаем двигатель в случае разрядки АКБ. [Электронный ресурс]. – <https://mysku.club/blog/diy/78328.html>. Дата обращения 06.10.2022.

УДК 665.765

М. Ю. Юнусов, Р. А. Давлатшоев, Б. Ж. Мажитов

(Республика Таджикистан, г. Душанбе, ТТУ им. акад. М.С. Осими)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Аннотация

До сих пор нет единого мнения о механизме структурообразования пластичных смазок в процессе приготовления. На получение качественной пластичной смазки существенно влияют природа дисперсионной среды и дисперсной фазы, рецептура и температурный режим процесса синтеза конечного продукта. Использование масла минерального происхождения в роли дисперсионной среды с определенной кислотностью, позволяет получить смазки с хорошими объемно-механическими свойствами, но дальнейшее повышение кислотного числа может способствовать разупрочнению структурного каркаса пластичной смазки. Чтобы выявить степень влияния природы дисперсионной среды на объемно-механические и триботехнические свойства пластичных смазок, в данной статье предлагается моделирование процесса окисления углеводородов индивидуальной олеиновой кислотой, имитирующее слабые органические кислоты, появляющиеся в процессе работы двигателя внутреннего сгорания в составе моторного масла. Показано, что регулирование порогового значения кислотного числа отработанного моторного масла, путем его неглубокой очистки, позволяет получить регенерат вполне пригодный для использования его в качестве дисперсионной среды пластичных смазок общего назначения.

Ключевые слова: автомобильные двигатели, моторные масла, дисперсионная среда, продукты окисления, пластичные смазки

1. Введение

Типологические узлы современных автомобилей невозможно представить без качественного смазочного материала. С развитием техники и технологии, повышаются требования к данным рабочим телам различных сопряжений. Наряду с жидкими смазочными маслами, для обеспечения

надежности и долговечности трибоузлов, немаловажная роль принадлежит пластичным смазкам. Преимущество последних перед жидкими углеводородами заключается в возможности применения их в открытых узлах трения. Пластичные смазки, для уменьшения трения и износа в машинах и защиты металлов от коррозии, применяют в течение многих лет. Их ассортимент значительно расширился, а мировое их производство

К качеству пластичных смазок, применяемых в трибологических узлах современных автомобилей, предъявляют высокие требования. Данный показатель в немалой степени зависит от природы и свойств одного из компонентов пластичной смазки – дисперсионной среды, в качестве которого в основном используют масла нефтяного происхождения.

В последние годы с целью частичного решения проблем вторичного применения отработанных моторных масел (ОММ) ведутся научно-поисковые работы по использованию последних в роли дисперсионной среды консистентных смазок общего назначения [1, 2]. В структуре ОММ продукты окисления играют роль поверхностно-активных веществ, и потому, как и детергенты, могут заметно повлиять на процесс структурообразования пластичных смазок, а также на их триботехнические показатели.

В этой связи в данном направлении представляет научный интерес установление влияния продуктов окисления на объемные и поверхностные свойства получаемых олеогелей.

2. Постановка эксперимента

Во избежание влияния различных факторов, связанных с составом отработанного масла, глубиной окисления и концентрации присадок, были приготовлены модельные смазки, позволяющие изучать объемно-механические и другие свойства пластичных смазок на основе отработанных моторных масел в роли дисперсионной среды [4].

В роли модели дисперсной фазы служила олеиновая кислота, а модели дисперсионной среды – не содержащее присадок нефтяного происхождения веретенное масло. Олеиновая кислота является представителем индивидуальных жирных кислот (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика олеиновой кислоты

Показатели	Значения
Формула	$C_{17}H_{33}O_2$
Молекулярная масса	282,5
Кислотное число, мг КОН/г	190
Температура плавления, °С	15,4
Температура кипения, °С	286

Выбранные объемно-механические и триботехнические параметры смазок контролировали стандартными методами.

Как известно, в число наиболее типичных продуктов окисления, образующих при старении (срабатывания) моторного масла, входят кислые продукты, относящиеся к слабым органическим кислотам [5, 6, 7].

В роли базового масла, т.е. дисперсионной среды, было использовано веретенное масло МГ-22А, которое является компонентом большинства современных моторных масел, характеристики которого представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика веретенного масла МГ-22А

Наименование показателя	Величина показателя	Метод испытания
Кинематическая вязкость, мм ² /с, при температуре		ГОСТ 33 -66
20 ⁰ С	47	
50 ⁰ С	12	
100 ⁰ С	3,7	
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	0,026	ГОСТ 5985
Зольность, %	0,0038	ГОСТ 1461
Содержание водорастворимых кислот и Щелочей	отсутств.	ГОСТ 6307
Содержание мех. примесей, %	отсутств.	ГОСТ 6370
Температура вспышки в открытом тигле, °С	172	ГОСТ 4333
Температура застывания, °С	-45	ГОСТ 20287

В модельную дисперсионную среду вводились присадки: сульфонатная С-150 и фенолятная ВНИИНП-714, все в количестве 3% (масс.). Как из-

вестно, С-150 обладает моюще-диспергирующим, а ВНИИНП-714 - нейтрализующим и антиокислительным действием, характеристики которых приведены в табл. 3, 4.

Таблица 3

Характеристики сульфонатной присадки С-150

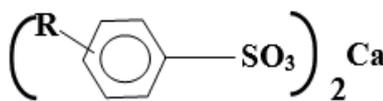
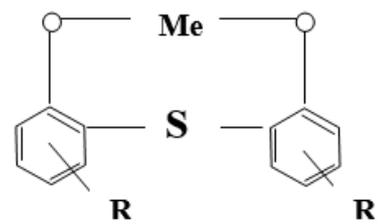
Показатели	Значения
Структурная формула	
Кинематическая вязкость при 100 ⁰ С, мм ² /с, не более	50
Щелочное число, мг КОН/г	120-150
Массовая доля, %:	
сульфоната кальция, не ниже	28
сульфатной золы	17-24
механических примесей, не более	0,08
воды, не более	0,12
Температура вспышки в открытом тигле, ⁰ С, не ниже	180
Растворимость в масле	Полная

Таблица 4

Характеристики фенолятной присадки ВНИИНП-714

Показатели	Значения
Структурная формула	
Кинематическая вязкость при 100 ⁰ С, мм ² /с, не более	150
Щелочное число, мг КОН/г	140
Массовая доля, %:	
сульфоната кальция, не ниже	≤21
сульфатной золы	3,0-5,0
механических примесей, не более	0,08
воды, не более	0,1
Температура вспышки в открытом тигле, ⁰ С, не ниже	170
Растворимость в масле	полная

Были подготовлены образцы масел с различной концентрацией олеиновой кислоты для нейтрализации детергентов. Олеиновая кислота имитирует органическую кислоту, т.е. продукта образующегося в результате окисления моторных масел в двигателях внутреннего сгорания. В зависимости от изменения показателя электропроводности определяли содержание олеиновой кислоты.

Были приготовлены по четыре образца масла с присадками, содержание кислоты в которых соответствует точкам 1 - 4 на кривой обобщенной зависимости (рис. 1). На кривой обозначены:

1 – начала точка процесса нейтрализации детергента (концентрация кислоты – 0,01 мг КОН/г);

2 – предел нейтрализующего запаса детергента (концентрация кислоты – 1 мг КОН/г);

3 – точка эквивалентное равновесию системы (концентрация кислоты – 1,5 мг КОН/г);

4 – точка соответствующая области за пределами нейтрализующей способности детергента (концентрация кислоты – 2 мг КОН/г).

Используя данные образцы, были приготовлены гидратированные кальциевые и литиевые смазки.

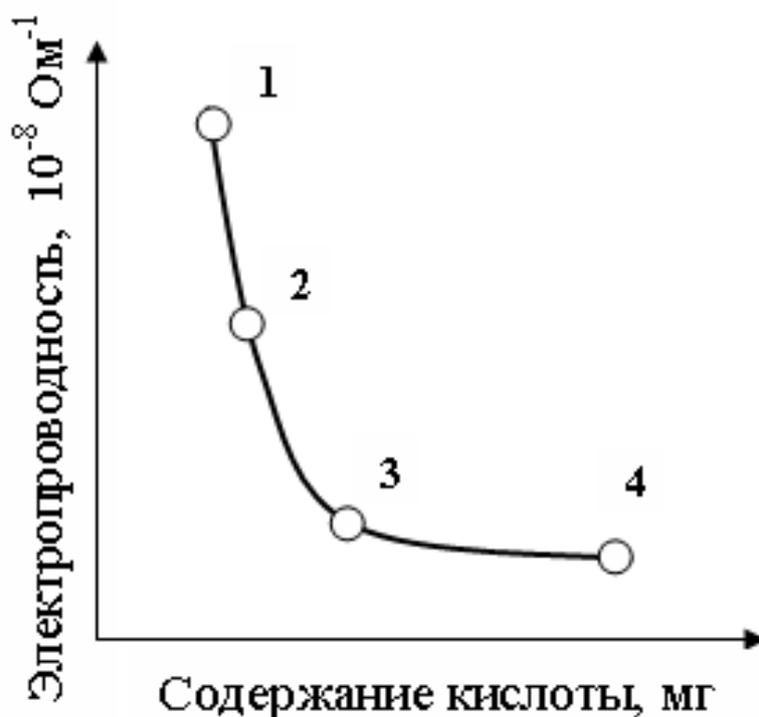


Рис. 1. Зависимость изменения электропроводности масла МГ-22А в зависимости от содержания олеиновой кислоты

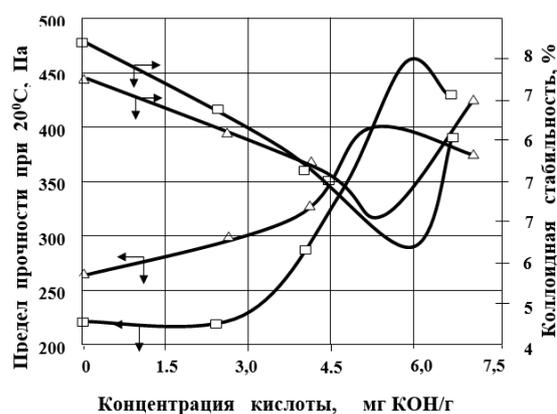
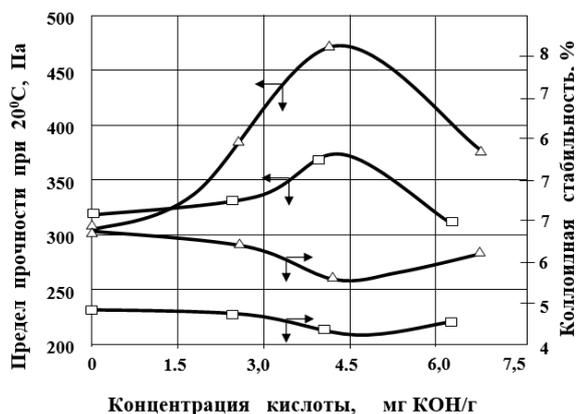
3. Обсуждение полученных результатов

Установлено, что с увеличением кислотности до точки нейтрализации симбатно улучшаются объемно-механические свойства подготовленных образцов (табл. 5).

Таблица 5

Влияние олеиновой кислоты на триботехнические свойства смазок
(МГ-22А + 3% С-150 + 12% Li St)

Дисперсионная среда	Содержание кислоты, мг КОН/г	Критическая нагрузка, Н	Диаметр пятна износа, мм
МГ-22А+ +3%С-150	0	580	0,65
	2.05	600	0,67
	4.10	620	0,68
	6.16	680	0,72
МГ-22А+ +3%В-714	0	750	0,58
	2.12	800	0,70
	4.24	860	0,82
	6.36	740	0,85



а) Гидратированная кальциевая смазка (ДЖК хлопковых масел)

б) Литиевая смазка (Li St)

Рис. 2. Изменение объемно – механических свойств смазок в зависимости от содержания олеиновой кислоты. На рисунке обозначены:

—□— С-150
—△— В-714

Скорее всего, это связано с тем, что нейтрализующее действие олеиновой кислоты на используемый детергент позволяет в какой-то мере предотвратить его разупрочняющее действие на формирование структуры мыла.

Однако предел прочности у смазок, приготовленных на свежем МГ-22А, установленный ранее проведенными исследованиями, значительно выше (690 Па – для литиевой и 540 Па – для гидратированной кальциевой). В данном случае это происходит из-за образования надмицеллярных структур в связи молекулы жирной кислоты – детергенты, которые обладают необходимой поверхностной активностью и вполне могут повлиять на процесс структурообразования мыла.

Дальнейший избыток кислоты ведет к разупрочнению структуры смазки, что коррелирует с результатами опытов, ранее проведенных учеными [3].

Введение моющедиспергирующих присадок значительно улучшает противозадирные характеристики смазок, а противоизносные характеристики несколько ухудшаются (табл. 5).

4. Заключение

Таким образом, установлено, что высокомолекулярные органические кислоты, образующиеся в процессе окисления углеводородов масла, до определенной концентрации способны улучшать объемно-механические и триботехнические свойства смазок, а дальнейшее увеличение концентрации кислоты ведет к разупрочнению структуры пластичной смазки. Полученные результаты показывают, что в качестве дисперсионной среды пластичных смазок общего назначения можно использовать отработанные моторные масла автомобильных двигателей после отстоя и неглубокой очистки от продуктов окисления.

Библиографический список

1. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов : автореф. дис. канд. техн. наук, М.: 2006. – 25 с.
2. Евдокимов А. Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / Евдокимов А. Ю., Фукс И. Г., Шабалина Т. Н., Багдасаров Л. Н. ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. – М. : Нефть и газ, 2000. – 424 с.
3. Бодурбеков, Ф.С. Рациональное использование отработанных минеральных моторных масел / Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 1(45). – С. 216-219. – EDN BSTNXD.
4. Юнусов М.Ю. Рациональное использование отработанных минеральных моторных масел / Юнусов М.Ю., Бодурбеков Ф.С. // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (45) – 2019. – С. 197-200
5. Ищук Ю.Л. Технология пластичных смазок. – Киев: Наукова Думка, 1996. – 516 с.
6. Изменение качества моторного масла – индикатор текущего состояния автомобильных двигателей / Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Н.Б. Сахибов // Kishovarz. – 2018. – № 1. – С. 38-40. – EDN STQAJE.
7. Пластичные смазки на основе отработанных моторных масел энергоустановок наземного транспорта / М.Ю. Юнусов, М.А. Абдуллоев, А.Л. Бердиев [и др.] // Транспортные и транспортно-технологические системы : материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 16 апреля 2014 года / Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет» Уральское межрегиональное отделение Российской Академии транспорта (УрО РАТ); Ответственный редактор – Н.С. Захаров. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2014. – С. 293-298. – EDN SYFCMN.

СЕКЦИЯ
«БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И В ТЕХНОСФЕРЕ»

УДК 519.245:53.08

Ш. Ш. Амирсейидов, С. В. Фехретдинов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДСИСТЕМЫ
ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ ДИЛЕРСКИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ**

Персонал является самой активной, мобильной и прогрессивной подсистемой АТО. В конечном счете именно от персонала зависит успех и эффективность функционирования всей системы АТО. Однако следует подчеркнуть, что эффективность развития подсистемы «Персонал» напрямую зависит от мероприятий, направленных на повышение его квалификации, а также совершенствования системы мотивации, обучения и аттестации, разработки специальных учебных планов и программ.

Обучение – сложный социально-психологический процесс, который исследуется в различных аспектах разными науками: философией, социологией, экономикой, психологией, техникой и технологией. Каждая из них изучает свой предмет и свою цель: основополагающие закономерности функционирования и развития обучения (философия); социальные факторы, условия и феномены обучения (социология); экономические факторы (экономика); психические процессы (психология), технические особенности устройства, ТО и ТР (техника).

В связи с этим основной целью образования на производстве становится создание необходимых условий для обучения сотрудников как средства реализации их производственных обязанностей. То есть главный потребитель, на которого ориентируется сфера образовательных услуг, – это в первую очередь технический специалист с его индивидуальными образовательными потребностями. При определении цели и задач обучения необходимо выяснить индивидуальные особенности обучающихся, которые будут активно влиять на организацию и осуществление учебного процесса, а

также функционирование подсистемы обучения АТО в целом; сформировать у сотрудников устойчивую мотивацию к обучению, т.е. стойкого стремления к обучению.

Дистрибьютор (производитель) и ДСТОА несут ответственность за выполнение обязанностей своими сотрудниками. Для выполнения должностных обязанностей, технические специалисты должны обладать высоким уровнем квалификации.

Практический опыт подбора персонала в регионах Российской Федерации показал, что поиск специалистов высокого класса затруднителен, поэтому после поступления на работу новых сотрудников и их эффективного функционирования ДСТОА и дистрибьютор должны разработать программу по обучению с целью:

- повышения уровня технической квалификации инженерно-технических работников (ИТР) и механиков ДСТОА, чтобы предоставить потребителям продукции недорогие, быстрые и высококачественные ремонтные и профилактические услуги в любое удобное время;

- предоставления владельцам возможности безопасно и эффективно эксплуатировать АТС, сведя к минимуму затраты на ТО и ТР.

Инструктор (технический тренер) проводит обучение, ориентируясь на уровень квалификации основной части техперсонала или на основании требований крупных заказчиков АТС. Однако в зависимости от учебного плана самому инструктору необходимо пройти обучение в соответствии с предлагаемой иерархической схемой, представленной на рис. 1.



Рис. 1. Иерархия обучения в системе дилерских предприятий АТО

При проведении обучения технического персонала ДСТОА инструктор является организатором, умеющим сочетать следующие функции: эксперта, консультанта, психотерапевта. Для выявления объемов и характера производственного опыта и знаний обучающихся предусматриваются две задачи.

Первая задача – уяснение обучающимся контекста обучения, т.е. всех условий профессиональной деятельности, в которых будет осуществляться их обучение и эффективность данного учебного процесса.

Вторая задача – определение возможностей использования в процессе обучения производственного опыта обучающихся. Следовательно, для успешного достижения этих задач необходимо привлекать индивидуальный профессиональный опыт обучающихся для более наглядного и достоверного обучения других коллег. В профессиональном опыте технических специалистов следует учитывать следующие два момента:

Во-первых, наличие практических навыков в сфере деятельности по эксплуатации, ТО и ТР АТС. Если обучение сотрудника происходит в этих сферах, то наличием указанных практических навыков может служить:

- а) база для дальнейшего обучения данного специалиста;
- б) источник обучения его коллег;
- в) объект систематизации и теоретического обоснования для придания четкости системы подготовки в данной области обучения.

Во-вторых, для выполнения профессиональных обязанностей необходимо определить уровень компетентности специалистов. Следовательно, здесь важно учитывать наличие определенной предварительной подготовки обучающихся в области устройства, ТО и ТР АТС.

Выявление индивидуальных особенностей обучающихся имеет огромное значение для организации эффективного обучения в системе АТО. Индивидуализация обучения позволяет учесть такие индивидуальные особенности обучающихся, которые напрямую связаны с процессом усвоения учебного материала. Здесь необходимо подчеркнуть, что для людей экстравертивного когнитивного стиля восприятия информации необходимы источники с большим количеством наглядных материалов (иллюстраций, таблиц, схем, рисунков, моделей), а также практические занятия с ними.

При обучении технических специалистов, склонных к быстрым суждениям, исключительно полезны все те формы, которые помогают спланировать учебный процесс и успешно реализовать его. Преподавателю следует оказывать помощь обучаемым в их самосовершенствовании. Далее необходимо создать прогностическую функциональную модель компетентности, которую должен достичь в процессе обучения конкретный обучаемый с целью изменения своей жизненной ситуации. Модель компетентности – это знания, умения, навыки, качества и ценностные ориентации, необходимые для выполнения той или иной технической операции.

Таким образом, в соответствии с рис. 1, инструктор должен определить объем, набор и характер тех знаний, умений, навыков и качеств, овладев которыми обучаемый сможет эффективно выполнять должностные обязанности и тем самым решать поставленные перед ним производственные задачи.

Функции активных участников процесса обучения на этапе построения подсистемы обучения также различны. Обучающий выполняет следующие функции:

- 1) эксперта в области обучения технических специалистов, в частности технологии самостоятельной деятельности обучающегося на производстве;
- 2) организатора совместной с обучающимися и их производственной деятельности;
- 3) наставника и консультанта, оказывающего прямую и косвенную поддержку в стремлении к обучению.

Выполняя указанные функции, инструктор консультирует обучающихся по вопросам устройства, ТО и ТР АТС, оказывает им помощь в овладении навыками проведения самостоятельной работы, организует совместную работу с обучающимися, формирует и поддерживает у них устойчивую мотивацию к обучению.

Обучающийся на данном этапе выступает в роли участника совместной с инструктором учебной деятельности, в частности, по диагностике своих образовательных потребностей, когнитивного и учебного стилей.

Формирование цели, задач обучения, функций, объема и характера опыта и знаний участников учебного процесса, а также его результата можно определить графическим образом, представленным на рис. 2.

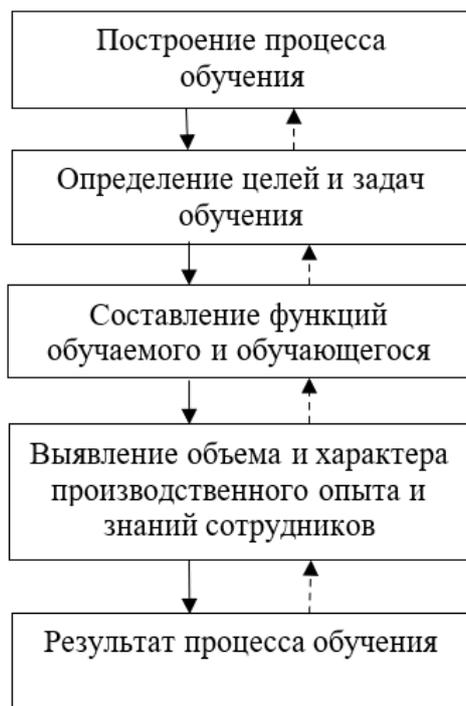


Рис. 2. Структурная схема определения основных этапов при проведении обучения

Определив указанные выше действия, осуществив рассмотренную цель и ее задачи, рассмотрев функции обучающего и обучаемого в результате получаем достаточно ясное представление об основных индивидуальных особенностях учебного процесса, в соответствии с которыми необходимо построить эффективную подсистему обучения в системе дилерских предприятий АТО.

Библиографический список

1. Еремеев С.Р. Эффективное управление качеством работы на предприятиях автотехобслуживания. М., 1998. – 32 с.
2. Латышев М.В. Повышение эффективности управления процессами автотехобслуживания на основе планирования их уровня качества. Владимир, 2005. – 339 с.
3. Ш.А. Амирсейидов, К.И. Разговоров. Практические аспекты эффективности функционирования дилерских предприятий автотехобслуживания. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 113 с.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ ДИЛЕРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ (АТО)

Стремительное увеличение продаж АТС повлекло за собой огромные инвестиции в строительство дилерских предприятий АТО. Такое развитие дилерской сети поставило остро вопрос по подготовке квалифицированного персонала в сжатые временные рамки в условиях производства.

Следует особенно подчеркнуть, что постоянное конструктивное усложнение АТС предъявляет повышенные требования к квалификации ремонтных рабочих и ИТР, обуславливает необходимость совершенствования системы подготовки кадров на уровне дилерских предприятий АТО.

Обучение персонала ДСТОА в автомобильных представительствах (дистрибьюторах) и за рубежом стало дорого и малоэффективно, поэтому целесообразно организовывать небольшие учебные отделы на площадях ДСТОА. В этой связи предлагается рассмотреть схему по подготовке технического персонала на ДСТОА, графически представленную на рис. 1.

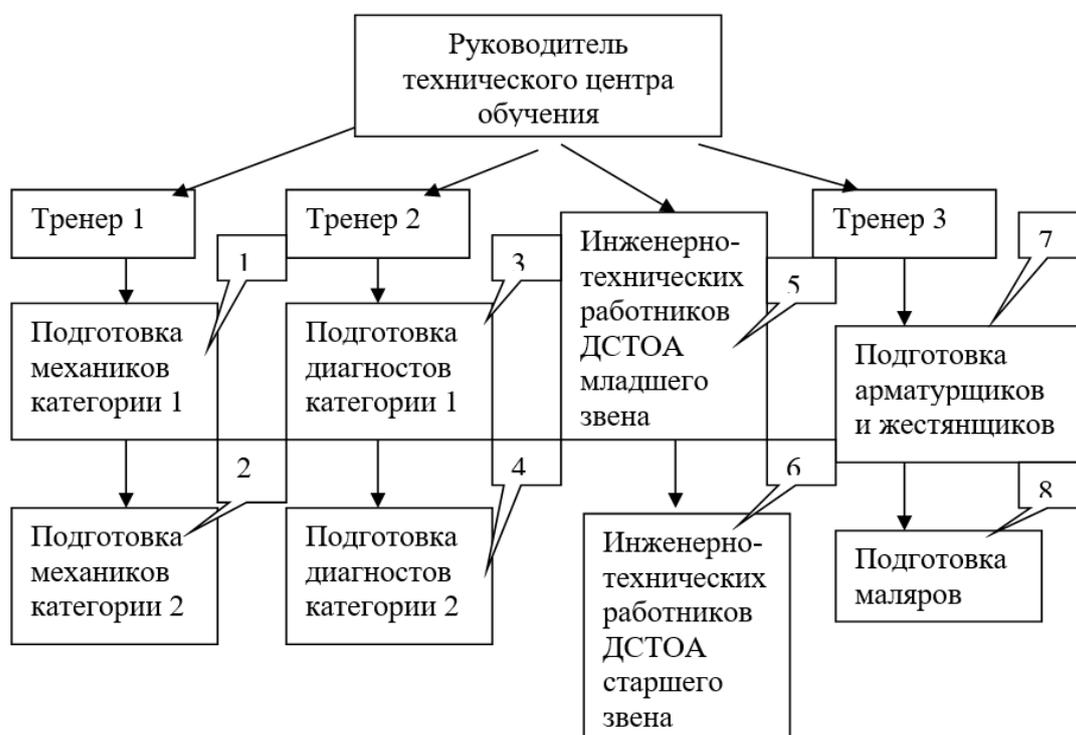


Рис. 1. Схема обучения персонала на ДСТОА

Данная методика предполагает содержание следующих учебных модулей:

Модуль 1. Производится подготовка механиков для выполнения работ по ТО, ознакомление с понятием периодичности, объема и номенклатуры производимых операций. Цель курса - обновление и расширение специальных знаний по общеремонтным работам. Тематика ориентирована на ознакомление с сопутствующими с ТО операциями (балансировка колес, ремонт шин, а также их монтаж-демонтаж; замена тормозных колодок и дисков и т.д.). Обучение диагностированию ходовой части автомобиля с использованием инерционных тормозных стендов и стендов по проверке и регулировке углов установки колес (статические стенды). Ознакомление с ремонтными работами по системам, обеспечивающим безопасность движения: передней и задней подвеске, рулевому управлению, тормозной системе и т.д. Учебный курс предоставляет теоретические и практические занятия, выдается раздаточный материал для самостоятельного обучения.

Модуль 2. Подготовка агрегатчиков. В этом блоке происходит обучение технологиям разборочно-сборочных, дефектовочных операций по основным агрегатам и узлам автомобилей. Курсы предусматривают просмотр учебных фильмов, теоретические и практические занятия.

Такой блок занятий рассчитан на более опытных механиков и рекомендуется как курс повышения квалификации, а также может быть рекомендован для ознакомления с новой автомобильной продукцией.

Модуль 3. Обучение основам электронной диагностики. Осуществляется знакомство со сканирующим оборудованием и электроникой автомобиля. Курс содержит ознакомление с технологией и принципами диагностирования. В данном случае производится имитация электронных неисправностей и выполняется отработка простых операций по их поиску и устранению.

Модуль 4. Здесь подразумевается обучение диагностов по программе нахождения сложных неисправностей (отработка по различным электронным цепям и схемам), а также ознакомление с особенностями конструкций новых моделей автомобилей. Слушателям прививаются навыки самостоятельной алгоритмизации диагностики. Кроме того, тематика подготовки может быть ориентирована исключительно на рекламации клиентуры.

Модуль 5. Обучение инженеров-технологов, менеджеров по закупке запасных частей, мастеров приемщиков правилам работы с каталогами ори-

гинальных запасных частей и трудовыми нормативами, необходимому документообороту на ДСТОА. Возможно ознакомление с WEB-порталами производителя.

Модуль 6. Осуществляется подготовка заведующих складами, мастеров цеха, инженеров по гарантии, сервис-менеджеров. Курс занятий заключается в обучении персонала основам складской логистики, политике производителя, специфике оказания автосервисных услуг, процедурам оформления гарантии; подготовка к решению вопросов по сложным дефектам.

Модуль 7. Обучение специалистов кузовного участка ДСТОА. Здесь происходит обучение работников по арматурным операциям. Разборка и сборка кузовных частей автомобилей: технология вырезания лобовых стекол, разборка и снятие дверей и т.д. Отработка навыков работы на стендах правки кузовов, освоение технологий рехтовочных операций. Курс содержит теоретическую часть и семинары для обсуждения проблемных вопросов обслуживания.

Модуль 8. Осуществляет подготовку к окрасочным работам. Включает обучение технологиям покрасочных операций в автомобильных окрасочных камерах. Возможен выезд на предприятия для практической отработки приемов окраски. Курс занятий предусматривает подготовку специалистов по подбору красок.

Предложная методика обучения специалистов по специализации выполняемых работ позволяет повысить квалификацию сотрудников, имеющих различную степень подготовки, в трехдневный срок без основного отрыва от производства.

Разграничение тренеров по обучению узкой специализации выполняемых работ позволило сократить время на подготовку к занятиям до двух рабочих дней.

Библиографический список

1. Еремеев С.Р. Эффективное управление качеством работы на предприятиях автотехобслуживания. – М., 1998. – 32 с.

2. Латышев М.В. Повышение эффективности управления процессами автотехобслуживания на основе планирования их уровня качества. – Владимир, 2005. – 339 с.

3. Ш.А. Амирсейидов, К.И. Разговоров. Практические аспекты эффективности функционирования дилерских предприятий автотехобслуживания. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 113 с.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА

Автомобильная экспертиза, особенно транспортно-трассологическая, следов транспорта назначается, если обнаружены следы, трактуемые как объект (орудие) преступления. Проблема более актуализируется в связи с ростом количества транспорта в Российской Федерации, а также познаний (компетенций) в транспортной трассологии. В автомобильной экспертизе решаются актуальные задачи диагностики, идентификации, классификации, экспертизы и верификации [1].

Идентификационные (так называемые «обратные») задачи ориентированы на «следы» события, например, ДТП, финансового мошенничества и др. Такими следами могут стать, в частности, следы шин, фрагменты деталей.

Главной классификационной задачей является разбиение на классы (по отношению к ситуации, рейтингу учитываемых факторов) [2]. В рамках транспортно-трассологической или иной экспертизы следует идентифицировать ключевые параметры:

- 1) место события (ДТП);
- 2) характер повреждения;
- 3) взаиморасположение объектов (фрагментов);
- 4) тип, вид транспорта, оставившего следы;
- 5) последовательность (ход) образования следов и др.

Решение направлено на объект ДТП, составной части события. Процесс следообразования оценивает вариативность (рейтинг) индивидуальных признаков. Основное внимание – присутствующим признакам совершенного ДТП. На их основе выдвигается стартовая (возможно, прецедентная) гипотеза о явлении, процессе. Гипотеза верифицируется, реализуется диагностическая транспортно-трассологическая экспертиза, которое тщательно протоколируется, начинается проведение следственных действий.

Байесовская методология (технология оценивания) широко применяется в задачах анализа данных с целью выбора альтернатив. Позволяет вы-

яснять причины событий, прогнозировать их, особенно в условиях неопределенности, неполноты и неточности информации, что часто встречается в задаче судебной экспертизы, например, автотранспортной или финансовой.

Судебно-экономическая автотранспортная экспертиза, как система (цель, элементы, структуры и ресурсов) имеет:

1) цель – изучение закономерности отражения реальных или даже потенциальных правонарушений в бизнесе, экономике;

2) функции – установление экспертами меры юридической значимости, правовой ответственности за экономическое правонарушение, доказательство ответственности, прогноз (предупреждение) нарушения финансово – хозяйственного характера, квалификации правонарушения и его индивидуализация;

3) объекты (элементы) – активы, «ноу-хау», отчеты и др.;

4) структуру – последовательную, сетевую и др.

Подход, предложенный Байесом, основан на итеративном применении априорной информации, ее пересмотре и переоценке. Пересмотр – обучающий, сам итерационный процесс – адаптивный, самоорганизационный. Вместо частотности в качестве вероятности (байесовской) рассматривается мера уверенности (истинности) суждения и критерий такой меры (теорема Байеса) [3].

Сети Байеса и иные (например, марковские, Калмана) – популярны, есть уже и системы вероятностного программирования, язык Figaro, класс PPL, ему соответствующий, который позволяет моделировать программными средствами байесовскую сеть.

Оценивать качество экспертизы можно по модели байесовской сети, как в случае рейтинговой оценки ситуаций, объектов группой экспертов.

Судебная экспертиза исследует индикаторы состояния объекта и может назначаться по обстоятельствам, в частности:

1) безосновательности (несоблюдения правил);

2) фальсификации, подлоге, лжесвидетельствовании;

3) мошенничестве при выплате страховки и др.

Анализируются факторы динамичности, погодных условий и др. Есть и диагностические задачи по диагностике соответствия договору, учета и др. Суд требует экспертную проверку вправо, с указанием причины.

Автотранспортная экспертиза характерна и неопределенностью следов. Экспертам приходится проводить большую работу в условиях «шума» данных.

Ранг $\rho(x)$ транспортного объекта, транспортной ситуации – порядковый индикатор значимости среди других однопорядковых (в рамках одного ДТП, например) объектов: $\rho(x) \in N, x \in X$. Сам рейтинг – список объектов, расположенных по возрастанию рангов, определенных экспертным или иным подходом. Рейтинг – вектор $r = (\rho_1, \dots, \rho_n)$.

Экспертиза – процедура коллективного (малой группой обычно 3-7 человек) принятия решения, на основных частично мнений экспертов.

Любой эксперт номер j может присваивать объекту x_i (ситуации) ранг $\rho_j(x_i), i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$. При этом $\rho_j(x_i) = 1, 2, \dots, k$.

Апостериорные распределение вероятностей базируется на значениях условных вероятностей, как мер соответствия рангов (присвоенных отдельными экспертами группы) объекта. Если H_i – гипотеза «объекту $x \in X$ присвоен ранг $\rho(x) = l$ », то $P(H_l)$ – априорная вероятность H_i .

Если у экспертной группы нет априори сведений об оцениваемых объектах, их «истинности», то считают эти вероятности равномерно распределенными:

$$P(H_e) = 1/k, l = 1, 2, \dots, k.$$

Индивидуальное (по каждому объекту) распределение – $P_i(H_e), i = 1, 2, \dots, n$.

Для оценки объекта экспертной группой берут апостериорное распределение вероятностей:

$$P_i(H_e/e_{(i)}^{(l)}) = \frac{P_i(e_{(i)}^{(l)}|H_e) P_i(H_e)}{\sum_{s=1}^k P_i(e_{(i)}^{(s)}|H_s) P_i(H_s)},$$

рассматриваемое на множестве гипотез о ранге объекта.

Если $P_i(H_l)$ – равномерное, то формула примет вид

$$P_i(H_e/e_{(i)}^{(l)}) = \frac{P_i(e_{(i)}^{(l)}|H_e)}{\sum_{s=1}^k P_i(e_{(i)}^{(s)}|H_s)},$$

где $P_i(H_e/e_{(i)}^{(l)})$ – апостериорная вероятность истинности, такая, что $\rho(x_i) = l$, пересмотренная по обстоятельствам $e_{(i)}^{(l)}$ назначения x_i ранга l частью экспертной группы, $P_i(e_{(i)}^{(s)}/H_e)$ – условная вероятность или степень соответствия гипотезе истинности $\rho(x_i) = s$ свидетельств $e_{(i)}^{(s)}$.

Такая вероятность на практике – отношение числа экспертов, присвоивших ранг s объекту x_i к числу экспертов в группе (мощности экспертной группы):

$$P_i \left(e_{(i)}^{(s)} | H_s \right) = \frac{1}{m} |\{ \rho_j(x_i) | \rho_j(x_i) = S, j = 1, 2, \dots, m \}|.$$

Выявляется объект с номером – максимум суммы вероятностей для рангов $1, 2, \dots, l$. Объект, которому итоговый ранг присвоили, из рассмотрения далее исключается.

Возможны коллизии, когда невозможно назначить двум объектом различные ранги (по экспертным оценкам). Следует повторить процедуру оценивания с объектами, рангами еще не наделенными. Байесов метод может устранить подобные коллизии, так как он достаточно гибкий, адаптивный.

Экспертиза – частный вариант решения проблемы коллективного (экспертного) принятия решений [4] в условиях малой группы и объективности, удобства, оцениваемого решения.

Важный фактор экспертного решения – согласованность экспертов, их оценок и мнений.

Байесовский подход позволит использовать имеющиеся (априорные) данные, их анализ, переоценку с учетом свидетельств (данных) о ситуации. Использование формулы Байеса не ограничивается традиционными задачами.

В рамках автотранспортных экспертиз актуален и вопрос о частных экспертизах (агентств), различных методиках, их верификации. Данная работа, проведенные исследования следует развивать.

Библиографический список

1. Беляев М.В. К вопросу о методических положениях транспортно-трассологической экспертизы. Вестник Московского ун-та МВД России. 2019, №1, С. 9-12.
2. Киселевич И.В., Демидова Т.В., Беляев М.В. Транспортно-трассологическая экспертиза: учебное пособие. –М.: Юрайт, 2016. -126с.
3. Прокопчина С.В. Мягкие измерения и управление сложными системами на основе регуляризирующего байесовского подхода // Экономика и управление: проблемы, решения, 2015, т.5. №12. -С.16–25.
4. Колбин В.В. Математические методы коллективного принятия решений. –СПб: Лань, 2015. -256с.

БЕЗОПАСНАЯ РАБОТА АВТОМОБИЛЬНОЙ КОМПАНИИ, СОПРОВОЖДАЕМОЙ КОЛЛ-ЦЕНТРОМ

Конкурентоспособность автотранспортной компании (холдинга) требует проведения релевантного анализа и маркетинга, применения компетенций и повышенных требований к ИТ-инфраструктуре и бизнес-процедурам типа «клиент-сервер».

Некоторые автотранспортные компании разрабатывают веб-сайт для совершенствования своей ИКТ-инфраструктуры с применением веб-стандартов и технологий (чаще всего – это «облака», «туманы» и др.). Это обеспечивает мгновенный («на лету», в реальном режиме) доступ к бизнес-процессам, данным, в любой точке, месте и форме доступа. Нет необходимости обновлять под каждого «клиента», тратить лишнее на поддержку системы.

На корпоративном портале автотранспортной компании – браузер, базы, каталоги, депозитарий пользователей, есть единая инфраструктура и политикой безопасности [1]. Соблюдаются принципы модульности, гибкости, открытости, устойчивости и системности.

Интранет – необходимость в крупных автотранспортных компаниях, он позволяет получать доступ к данным, участникам и процессам корпоративного бизнеса. Интранет-сети соединяют инфраструктурно, магистралью и ресурсами корпоративные структуры и повышает эффективность, комфортность работы.

Есть стандартные ключевые Интранет-решения:

- 1) корпоративный портал;
- 2) ЕСМ-система;
- 3) свободное ПО (OpenSourceSoft).

Они все перенимают достоинства и помогут решать проблемы безопасности как корпорации, так и личности [2].

Внутри группы сотрудников автотранспортной компании, участникам, например логистического проекта, приходится реализовывать широкий круг транспортных задач. Такие системы – возможность перестроить логи-

стические и бизнес-процессы. Особенность подобных решений – не создание «команд ради команд», а инфраструктуры виртуальных отношений, интегрируемой с продуктами, привлекательными для заказчиков и партнеров (клиентов) транспортной компании.

Планирование, принятие и контроль решений должны удовлетворять потребности на всех уровнях организации, поэтому разрабатываются с учетом стратегического направления. Некоторые инфосистемы ведут учет транзакций для управления бизнес-процессами, например делопроизводством.

На наш взгляд, применение эффективных и гибких систем актуально для небольших юридических компаний, нотариата. Ценность информации динамически и технологически размывается, устаревает. Компании часто считают, что развивать свои системы – проблематично, пользуются аутсорсингом или фрилансом квалифицированных мастеров. Но всегда ведущие компании пользуются ИКТ как конкурентным инструментарием установления отношений с партнерами и клиентами.

Считаем важным организовать работу транспортной компании через call-center, «колл-центр». Колл-центр необходим для повышения качества и клиентского сервиса. Например, в проблемах транспорта, логистических услуг района [3], осуществления системного консалтинга.

Колл-центр помогает осуществлять:

- 1) мониторинг автотранспортных проблем;
- 2) взаимосвязи с органами местного самоуправления;
- 3) участие в государственных и общественных мероприятиях, акциях СМИ и др.

Колл-центр реализует цифровые взаимодействия, логистический мониторинг и др. В условиях потери 40% и более входящих запросов (звонков), услуги аутсорсинга колл-центра – инструментарий реализации (реинжиниринга) бизнес-процессов, позволяющий решать бизнес-задачи, ранее нерешаемые, например, маркетинговые, с учетом таргет-групп и потенциального клиента.

К базовым можно отнести услуги аутсорсинга типа:

- 1) «Горячая линия»;
- 2) «Информирование»;
- 3) «Анкетирование»;

- 4) «Директ-маркетинг»;
- 5) «Актуализация данных»;
- 6) «Автооповещение»;
- 7) «Оповещение»;
- 8) «Рассылки» и др.

Услуга колл-центра – выгодна, работу делают профессионалы, четко, с реакцией на звонок, без трат клиента на техническое обеспечение, консалтинг.

Интересна и актуальна, в силу усложнения транспортных потоков, транспортных процессов. Аналитика, вызывая большой интерес в деловой среде, способна лишь развивать инфраструктуру, колл-центры.

Применяя колл-центры в автотранспортной системе можно ожидать, на наш взгляд:

- 1) организационной четкости (полноты);
- 2) технологичности (стандартизации, унификации) и результативности труда;
- 3) компетентности (культуры работы) работников;
- 4) управляемости (администрирования) бизнес-процессов;
- 5) конкурентоспособности и др.

Все процессы реализуется в конкретной ситуации, могут стать силой, развивающей автотранспортной компанией, он придает устойчивости всей системе. Новые требования к обработке данных оправдываются их резким ростом новых приложений. Данные доступны, гибки и прагматично обрабатываемы («масштабно» или «scale-out»). Они не создают ключевым бизнес-процессам транспортной компании проблем, особенно при внесении изменений, повышении уровня работы.

Смысл непрерывной конкурентной борьбы – завладеть данными о текущих (потенциальных) рыночных действиях автотранспортной компании-конкурента. Нужна защита сайта автотранспортной компании, халатность – наказуема, активы – привлекательны (для мошенников).

При работе колл-центра (с ним) необходимо предотвращать взлом, постоянно обновлять защиту, смягчать SQLi- и XSS-атаки, ведь они основаны на скриптах [4]. Важно тестирование, например, на уязвимость, проникновение. Оно помогает идентифицировать уязвимость до ее использования «взломщиком» и является обязательным для поддержки безопасности.

Установка брандмауэра веб-приложений или WAF-системы поможет изучить веб-трафик, подозрительную деятельность, активность и заблокировать спамера, вредоносные действия и попытки взлома (SQL-инъекции, например).

В результате нашего анализа отметим необходимость открытой, гибкой и единой инфраструктуры и политики безопасности. Правильно настроив SIEM-системы можно получить релевантный инструментарий безопасности, предоставляющий возможности мониторинга и роста безопасности корпоративного сайта автотранспортной компании. Но важно не пренебрегать при этом сканированием уязвимостей с помощью имитаций хакерских действий.

Услуги колл-центра – современный инструментарий реализации и консалтинга компании.

COVID-19 вынудил ввести корпоративную удаленную работу, пересмотреть политику безопасности, минимизируя ущерб и риски компаний. Стремясь сохранять самостоятельность и конкурентоспособность, безопасность, компании разворачивали в пандемию защитные системы в удаленном режиме, проводили реинжиниринг защиты, отлаживали контроль коммуникаций на удаленном режиме работы. Особенно в DLP-системе для BYOD-технологии.

Библиографический список

1. Казиев В.М., Казиев К.В., Казиева Б.В. Основы правовой информатики и информатизации правовых систем: учебное пособие / В.М. Казиев, К.В. Казиев, Б.В. Казиева. –М.: 2011. ИНФРА-М, сер. «Вузовский учебник».
2. Талапина Э.В. Эволюция прав человека в цифровую эпоху // Труды Института государства и права РАН. 2019. Т.14. №3. –С.123-142. DOI: 10.35427/2073-4522-2019-14-3.
3. Официальный портал органов местного самоуправления Шушенского района (Красноярский край). URL: http://www.kaptirevo.ru/new.php?id_news=10©lenco=news (дата обращения: 12.02.2022).
4. Васьковский Е.Ю. Системный анализ вопросов, связанных с востребованностью информации на web-сайтах // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015. №1. –С. 59-74.

ОБ ОСНОВНЫХ АСПЕКТАХ ОХРАНЫ ТРУДА НА ТРАНСПОРТЕ

Трудовые отношения работников транспорта и охраны труда находятся под наблюдением законодательства и поддерживаются рядом правовых актов. В первую очередь это глава 51 Трудового кодекса РФ. Соблюдение правил охраны труда на транспорте - важный аспект для соблюдения безопасности профессиональной деятельности. В 2020 году правила по охране труда на автомобильном транспорте обновлены приказом Минтруда № 871 от 9.12.2020

При ведении профессиональной деятельности в сфере транспорта наибольшую угрозу здоровью и жизнедеятельности работника представляют вредные и опасные факторы. Под вредными факторами принято подразумевать разнообразные внешние воздействия, которые в определенных условиях способны привести к ограничению и снижению работоспособности трудящегося. В случае с транспортом это:

- Шум
- Вибрация
- Ультразвук
- Газовые выхлопы
- Контакт с механизмами и деталями
- Взаимодействие с опасными и воспламеняющимися жидкостями,

составами.

Вредные факторы производства при стечении обстоятельств способны превратиться в опасные, т.е. повреждающие и несущие прямую угрозу жизни и здоровью работника. Например, получение травм, отравление, временная или полная потеря трудоспособности.

Для противодействия вредным и опасным факторам производства должны применяться и соблюдаться техника безопасности, правила поведения на рабочем месте.

1. Обязательный осмотр персонала при приеме на работу. Вновь прибывшие сотрудники на предприятие в обязательном порядке проходят медосмотр для оценки состояния здоровья и пригодности для управления

транспортным средством. Также проводится профессиональный осмотр для оценки квалификации водителя, опыта. Это могут быть внутренние экзамены, практическое тестирование навыков. Необходимы для отбора кандидатов на должность с учётом профессионализма и уровня подготовки к предстоящей работе.

2. Утверждение внутренних правил работы и должностных обязанностей. За работником должно быть закреплено конкретное рабочее место и четко обозначенный перечень должностных обязанностей. Совместительство нескольких должностей, функций, подработка недопустимы, потому что они создают повышенную усталость, рассеивают внимание, увеличивают риски для здоровья.

3. Установка продолжительности рабочего времени и отдыха. Нормативы устанавливаются федеральным исполнительным органом. Могут быть расширены и переработаны под конкретное предприятия и специфику его работы. При этом занижение стандартов в пользу работодателя недопустимо. Работник имеет право на отдых и перерыв. Эти периоды должны быть регламентированы и зафиксированы в договоре.

4. Поддержание трудовой дисциплины на предприятии. Осуществляется посредством федеральных и внутренних нормативных актов, где обозначены обязанности, права, правила поведения трудящихся при выполнении трудовой деятельности.

Создание должных условий для ведения трудовой деятельности ложится на плечи работодателя. От того насколько полно и разносторонне реализованы эти меры, соблюдены стандарты и предписания контролирующих органов во многом будет зависеть безопасность работы на предприятии.

Для обеспечения ровной деятельности предприятия, снижения аварийных ситуаций используют на практике рекомендации Минтранса РФ для водителей. Сюда относятся:

- Продолжительность стандартной рабочей смены не должна превышать 8 часов.
- Если рабочая смена превысила 8 часов, она считается сверхурочной, не может превышать максимум 12 часов. Оплачивается по двойному тарифу.

- В случае нескольких сверхурочных смен продолжительностью 12 часов транспортное средство должно быть в обязательном порядке оборудовано полноценным спальным местом.

Данные рекомендации распространяются на транспортные цеха, станции техобслуживания, шиномонтажные сервисы, гаражи, стоянки, компании, занимающиеся перевозкой людей и грузов.

Контролировать деятельность работников, технику безопасности, правила поведения, режим труда и отдыха, сохранение и поддержание трудовой дисциплины должен работодатель. Для проведения описанных мероприятий на автопредприятиях численностью более 50 работников создается служба охраны труда или специальное подразделение. Помимо контроля исполнения правил и стандартов служба охраны труда проводит регулярные мероприятия, направленные на улучшение условий работы сотрудников и повышение ее эффективности. К первоочередным задачам по охране труда относятся следующие мероприятия:

1. Ведение контроля за правом пользования транспортными средствами. К работе допускаются только лица обладающие водительскими правами, лицензией на выполнение тех или иных видов работ.

2. Установление внутренних схем и правил движения транспорта на территории предприятия. Для этого используются щиты, дорожные знаки, сигнальные ленты и ограждения. С их помощью создают бесперебойное движение по территории и снижают вероятность потенциальных аварийных ситуаций.

3. Регулярная проверка транспорта перед выходом на линию. Все транспортные средства должны быть обслужены, и находиться в технически исправном состоянии, проверяться каждую смену перед выходом на рабочую смену.

4. Установление дисциплинарной, административной, уголовной ответственности за нарушение мер по охране труда на предприятии.

За неисполнение или нарушения норм охраны труда на автопредприятии предусмотрены штрафы, административная и уголовная ответственность как для работодателя, так и работников. Типичными мерами наказания за нарушение охраны труда на транспорте являются:

- Штрафы в размере 2500 рублей для работников и ответственных лиц организации за общие нарушения правил;

- Штрафы в размере 50000-80000 рублей для организаций, ИП за нарушение общих правил;
- Штрафы до 1500 рублей для физических лиц, имеющих истекшую или отсутствующую медкомиссию;
- Штрафы 2000-3000 рублей для ответственных лиц организации не проконтролировавших сотрудников на предмет прохождения медкомиссии;
- Штрафы 30000-50000 рублей для юридических лиц, нарушивших требования по прохождению медкомиссии.

В случае игнорирования штрафа или повторного нарушения на организацию может быть наложен вторичный штраф в размере 100000-200000 рублей. При дальнейшем бездействии со стороны нарушителя дело передается в суд, а деятельность организации может быть приостановлена распоряжением контролирующего органа.

Автомобильный транспорт относится к объектам повышенной опасности для здоровья и жизни человека. Особенно это стало заметно в последнее несколько десятилетий, когда доля транспортных средств значительно увеличилась. При эксплуатации автотранспорта необходимо руководствоваться действующим сводом правил, охранных мер, знать правовую базу обеспечивающую исполнение охраны труда. В условиях рыночных отношений, регулярных поправок в законодательстве важно быть в курсе актуальной информации. Только так возможно поддержание и сохранение условий для безопасного ведения трудовой деятельности, предотвращения инцидентов, повышение эффективности труда.

Библиографический список

1. Майоров В. И., Горовенко С. В., Костылев А. К. и др. Создание системы управления рисками в сфере обеспечения безопасности дорожного движения: моногр. Челябинск: Цицеро, 2018. 132 с.
2. Роик В.Д. Управление условиями и охраной труда: Учебное пособие. М.: Изд-во РАГС, 2017.
3. Охрана труда на автомобильном транспорте: учеб. пособие для нач. проф. образования / В. С. Кланица. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 176 с.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ОТ ТЕОРИИ К НЫНЕШНИМ ОСНОВАМ

Преобразование биосферы, стремительный скачок развития науки, тесная интеграция технических и социальных структур на большинстве уровней человеческой деятельности установили новые стандарты техногенной среды. Продолжающееся развитие технического прогресса неизбежно поднимает проблемы техносферной безопасности. Этот вопрос не нов, но до сих пор не прояснён до конца и не приведен к общему знаменателю ввиду множества мнений, концепций, подходов.

Сам термин «техносферная безопасность» вошел в обиход среди экологов, ученых в конце 90-х годов 20 века. Однако впервые подняли эту проблему советские научные умы еще в начале 80-х годов 20 века, когда стало очевидно, что техническое развитие человечества значительно опережает обеспечение безопасности и оценку рисков для человека в техногенном мире. Уже тогда стало очевидно, что развитие науки и практическое внедрение последних знаний чреваты появлением новейших угроз в виде природных бедствий, экологических катастроф, военных конфликтов, экономических угроз. Так в 1989 году возник Научно-методический совет Государственного образования СССР, который занимался анализом рисков, их моделированием и разработкой курсов, программ, направленных на предотвращение и прогнозирование чрезвычайных происшествий в техносфере.

В начале 90-х годов наметилась явная тенденция в переосмыслении старых стандартов и уклон в сторону антропологической переориентации концепции безопасности техносферы. Технологии, оборудование, механизмы отошли на задний план, а человек выдвинулся на главную роль. Это вызвало определенные противоречия на практике и двусмысленность ряда трактовок, постулатов ввиду отсутствия единой концепции и столкновения идеологических и философских идей. Такая ситуация долгое время затрудняла реорганизацию системы знаний в техносферной безопасности. Только в конце 20 века произошел качественно новый скачок и переосмысление целых направлений науки, когда университеты начали готовить и выпускать первых специалистов в данной области. Как полностью признанное и утвержденное направление техносферная безопасность приобрела только в 2009

году благодаря появлению новых специальностей, программ, которые были призваны защитить человека в техносфере и способствовать дальнейшей интеграции процессов глобализации.

С одной стороны, такие тенденции позволили подойти к реализации концепции техногенной безопасности объективно и направлено, использовать многолетние наработки. С другой стороны, долгосрочность и сложность трансформации старых идей на новый лад в условиях непрекращающегося развития науки привели к аморфности общей теории безопасности и яростному столкновению различных точек зрения, неоднозначной интерпретации терминов, что отразилось на замедлении темпов перехода от методологии и теории к конкретным практическим подходам.

Термин «техносфера» также во многом приобрёл авторское понимание, что внесло сумятицу и неоднозначность трактовок понятий, а также их выход далеко за пределы первоначальной области использования. 20-25 лет назад эксперты в области техногенной безопасности рассматривали техносферу скорее, как отдельную часть жизни человека, а не общую среду обитания, т.к. это упрощало понимание вопроса и позволяло говорить о конкретных аспектах и проблемах, а не общих философских понятиях. Сейчас ситуация изменилась: всеобщая глобализация, многоуровневые системы, интеграция компонентов в единую оболочку. Как следствие создание единой техногенной среды, где человек является ее неотъемлемой частью.

Изначально техногенная безопасность рассматривалась как связующий мостик перехода к принципиально иному восприятию окружающей среды и методологической базы для выявления и прогнозирования рисков, угроз присутствующих в ней. Техносфера в ее современном понимании это скорее общая среда в которой находятся человек, машины, технологии. Их нельзя разделять, потому что они давно сформировали единое целое. Это правомерно при рассмотрении вопроса на бытовом, промышленном, планетарном уровнях, т.к. это одна большая связка подсистем, образующих единое целое. В связи с этим техногенная безопасность приобретает особый и приоритетный смысл, потому что она касается любого человека, живущего на Земле.

Основы, заложенные в советское время, выступили фундаментом, на который в дальнейшем были уложены современные вопросы и проблемы промышленной и пожарной безопасности, гражданской обороны, охраны окружающей среды, техники безопасности. Решать нынешние проблемы в

данной области приходится специалистам из разных отраслей науки и производства: экологам, экономистам, инженерам, военным, политикам. Это общее дело, поэтому требуется единый подход, концепция и приоритеты в достижении общей цели. Сегодня нельзя однобоко и поверхностно подходить к этому вопросу учитывая глобализацию проблемы и степень влияния ее на большинство сфер человеческой деятельности. Тем самым техносфера должна превратиться в номинальную область, где действует единая и понятная трактовка терминов для всех участников общего дела.

Техногенная безопасность опирается на принятие и рассмотрение общей концепции, где во главу угла поставлены соглашения на политическом, экономическом, управленческом уровнях между взаимодействующими системами, городами, регионами, странами на основании общих принципов функционирования техносферы. Для того чтобы понимать масштабность и важность техногенной безопасности для человека необходимо принимать во внимание следующие аспекты:

1. Техногенная безопасность подразумевает рассмотрение проблемы в планетарном масштабе на уровне всей земной оболочки, где тесно переплелись экономические, технические, экологические, политические аспекты деятельности человечества, которые нуждаются в комплексных управленческих решениях и совместном исполнении их на государственном уровне.

2. Для оценки ситуации и предотвращения дополнительных рисков и угроз техногенной безопасности используются общеизвестные постулаты и механизмы технического развития, дающие представление о целостности технико-технологических систем и их текущем состоянии.

3. Техносфера обладает всеобъемлющим характером в отношении человеческого общества, которое накладывает определенные ограничения на жизнедеятельность и поведение. Она затрагивает личностные, социальные, экономические, экологические аспекты, касается каждого человека, задает правила поведения.

4. Техногенная безопасность выступает в качестве одного из ограничивающих факторов социокультурного развития общества. Она задает и определяет технико-технологическую составляющую прогресса, расширяет новые горизонты развития человечества.

Техногенная безопасность в нынешнем понимании этого явления определяет состояние защищённости человека, окружающих его объектов,

систем в процессе жизнедеятельности и возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций. Считается одним из ключевых аспектов развития общества и перехода его на более высокую ступень эволюции, где техносфера рассматривается как главная среда жизни человека.

Библиографический список

1. Ваганов, Андрей. Бунт технических форм жизни // Энергия, экономика, техника, экология. – 2016. №9. – С. 66-69.
2. Иоселиани, Аза. Теоретические и социальные основы техносферы: Монография. – Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2016. – 395 с.
3. Попкова, Наталья. Философия техносферы. – Москва: URSS, 2008. – 344 с.
4. Попкова, Н. В. Гуманитарная революция как путь к сотворению ноосферы / Н. В. Попкова // Вестн. Брянского гос. техн. ун-та. – 2004. – № 1. – С. 219–229.
5. Савин, Александр. Техносфера в локальном и глобальном измерении (философско-методологические аспекты). – Москва: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2002. – 288 с.

УДК 656:614.84

Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОХРАНЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Автотранспорт остается на сегодня одним из главных способов передвижения и осуществления грузоперевозок внутри страны. В тоже время количество аварийных ситуаций в том числе с летальным исходом с участием автомобилей остаётся стабильно высоким. Согласно данным Министерства Внутренних Дел РФ за 2021 год произошло 96314 аварийных случаев на дороге, в которых пострадало 121573 человека и погибло 10516. В каждом пятом случае имели место ситуации, когда проводилась перевозка грузов на легковом или грузовом транспорте. Такая неутешительная статистика тре-

бует пристального внимания водителей к рискам аварийности и необходимости обязательного следования ПДД и рекомендациями МВД по перевозкам грузов.

При осуществлении перевозок грузов на дальние расстояния ответственность за осуществление безопасности, целостности груза возлагается на перевозчика. Чаще всего это транспортные компании или крупный грузовой транспорт находящийся в распоряжении владельца бизнеса. Ключевыми аспектами в обеспечении безопасности грузоперевозок считаются:

1. Профессионализм и достаточный уровень компетенции исполнителя. Оценивается квалификацией водителя, его опытом, степенью ответственности, умением реагировать на внештатные ситуации, принимать объективные решения.

2. Соответствие используемых транспортных единиц требованиям и нормативам ТО, действующему законодательству, критериям плановых проверок и обслуживания.

3. Выполнение транспортировки с учетом правил и специфики обращения с конкретными видами грузов. Это предполагает использование определенных видов транспорта, такелажных систем, соблюдения условий и сроков транспортировки.

Нарушение или несоответствие требований даже по одному из описанных пунктов чревато появлением непрогнозируемых рисков, которые ставят под угрозу сохранность груза, его своевременную доставку в пункт назначения. В связи с этим возникает острая необходимость проведения контроля за соблюдением норм и правил транспортировки грузов.

- Уровень подготовки водителя. Выполнять работы должны квалифицированные сотрудники, которые как минимум обладают водительскими правами категорий В, С, Е, знакомы с устройством транспортного средства, правилами безопасности и охраны труда на транспорте. Также исполнитель в обязательном порядке должен пройти медкомиссию для оценки здоровья и получения допуска на проведение транспортировки. Перед началом поездки водитель должен убедиться в исправности эксплуатируемого транспортного средства, надежности укладки, закрепления груза, наличия сопроводительных документов. Только после этого допускается приступить к выполнению профессиональных обязанностей.

- Соответствие ТС условиям перевозки и виду груза. В первую очередь это грузоподъемность, оснащение дополнительным оборудованием

для облегчения транспортировки. Кроме того, автомобиль должен быть подготовлен технически к поездке: проверка узлов на исправность, должный запас бензина, ремонтный инструмент, аптечка, огнетушитель.

- Охрана груза в пути. Дополнительные защитные меры на трассе не будут лишними, потому что всегда сохраняются риски нападения и грабежа, кражи, мошенничества. В качестве мер противодействия криминальным инцидентам используются проработка маршрута, отслеживание груза в пути, контроль передвижения и остановки транспорта, сопровождение.

- Тщательная организация погрузочно-разгрузочных работ. Включает превентивные меры и использование вспомогательных средств для обслуживания груза. Первоначально осуществляется упаковка перевозимых товаров. Далее выполняют маркировку для обозначения класса груза и его особенностей транспортировки. После составляют документацию отражающую количество единиц перевозимого товара, его номенклатуру. На последнем этапе груз рационально и согласно предписаниям, размещают вручную или механизированным способом в транспортном накопителе, надежно закрепляют.

Для всех перевозимых грузов справедливы следующие требования, которые направлены на поддержание сохранности вверенных ценностей и предотвращение инцидентов:

1. В случае перевозки опасных грузов в обязательном порядке нужно сигнализировать об этом. Например, красная, желтая, оранжевая расцветка транспортного средства. Нанесение на груз маркировки белых, желтых цветов для привлечения внимания окружающих.

2. Обязательно должны быть таблички, знаки, маркировка указывающие класс опасности, характер перевозимого груза, минимальные требования безопасности.

3. У исполнителя должна присутствовать лицензия и разрешение на выполнение транспортировки.

4. Маршрут должен быть заранее и тщательно продуман, чтобы перевозка прошла гладко и в предсказуемом режиме. В первую очередь это касается скоростного режима, использования определенных и удобных трасс, расчета времени остановок и отдыха.

5. Привлечение дорожных служб, ГИБДД для проведения транспортных мероприятий. Это могут быть строго выделенная полоса движения, сопровождение до пункта назначения.

Для обеспечения безопасности перевозок грузов автомобильным транспортом водитель должен:

1. Строго придерживаться намеченному плану движения и выбранному заблаговременно маршруту. Ровный ритм движения, прохождение контрольных точек, поддержание скоростного режима как нельзя лучше способствуют сохранению бодрого расположения духа, внимательности, минимизируют вероятность аварий.

2. Сохранять конфиденциальность сведений о маршруте, характере груза, пункте назначения. Эта информация не подлежит разглашению третьим лицам ввиду рисков возникновения криминальных происшествий, утраты груза.

3. Тщательно выбирать места отдыха. Остановки необходимо заранее планировать. Для этих целей подходят заправки, мотели, специальные площадки, которые находятся под контролем правоохранительных органов и где присутствует видеонаблюдение. Внезапные остановки на трассе, уход с основного маршрута повышают вероятность попасть в опасную ситуацию со множеством неблагоприятных сценариев.

4. Поддерживать бесперебойную связь с диспетчером в пути. Осуществляется посредством мобильной связи, приборов мониторинга, GPS –навигации. Оптимально использовать контрольные временные точки или периодичную отчетность позволяющие получить полную и актуальную информацию о местонахождении груза.

5. Использовать посменных водителей. В случае длительности движения свыше 12 часов или маршрута с продолжительностью более 300 км актуальным решением считается использование двух водителей, выполняющих поездку, которые меняются по часам для обеспечения безопасности и постоянства движения.

Очевидно, что обеспечение безопасности перевозок грузов автомобильным транспортом – это комплексная мера, которая ложится как на плечи владельца груза, так и исполнителя, выполняющего транспортировку. Для этого понадобится провести подготовительные мероприятия, выбрать транспорт, исполнителей. Предотвращение нежелательных ситуаций – главное на что нужно обратить внимание при обеспечении безопасности перевозок грузов автомобильным транспортом.

Библиографический список

1. Касаткин Ф.П., Коновалов С.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: - М.:Академический проект, 2004. – 352 с.
2. Мороз Е.В. Проблемы правового регулирования международных автомобильных перевозок опасных грузов / Е.В. Мороз, В.А. Кузьмин // Молодой ученый. – 2020. – №19 (309). – С. 345-347.
3. Солдатова М.В. Анализ состояния перевозок опасных грузов автомобильным транспортом // Молодой ученый. – 2016. – №1 (105). – С. 497-499.
4. Степченков, А.В. Анализ основных факторов, влияющих на безопасность дорожного движения. / А.В. Степченков // Наука без границ. – 2016. – № 3 – С. 24-28.

УДК 629.017

Б. Ж. Мажитов, Р. А. Давлатшоев (Республика Таджикистан, г. Душанбе, ТТУ им. акад. М.С. Осими)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОНаГРУЖЕННОСТИ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация: Для оптимизации работы тормозной системы, путем снижения ее тепловой нагруженности и обеспечения безопасности движения возникает необходимость сохранения эффективности торможения запасными тормозными системами при различных схемах их конструктивного исполнения. В качестве вспомогательной тормозной системы в большинстве конструкций используется двигатель, который создавая тормозной момент, снижает нагруженность основной тормозной системы. В данной статье приводится методика оценки снижения тепловой нагруженности тормозных механизмов при торможении с неотсоединенным двигателем.

Ключевые слова: тормозной механизм, тормозная система, тепловая нагруженность, торможение двигателем, безопасность движения.

Введение. В процессе торможения кинетическая энергия автомобиля уменьшается и переходит в тепловую энергию вследствие трения, возникающего в тормозных механизмах и в контакте шин с опорной поверхностью дороги. При эксплуатации автомобилей в горных условиях, для которых характерны крутые и затяжные спуски с часто встречающимися крутыми поворотами малых радиусов, происходит интенсивный нагрев тормозных механизмов, что не только снижает эффективность тормозной системы, но и зачастую приводит к полным их отказам. Отсюда возникает необходимость сохранения эффективности торможения запасными тормозными системами при различных схемах их конструктивного исполнения. Часто в качестве дополнительной тормозной системы используется торможение двигателем, что обеспечивает безопасность движения и сохранность системы. Ввиду этого, целесообразным является разработка методики оценки снижения тепловой нагруженности тормозных механизмов при торможении двигателем.

Теоретическая часть. Эффективность системы ВАДС в общем виде оценивается тремя показателями, такие как, производительность, себестоимость и безопасность движению. Высокую производительность автотранспортных средств и низкую себестоимость транспортных работ невозможно реализовать без обеспечения требуемого уровня безопасности движения. При этом следует отметить, что безопасность движения во многом зависит от тормозных свойств автомобиля. Чем лучше тормозные свойства, тем выше безопасность движения, средняя скорость, производительность и тем самым себестоимость транспортных работ.

Статистика показывает, что большинство ДТП в той или иной степени связаны с тормозными свойствами АТС. В соответствии с ПДД во всех случаях, когда возникает опасность, водитель обязан снизить скорость или останавливать автомобиль, т.е. прибегать к торможению. Режим интенсивного торможения, в свою очередь, неблагоприятно влияет на детали тормозной системы, что при этом они испытывают повышенное напряжение и перегреваются. Режим интенсивного торможения особенно часто используется в горных условиях эксплуатации и на крутых поворотах, где происходит значительный боковой увод колес, сдвиг и смещение траектории движения прицепных звеньев, которые способствуют резкому ухудшению устойчивости, интенсивному износу протектора шины и увеличению общих потерь на качение колес. При движении на спусках уменьшается сцепной

вес автомобиля, резко снижаются его тормозные возможности и легко теряется его устойчивость. Все это приводит к резкому снижению тягово-скоростных, производительных свойств АТС, повышению себестоимости перевозок, т.е. снижению эффективности использования АТС в горных условиях.

Следует отметить, что при сложных условиях эксплуатации АТС, особенно в горных дорогах при торможении на крутых затяжных спусках с большим числом поворотов малых радиусов происходит интенсивный нагрев тормозных механизмов, снижается эффективность работы рабочей тормозной системы и тем самым резко возрастает вероятность их отказа [1]. При этом оптимизация работы тормозной системы автомобилей с учетом условий эксплуатации, требует специального рассмотрения и проведения глубоких исследований. Речь идет не только о конструктивных особенностях, но главным образом, об анализе теплонагруженности тормозных механизмов автомобиля, в частности, о динамике изменения теплофизических и энергетических параметров при торможении с учетом теплонагруженности тормозных систем в горных условиях эксплуатации. Возникает необходимость оценки их тепловой нагруженности и сохранения эффективности торможения запасными тормозными системами при различных схемах их конструктивного исполнения. В качестве вспомогательной тормозной системы в большинстве конструкций используется двигатель, который создавая тормозной момент, снижает нагруженность основной тормозной системы. При этом торможение двигателем может, осуществляется двумя способами:

- торможение только двигателем,
- торможение с неотсоединённым двигателем (комбинированное торможение).

Торможение двигателем в обоих режимах, в основном применяется в горных условиях, при движении на затяжных спусках и в тех случаях, когда требуется небольшое замедление. Несмотря на то, что длительное торможение двигателем приводит к повышению износа и ухудшению экологических показателей двигателя, оно обеспечивает плавное торможение, сохранность колесных тормозных механизмов и устойчивость автомобиля против заноса. Торможение с неотсоединенным двигателем увеличивает срок службы

тормозных механизмов, которые при длительных торможениях с отсоединенным двигателем сильно нагреваются и выходят из строя [3].

Оценку степени снижения тепловой нагруженности тормозных механизмов автомобиля при торможении двигателем, можно произвести путем определения доли тормозного момента, создаваемого двигателем от общего тормозного момента, который требуется воспроизвести рабочими тормозными механизмами при конкретных условиях эксплуатации. Для этого требуется определить общий тормозной момент, создаваемый тормозными механизмами автомобиля на грани блокирования всех колес (в случае, когда торможение происходит на уклоне).

$$R_{x1} + R_{x2} = R_{z1} \cdot \varphi + R_{z2} \cdot \varphi = (R_{z1} + R_{z2}) \cdot \varphi = G \cdot \cos \alpha \cdot \varphi, \quad (1)$$

где R_{x1} и R_{x2} – тормозная сила на колесах автомобиля при уклоне α ; R_{z1} и R_{z2} – нормальные реакции дороги на колесах автомобиля при уклоне α ; φ – коэффициент сцепления.

Нормальные реакции дороги на колесах автомобиля при этом равны:

$$R_{z1} = \frac{G_a}{L} \cdot \cos \alpha \cdot (b + \varphi \cdot h_y); \quad R_{z2} = \frac{G_a}{L} \cdot \cos \alpha \cdot (a - \varphi \cdot h_y), \quad (2)$$

где G_a – полный вес автомобиля; a , b , h_y – координаты центр массы автомобиля.

Тормозной момент рабочей тормозной системы определяется по формуле

$$M_T = (R_{x1} + R_{x2}) \cdot r_k = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \cdot r_k, \quad (3)$$

где r_k – радиус колеса;

Тормозной момент двигателя определяется по эмпирической формуле [4]

$$M_T = 10 \cdot V_L \cdot (a \cdot \omega_e + b), \quad (4)$$

где $a = 0,01$; $b = 0,2$ – для дизельных двигателей; V_L – рабочий объем двигателя; ω_e – угловая скорость коленчатого вала двигателя.

$$\omega_e = \omega_k \cdot i_T, \quad \omega_k = V_a / r_k, \quad i_T = i_k \cdot i_{TP}.$$

отсюда

$$\omega_e = \frac{V_a \cdot i_{TP}}{r_k}, \quad (5)$$

где V_a – скорость автомобиля, r_k – радиус колеса, i_{TP} – передаточное число трансмиссии, ω_k – угловая скорость колеса автомобиля.

Сравнивая полученные значения тормозных моментов (результаты расчетов формул (3) и (4)), создаваемые двигателем и механизмами рабочей тормозной системы, можно оценить степень снижения нагрузки на механизм рабочей тормозной системы. На рис. 1 представлены результаты расчета для автомобиля ЗиЛ-5301АО в графическом виде. Результаты расчета показывают, что требуемый тормозной момент уменьшается более чем на 7,3%.

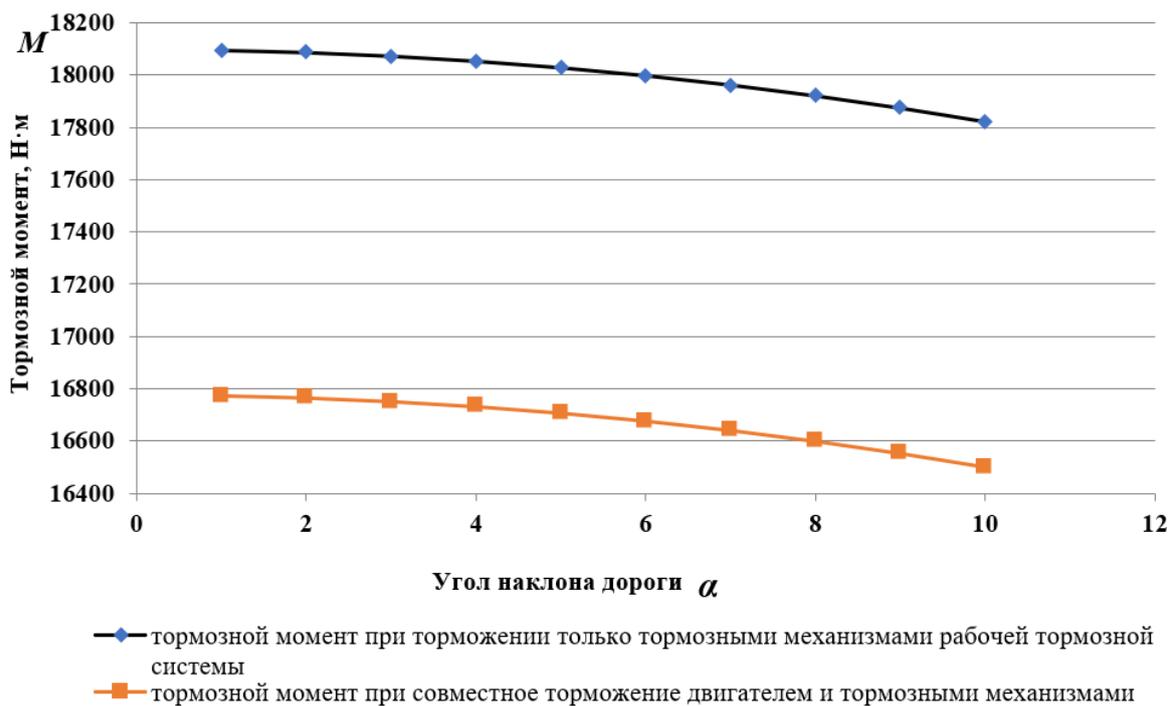


Рис. 1. Снижение требуемого тормозного момента от механизмов рабочей тормозной системы автомобиля ЗиЛ- 5301АО при торможении с неотсоединенным двигателем

Аналогично можно определить степень снижения нагрузки на механизм рабочей тормозной системы при торможении с неотсоединенным двигателем на различных передачах (рис. 2).

Максимальная степень снижения нагрузки на механизмы рабочей тормозной системы, при торможении двигателем на грани блокирования всех колес автомобиля, достигается на первой передаче и составляет 12,4% (при экстренном торможении на уклоне).

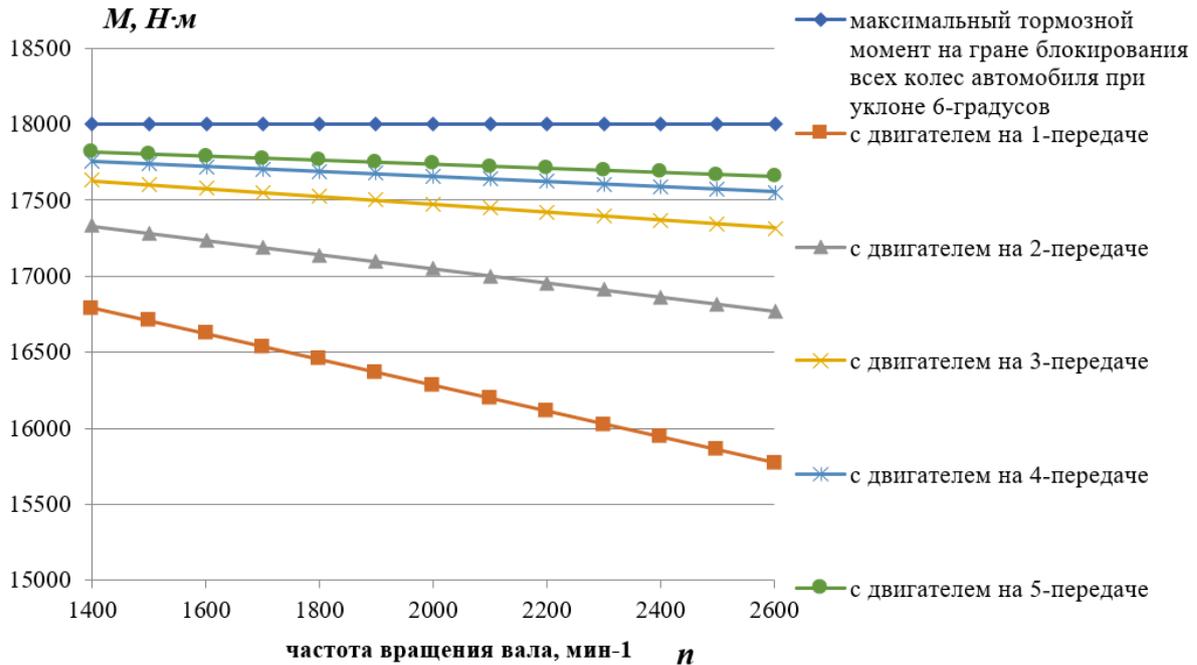


Рис. 2. Снижение требуемого тормозного момента от механизмов рабочей тормозной системы автомобиля ЗиЛ-5301АО при торможении с не отсоединенным двигателем на разных передачах

По известным значениям тормозных моментов, создаваемых двигателем и механизмами рабочей тормозной системы, можно также оценить степень снижения тепловой нагруженности тормозных механизмов автомобиля.

С этой целью воспользуемся формулами для определения температуры тормозных механизмов [1].

а) для тормозных механизмов передней оси автомобиля

$$T_1 = T_0 + \frac{W_1}{\alpha_1 \cdot F_1} \left(1 - e^{-\frac{\alpha_1 \cdot F_1 \cdot t}{c_1 \cdot m_1}} \right); \quad (6)$$

б) для тормозных механизмов задней оси автомобиля

$$T_2 = T_0 + \frac{W_2}{\alpha_2 \cdot F_2} \left(1 - e^{-\frac{\alpha_2 \cdot F_2 \cdot t}{c_2 \cdot m_2}} \right); \quad (7)$$

где T_0 – температура тормозных механизмов перед торможением $T_0=293\text{K}$; α_i – коэффициенты теплоотдачи тормозных механизмов в окружающую среду $\alpha_{\text{(при } Va)} = 4,1868 (1,6+2,8\sqrt{Va})$ [5]; F_i – площади охлаждения, соответствующих тормозных механизмов;

$$F_i = \frac{\pi \cdot d_{\bar{o}i}^2}{4} + \pi \cdot d_{\bar{o}i} \cdot b_{\bar{o}i} = \pi \cdot d_{\bar{o}i} \left(\frac{d_{\bar{o}i}}{4} + b_{\bar{o}i} \right), m_1, m_2 - \text{масса тормозных барабанов}$$

$$m_2 = \rho \cdot V = \left(\frac{\pi \cdot d_{\bar{o}i}^2}{4} \cdot t_{\bar{o}i} + \pi \cdot d_{\bar{o}i} \cdot t_{\bar{o}i} \cdot b_{\bar{o}i} \right), d_{\bar{o}i}, b_{\bar{o}i} \text{ и } t_{\bar{o}i} - \text{диаметр, ширина и толщина}$$

тормозного барабана; t - текущее время торможения.

Поглощаемая мощность тормозными механизмами определяется по формуле:

$$W_2 = R_{x2} \cdot V_a, \quad (8)$$

где R_{x2} – тормозные силы на колесах автомобиля.

Значение тормозных сил на колесах можно определить из ранее выявленных формулами (3) и (4) тормозных моментов на колесах автомобиля.

При известных значениях начальной скорости торможения, угла наклона дороги и других параметров, входящих в формулы (6) и (7) для конкретного автомобиля можно определить изменение температуры тормозных механизмов при различных способах торможения.

Результаты расчета для автомобиля ЗиЛ-5301АО представлены на рис. 2. При этом установлено, что температура задних тормозных механизмов при длительном торможении тормозными механизмами с неотсоединённым двигателем на спуске с углом $\alpha=6^\circ$ и длиной 6000м (условия испытания типа II) уменьшается с 1196К до 572К.

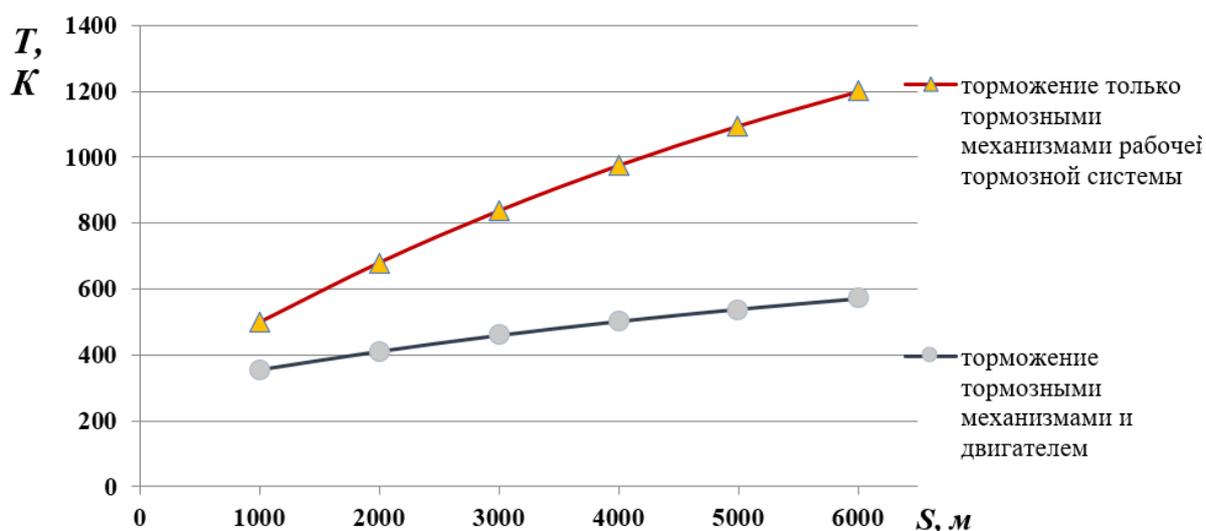


Рис. 3. Температура задних тормозных механизмов автомобиля ЗиЛ-5301АО при торможении двигателем и с отсоединенным двигателем

Алгоритм методики оценки снижения температуры тормозных механизмов при торможении двигателем представлен на рис. 4.

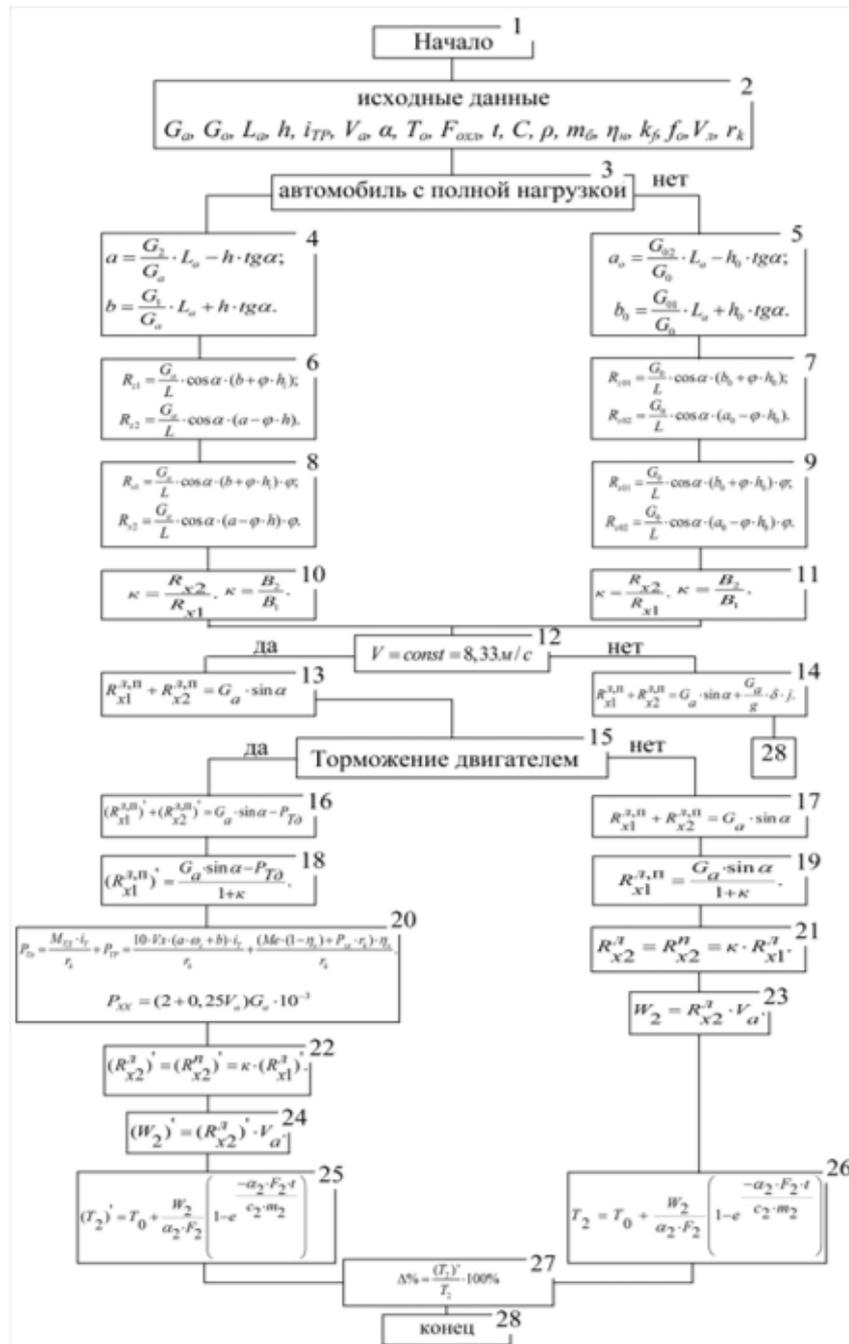


Рис. 4. Алгоритм методики оценки снижения температуры тормозных механизмов при торможении двигателем

Выводы: Результаты анализа показывают, что эксплуатация автомобилей на горных дорогах имеет ряд специфических особенностей, которые влияют на режим работы их узлов и агрегатов и, в особенности, деталей тормозной системы. Установлено, что при движении АТС на спусках и крутых

поворотах в результате интенсивного торможения, детали тормозной системы испытывают повышенное напряжение и перегреваются, что приводит к снижению их эффективности и отказу. В горных условиях эксплуатации, особенно на затяжных спусках особое значение приобретает торможение двигателем, так как длительное пользование рабочих тормозов вызывает повышенный износ тормозных накладок и нагревание тормозных колодок и барабанов, что приводит к снижению ресурса тормозных механизмов, а также потерю безопасности и управляемости автомобиля. Результаты проведенного анализа на примере автомобиля ЗиЛ-5301АО показывают, что требуемый тормозной момент при торможении двигателем в этих условиях уменьшается на 7,3%. Максимальный степень снижения теплонагруженности при торможении двигателем на грани блокирования всех колес автомобиля достигается на первой передаче и составляет 12,7% (при экстренном торможении). При этом, тепловая нагруженность задних тормозных механизмов данного автомобиля при длительном торможении тормозными механизмами с неотсоединенным двигателем на спуске с углом $\alpha=6^0$ и длиной 6000м (условия испытания типа II) уменьшается с 1196К до 572К.

Библиографический список

1. Соцков Д.А. Повышение активной безопасности автотранспортных средств при торможении. - дис. ... докт. техн. наук : Соцков Д.А. – МАДИ, М., 1990, –565 с.
2. Мажитов Б.Ж. Методы снижения токсичности отработавших газов дизеля и теплонагруженности тормозной системы автомобилей при эксплуатации в горных условиях.- дис. ... канд. техн. наук: Мажитов Б.Ж. - Санкт-Петербург – 2011, – 149 с.
3. Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Душанбе, Маориф ва Фарханг 2003. – 356 с.
4. Литвинов А.С.. Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
5. Вольченко А.И. Тепловой расчет тормозных устройств / А.И. Вольченко. – Львов: Вища школа, 1987. – 134 с.
6. Никульников Э.Н. Разработка методов экспериментально-расчетного определения режимов работы, путей повышения эффективности и снижения нагруженности автомобильных тормозных механизмов. Дмитров, 1984. – 205 с.

7. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478 с.

УДК 331.44

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ АККУМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

На мировом автомобильном рынке растет бум электромобилей. Все ведущие автомобильные бренды активно инвестируют в эту область и имеют в своих продуктовых линейках полностью электрические или гибридные автомобили. Некоторые правительства активно стимулируют продажу и разработку электромобилей с помощью субсидий или довольно крупных налоговых льгот и даже указывают на годы, когда некоторые страны полностью перейдут на электромобили. Широкое использование электромобилей необходимо для защиты окружающей среды, прежде всего в крупные города и мегаполисы. Со временем эта книга появится и в России. Все ведущие российские производители транспортных средств разрабатывают модификации транспортных средств на электрической тяге и организуют эксплуатацию электрических прототипов. Например, в Москве активно внедряются электробусы.

При всех очевидных преимуществах электромобилей их активное развитие может привести к огромным экологическим проблемам. Аккумуляторы, которые являются источниками энергии в электромобилях, имеют определенный ресурс, после чего их необходимо надлежащим образом утилизировать, поскольку они содержат токсичные вещества. В России тема утилизации батареек освещается крайне слабо научной аналитикой. Время автономной работы также может стать большой проблемой для потребителей электромобилей. Сейчас цена на аккумулятор составляет значительную часть стоимости электромобиля. Для клиента возможность дорогостоящего замена аккумулятора может стать серьезной проблемой и причиной отказа от покупки электромобиля.

Целью данной работы является описание методов утилизации аккумуляторов, их повторного использования на примере нескольких компаний, в

том числе автопроизводителей, а также изучение гарантийных предложений на аккумуляторы от производителей электромобилей.

Стоит подчеркнуть, что лишь в нескольких странах существуют свои собственные законы, правила и стандарты по утилизации и вторичной переработке тяговых аккумуляторов. Четкие правила сформулированы только в странах Европейского Союза и Японии, и они также косвенно предписаны в Канаде. Китай находится только на стадии разработки таких стандартов, в том числе для повторного использования батарей в электромобилях, в то время как в остальных странах правила либо полностью отсутствуют, либо производство автомобилей вообще отсутствует.

Основополагающими документами в этой области являются стандарты серии ISO 14000. В частности, стандарт ISO 14040 – ISO 14043 предусматривают оценку экологических показателей транспортных средств на протяжении всего жизненного цикла, предъявляют требования по снижению потребления природных ресурсов и энергии, а также вредного воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла транспортного средства. Международный стандарт ISO 22628 регулирует расчет норм утилизации и утилизацию транспортных средств.

В Западной Европе есть несколько крупных компаний, которые занимаются утилизацией тяговых аккумуляторов для электромобилей. Технический процесс переработки отходов сводится в основном к извлечению металлов - меди, никеля и кобальта. В то же время соединения лития не перерабатываются из-за слишком высокой стоимости такого производства, которая не покрывается утилизационной пошлиной и делает такой переработанный литий намного дороже, чем добытый из недр.

В настоящее время тяговые батареи электромобилей не перерабатываются на 100%. В дополнение к утилизации и вторичной переработке использованных тяговых аккумуляторов многие компании добиваются больших успехов в их повторном использовании. Некоторые примеры описаны ниже.

Один из крупнейших японских автопроизводителей Nissan и его дочерняя компания 4R Energy Corporation планируют оснастить улицы японского города Намиэ новыми уличными фонарями, которые будут питаться от комбинации отработанных батарей от электрического Nissan Leaf и солнечных панелей. Проект называется "Возрожденный свет" и, как предполагается, обеспечит освещение города в поддержку проекта восстановления Намиэ после цунами 2011 года.

BMW Group открыла в Лейпциге центр по ремонту и хранению аккумуляторных батарей, который может принимать до 700 аккумуляторов в день. Это производство должно открыть новый потенциал для экономии средств и повышения энергоэффективности, а также для сокращения вредных выбросов в атмосферу. Правительство Германии активно поддерживает подобные инициативы и предоставляет свое финансирование.

EVgo планирует использовать отработанные тяговые аккумуляторы в своих системах быстрой зарядки. Такая система уже существует в эксплуатации в Юнион-Сити, США, где аккумуляторы от BMW i3 используются для снижения нагрузки в часы пик в системах быстрой зарядки, подключенных к городской электросети. Система EVgo Union City включает в себя два зарядных устройства с быстрой зарядкой мощностью 50 кВт, а также вторичную систему, объединяющую две батареи BMW i3 в одном корпусе, которая накапливает энергию в системе мощностью 30 кВт / 44 кВтч.

Отработанные батареи от электромобиля BMW i3 были подключены к британской национальной электросети, формирование одного из крупнейших национальных хранилищ энергии. Он состоит из шести контейнеров, пять из которых вмещают 500 батареек. В Украине, на одном из горнолыжных курортов, собираются использовать отработанные аккумуляторы для резервной системы электроснабжения. В Париже есть лифты, приводимые в действие электромобилями Renault. В Амстердаме стадион питался от аккумуляторов Nissan Leaf.

Как видно, существует множество решений для повторного использования тяговых аккумуляторов электромобилей. Это хорошее решение для хранения и подачи энергии в качестве вспомогательного или аварийного источника. В то же время, как уже упоминалось выше, вызывает большие сомнения у потенциальных покупателей электромобилей в случае возможных рисков огромных затрат на замену тяговых батарей. В связи с этим важно рассмотреть решения и предложения для своих клиентов от ведущих мировых производителей электромобилей. В соответствии с такой проблемой стоит объяснить гарантию на аккумуляторы для новых автомобилей, продаваемых различными производителями автомобилей.

Почти все производители электромобилей предлагают гарантию на свои аккумуляторы сроком на 8 лет, при этом возможный пробег для таких транспортных средств варьируется, но чаще всего он составляет около 160 000 км, или 100 000 миль. В то же время стоимость новых аккумуляторов для разных марок автомобилей сильно варьируется.

Естественно, среднестатистический потребитель не в состоянии приобрести новый аккумулятор за половину стоимости всего электромобиля, поэтому некоторые производители предлагают различные решения для снижения цены.

В 2018 году японская компания Nissan запустила в домашних условиях программу замены тяговых аккумуляторов в старых электромобилях Nissan Leaf, предлагая автовладельцам на выбор "отремонтированный" аккумулятор или новый по сниженной цене, при этом старый аккумуляторный модуль необходимо было вернуть во время замены. Потому что его стоимость уже включена в стоимость замены аккумулятора. Прибыль от покупки нового модуля составила примерно 20%. В США аналогичная компания состоялась в 2016 году.

Работы по замене проводятся лицензированными автодилерами и станциями технического обслуживания, которые выдают соответствующее свидетельство о возможности дальнейшей регистрации автомобиля. При замене тягового аккумулятора на новый владелец автомобиля получает ту же гарантию, что и на Nissan Leaf, на 8 лет или 160 000 километров пробега.

Французский автопроизводитель Renault внедрил новую бизнес-модель, согласно которой при продаже электромобиля тяговая батарея сдается в аренду владельцам транспортного средства, в то время как фактическое право собственности на нее остается за производителем. После того, как аккумулятор израсходует свой ресурс, производитель заменяет их новыми модулями по самой низкой цене. Использованные батарейки затем либо "извлекаются" в качестве запасных, либо перерабатываются для повторного использования. Благодаря такому подходу стоимость электромобиля снижается примерно на 30%.

Производители понимают проблему высокой стоимости и относительно короткого ресурса тяговых аккумуляторов для электромобилей, поэтому они пытаются предложить потребителям более выгодные условия, чтобы сделать электромобили более конкурентоспособными на рынке.

Исходя из рассмотренных данных, можно сделать вывод, что, несмотря на незначительное освещение вопроса утилизации и повторного использования тяговых аккумуляторов, ведущие мировые автопроизводители активно занимаются этим вопросом, в том числе при государственной поддержке. Это дает большие перспективы для развития электротранспорта, в том числе и в России.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС НА МЕСТЕ РАБОТЫ ДРОБИЛЬЩИКА В ЦЕХЕ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТОВ

Общество с ограниченной ответственностью “Вестел-СНГ” в г. Александрове Владимирской области – предприятие, специализирующиеся на производстве бытовых электрических приборов.

Цех термопластавтоматов на предприятии выполняет такие функции, как производство деталей из композиционных материалов, отливаемых в условиях массового или серийного производства по технологии с высокой производительностью.

Термопластавтоматы – специальные автоматизированные устройства (принцип действия которых объясняется подачей давления на расплавленное сырье), выполняющие отлив полимерных изделий по заданным параметрам.

В ходе производственного процесса литьевая машина реализует загрузку гранул полимерного сырья в область загрузки. После, при нагреве и перемешивании, материал приобретает вязкотекучее состояние. Затем осуществляется набор того количества полимера, которое необходимо для отлития формы и термопластавтомат посредством инъекции заливает расплавленное сырье в пресс-форму, где и реализуется под давлением выдержка отливки. Завершающая стадия процесса – охлаждение или отверждение материала. Готовый продукт выталкивается машиной.

В ходе вышеперечисленных этапов цикла производства, возможно образования брака деталей (при отливке или температурном охлаждении). В этом случае, деталь подлежит переработке на вторичное сырье, проходя, предварительно, через дробильные установки для измельчения и приобретения гранулической формы. Тогда, 10 – 15 % измельченной гранулы полимерных материалов загружаются в литьевую машину и используются вторично, а оставшиеся 85-90% гранул, не используемые во вторичном этапе отливки, извлекаются из технического процесса и передаются третьим лицам.

Сырье поступает в дробильную установку через специальный отсек, захватывается ножами, проходит между вращающимися роторными лезвиями и ножами, находящимися в неподвижном состоянии. Процесс измельчения полимерного сырья происходит до полного измельчения, которое определяется прохождением всех гранул измельченного пластика через сито, установленное под камерой с ячейками.

В качестве сырья для дробильных установок выступают брачные изделия из пластмассы, отходы производства (из полистирола, АВС, полипропилена, стирола).

Дробильщик загружает материалы и бункеры машины, регулирует работу агрегатов в зависимости от вида сырья. С помощью автоматических устройств, вентилях и задвижек осуществляет равномерную подачу материалов воды, определяет окончание процесса дробления, выгружает и распределяет материалы и полуфабрикаты по бункерам в зависимости от сортности. Контролирует качество дробимого материала по внешним признакам или с помощью ситового анализа. Регулирует равномерное поступление сырья в дробилки, следит за крупностью поступающего и выходящего из дробилок материала следит за работой механизмов дробилок, транспортных и аспирационных устройств, удаляет примеси.

Согласно главе 6 “Требования безопасности” ГОСТ 12376-71:

1. Конструкция дробилок должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-74 в отношении разделов 1 и 2.

2. Конструкция дробилок должна обеспечивать:

а) безопасный и удобный доступ к местам крепления деталей, подверженных быстрому износу, местам регулировки и смазки;

б) пыленепроницаемость в местах разъема частей корпуса, корпуса дробилки и приемной коробки, крышек люков;

в) дистанционное управление запуском и остановкой электродвигателя дробилки.

3. Корпус дробильной установки должен быть разъемным. Разъем должен производиться при помощи специального устройства, облегчающего эту операцию.

4. Уровни звука, уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на расстоянии 1 м от наружного контура дробилки не должны быть выше значений, указанных в таблице.

**Уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на расстоянии
1 м от наружного контура дробилки**

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
102	100	102	107	106	106	100	97	111

5. Уровень звука на постоянных рабочих местах операторов, которые находятся в изолированных помещениях, не должны превышать норм, согласно ГОСТ 12.1.003-83.

6. Уровень вибрации, передающейся на рабочие места персонала от дробилки, не должны превышать значений гигиенических норм, согласно ГОСТ 12.01.012-78.

7. Уровень запыленности дробилок на постоянном рабочем месте должен быть не более 4 мг/м³ при содержании в пыли кристаллической двуокиси кремния не более 10%.

8. Дробилки в условиях эксплуатации должны иметь изолированные площадки для обслуживания машины по ГОСТ 12.2.011-75.

9. Рабочие места операторов дробилки и органы управления должны соответствовать нормам ГОСТ 12.2.011-75 в части стационарных машин. Символы органов управления дробилкой - по ГОСТ 12.4.040-78. Рабочие места должны быть оборудованы огнетушителем.

10. Электрооборудование дробилок должно быть выполнено в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

При технологическом процессе задействуются экономичные грануляторы немецкого производства ZERMA 700/700 и ZERMA 700/1000.

Ниже представлен перечень обязательных средств индивидуальной защиты дробильщика, в который входят:

- защитные очки;
- респиратор (в случае наличия нескольких видов одинаково эффективных респираторов работник имеет право выбора, где приоритет отдается наиболее приемлемому для дробильщика средству защиты с точки зрения обеспечения защиты и комфорта);
- противошумная каска;
- брезентовые рукавицы;
- кожаные ботинки;
- хлопчатобумажный пылезащитный костюм.

Во время обслуживания дробильных установок или иного дробильного оборудования на дробильщика могут оказывать влияние следующие опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы;
- динамичные части производственного оборудования;
- вылет дробильных кусков из рабочей зоны дробилки;
- высокий уровень запыленности в воздухе рабочей зоны дробильщика;
- общая вибрация;
- повышенный уровень шума;
- возможность замыкания при повышенном значении напряжения в электрической цепи.

Во время работы дробильного оборудования могут возникать аварийные ситуации, а именно заклинивание дробильной установки, вызванное попаданием в рабочую зону металлических предметов; подача в дробильную установку объектов, отличных от рекомендуемых габаритных размеров; запрессовка или завал материала между неподвижной и подвижной частями дробилки.

В связи с чем дробильщик должен иметь базовые технические знания об электроустановках, иметь четко сформированное представление об опасности электрического тока и токопроводящих частях (запрещается прикасаться к открытым токоведущим частям оборудования и оголенным проводам, производить самостоятельное подключение электропроводки, производить замену или установку электроламп, использовать не по назначению коммутационную аппаратуру (выключатели, изоляторы, розетки, посты управления и др.), уметь оказывать первую помощь пострадавшим от поражения электрическим током (в случае получения травмы, ухудшения условий труда, неисправностях в рабочих механизмах или оборудования, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций дробильщик должен сообщить начальнику смены или мастеру, и принять обстоятельно необходимые профилактические меры, в целях обеспечения собственной безопасности), соблюдать технику пожарной безопасности, меры предосторожности, работая с горючими или легковоспламеняющимися веществами (жидкостями, газами и иными опасными материалами и оборудованием), поддерживать противопожарный режим, знать, каким образом использовать в случае необходимости средства пожаротушения, места расположения основных и запасных выходов и план эвакуации.

При несчастном случае, заболевании или отравлении дробильщик обязан прекратить работу, известить об этом начальника смены или мастера и обратиться за квалифицированной медицинской помощью.

УДК 614.8

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПОНЯТИЕ РИСКА В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Ключевым понятием в сфере безопасности является «риск». Последний по времени принятия (1 апреля 2021 года) ГОСТ Р ИСО 45001-2020 дает следующее определение:

«3.20 **риск** (risk): влияние неопределенности.

Примечания:

1. Влияние выражается в отклонении от ожидаемого результата – позитивном или негативном.

2. Неопределенность является состоянием, связанным с недостатком, даже частично, информации, понимания или знания о событии, его последствиях или вероятности.

3. Риск часто определяют по отношению к потенциальным событиям (как определено в Руководстве ИСО 73:2009. 3.5.1.3) и их последствиям (как определено в Руководстве ИСО 73:2009. 3.6.1.3) или к их комбинации.

4. Риск часто выражается в терминах комбинации последствий события (включая изменения в обстоятельствах) и связанных с ними вероятностей (как определено в Руководстве ИСО 73:2009. 3.6.1.1) возникновения.

5. В настоящем стандарте при использовании термина «риски и возможности» подразумеваются риски (3.21) и возможности (3.22) в области ОЗБТ, а также другие риски и возможности для системы менеджмента.

6. Термин является одним из числа общих терминов и определений для стандартов ИСО на системы менеджмента.

3.21 риск в области охраны здоровья и безопасности труда; риск в области ОЗБТ (occupational health and safety risk, OH&S risk): Комбинация вероятности возникновения опасной производственной ситуации или воздействия(й) и серьезности травмы или ущерба для здоровья (3.18), которые могут быть вызваны этой ситуацией или воздействием(ями).

3.22 возможность в области охраны здоровья и безопасности труда; возможность в области ОЗБТ (occupational health and safety opportunity.

ОН&S opportunity): Обстоятельство или совокупность обстоятельств, которые могут вести к улучшению показателей ОЗБТ (3.28).»

В качестве наиболее подходящего для целей управления техносферной безопасностью определения понятия «риск» выберем следующее:

Риск – сочетание возможности наступления случайного опасного события и ущерба, обусловленного этим событием.

В принятом нами определении риска на первом месте стоит **главное слово – «сочетание»**. Иногда вместо него ставят слово «произведение», но такая подстановка сильно сужает понятие *риск* и ограничивает методологию оценки риска только методами, использующими численные значения сомножителей: «вероятность» и «ущерб». Сочетание – это более общее понятие, включающее в себя в частном случае и «произведение», и «пересечение», и «конъюнкцию».

Термин «возможность» также является более общим по сравнению с часто используемым в этом месте термином «вероятность». Более того, использование термина «вероятность» в определении риска вводит в заблуждение, которое затем становится источником многих терминологических и нормативных ошибок.

В определении слово «случайное» применительно к «событию» указывает на присутствие *неопределённости* в структуре риска.

Опасность – обстоятельство, которое может привести к получению травмы или ущербу для здоровья.

В оригинальном определении, приведённом в международном стандарте OHSAS 45001-2020, понятие «опасность» основывается на «базовом термине»: *травма или ущерб для здоровья*, под которыми понимают негативное влияние на физическое, психическое или умственное состояние человека. Эти негативные влияния могут включать в себя профессиональное заболевание, болезнь или смерть.

Ущерб – измеримая величина отклонения измеримого результата деятельности (действия) от цели.

В техносферной безопасности «ущерб» связывается со здоровьем Человека (т. е. неопределённого лица или неопределённого круга лиц). В «охране труда» в качестве «человека» рассматривается социальная единица – «наёмный работник», работающий по трудовому договору, что само по себе существенно сужает сферу действия «охраны труда» по сравнению с менеджментом техносферной безопасности.

Однако и понятие «ущерб» в менеджменте безопасности является не таким простым, как может показаться на первый взгляд. Если ущерб связать

непосредственно с состоянием здоровья «Человека» вообще (работника, посетителя, прохожего) или даже конкретного человека (работника, занятого на конкретном рабочем месте), то в этом месте строгий «менеджмент» заканчивается и начинается неопределённая «охрана труда», т. к. здоровье конкретного человека не подлежит объективному измерению!

В Федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» приводится более подходящее для целей государственного управления определение: «здоровье – состояние физического, психического и социального благополучия человека, при котором отсутствуют заболевания, а также расстройства функций органов и систем организма».

То есть, «здоровыми», с точки зрения законодательства об основах охраны здоровья граждан, являются все люди, у которых официально не установлено заболевание.

Именно невозможность объективного *измерения* здоровья конкретного человека приводит к тому, что в «менеджменте техносферной безопасности (в масштабе организации, государства)» измеряется не здоровье человека, а *объективный ущерб* (денежный убыток) для организации (государства, общества), обусловленный убытком здоровья человека в результате воздействия опасных факторов процесса.

Несмотря на кажущуюся негуманность этого определения, именно такой подход более предпочтителен для целей реального управления, а не его имитации. Эта на первый взгляд сложная, а на самом деле совершенно логичная схема вытекает из принципа: *«управлять можно только тем, что подлежит измерению»*.

Тем не менее и в этой схеме нет ничего «негуманного»: если деятельность, направленная на сохранение ресурса предприятия, а именно человеческого капитала, сохранит жизнь и здоровье конкретному работнику, а в результате сохранит и трудовой потенциал общества, что в этом негуманного? Существенно хуже, если громкие заявления о «приоритете жизни и здоровья работника над результатами производственной деятельности», о «недопустимости деятельности, если она содержит угрозу для жизни и здоровья работников», не дают реального результата.

Федеральным законом от 02.07.2021 № 311-ФЗ были внесены поправки в Трудовой кодекс Российской Федерации, которые вступают в силу 01.03.2022 г.

Статья 209 дополнена новым определением:

Опасность – потенциальный источник нанесения вреда, представляющий угрозу жизни и (или) здоровью работника в процессе трудовой деятельности (на текущий момент данный термин в ТК отсутствует).

Пересмотренные понятия приведены в таблице:

Изменения терминов в Трудовом кодексе

Определение из прежней редакции	Определение, вступившее в силу 01.03.2022 г.
Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.	Вредный производственный фактор – фактор <u>производственной среды или трудового процесса</u> , воздействие которого может привести к <u>профессиональному</u> заболеванию работника.
Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.	Опасный производственный фактор – фактор <u>производственной среды или трудового процесса</u> , воздействие которого может привести к травме <u>или смерти</u> работника.
Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами. <i>Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.</i>	Профессиональный риск – вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при исполнении <u>им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья.</u>

Определение из прежней редакции	Определение, вступившее в силу 01.03.2022 г.
<p>Управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.</p>	<p>Управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий и процедур, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя <u>выявление опасностей, оценку профессиональных рисков и применение мер по снижению уровней профессиональных рисков или недопущению повышения их уровней, мониторинг и пересмотр выявленных профессиональных рисков.</u></p>

Термин «Условия труда» и «Безопасные условия труда» при этом оставили без изменений оставили без изменений:

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов.

Библиографический список

1. Бакаева Т. Н. Управление профессиональными рисками: учебное пособие / Т. Н. Бакаева, И. А. Дмитриева, Л. В. Толмачева. - Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. - 98 с.: ISBN 978-5-9275-2328-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/997025> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. ГОСТ ИСО 31000 – 2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство.

3. ГОСТ ИСО 45001 – 2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению.

4. ГОСТ 12.0.230.4-2018. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.

5. ГОСТ 12.0.230.5-2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ.

6. Корчагин, А. Б. Управление профессиональными рисками : учеб. пособие : в 2 ч. / А. Б. Корчагин, В. С. Сердюк, А. И. Бокарев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. - ISBN 978-5-8149-1066-0, Ч. 1 : Основы теории. – 228 с. - ISBN 978-5-8149-1067-7.

УДК 614.8

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ЭЛМЕРИ

Косвенные методы оценки рисков не основываются на идентификации опасностей, оценивании вероятностей и тяжести несчастных случаев. Оценка риска получается непосредственно из анализа объективных обстоятельств, имеющих прямое или косвенное отношение к безопасности. Одним из косвенных методов количественной оценки производственных рисков является метод (система) Элмери. Систему Элмери разработали Институт профессионального здравоохранения Финляндии и Управление по охране труда при Министерстве социального обеспечения и здравоохранения Финляндии. В разработке принимали участие более десяти предприятий и большое количество опытных инспекторов по безопасности.

Метод Элмери основан на наблюдениях, которые охватывают все важнейшие составляющие части безопасности труда, такие как: соблюдение требований безопасности при выполнении работ, состояние помещений и сооружений, рабочих мест, оборудования, инструментов, применение работниками СИЗ, порядок на рабочем месте, вопросы гигиены труда и эргономики.

Метод Элмери устанавливает корреляционную связь между общим уровнем производственной дисциплины и общим уровнем безопасности. В

системе Элмери уровень рисков в подразделении и на предприятии оценивается по так называемому индексу безопасности (индекс Элмери):

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты "ХОРОШО"}}{\text{пункты "ХОРОШО"} + \text{пункты "ПЛОХО"}} \times 100 (\%).$$

Индекс обозначает процентное соотношение, значение которого может быть от 0 до 100. Например, результат 60% показывает, что 60% пунктов из всех соответствует требованиям.

Недостатком системы Элмери является то, что все факторы, оказывающие влияние на безопасность труда, принимаются равнозначными (отсутствие ограждений при работе на высоте, недостаточной ширины проходы между столами в бухгалтерии, отсутствие чистоты на рабочем месте).

Это положение существенно искажает действительную картину рисков организации и не позволяет планировать мероприятия по ОТ с учётом приоритетности защитных мер. Несмотря на это, применение системы Элмери позволяет планировать мероприятия по охране труда не бесцельно («для галочки» или с целью израсходования выделенного лимита денежных средств), а с конкретной целью – для устранения выявленного несоответствия. А формирование у управленческого персонала организации современных взглядов на целенаправленное планирование деятельности в области охраны труда является одним из важнейших краеугольных камней современной системы организационного управления (менеджмента).

Таким образом, система Элмери является простейшим методом косвенной оценки рисков, который не затрагивает процессов выявления и идентификации опасностей на рабочих местах, оценки вероятностей нежелательных событий и их последствий, оценивания конкретных рисков.

В связи с этим работодатель не имеет возможности, например, информировать работника об имеющихся на его рабочем месте рисках для здоровья и жизни, а может только сообщить работнику: какие требования охраны труда на его рабочем месте выполняются, а какие – нет.

Для эффективного результата к процедуре привлекают руководителей, различных специалистов и самих работников. По методу Элмери оценщик выбирает рабочее место и наблюдает за рабочим процессом. Затем заполняет анкету по приведенной инструкции.

Инструкция для наблюдения

1. Производственный процесс

Что оценивать. Насколько безопасны действия работника.

Количество отметок в анкете. 1

Как оценивать. Если во время наблюдения нет работника, в анкете ставьте отметку в графе «отсутствует». Поставьте отметку в графе «хорошо», если работник использует необходимые средства защиты и защитную одежду, не рискует. Оцените, какие СИЗ нужны сотруднику для безопасной работы, использует ли он их при работе. Например, работы на высоте проводят с исправной системой обеспечения безопасности. Проверьте, защищены ли во время работы: голова, ноги, руки, глаза и лицо и т. д. Работник рискует, если трудится в обход устройств безопасности. Например, чистит включенное оборудование или курит в пожароопасных местах. В этом случае ставьте отметку в графе «плохо».

2. Порядок и чистота

Что оценивать. Порядок и чистоту на рабочих столах, верстаках, стеллажах, поверхностях, полу и в мусорных контейнерах.

Количество отметок в анкете. Минимум 5

Как оценивать. Если чего-то из перечисленного выше нет на рабочем месте, напротив пункта в анкете делайте отметку в графе «отсутствует». Если по какому-то из пунктов несколько объектов, отдельно оценивайте каждый из них. В этом случае контрольных отметок в анкете будет больше пяти.

Отметки в графе «хорошо» ставьте, если:

2.1. Рабочие столы и верстаки в исправном состоянии и на них нет лишних предметов.

2.2. Стеллажи и полки в исправном состоянии, надежно и безопасно закреплены, не перегружены. Также не сломаны вешалки, крепления, крючки, катушки для шлангов и т. п.

2.3. Поверхности станков, шкафов, подоконников и пр. убраны, не перегружены, без лишних предметов, заусенцев и т. д.

2.4. Мусорные контейнеры не переполнены.

2.5. Пол чистый, в хорошем состоянии и без выступов, о которые могут споткнуться работники. Также пол пригоден для передвижения и транспортировки грузов.

3. Безопасность труда при работе с машинным оборудованием

Что оценивать. Состояние оборудования, устройств управления и защиты, аварийных выключателей, стационарных площадок для обслуживания и подъемов к ним.

Количество отметок в анкете. 4 по каждому станку или устройству на рабочем месте

Как оценивать. Ставьте отметку в графе «хорошо», если:

3.1. Оборудование или устройство без повреждений, стоит прочно, знаки безопасности на нем четкие и их хорошо видно. Нет острых краев или углов, о которые можно травмироваться. Нет трещин, разломов, следов временного ремонта, например, в виде скруток пластыря или проволоки.

3.2. Устройства управления целые и размещены согласно требованиям безопасности и технологического процесса, на них нанесены четкие и видимые необходимые обозначения. Аварийные выключатели обозначены и расположены на видном месте с быстрым доступом к ним из опасной зоны.

3.3. Движущие части станков внутри корпуса и имеют устройства защиты, которые предотвращают или уменьшают угрозу прикосновения к ним. При этом устройства защиты целые, установлены в правильном месте и соответствуют требованиям стандартов. Сотрудники не работают в обход устройств защиты или выключив их.

3.4. В виде площадки для обслуживания не используют временные подставки. Стационарные площадки и подъемы к ним смонтированы в нужных местах, не захлаплены, имеют безопасное строение и достаточное количество места для выполнения на них работы. Лестница на подъеме под углом менее 45 градусов.

Стационарные площадки для обслуживания и подъемы к ним устанавливают на станках и оборудовании только при необходимости. Например, на рабочих местах и объектах, где требуются ежедневная регулировка и обслуживание.

Устройства защиты, площадки и подъемы к ним не оценивают, если их нет.

4. Факторы окружающей среды

Что оценивать. Уровни производственных факторов: шума, освещения, температуры, а также чистоту воздуха и возможные взаимодействия с химическими веществами.

Количество отметок в анкете. 5

Как оценивать. При оценке используйте результаты СОУТ или производственного контроля. Если их нет, в конце анкеты в заметках укажите, что нужно провести соответствующие замеры. Если фактор нельзя оценить с помощью органов чувств или на основе опыта, ставьте отметку в графе «отсутствует».

Ставьте отметку в графе «хорошо», если:

4.1. Уровень шума в пределах нормы и нет необходимости применять средства защиты органов слуха. Когда уровень допустимый, вы сможете разговаривать не повышая голоса и слышать друг друга, стоя на расстоянии не менее одного метра. Если в разговоре голос приходится повышать, вероятно, уровень шума превышает допустимые нормы. Для более точного анализа нужно проводить замеры. Отметку «хорошо» по шуму не ставят, если есть ударная техника, например, кузнечное производство, пневматические инструменты и оборудование.

4.2. Освещение достаточное по освещенности, не ослепляет и равномерно распределено по всей поверхности рабочего места.

4.3. Чистота воздуха на удовлетворительном уровне, то есть на рабочем месте нет пыли, волокон, газов, дыма и биологических раздражителей в количествах, превышающих 10 процентов от установленных предельных концентраций. Если проводили СОУТ и производственный контроль, делайте выводы на основе их результатов. Если нет, ставьте отметку исходя из опыта, осязаемых и видимых наблюдений: запахи, а также количество грязи и пыли, осевшей на поверхностях.

4.4. Температурный режим комфортный для вида работы: легкая – + 21 ... + 25 °С, средняя + 17 ... +21 °С, тяжелая + 12 ... + 17 °С. Система вентиляции обеспечивает циркуляцию воздуха, но не создает сквозняка.

4.5. Упаковка химических веществ не нарушена, на ней есть название и необходимые знаки опасности. Работники правильно обращаются с химическими веществами и на их коже нет вредных раздражений.

Ставьте отметку в графе «плохо», если на рабочем месте есть емкости, содержание которых не обозначено. Если на рабочем месте нет химических веществ, ставьте отметку в графу «отсутствует».

5. Эргономика

Что оценивать. Размеры рабочего места, положение тела при работе, количество физических усилий при подъеме тяжестей, повторяющиеся рабочие операции и смену положений тела в процессе работы.

Количество отметок в анкете. 4

Как оценивать. Ставьте отметку в графе «хорошо», если:

5.1. У работника достаточно пространства для работы, он может свободно менять положение тела при работе.

Расположение и устройство рабочего места и оборудования на нем позволяют:

- принимать удобное положение тела;
- использовать при необходимости спинку или опору;
- регулировать место в зависимости от параметров работника или вида работы.

5.2. Трудовой процесс не предусматривает применения больших физических усилий для перемещения и поднятия грузов вручную. Обратите внимание на вес, размер и форму груза, высоту подъема и физическое состояние рабочего, а также на то, в каком положении и насколько часто он поднимает груз.

Дополнительно оцените, как часто и с какой продолжительностью работник выполняет погрузочно-разгрузочные работы.

5.3. Рабочий процесс не содержит монотонных повторяющихся рабочих операций или продолжительность повторяющейся фазы рабочей операции составляет более 30 секунд.

5.4. Трудовой процесс позволяет работнику менять положение тела: физическая работа, сидение, стояние и движение.

6. Проходы и проезды

Что оценивать. Пути движения, которые ведут к рабочему месту, на протяжении 10 метров. Чтобы не повторяться, не оценивайте поверхность проходов на рабочем месте, отметку по ней делают в п. 2.5.

Количество отметок в анкете. 3

Как оценивать. Ставьте отметку в графе «хорошо», если:

6.1. Проходы правильно рассчитаны, обозначены и пешеходные дорожки отделены от транспортных. Проезды для транспорта четко отделены от остальной поверхности пола краской, возвышениями, ограждениями или дорожными знаками.

6.2. Поверхность проходов целая и нескользящая, на путях перемещения нет лишних предметов.

6.3. Видимость на дорожках хорошая во все стороны движения. Освещение проходов достаточное и ровное.

7. Возможности для спасения и оказания первой помощи

Что оценивать. Средства пожаротушения, спасения и оказания первой помощи, пути эвакуации и возможность доступа к электрощиту, чтобы экстренно отключить питание.

Количество отметок в анкете. 4

Как оценивать. Если на самом рабочем месте нет оборудования, осмотрите аналогично ближайшее к рабочему месту. Когда спасательное средство или оборудование общее для нескольких рабочих мест, результат учитывайте только один раз, для остальных мест ставьте отметку в графе «отсутствует».

Ставьте отметку в графе «хорошо», если:

7.1. Электрощит имеет обозначения и перед ним есть как минимум 80 см свободного пространства.

7.2. Есть необходимые средства спасения и оказания первой помощи и они в пригодном состоянии.

7.3. Средства пожаротушения обозначены, подходы к ним свободны.

7.4. Пути эвакуации свободны и имеют четкие обозначения. Информационные знаки видны с рабочего места, в том числе при отключении освещения.

Библиографический список

1. Бакаева Т. Н. Управление профессиональными рисками: учебное пособие / Т. Н. Бакаева, И. А. Дмитриева, Л. В. Толмачева. - Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. - 98 с.: ISBN 978-5-9275-2328-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/997025> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. ГОСТ ИСО 31000 – 2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство.

3. ГОСТ ИСО 45001 – 2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению.

4. ГОСТ 12.0.230.4-2018. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.

5. ГОСТ 12.0.230.5-2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ.

6. Корчагин, А. Б. Управление профессиональными рисками : учеб. пособие : в 2 ч. / А. Б. Корчагин, В. С. Сердюк, А. И. Бокарев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. - ISBN 978-5-8149-1066-0, Ч. 1 : Основы теории. – 228 с. - ISBN 978-5-8149-1067-7.

УДК 656.02

Ю. К. Кокурина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЁРА

Для возможности применения математического аппарата при решении проблемы её следует представить в виде математической модели. Проблему коммивояжёра можно представить в виде модели на графе, то есть используя вершины и ребра между ними. Таким образом, вершины графа соответствуют городам, а рёбра (i, j) между вершинами i и j – пути сообщения между этими городами. Каждому ребру (i, j) можно сопоставить критерий выгодности маршрута $c_{ij} \geq 0$, который можно понимать как, например, расстояние между городами, время или стоимость поездки.

Гамильтоновым циклом называется маршрут, включающий по одному разу каждую вершину графа.

В целях упрощения задачи и гарантии существования маршрута обычно считается, что модельный граф задачи является полностью связным, то есть, что между произвольной парой вершин существует ребро. В тех случаях, когда между отдельными городами не существует сообщения, этого можно достичь путем ввода рёбер с максимальной длиной. Из-за большой длины такое ребро никогда не попадет к оптимальному маршруту, если он существует.

Таким образом, решение задачи коммивояжёра – это нахождение гамильтонова цикла минимального веса в полном взвешенном графе.

В зависимости от того, какой критерий выгодности маршрута сопоставляется величине ребер, различают различные варианты задачи, важнейшими из которых являются симметричная и метрическая задачи.

Асимметричная и симметричная задачи

В общем случае, асимметричная задача коммивояжера отличается тем, что она моделируется ориентированным графом. Таким образом, следует также учитывать, в каком направлении находятся ребра.

В случае симметричной задачи все пары ребер между одними и теми же вершинами имеют одинаковую длину, то есть, для ребра (i, j) одинаковы длины $c_{ij} = c_{ji}$. В симметричном случае количество возможных маршрутов вдвое меньше асимметричного случая. Симметричная задача моделируется неориентированным графом (см. рисунок).

На самом деле, задача коммивояжера в случае реальных городов может быть как симметричной, так и асимметричной в зависимости от длительности или длины маршрутов и от направления движения.

Симметричную задачу коммивояжера называют *метрической*, если относительно длин ребер выполняется неравенство треугольника. Условно говоря, в таких задачах обходные пути длиннее прямых, то есть, ребро от вершины i до вершины j никогда не бывает длиннее пути через промежуточную вершину k :

$$c_{ij} \leq c_{ik} + c_{kj}.$$

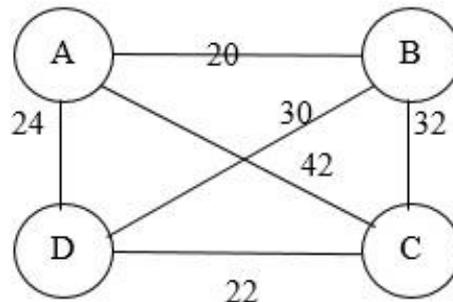
Неметрическая задача коммивояжера может возникать, например, в случае минимизации длительности пребывания при наличии выбора транспортных средств в различных направлениях. В таком случае обходной путь самолетом может быть короче прямого сообщения автомобилем.

Если на практике в условиях задачи разрешается посещать города несколько раз, то симметричную задачу можно свести к метрической. Для этого задачу рассматривают на так называемом графе расстояний. Этот граф имеет такое же множество вершин, как и исходный, и является полностью связным. Длина ребер c_{ij} между вершинами i и j на графе расстояний соответствует длине кратчайшего расстояния между вершинами i и j в исходном графе. Для определенных таким образом длин c_{ij} выполняется неравенство треугольника, и каждому маршруту на графе расстояний всегда соответствует маршрут с возможными повторениями вершин в исходном графе.

Поскольку коммивояжер в каждом из городов встает перед выбором следующего города из тех, что он ещё не посетил, существует $(n - 1)!$ маршрутов для асимметричной и $(n - 1)!/2$ маршрутов для симметричной задачи коммивояжера. Таким образом, размер пространства поиска зависит экспоненциально от количества городов.

В замкнутом варианте задачи коммивояжера требуется посетить все вершины графа, после чего вернуться в исходную вершину. Незамкнутый вариант отличается от замкнутого тем, что в нём не требуется возвращаться в стартовую вершину.

В рассматриваемой нами задаче, например, мы имеем 4 вершины: А, В, С, D, где вершина А является начальной точкой отправления и конечной точкой. Известны расстояния между объектами. Задано представление в виде графа.



Так как задача симметричная, то существует $\frac{(4-1)!}{2} = \frac{3!}{2} = \frac{6}{2} = 3$

маршрута.

Простейшие методы решения данной задачи:

- полный перебор
- метод ветвей и границ (алгоритм Литтла или исключения подциклов)
- жадный алгоритм
- деревянный алгоритм (с помощью алгоритма Прима)
- метод генетических алгоритмов
- алгоритм муравьиной колонии
- алгоритм Карга-Томпсона (эвристика ближайшей точки) и др.

Рассмотрим некоторые из метод одним примере: поставщик А перевозит грузы поставщикам В, С и D (известны все расстояния).

Метод полного перебора заключается в том, что выполняется перебор всех возможных комбинаций точек (пунктов назначения). Как известно из математики, число таких перестановок равно $n!$, где n – количество точек. Так как в задаче коммивояжера исходный пункт обычно принимается одним и тем же (первая точка), то нам достаточно перебрать оставшиеся, т.е. количество перестановок будет равно $(n - 1)!$. Этот алгоритм почти всегда дает точное решение задачи коммивояжера, однако продолжительность таких вычислений может занять неоправданно много времени. Известно, что

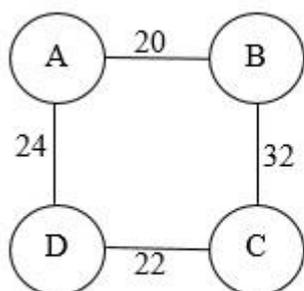
при значениях $n > 12$, современный компьютер не смог бы решить задачу коммивояжера даже за все время существования вселенной.

Путь ABCDA (он же ADCBA)=20+32+22+24=98

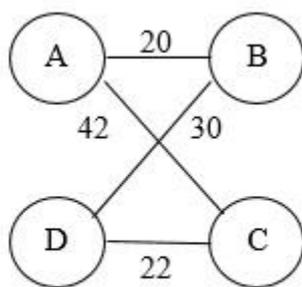
Путь ABDCA (он же ACDBA)=20+30+22+42=114

Путь ADBCA (он же ACBDA)=24+30+32+42=128

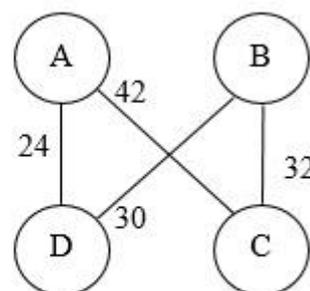
Проанализировав все варианты, выбираем кратчайший путь, который равен 98.



$$\Sigma=98$$



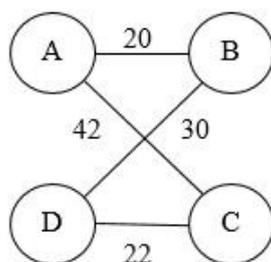
$$\Sigma=114$$



$$\Sigma=128$$

Жадный алгоритм – алгоритм нахождения наикратчайшего расстояния путём выбора самого короткого, ещё не выбранного ребра, при условии, что оно не образует цикла с уже выбранными рёбрами. «Жадным» этот алгоритм назван потому, что на последних шагах приходится жестоко расплачиваться за жадность.

Посмотрим, как поведет себя при решении нашей задачи жадный алгоритм. Здесь он превратится в стратегию «иди в ближайшую точку (город), в которой ещё не был». Пусть мы стартуем из А. Алгоритм «иди в ближайшую точку» выведет нас в В, затем в D, затем в С; на последнем шаге придется платить за жадность, возвращаясь по длинному пути назад в А. В результате получится не кратчайший, а длинный тур. Получился путь ABDCA=20+30+22+42=114.



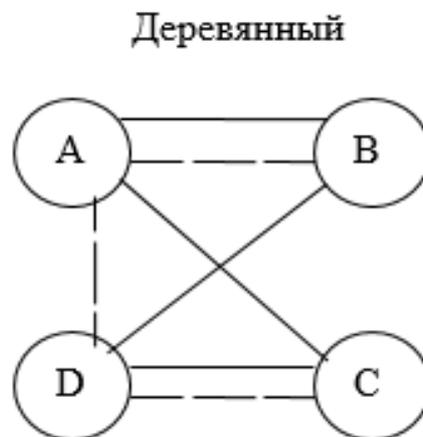
$$\Sigma=114$$

Если решать задачу по **методу ветвей и границ** (алгоритм Литтла или исключения подциклов), то у нас получился бы следующий маршрут: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$.

Общая длина пути: $L = 20+32+22+24=98$. Это наикратчайший путь (как и в методе полного перебора).

Деревянный алгоритм (строим для графа минимальное покрывающее дерево с помощью алгоритма Прима).

Деревянный алгоритм вначале строит остовное дерево, показанное на рисунке штриховой линией, затем эйлеров цикл $A-B-A-D-C-D-A$, затем тур $A-B-D-C-A$ длиной $20+30+22+42=114$, который показан сплошной линией на рисунке.



Этот алгоритм работает медленнее, чем другие, и служит примером нерационального использования локального поиска для задач.

В моей работе была решена задача на распределения товаров среди магазинов (складов) с минимальными затратами различными методами.

Просмотрев результаты, можно сделать вывод, что решение подобных задач представленными методами сильно упростит и максимально сократит расходы распределение товаров среди магазинов.

Библиографический список

1. Логистика снабжения / В. И. Сергеев, И. П. Эльяшевич. – М. : Изд-во Юрайт, 2017. – 398 с. – ISBN 978-5-534-03334-2.
2. Логистика и управление цепями поставок : учебник / В. В. Щербаков. – М. : Изд-во Юрайт, 2017. – 582 с. – ISBN 978-5-534-04590-1.
3. Логистика / В. П. Мельников, А. Г. Схирладзе, А. К. Антонюк. – М. : Изд-во Юрайт, 2018. – 288 с. – ISBN 978-5-534-00821-0.

НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ УСЛОВИЙ ТРУДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ПОЛИМЕРОВ

Стирол-акриловые дисперсии - самый распространенный вид водных дисперсий полимеров, широко используемый в различных отраслях, обладают высокой устойчивостью к климатическим воздействиям. Эти дисперсии при нанесении на поверхности различных типов материалов создают эластичные покрытия с высокой степенью адгезии, поскольку и размеры частиц не превышают 0,14 мкм

В состав производства водных дисперсий полимеров входят:

- производственный корпус с наливным складом хранения продукции;
- склад жидкого химического сырья.

Реакторное оборудование размещено на четырех отметках производственного корпуса и имеет вертикальную организацию технологического цикла по периодической схеме. Для управления технологическим процессом предусмотрена автоматизированная микропроцессорная система управления.

Обеспечение производства энергоресурсами предусмотрено: – электроэнергией – по двум кабельным линиям (I категория); водой – от существующей системы пожарохозяйственного водопровода с закольцовкой; сжатым воздухом – от собственной компрессорной станции; сжатым азотом – от собственной установки получения азота.

Основными видами транспорта, используемыми для доставки сырья и вывоза готовой продукции, являются автомобильный и железнодорожный. Часть сырья поступает автотранспортом непосредственно в производственный корпус, часть – железнодорожным и автомобильным транспортом на склад, а далее трубопроводным транспортом. Отправка готовой продукции осуществляется автотранспортом.

В связи с использованием в производстве пожаровзрывоопасных веществ к организации производства предьявлены повышенные меры по пре-

дупреждению и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций. В категорических помещениях установлено взрывоискробезопасное оборудование. Помещения разделены тамбур шлюзами с постоянным подпором воздуха. В производственных помещениях осуществляется трехкратный воздухообмен. Все основные стадии производства автоматизированы. При ремонтных работах используется искробезопасный инструмент.

Помещения оборудованы противопожарными датчиками и датчиками загазованности, обеспечивающими включение автоматической системы пожаротушения «Лавина» и аварийной сигнализации с блокировкой всех технологических процессов. Наружное пожаротушение осуществляется от существующих гидрантов по периметру зданий.

Для предупреждения развития аварийной ситуации предусмотрены аварийные ёмкости. Запас сжатого воздуха рассчитан на двухчасовую работу отсечной арматуры при отключении всех энергоресурсов. Дежурно-диспетчерский персонал при возникновении чрезвычайной ситуации, по локальной системе оповещения, доводит информацию до работников и руководства, а также оповещает близлежащие организации.

Технологический процесс приготовления водных дисперсий полимеров состоит из следующих стадий:

- приём и подготовка сырья;
- приготовление раствора эмульгаторов;
- подготовка предварительной эмульсии мономеров;
- подготовка растворов инициаторов и постдобавок;
- синтез и дополимеризация водных дисперсий полимеров;
- фильтрация;
- хранение и загрузка готового продукта в тару.

Однако стоит добавить, что данная последовательность может меняться в зависимости от вида производимых дисперсий.

Диспергирование - это процесс тонкого измельчения жидкостей или твердых веществ.

В шаровых и бисерных мельницах, смесителях (диспергаторах) реализуется процесс смешивания и диспергирование составляющих водных дисперсий полимеров.

Полученная в результате диспергации масса помещается в диссольтвер. В торообразную емкость диссольтвера устанавливают мешалку и доводят состав дисперсии до стандартных характеристик введением необходимых химических добавок.

На конечной производственной стадии вся готовая взвешенная смесь пропускается сквозь сетчатые фильтры и сортируется в тару. Температуре воздуха при производстве дисперсии всего цикла работ должен проходить при +5 °С.

При изготовлении водных дисперсий полимеров используют следующие основные материалы: полимеры и сополимеры винилацетата; стирол; аммиак; бутилацетат; поливиниловый спирт; полиакрилаты; акриловая кислота.

На человека винилацетат может воздействовать как наркотическим, так и общетоксическим действием, вызывает раздражение глаз и верхних дыхательных путей.

Стирол относится к третьему классу опасности. Поглощение паров стирола приводит к негативным изменениям состава крови, в печени, почках, в дыхательных путях, нервной системе. В производственных условиях для защиты от воздействия стирола в обязательном порядке необходимо использовать средства защиты рук и органов дыхания.

Аммиак относится к токсичным веществам, оказывающим удушающее и нейротропное действие на организм человека.

Поливиниловый спирт малотоксичное вещество. При длительном вдыхании увеличивается возбудимость центральной нервной системы и снижается иммунобиологическую реактивность организма.

Полиакрилаты - это химическое вещество, хотя и нетоксично, может вызвать легкое раздражение кожи, глаз и слизистых оболочек при контакте с его порошковой формой. При вдыхании он вызывает раздражение легких.

Акриловая кислота - умеренно опасная по степени воздействия на организм человека. При попадании на кожу и в глаза вызывает химические ожоги. Акриловая кислота имеет 3-ий класс опасности. Легковоспламеняющаяся жидкость.

Таким образом, при анализе состояния условий труда требуют обязательной оценки химический фактор (концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны), показатели уровня шума и вибрации, микроклимат (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха) и освещенность в рабочей зоне, тяжесть трудового процесса. С целью предупреждения возникновения ЧС особое внимание должно уделяться вопросам пожаро- и электробезопасности.

Библиографический список

- 1 Акриловые дисперсии. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/869612/>(дата обращения: 12.12.2021).
- 2 Бутилацетат ООН. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sespe.com/about/technical-info/khimicheskie-veshchestva/butilatsetaty-oon-1123-un1123/>(дата обращения: 23.12.2021).
- 3 Акрилан. Техническая документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dispersions.ru/tekhnicheskaya-dokumentatsiya/> (дата обращения: 28.12.2021).

УДК 331.453

Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА РИСКОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УМЕНЬШЕНИЯ АВАРИЙНЫХ И ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Потенциальная опасность – неотъемлемый элемент любого производственного процесса, а, следовательно, возникают риски для здоровья и жизни человека. Минимизация рисков, представляющих угрозу человеку, проблема, которая находит отражения в различных концепциях по повышению уровня безопасности производственных процессов, снижению аварийности и травмоопасности.

При работе на предприятии существует целый ряд возможных опасных объектов и ситуаций. В этот список входит: недостатки в конструкции оборудования, исполнительский брак, использование оборудования с израсходованным ресурсом изготовления, не соблюдение правил безопасности установленных на предприятии, недостаточная квалификация человека стоящего за сложной и особо опасной операцией, недостаточная осведомленность о правилах безопасности на предприятии, устаревшие правила безопасности на производстве, недостаточная квалификация рабочего при работе с новым оборудованием требующего особой подготовки перед работой с ним и тому подобное. Это лишь малая часть возможных причин, из-за которых повышается вероятность травм и аварийность на производственном объекте.

Под влиянием всех возможных предпосылок было введено понятие «Обстановка риска аварийных ситуаций». Этот термин позволяет получить

примерную оценку и анализ пагубных последствий ЧС и травм производства, это даёт возможность рабочим отвечающих за этот процесс вовремя заменить какие-либо компоненты сложных устройств для уменьшения возможных травмоопасных событий на предприятии. Составляющими этих исследований может быть оборудование, сотрудники предприятия, какая-либо операция производственного процесса. При этом устанавливается соответствие закупленного оборудования документации, стандартам и выявление причин имеющих место отклонений.

Уже давно суть всевозможных способов, возможностей, принципов описания и оценки рисков основывается на использовании информации о произошедших травмах и смертях на производстве, ЧС биологического и механического характера, ЧС угрожающего окружающему миру, при этом учитывая максимально эффективный и наименее затратный метод для уменьшения финансовых затрат, рабочих рисков и любого другого возможного ущерба предприятию.

Но даже на сегодняшний день всё обилие возможных рисков невозможно описать, обобщить, поддать расчёту их количества, внести все в базу данных, столь колоссальное количество истоков угроз не может быть объяснено ни математическими моделями, ни с использованием вычислительных машин и тем более описать столь большое количество информации устаревшими методами. Из-за вышесказанного можно сделать однозначный вывод в связи с тем, что данный процесс занимает очень большое количество времени и труда. И поэтому времени на то чтобы устранить непосредственно саму точку аварии, ибо просто на просто не достаётся необходимого внимания и эти работы проводятся не регулярно.

Когда обозначено всё что касается трудоёмкости описания всех возможных предпосылок чрезвычайной ситуации можно объяснить, как проходит этот процесс. Анализ всевозможных ситуаций основывается на статистических данных, системном анализе, выявлением достоверного источника информации среди множества, а также используя некоторое количество данных материалов о технологическом процессе в определенном объёме.

Далее можно отметить 3 основных шага к тому чтобы найти оптимальное решение по уменьшению шанса возникновения ЧС. Первое – для начала мы должны отметить основные факторы угрозы на основе статистических данных. Второе – необходимо узнать вероятность происхождения «Чрезвычайной ситуации» по всем возможным линиям происхождения событий. И третий, финальный шаг – это составление списка мероприятий по

снижению травматизма на производственном объекте. К тому же построение начального списка исходных вариантов аварийных событий с предпосылками позволяет более чётко понять исходную причину и максимально быстрым и оптимальным способом исправить её, будь то не квалифицированный работник, недостаточная осведомлённость о технике безопасности при работе на предприятии или неисправное, изношенное оборудование.

Иногда можно встретить случаи, когда целому производственному объекту, или даже нескольким, требуется общая оценка показателя уровня риска. Сюда включена общая оценка объекта, каждая операция на предприятии, всевозможные погодные угрозы, климат, квалификация рабочих, соблюдение рабочими техники безопасности предприятия, состояние оборудования используемого на предприятии.

И после выполнения всех необходимых расчётов, оценок и проработки всех материалов можно будет сформулировать вердикт о самых важных возможных нововведениях для уменьшения риска в том месте где его шанс наиболее высок. Впоследствии выбранные возможные варианты будут либо выполнены все, или же в случае нехватки материалов или материальных проблем фирмы выбираются наиболее эффективные и менее затратные варианты. В случае срочности уменьшения шанса возникновения ЧС выбирается наиболее быстро действенный способ уменьшения риска.

В большинстве случаев на производственных объектах на уменьшение рисков необходимо устанавливать конкретные объёмы финансирования, а в суровых условиях выбираются наименее затратные методы влияния на уменьшения рисков, составляется таблица по возможным мерам с данными об эффективности метода и его затратности. Впоследствии выбирается набор методов, которые наиболее эффективно снизят риск травматизма и аварийности на объекте.

Таким образом, весь процесс оценки рисков включает разносторонние многофакторные исследования состояния производственного процесса на объекте, включая статистические данные, инструментальную оценку факторов, с последующей обработкой с учетом финансовой составляющей, и практическую реализацию конечных результатов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических схем. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
2. Соложенцев Е.Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2004. – 216 с. ISBN 5-8110-0076-6.
3. Беллман Р., Задэ Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: сб. переводов. – М.: Мир, 1976. – С. 172–215.
4. Проталинский О.М. Применение методов искусственного интеллекта при автоматизации технологических процессов. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. – 183 с. ISBN 5-89154-115-7.

УДК 331.453

Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПУТИ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

В словаре терминов официальных документов по безопасности [5] Шалаев В. К. определяет культуру безопасности как совокупность характеристик, правил и отличительных черт работы организаций и действия отдельных лиц, которая ставит проблемы защиты и безопасности в наивысший приоритет. На сегодняшний день в связи с возникновением сложных производственных концепций и новых технологий предприятия разных областей индустрии встречаются с новыми вопросами в сфере формирования и укрепления крепких, здоровых и неопасных условий труда. Но на внутриорганизационные взаимоотношения влияют большое число условий, которые тоже необходимо принимать во внимание, например, такие как: раскачивание международной экономики, трудовые соглашения, требования потребителей и другие.

Гавриков А. А. и Файнбург Г. З. в своей статье «Культура безопасности как неотъемлемый элемент культуры производства» [1] полагают, что устанавливают степень развития культуры производства и культуры безопасности комплекс материальных ценностей (спецоборудование, инструменты, помещения, материалы), духовных ценностей (умения, знания, орга-

низация, дисциплина), а также компетентность работников на точное выполнение всей трудовой и производственной деятельности и внутренняя мотивация.

С целью изучить многосторонность и многофакторность развития определения культуры безопасности на производственном предприятии, следует прибегнуть к изначальным основам организации данного процесса. Любая производственная процедура ориентирована на изготовление конкретного продукта. Непосредственно сама процедура производства состоит в следующих организационных конфигурациях – распределение работы (квалификация, фиксирование людей за определенными типами деятельности), взаимообмен деятельностью (кооперация), руководство (процесс согласования и координации). Главными же компонентами производственного хода являются труд, средства труда и предметы труда. Ниже на основе учебного пособия Новицкого Н. И. и Горюшкина А. А. «Организация производства» [4] приведена схема структуры производства.

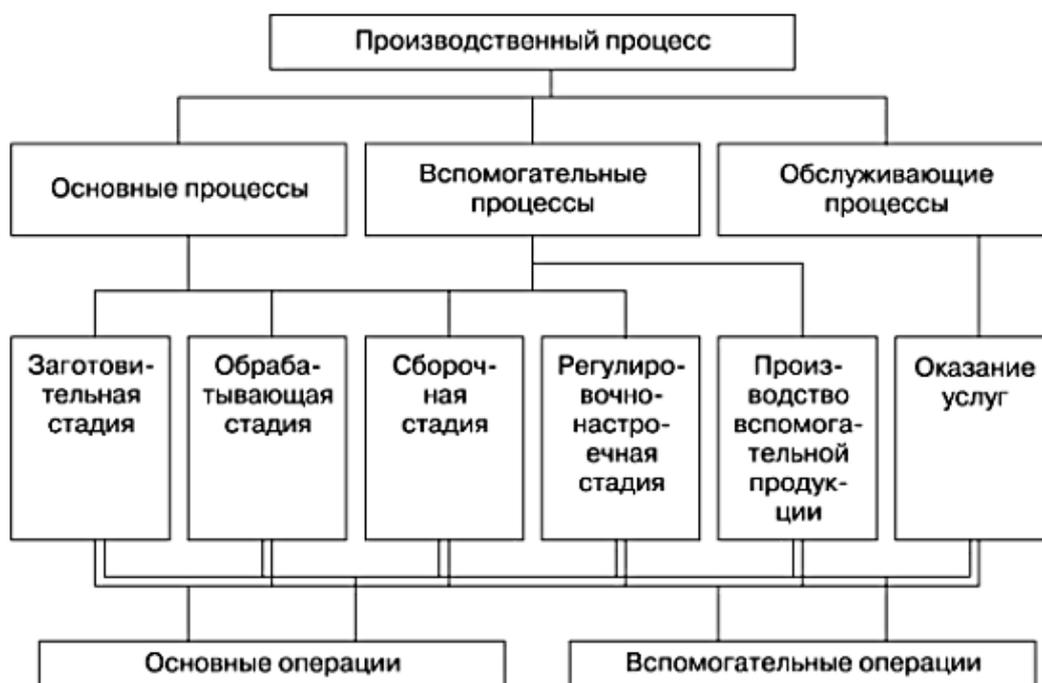


Рис. 1. Классификация производственных процессов по трем признакам [4]

Необходимо принимать во внимание также такого рода немаловажное обстоятельство: основная задача организации производства – разумное сочетание во времени и в пространстве вспомогательных, ключевых и обслу-

живающих действий, которые обеспечивают минимальное время его реализации (экономия времени), результативным применением ресурсов процесса и значительным качеством продукции.

Высокой планки культуры безопасности на производстве добиваются с помощью доведения исполнения абсолютно всех мер, условий и требований безопасности для исполнителя до «привычного», «механического», «естественного» и «незаметного» режима. Данный компонент настоящей деятельности и ее специфичности на любом конкретном предприятии разнообразен, однако общие тенденции с целью формирования такого рода среды можно отметить следующие.

Отталкиваясь от системного подхода культура безопасности должна содержать в себе актуальную поддержку в приспособлении к определенному рабочему участку и определенному предприятию, высококачественный подбор персонала, контроль сотрудников через механизмы аттестации, формирование профессионализма посредством разнообразных форм обучения, развитие внутренней мотивации персонала на высококачественный, безопасный и эффективный труд деятельности с помощью отрицательного поощрения людей и положительной поддержки (желательно в наибольшей степени).

Файнбург Г. З. и Гавриков А. А. убеждены в том, что в отсутствии стимулирования персонала на безопасный труд такого рода комплект мер охраны от профессиональных рисков равно как и перемена технологических процессов, ресурсы коллективной и персональной защиты, организация исполнения работ, профилактические прививки и лекарства, и кроме того способность функционировать безопасно не станут слажено работать на качественный итог. Таким образом, интенсивное вовлечение руководства управления высшего звена, а оно считается источником всей концепции координирования корпоративной культуры, влияет как мотивирующая сила на другие, нижестоящие степени, тем самым этим наиболее аккумулируя интерес работников и показывая заботу о благосостоянии сотрудников.

Культура безопасности обязана содержать в себе все без исключения звенья производства. Работодателю необходимо придерживаться и осуществлять государственные условия и требования охраны труда, а сотрудник требования и условия охраны труда производства. У каждого распоряжающегося должен быть ряд определенных обязательств, и каждый в свою очередь обязан порождать заинтересованность в обеспечении культуры безопасности. В целом прямые обязанности обязаны быть зафиксированы в

официальных должностных требованиях. При этом, расставив ценность приоритетов в исполнении этих либо других первостепенных вопросов, необходимо исследовать и анализировать риски, итоги, осуществлять надзор качества выполнения, и в случае надобности вводить изменения в течение направления деятельности.

Сачков Н., эксперт группы компаний SRG, упоминает в журнале «Охрана труда и пожарная безопасность» [2] о том, что результативный уровень культуры безопасности способен быть выстроен в тех компаниях, где на стабильной основе серьезно и ответственно подходят к разрешению вопросов защищенности и безопасности. Ниже на схемах представлен более детальный ответ оппонента.

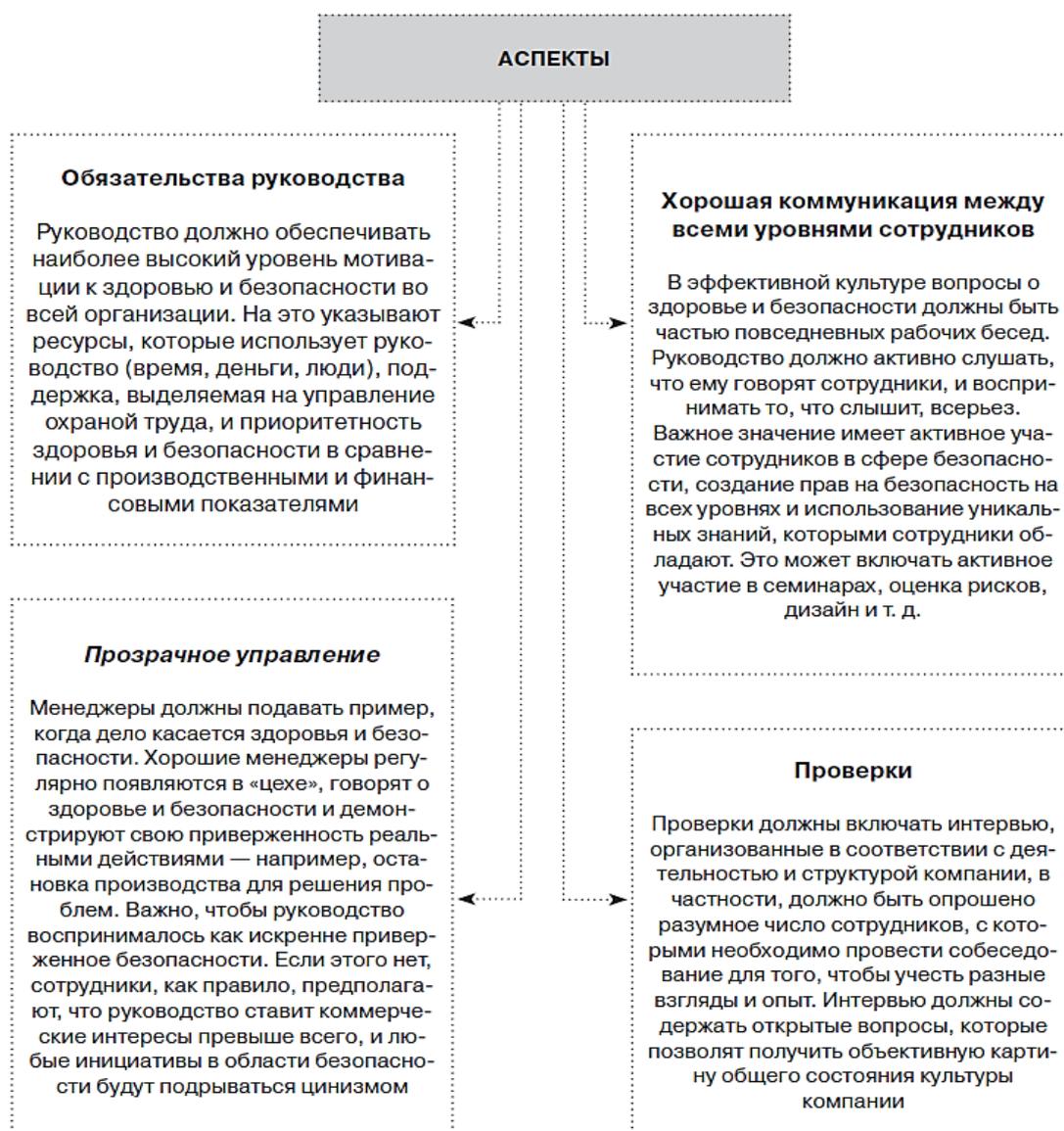


Рис. 2. Ключевые аспекты эффективной культуры безопасности на производстве [2]



Рис. 3. Формула безопасного поведения работника [2]

Сведения же изучения Всемирного банка [3] информируют о наличии производства изготовления, низкокачественного продукта в районах, где повышена доля травматизма.

Аспекты организации культуры безопасности на производстве обязаны отвечать современным идеям системного управления. Людей следует учить механическому соблюдению правил и безопасному осуществлению трудовых обязанностей. Внедрив высокую культуру безопасности, можно значительно подступиться к совершенной модели защищенности, а также этими действиями допустима возможность поднятия культуры производства.

Библиографический список

1. Гавриков А. А., Файнбург Г. З. Статья. Культура безопасности как неотъемлемый элемент культуры производства. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://biota.ru/publishing/magazine/bezopasnost-i-oxrana-truda-№2,2017/kultura-bezopasnosti-kak-neotemlemyij-element.html> (дата обращения – 20.01.22).
2. Журнал. Охрана труда и пожарная безопасность №4/ (40). [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://otpb.com.ru/journal/ohrana-truda-i-rozharnaya-bezopasnost-aprel-2018> (дата обращения – 20.01.22).
3. Исследования Всемирного банка. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/publication/reference> (дата обращения – 20.01.22).
4. Новицкий Н. И., Горюшкин А. А. Учебное пособие. Организация производства. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://obuchalka.org/2016012488062/organizaciya-proizvodstva-novickii-n-i-gorushkin-a-a-2009.html> (дата обращения – 20.01.22).

5. Шалаев В. К. Словарь терминов официальных документов по безопасности. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003155979> (дата обращения – 20.01.22).

УДК 539.27:03.49

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАМЕДЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ВЕЩЕСТВЕ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Исследование процессов взаимодействия частиц высоких энергий с веществом проводятся как у нас, так и за рубежом достаточно давно, и интерес к ним не ослабевает. Это обусловлено важностью таких исследований для решения большого числа прикладных задач, связанных с эксплуатацией ядерных реакторов, термоядерных установок, космических аппаратов и др.

В последние годы в большом числе экспериментальных и теоретических работ [1] отмечалось, что при облучении кристаллических материалов тяжелыми ионами высоких энергий ($E \geq 1 \text{ МэВ/нукл}$) электронное торможение, являющееся преобладающим, оказывает сильное влияние на образование точечных дефектов. Для изучения физических механизмов, обуславливающих этот процесс, необходимо подробное исследование процесса нестационарного замедления быстрых электронов (δ - электронов), образующихся вблизи траектории тяжелого иона в результате его взаимодействия с атомами вещества.

В данной работе представлена методика определения ряда характеристик процесса нестационарного замедления δ - электронов вблизи траектории тяжелого иона.

Будем предполагать, что δ - электроны рождаются мгновенно на всем пути тяжелого иона, распространяющегося вдоль оси OZ . Функция Грина, определяющая поток электронов с энергией E в интервале dE в момент времени t на расстоянии ρ от оси OZ , которые появились в момент времени $t = 0$ на оси OZ с энергией $E = E_0$, двигаясь под углом θ , имеет следующий вид [1,2]:

$$G(\rho, t, E, E_0) = \frac{1}{k(E)} \delta[t - T(E, E_0)] \frac{\delta[\rho - \sin \theta \cdot R(E, E_0)]}{2\pi\rho} dE \quad (1)$$

где $k(E)$ - энергия, теряемая электроном при замедлении на единице длины пути;

$\delta(x)$ - дельта - функция Дирака;

$T(E, E_0)$ и $R(E, E_0)$ - время замедления и путь, проходимый δ - электроном при замедлении от энергии E_0 до энергии E , определяемые выражениями:

$$T(E, E_0) = \int_E^{E_0} \frac{dE'}{v'k(E')}; \quad R(E, E_0) = \int_E^{E_0} \frac{dE'}{k(E')} \quad (2)$$

где v - скорость электрона;

$$\cos \theta = \sqrt{\frac{E_0}{E_m}}$$

где $E_m = \frac{4mE_1}{M}$ - максимальная энергия, которую может иметь выбитый δ - электрон;

m - его масса;

E_1 и M - энергия и масса тяжелого иона;

Функция, описывающая число электронов с энергией E_0 в единичном интервале энергий, родившихся на единице пути тяжелого иона, имеет вид [1]:

$$S(E_0) = \frac{4\pi n_0 e^4 z_2 (z_1^*)^2}{E_m E_0^2} \quad (3)$$

где n_0 - плотность атомов мишени;

z_2 - их порядковый номер;

e - заряд электрона;

z_1 - эффективный заряд движущегося тяжелого иона.

Поток замедляющихся δ - электронов можно определить, свернув функцию Грина (2) с функцией источника (3):

$$\Phi(\rho, t, E) = \frac{S_0}{2\pi\rho k(E)} \int_E^{E_m} \frac{dE_0}{E_0^2} \delta[t - T(E, E_0)] \delta\left[\rho - \sqrt{1 - \frac{E_0}{E_m}} R(E, E_0)\right] \quad (4)$$

где $S_0 = \frac{4\pi n_0 e^4 z_2 (z_1^*)^2}{E_m}$

Используя эту функцию, можно достаточно просто оценивать различные характеристики процесса нестационарного замедления δ - электронов. Приведем несколько примеров.

$$n(\rho, t) = \int_{2I}^{E_m} \frac{dE}{v} \Phi(\rho, t, E) \quad (5)$$

Найдем пространственно-временную зависимость концентрации быстрых электронов, т.е. электронов, имеющих энергию $E \geq 2I$ (I - средний потенциал ионизации атомов вещества [1]). Оно определяется следующим выражением:

Подставив (4) в (5) и поменяв местами порядок интегрирования, получим:

$$n(\rho, t) = \frac{S_0}{2\pi\rho} \int_{2I}^{E_m} \frac{dE_0}{E_0^2} \delta \left[\rho - \sqrt{1 - \frac{E_0}{E_m}} R(E_0; E_I(E_0, t)) \right] \cdot \eta[E_I(E_0, t) - 2I] \quad (6)$$

где
$$t = \int_{E_I}^{E_0} \frac{dE'}{v'k(E')} \quad (7)$$

где $\eta(x)$ - единичная функция Хевисайда, а функция $E_I(E_0, t)$ является решением интегрального уравнения.

Используя формулу (6), можно получить очень простое выражение, определяющее изменение со временем полного числа быстрых электронов, образовавшихся на единице пути тяжелого иона:

$$n(t) = \int_0^\infty d\rho \cdot 2\pi\rho \cdot n(\rho, t) \quad (8)$$

Подставив (6) в (8), найдем:

$$n(t) = S_0 \int_{2I}^{E_m} \frac{dE_0}{E_0^2} \eta[E_I(E_0, t) - 2I] \quad (9)$$

Отсюда для изменения со временем относительного числа быстрых электронов получим:

$$\tilde{n}(t) = \frac{n(t)}{n(t=0)} = 2I \int_{2I}^{E_m} \frac{dE_0}{E_0^2} \eta[E_I(E_0, t) - 2I] \quad (10)$$

Найдем энергию быстрых электронов, поглощаемую в единицу времени в единице объема вещества:

$$E(\rho, t) = \int_{2I}^{E_m} dk \cdot k(E) \cdot \Phi(\rho, t, E) \quad (11)$$

Используя (4), можно получить достаточно простое выражение, описывающее количество энергии, поглощенной в веществе на единицу длины пути тяжелого иона к моменту времени t :

$$E(t) = \int_0^t dt' \int_0^\infty d\rho \cdot 2\pi\rho \cdot E(\rho, t') \quad (12)$$

Используя далее (4), (11) и (12) для изменения со временем относительного количества поглощенной энергии, получим следующее выражение:

$$\tilde{E}(t) = \frac{E(t)}{E(t = \infty)} = \frac{1}{\left[\ln\left(\frac{E_m}{2I}\right) - 1 \right]} \int_{2I}^{E_m} \frac{dE_0}{E_0^2} \int_{2I}^{E_m} dE \eta [t - T(E, E_0)] \quad (13)$$

Следует заметить, что полученные результаты (10) и (13) зависят лишь от энергии тяжелого иона, приходящейся на один нуклон (через E_m) и не зависят от его массы и эффективного заряда.

По формулам (10) и (13) проводились численные расчеты, описывающие распространение тяжелых ионов в железе. Для тормозной способности электронов веществом использовалось следующее выражение [1]:

$$k(E) = \frac{\pi e^2 n_0 z_2}{E} \ln\left(\frac{E}{I}\right) \quad (14)$$

где $I = 8tV(c)$ см [1].

При вычислениях максимальные значения энергии в спектре источника электронов полагались равными: $E_m = 20\text{кэВ}; 50\text{кэВ}; 100\text{кэВ}; 200\text{кэВ}$.

Проведенные численные расчеты показали, что изменение со временем числа быстрых электронов (см.(16)) практически не зависит от значения максимальной энергии E_m . Через промежуток времени $t = 3 \cdot 10^{-16}$ с лишь 25% δ -электронов имеют энергию, большую $2I$. Изменение со временем относительного числа количества поглощенной энергии (см.(13)) зависит от величины E_m . Так при увеличении E_m от 20кэВ до 200кэВ время поглощения 75% энергии δ -электронов вещества увеличивается от $3 \cdot 10^{-15}$ с до $3 \cdot 10^{-14}$ с.

Библиографический список

1. Метелкин Е.В., Рязанов А.И. Возникновение эффективного электрического поля в трековых областях при торможении быстрых тяжелых заряженных частиц в материалах // ЖЭТФ, 2000г., т. 117.-С. 420-428.
2. Исааков А.И., Казарновский М.В., Медведев Ю.А. и др. Нестационарное замедление нейтронов. Основные закономерности и некоторые приложения. - М.: Наука, 2004.-264 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Рассуждая о будущем России, политики, ученые приходят единодушно к мысли о том, что настоящий путь роста ВВП, а это бесконтрольное эксплуатация ресурсов России, наращивание добычи нефти, газа, полезных ископаемых, без дальнейшей глубокой переработки, это тупиковый путь развития страны, т.к. все природные ресурсы имеют тенденцию рано или поздно заканчиваться. Весь мир идет по пути развития наукоемких производств, которые обеспечивают рост ВВП за счет новой современной продукции с современными потребительскими свойствами, поэтому России, если думать о будущем, не миновать такого же пути развития, т.е. необходимо создание, восстановление, строительство новых перерабатывающих, машиностроительных и сельскохозяйственных предприятий. Если говорить о машиностроительных предприятиях, то опыт Советского Союза в этом плане говорит о том, что предприятия у нас старались создавать по полному замкнутому циклу, т.е. предприятие включало в себя заготовительные участки и цеха механообрабатывающие, литейные, гальванических и лакокрасочных покрытий, сборочные.

В этой статье хотелось бы остановиться на гальванических производствах в составе машиностроительных предприятий. Гальванические производства всегда были и есть источники самых вредных для окружающей среды отходов, утилизация которых в советские времена была организована из рук вон плохо или вообще отсутствовала. Надо отметить, что утилизация достаточно дорогая сфера производства в гальванических цехах и порой не под силу небольшому предприятию. Если обратиться к мировому опыту, то можно увидеть, что в большинстве случаев в промышленно развитых странах стараются максимально заменить это вредное для окружающей среды производство, т.е. заменить гальванические покрытия на лакокрасочные, на напыление металла в вакууме и так далее. Спору нет, достойной замены в некоторых случаях найти не удастся в виду того, что гальванические покрытия обладают целым рядом потребительских свойств, которые не дости-

жимы другими видами покрытий. Поэтому мировой опыт в этом направлении идет по пути создания специализированных предприятий, которые занимаются исключительно только гальваническим покрытием, эти предприятия оснащены самыми современными средствами очистки и утилизации отходов производства. Законодательство большинства развитых стран четко оговаривает условия, при которых возможна эксплуатация этих производств (это высокие налоги, регулярные проверки и т.д.). Естественно, эти покрытия получаются очень дорогие, а это в свою очередь стимулирует заказчиков таких покрытий активно работать на предмет замены дорогостоящих покрытий на более дешевые и экологически безвредные, по возможности исключая это покрытие.

Россия, которая собирается пойти по пути создания своих наукоемких производств выпускающих современные образцы техники с современными потребительскими свойствами, обязана учитывать мировой опыт в этом направлении. В советские времена, когда промышленные предприятия работали в полную мощность, экологическая ситуация выглядела крайне плачевно, содержание гальванических отходов (в частности шести валентного хрома) превышало все нормы, экологи находили их не только в водоемах, куда сбрасывались эти отходы, но и в организмах рыб и животных. Поэтому Россия должна строить специализированные современные предприятия гальванических покрытий и работать над заменой этих покрытий. Но самое главное, должна быть подготовлена законодательная база, обеспечивающая правильный путь развития будущего нашей промышленности. Естественно, службы экологического контроля должны быть оснащены постами и лабораториями, обеспечивающими моментальное выявление нарушителей законодательства по охране окружающей среды.

Библиографический список

1. Ветошкин, А.Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ветошкин А.Г. – Вологда : Инфра-Инженерия, - 380 с.

2. Луканин, А.В. Инженерная экология: защита литосферы от твердых промышленных и бытовых отходов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Луканин. – М. : ИНФРА-М. – 556 с.

УДК 656.016.

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПРОБЛЕМА ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ НА АЗС

Очистка ливневых стоков применяется для защиты водных ресурсов от загрязнения нефтепродуктами и взвешенными веществами. Очистные сооружения удаляют нефтепродукты из ливневых сточных вод до степени очистки, необходимой для безопасного сброса стоков в водоемы различной категории или на рельеф. В зависимости от предъявляемых требований, разработаны очистные сооружения, использующие различные методы очистки: механическая, физико-химическая и др., позволяющие эффективно обезвреживать сточные воды от вредных примесей. Надзор за спуском ливневых стоков и их очисткой или обезвреживанием осуществляется органами санитарно-эпидемиологической службы.

На АЗС по Владимирской области применяется установка очистки сточных вод «Свирь».

Установка очистки дождевых сточных вод "Свирь" предназначена для очистки дождевых сточных вод от автозаправочных станций (АЗС), автостоянок, гаражей, складов ГСМ, поверхностного стока жилой застройки.



Проектом предусматривается отвод дождевых вод с площадок АЗС, загрязненных нефтепродуктами и взвешенными веществами в сеть дождевой канализации:

Дождевые воды с площадок АЗС через дождеприемный лоток и дождеприемные колодцы поступают на очистку в очистные сооружения ливневых стоков полной заводской готовности «Свирь -1,5(у)».

Установка имеет сертификат соответствия N4 РОСС RU.АЯ04В00536 и гигиеническое заключение Министерства здравоохранения Ns7799.4.515 П 7142.19.99.

Расчетная площадь для определения объёмов поверхностного стока составляет 0,2 га.

Максимальный расход дождевых вод поступающих на очистку - 0,9 л/сек, 22,68 м³/сут.

Производительность установки «Свирь-1,5(у)» - 1,5 л/сек, что позволяет принять 100% стока от мало и среднеинтенсивных часто повторяющихся дождей.

В связи с достижением данными очистными сооружениями требуемых показателей по очистке, выпуск очищенных вод осуществляется на рельеф.

Согласно требованиям нормативной литературы: "Допускается ограничиться очисткой 70% основного количества годового объема стока. На очистку следует подавать наиболее концентрированно-загрязненную часть стока. Концентрация основных загрязнений в дождевом стоке имеет место к увеличению в начале дождя с достижением максимальных показателей, после чего наблюдается их интенсивное снижение.

Принятая схема отведения и очистки поверхностного стока с разделением перед очисткой, позволяет принять на очистку первую часть максимально загрязненного стока и лишь при значительной пиковой интенсивности дождя возможен выпуск на рельеф части (менее 30%) стока без очистки.

Характеристика качественного состава сточных дождевых вод до очистных сооружений и после них следующая:

средние начальные концентрации загрязняющих веществ по площадке АЗС составляют:

ВВ = 800 мг/л НП = 40 мг/л

степень очистки от загрязнений «Свирь-2,5(у)»:

ВВ = 98,8% НП = 99,8%

концентрация загрязняющих веществ после очистных сооружений составляет:

ВВ = 9,6 мг/л НП = 0,08 мг/л.

Транспортировка отходов, извлекаемых из очистных сооружений, производится в герметичной таре, нефтепродукты вывозятся на нефтебазы для последующей переработки. Расчет талого стока с территории комплекса не производится, т.к. технологический режим работы комплекса предусматривает уборку снега и наледей с асфальтобетонной территории АЗС в зимний период эксплуатации.

Необходимость замены фильтрующего материала ОС «Свирь-1,5(у)» устанавливается по результатам эксплуатации, ориентировочно 2-3 раза в год.

Дождевые сточные воды с площадки для автоцистерн через приямок с решеткой направляются в распределительный колодец РК, оборудованный клапанами-захлопками. Из распределительного колодца дождевые воды отводятся на очистные сооружения.

При аварийном проливе нефтепродукты с площадки для автоцистерн через приямок с решеткой направляются в распределительный колодец РК, оборудованный клапанами-захлопками и далее в аварийный резервуар $V = 25 \text{ м}^3$ для сбора нефтепродуктов.

Сброс пиковых расходов дождевого стока без очистки из колодца 4 перед очистными сооружениями и очищенных дождевых вод из очистных сооружений - на рельеф.

Наружные сети дождевой канализации решены из асбестоцементных труб $\text{Ø}200$ мм по ГОСТ 1839-80 и чугунных напорных труб $\text{Ø}200$ по ГОСТ5525-88 под полотном автодороги. Канализационные колодцы выполняются из сборных железобетонных колец $\text{Ø}1,0$ и $\text{Ø}1,5$ м по т.п.р. 902-09-22.84 с оклеечной гидроизоляцией.

Транспортировка отходов, извлекаемых из очистных сооружений, производится в герметичной таре и вывозится в места, согласованные с местными органами ЦГСЭН.

Мероприятия по снижению загрязненности дождевого стока.

На загрязненность дождевого стока существенно влияет культура производства, характер технологических процессов, организация складского хозяйства.

Для уменьшения выноса загрязнений с территории АЗС в дождевом стоке при эксплуатации должны производиться следующие мероприятия:

- Сбор поверхностно-ливневых сточных вод обеспечивается со всей площади АЗС и путем прокладки ливневой канализационной сети

или создания соответствующих уклонов территории для направления стока на очистные сооружения

- Площадка АЗС оборудована инженерными устройствами по перехвату максимально возможной аварийной утечки нефтепродуктов в случае разгерметизации топливной емкости бензовоза или контейнера.
- Объем аварийных емкостей для сбора аварийной утечки больше объема емкости бензовоза, стоящего на сливе.
- Конструкция площадки для автоцистерн исключает возможность растекания топлива при аварийных проливах за ее пределы.
- Территория АЗС в районе возможных утечек выполнена из материалов, обеспечивающих максимально эффективный сбор проливов нефтепродуктов специальными средствами (сорбентами различных типов, обеспечивающими эффективный сбор нефтепродуктов, в том числе бензинов) и защиту почв и подпочвенных грунтовых вод от загрязнения нефтепродуктами.
- исключение сброса в дождевую канализацию отходов производства, нефтепродуктов, организованный сбор отходов производства.
- Регулярная уборка территории с максимальной механизацией уборочных мест
- Проведение своевременного ремонта дорожных покрытий
- Ограждение бордюрами зон озеленения
- Контроль за состоянием въезжающего автотранспорта.
- Владельцы АЗС обязаны организовать периодический лабораторный контроль химического состава сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, на рельеф местности, канализационные сети. Отбор проб и химический анализ сточных вод осуществляется в соответствии с ГОСТами, нормативными и методическими документами. Условия отбора проб оговариваются заблаговременно при заключении договоров с химико-аналитическими лабораториями. В случае выявления ухудшения качества очистки сточных вод над установленными нормативами сброса, работа АЗС приостанавливается до устранения нарушений.

Библиографический список

1. Яковлев С.В. и др. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник, - М.; Стройиздат, 2016;
2. СНИП 2.04.02 – 84 Водоснабжение, наружные сети и сооружения. – М.; Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000.

УДК 613.005.

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ БАССЕЙНОВ

Открытые бассейны (в том числе бассейны, расположенные на естественных водоёмах) как правило, представляют собой простые сооружения. В своем большинстве открытые бассейны строятся без какой-либо системы очистки, что отрицательно сказывается на безопасности их использования. Вода быстро загрязняется, приходится часто ее менять и чистить стенки бассейна - а это весьма долгое и неудобное занятие. По всем этим причинам мы будем рассматривать крытые бассейны, более подходящие для наших климатических условий.

Дезинфектанты на основе хлора раздражают глаза, кожу и верхние дыхательные пути, повышают риск развития аллергических заболеваний, а это требует установления допустимых уровней таких препаратов в воде плавательных бассейнов.

Верхние и нижние дыхательные пути реагируют, вероятно, одинаково на оксиданты на основе хлора, которые находятся в воде и воздухе над поверхностью воды, но наблюдается различие между аллергией и респираторными заболеваниями из-за того, что реакция на соединения хлора, попадающие в верхние и нижние дыхательные пути, разная.

Возможные последствия:

- Одновременно с обеззараживанием воды, дезинфицирующие препараты на основе хлора могут привести к раздражению дыхательных путей, глаз и кожи.

- Связь между симптомами воспаления дыхательных путей и аллергии с хлорированной водой в бассейнах особенно заметна при предрасположенности к этим заболеваниям, плавание в бассейнах с хлорированной водой заметно повышает риск их возникновения.
- Подростки, проводящие более 1000 часов в бассейне с хлорированной водой имеют вероятность развития астмы в 14,9 раз выше, вероятность возникновения аллергического ринита в 3,5 раза выше и риск развития сенной лихорадки в 6,6 раз выше.

В воду бассейнов неизбежно попадают органические вещества человеческого происхождения, косметические и гигиенические средства, попадая в воду, начинают взаимодействовать с химическими средствами, используемыми для очищения воды.

В результате этого в водной среде появляются новые высокотоксичные соединения, которые являются ядовитыми для человека. Купаться в такой воде становится просто опасно, ведь помимо кишечных заболеваний купальщик рискует приобрести иные, более опасные заболевания дыхательных путей и даже рак.

Ученые призывают со всей строгостью относиться к соблюдению правил личной гигиены, тщательно мыться в душе перед бассейном и после купания, и помнить об окружающих людях.

Всем известно, как проходит процедура принятия душа перед бассейном - хорошо, если половина купающихся принимает душ. Ведь немало людей просто игнорируют эту процедуру. Решение этой проблемы - установка автоматизированных душевых кабин.

Принцип этой системы - обязательное принятие душа, при выходе из раздевалки в бассейн. После мужской и женской раздевалки должны находиться душевые кабины, через которые надо пройти в обязательном порядке.

Система должна быть очень проста: человек выходит из раздевалки, проходит в свободную душевую кабину, закрывает дверь. После этого автоматически включается душ, и после определенного времени человек выходит к бассейну.

Главный принцип - принудительный проход через автоматизированную систему. Следствие - вода в бассейне будет на порядок чище, опасные частицы не будут реагировать с элементами дезинфекции (хлор), а меньшее

загрязнение потребует меньшего применения химических препаратов для очистки воды.

Дополнительные меры безопасности - должен быть постоянный контроль за качеством воды. Это можно обеспечить автоматической проверкой состояния воды с нужной периодичностью. Необходимые датчики должны присутствовать в системе забора воды из бассейна.

Еще одно дополнение к системе дезинфекции - ультрафиолетовые лампы, находящиеся в помещении бассейна. Они должны включаться в момент отсутствия купающихся, как в помещении бассейна, так и в помещении раздевалки. Это также повлияет на улучшение безопасности в бассейне.

Следующее условие безопасности бассейна – минимальное загрязнение воды в процессе купания. Решение проблемы – предлагаемая автоматизированная система душевых кабин. Проходя через душевую установку, человек сводит к минимуму занесение вредных веществ в воду. И как следствие - частицы не будут реагировать с элементами дезинфекции (в основном с хлором), образуя опасные микроорганизмы, а меньшее загрязнение потребует меньшего применения химических препаратов для очистки воды.

В любом бассейне необходим постоянный контроль за состоянием и составом воды. И чем чаще этот контроль будет проводиться, тем безопаснее будет бассейн для посетителей. Лучший вариант решения проблемы – применение автоматических тестеров и контроллеров, которые будут точно измерять и автоматически контролировать общее состояние воды и содержание химических препаратов (остаточного хлора, фенола, циановой кислоты, алюминия, озона, щёлочи, кальция, меди, активного кислорода, водородного показателя Ph).

Все вышеописанное, руководство бассейна должно использовать в процессе модернизации уже существующих плавательных бассейнах, а также особенно при конструировании новых. Внедрение новых технологий в обслуживании плавательных бассейнов сделает их более безопасными, что безусловно вызовет рост посещаемости, в следствии привлечении к ним той части населения, которая подвержена сомнениям относительно безопасности общественных бассейнов. Все это необходимо для того, чтобы максимально увеличить роль плавательных бассейнов в решении задач по оздоровлению нации, сделать их более комфортными и привлекательными для посетителей.

Библиографический список

1. Плавательные бассейны. Водоснабжение и водоотведение. Учебное пособие. Владимир Кедров, Юрий Кедров, Валентин Чухин: Стройиздат, 2012 г.
2. Бассейны и пруды. А. Кортес: Аделант, 2018 г.
3. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды в плавательных бассейнах. СанПиН 2.1.2.568-96. – М.: Минздрав России.

УДК 621.74:48.13

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Развитие России пойдет по пути развития промышленности, по словам представителей правительства и это должно начаться в ближайшие годы, т.к. другого выбора у России нет. Первые признаки проблем, которые появятся у России в экологическом плане, можно наблюдать уже сейчас в современных условиях в некоторых отраслях промышленности, которые, по воле случая, до сих пор остались у нас на плаву. Например, это некоторые оборонные и космические отрасли. Не секрет, что давнишней мечтой разработчиков двигателей внутреннего сгорания, являлась проблема создания основных деталей двигателя из керамики, этот материал позволил бы значительно упростить существующие конструкции двигателей (как ракетных, самолетных, так и обычных двигателей внутреннего сгорания).

Проблема изготовления таких деталей заключалась в трудностях обработки керамики традиционными методами резания. В связи с тем, что появилась так называемая электропроводная керамика, возможность ее обработки реально обозначилась. В настоящий момент ведутся серьезные работы по использованию технологии электрохимической обработки для изготовления деталей из электропроводной керамики. Это направление в двигателестроении возможно в будущем станет одним из приоритетных.

Электрохимическая обработка возникла давно и достаточно широко применялась, в частности, на тех же авиационных, моторостроительных предприятиях. Проблематичным в использовании, с точки зрения экологии, было применение в этих технологиях в качестве рабочей среды электролита, в среде которого происходило электрохимическое растворение материала. В результате электролит, который являлся раствором солей, насыщался шламом от растворяемого материала, периодически данный электролит надо было чистить или менять. Станки электрохимические оснащались станциями подготовки электролита для каждого, или же единым участком подготовки электролита для целого ряда электрохимических станков, в случае, если на предприятии широко использовались электрохимические станки. При индивидуальной станции подготовки электролита, чаще всего осуществляется замена электролита, а когда используется участок подготовки электролита, то с электролитом работают значительно дольше, периодически очищая его и корректируя плотность содержания различных компонентов.

Предсказывая, что в ближайшем будущем с учетом выше названного, произойдет бум в использовании электрохимической обработки, целесообразно уже сейчас задуматься, как улучшить экологию от использования данных технологий. На первый взгляд ясно, что надо организовывать крупные участки и цеха из электрохимических станков и, естественно, при этих участках организовывать большие станции по подготовке электролита для всех станков. Естественно, эти станции надо оснащать современными средствами очистки от шлама и загрязнений (использовать центрифуги и фильтры). В советские времена существовали нормативные документы по проектированию и изготовлению опытных образцов оборудования, в настоящий момент очень часто при проектировании и изготовлении оборудования об этих документах забывают.

В виду того, что электрохимические станки в настоящий момент недостаточно широко предлагаются мировым рынком, многие предприятия, которые уже сейчас широко используют электрохимические технологии, заказывают данное оборудование у нас в стране или изготавливают его сами. Этот процесс слабо подвержен экологическому контролю, поэтому законодательную и нормативную базу нашего государства в этом направлении

надо прорабатывать и укреплять. Это позволит России смело смотреть вперед на развитие нашей промышленности в этом направлении.

Библиографический список

1. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: учеб. пособие / Т.А. Чеснокова [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, -170 с.

2. Классификация отходов производства и потребления по группам и видам: учебное пособие / А.Н. Пименов; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., - 52 с.

3. Кулифеев В.К., Тарасов В.П., Кропачев А.Н. Комплексное использование сырья и отходов: Переработка техногенных отходов: Курс лекций. – М.: Изд. Дом МИСиС, – 91 с.

УДК 625.76.096

Р. В. Горбунов, С. В. Фехретдинов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГОРОДА КАМЕШКОВО

Город Камешково – административный центр Камешковского муниципального района, расположен в 48 км к востоку от областного центра города Владимира, в 29 км к западу от города Коврова. Площадь города – 24,98 км², с запада на восток город протянулся на 5 км, с севера на юг – на 3 км. Численность населения МО города Камешково на начало 2020 года составляла 12 тыс. человек.

Общая протяженность существующей улично-дорожной сети МО Камешково составляет 66 км, из которых более половины (34,7 км или 52,6 % всей сети) являются автомобильные дороги IV технической категории. Главной городской магистралью является ул. Свердлова, проходящая практически через весь город с востока на запад. Структура улично-дорожной сети г. Камешково представляет собой преимущественно прямоугольную сетку улиц. В транспортной системе города Камешково есть свои недостатки. Особенно на тех участках улично-дорожной сети, где интенсивность движения достигает предельных значений, и пропускная способность транспортных средств значительно снижена. Характерно, что темпы роста

интенсивности движения значительно опережают темпы модернизации сети дорог. В таких условиях особую актуальность приобретает проблема совершенствования сети автомобильных дорог.

К основным проблемам г. Камешково можно отнести:

1. Проблема отсутствия ливнёвок после реконструкции дороги на ул. Свердлова

По ул. Свердлова летом 2022 года был произведён капитальный ремонт дорог – работы по снятию старой дорожной одежды и укладки нового асфальтного покрытия, расширение старых и строительство новых парковочных каналов. При укладке нового покрытия были произведены работы по установлению по краям дорожного полотна бордюров протяжённостью от съезда к магазину «Светофор» на ул. Свердлова до пересечения ул. Дорофеичева – ул. Свердлова. При установке бордюров не были установлены сооружения для удаления избытка воды, которая будет скапливаться на проезжей части в ходе продолжительных дождей и при таянии снега. Отсутствие ливневой системы скажется на выездах с придворовых частей, так как именно съезды с дороги и будут принимать основной объём скопившейся воды.

Для решения проблемы стоит установить канализационные сооружения для отвода излишков воды.

2. Необорудованная стоянка на ул. Карла Либкнехта (около автовокзала и железнодорожной станции)

Стоянка, находящаяся на ул. Карла Либкнехта, является одним из самых важных мест для жителей Камешково, так как объединяет в себе автовокзал, железнодорожную станцию, а также крупную стоянку такси. Асфальтное покрытие на стоянке имеет очень изношенное состояние, люди не видят чёткую линию, по которой можно спокойно и безопасно уйти с места парковки автомобиля, а автомобилисты попадают в ловушку и не могут уехать с парковочного места, не создавая затор.

Решением послужит капитальный ремонт (полное снятие покрытия и укладка новой дорожной одежды, нанесение новой разметки) дороги.

3. Аварийный путепровод на пересечении ул. Карла Либкнехта – ул. Коруновой

Путепровод на пересечении ул. Карла Либкнехта – ул. Коруновой является кратчайшим путём из г. Владимира до г. Камешково. Данный мост

имеет ограничение по массе автотранспорта 5 т, что заставляет водителей большегрузных автомобилей прокладывать свой маршрут в объезд через Суздаль, это решение влечёт за собой экономические убытки и значительную потерю времени.



Путепровод на пересечении ул. Карла Либкнехта – ул. Коруновой

Мостовое сооружение нуждается в капитальном ремонте, требующем больших экономических затрат, выделение которых из бюджета района в настоящее время невозможно.

Библиографический список

1. Пугачёв И. Н. Организация и безопасность дорожного движения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. - М. : Академия, 2009. – 272 с.
2. Чмырев С. Н., Артемьев Е. В., Богатырева Н. В. Комментарий к Федеральному закону от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения».
3. Официальный сайт Госавтоинспекции МВД России. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения: 05.12.2022).
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Основные показатели транспортной деятельности в России.
5. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b10_55/Main.htm / (дата обращения: 05.12.2022).

6. Справочно-правовая система Консультант Плюс. URL: <http://www.consultant.ru/>(дата обращения: 05.12.2022).

УДК 656:614.84

А. Ал. Григорьев (Россия, г. Владимир, ГИБДД УМВД России)

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОМИССИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В сложившихся условиях важным рычагом в улучшении ситуации на дорогах в стране является деятельность комиссий по обеспечению безопасности дорожного движения на всех уровнях. Нельзя не отметить активизацию их деятельности в последние годы. Это стало следствием реализации федеральной целевой программы «Безопасные качественные дороги». Во всех субъектах Российской Федерации и более чем в 1500 муниципальных образований с непосредственным участием комиссий приняты и реализуются программы по обеспечению безопасности дорожного движения;

Работу региональных комиссий, как правило, возглавляют губернаторы или заместители руководителей регионов.

В её состав входят представители органов управления здравоохранением, образованием, дорожным хозяйством, транспортным комплексом, госавтоинспекции, управления государственного автодорожного надзора, регионального подразделения ГО и ЧС, предприятий дорожно-транспортного комплекса, общественных организаций и т.д.

В зависимости от поставленных перед региональной комиссией задач представительство в них органов исполнительной власти может различаться.

Планы работы региональных комиссий, как правило, разрабатываются на календарный год и формируются исходя из анализа тенденций и прогнозов состояния аварийности; итогов проведенных мероприятий по снижению дорожно-транспортного травматизма, количества ДТП с особо тяжкими последствиями (результаты обследования улично-дорожной сети, проведения операции «Автобус» и т.д.); текущих проблем, влияющих на состояние аварийности и тяжесть последствий ДТП (сезонных, качество содержания УДС, подготовка школ к новому учебному году, готовность снегоборочной техники и т.п.).

Анализ деятельности региональных комиссий позволил выявить следующие проблемы: в ряде случаев в документах, регламентирующих деятельность региональных комиссий, не определен должностной ранг её председателя, не закреплена его ответственность за обеспечение безопасности дорожного движения в регионе.

В работе комиссий не всегда верно расставляются приоритеты. С одной стороны, принимаются важные решения, для исполнения которых не выделяются необходимые объемы финансирования, что в дальнейшем влечет их неисполнение. С другой – наблюдается уход от решения основных проблем ОБДД, требующих значительных человеческих и финансовых ресурсов, от долгосрочных и перспективных направлений с глубокой проработкой вопросов – к частным, «адресным» проблемам.

Во многих регионах отсутствуют планы по реализации решений комиссии, нет отчетности об исполнении поручений. Это приводит к тому, что зачастую принятые комиссией решения остаются нереализованными.

УДК 656:614.84

В. В. Тюменев (Россия, г. Владимир, ГИБДД УМВД России)

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНОВ НА ПРАВО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Проведение экзаменов, выдача российских национальных и международных водительских удостоверений и обмен иностранных водительских удостоверений осуществляются регистрационно-экзаменационными подразделениями Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации.

Экзамен состоит из теоретической и практической частей. Первым предстоит сдать теоретический экзамен. Если экзаменуемый хорошо выучил правила дорожного движения, то сделать это ему не составит большого труда. По статистике, теоретический экзамен с первого раза сдают более половины учеников.

Теоретический экзамен представляет собой компьютерное тестирование. При этом необходимо ответить на вопросы экзаменационного билета за 20 мин. В экзаменационном билете содержится двадцать вопросов. Вопросы распределены по четырем темам, в каждой теме по пять вопросов.

На каждый из вопросов дается несколько вариантов ответов и только один из них является верным.

Если при ответе на вопросы экзаменуемый допустил одну ошибку, то ему дается пять дополнительных вопросов из этой же темы и пять минут дополнительного времени.

Если допущено две ошибки, но в разных темах, то дополнительно дается десять вопросов и добавляется десять минут времени.

Если экзаменуемый уложился в двадцать минут и без ошибок ответил на все вопросы, то теоретический экзамен успешно пройден.

Теоретический экзамен не сдан в следующих случаях: ученик сделал две ошибки в одной теме, ученик сделал три и более ошибок в разных темах, ученик не ответил на все вопросы за положенное время, ученик при ответе на дополнительные вопросы допустил хотя бы одну ошибку.

Результаты записываются в экзаменационный лист. Ученики, не сдавшие теоретическую часть экзамена, до практического экзамена не допускаются.

Владение базовыми навыками вождения автомобиля проверяется в ходе практического экзамена.

После того, как инспектор проверит состояние автомобиля, экзаменуемого приглашают к сдаче практического экзамена. Инспектор перед началом экзамена проводит ознакомление с порядком проведения и системой оценки результатов экзамена.

В автомобиле находятся инспектор и ученик. Если автомобиль принадлежит автошколе, то может присутствовать и третий человек – инструктор автошколы.

По команде инспектора ученик садится за руль и готовит автомобиль к началу движения. Ученику необходимо отрегулировать под себя водительское сидение и зеркала заднего вида. После этого он показывает свой паспорт в систему видеонаблюдения и представляется.

После чего необходимо запустить двигатель, пристегнуть ремень безопасности, включить ближний свет фар и отпустить стояночный тормоз. Перед началом движения необходимо посмотреть в зеркала заднего вида, оценить окружающую дорожную обстановку, включить указатель соответствующего поворота и начинать движение.

По заданию инспектора ученик должен выполнить следующие маневры: проехать нерегулируемый перекресток неравнозначных дорог; проехать перекресток равнозначных дорог со светофорным регулированием; развернуться на перекрестке и вне его; выполнить маневр перестроения на дороге с двумя и более полосами для движения; совершить маневр обгона движущегося транспортного средства; по запросу инспектора двигаться с максимально разрешенной на данном участке дороги скоростью; проехать пешеходный переход; проехать через железнодорожный переезд.

За ошибки во время езды по городу ученику начисляются штрафные баллы: 5 баллов – за совершение грубой ошибки, 3 балла – за совершение средней ошибки, 1 балл – за совершение мелкой ошибки.

Экзамен считается сданным, если ученик не допустил ошибок или набрал менее 5 штрафных баллов. Если сумма штрафных баллов равняется 5 и более, то экзамен не сдан.

Экзамен в городе может длиться до одного часа, по решению инспектора.

Замечено, что при вождении в городе ученики совершают одни и те же типичные ошибки. А именно, чаще всего экзаменуемый начинает движение без команды инспектора. Часто ученик забывает включить указатель поворота.

На регулируемом перекрестке ученик делает разворот на пешеходном переходе и при развороте задевает разметку пешеходного перехода. Поэтому нужно выезжать чуть дальше на дорогу, чтобы не задеть разметку.

Инспектор дал команду повернуть на ближайшем регулируемом перекрестке. Ученик делает поворот просто на ближайшем перекрестке, хотя он может быть и нерегулируемым. Поэтому необходимо внимательно слушать, что говорит инспектор, так как нередко задания бывают с подвохом.

Например, экзаменатор дает задание перестроиться в соседний ряд, когда ученик подъезжает к перекрестку или пешеходному переходу. Ошибкой является перестроение через сплошную линию разметки.

СЕКЦИЯ
«УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

УДК 658.5

Е. В. Арефьев, В. О. Полушин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА
ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ И ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ IDEF0 НА ПРИМЕРЕ ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА
ООО «АВТОЭКСПРЕСС-ВЛАДИМИР»**

ООО «Автоэкспресс-Владимир» является официальным дилером Lada во Владимире и Владимирской области. «Автоэкспресс-Владимир» является официальным дилером следующих брендов: Vesta, XRay, Granta, Largus, Niva Legend, Niva Travel во Владимире.

Дилерский центр «Автоэкспресс-Владимир» (ДЦ «Автоэкспресс-Владимир») осуществляет оптовую и розничную продажу легковых автомобилей, оригинальных запасных частей и аксессуаров, ремонт, а также гарантийное и сервисное обслуживание автомобилей Lada [1].

Вопросы совершенствования процесса продажи автомобилей и удовлетворённости клиентов занимают ключевое значение для любой организации, которая стремится сохранить и усилить свои позиции на рынке продаж автомобилей.

С целью изучения процесса продажи автомобилей, обеспечения качества обслуживания клиентов ООО «Автоэкспресс-Владимир», а также установления взаимосвязи между исследуемыми процессами предложено использовать подход, выражающийся IDEF0 – диаграммами.

Данный подход применим для описания и классификации процессов организации и соответствует требованиям процессного подхода в стандартах ИСО серии 9000.

Методология IDEF0 нашла широкое признание и применение, благодаря своей простой графической нотации, используемой для построения моделей.

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма процесса продажи автомобилей в ООО «Автоэкспресс-Владимир», разработанная по методоло-

гии системного проектирования и моделирования IDEF0 [2]. Модель отображает входы и выходы, а также управляющие воздействия и механизмы осуществления процесса. Все диаграммы создавались с помощью графического редактора MS Visio.



Рис. 1. Контекстная диаграмма осуществления процесса продажи автомобилей в ООО «Автоэкспресс-Владимир»

На рис. 2 представлена декомпозиция контекстной диаграммы верхнего уровня.

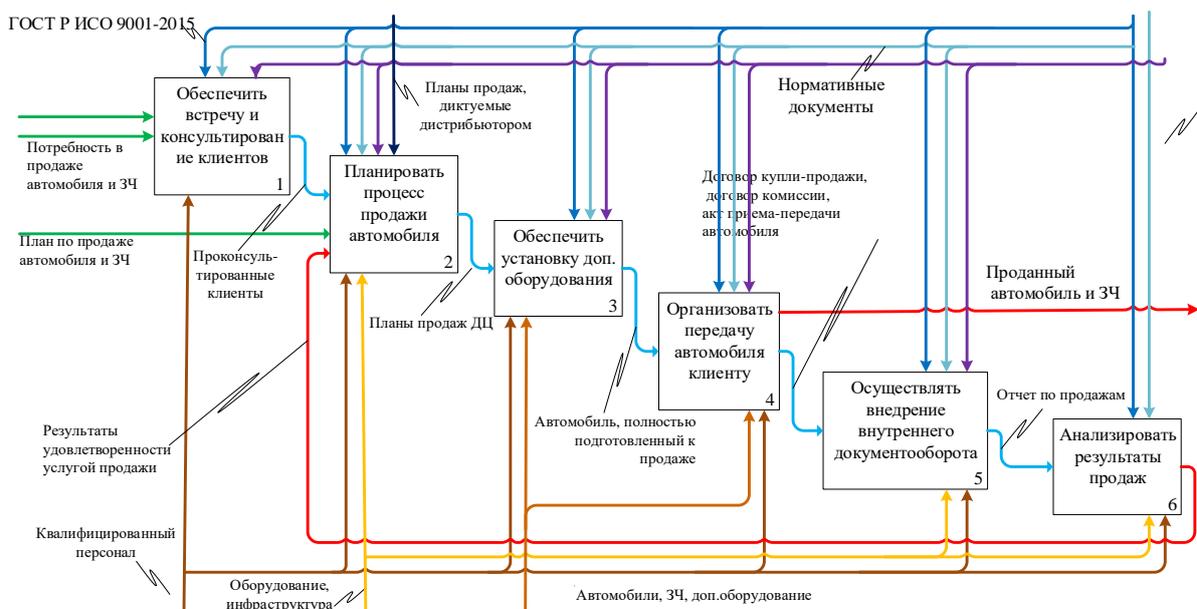


Рис. 2. Декомпозиция процесса продаж автомобилей и ЗЧ в ООО «Автоэкспресс-Владимир»

Этапы процесса продаж автомобилей в ООО «Автоэкспресс-Владимир» приведены в таблице.

Этапы процесса продаж автомобилей в ООО «Автоэкспресс-Владимир»

№ п/п	Наименование	Содержание
1	Встреча клиента	Соблюдение стандартов Lada Приветствие клиента как только он заходит в салон Использование позитивного невербального общения Представление (необходимо иметь бейдж с именем) Выявление потребностей клиента
2	Консультирование клиентов	Соблюдение правил работы в салоне Телефонное консультирование Консультирование в салоне Выявление потребностей Презентация и аргументация Предложение пробной поездки (тест-драйв) Работа с возражениями (их обработка) Заключение сделки (подписание договора на заказ)
3	Планирование	Сообщение клиенту даты поставки автомобиля Сверить комплектацию заказанного автомобиля с оригинальным заказом Связаться с клиентом и подтвердить дату передачи автомобиля Сообщить администрации продаж о дне передаче а/м Подготовить всю документацию для передачи Организация продажи за наличный расчет
4	Установка дополнительного оборудования	Передача автомобиля на СТОА в зону установки дополнительного оборудования Проведение предпродажной подготовки Передать копии заказа в Отдел Сервиса и Запчастей Подписать контрольный лист предпродажной подготовки Визуально проверить автомобиль (за 24 часа до передачи) Контроль доукомплектования автомобиля и доставка его в зону выдачи клиентам
5	Организация передачи автомобиля клиенту	Подготовить все к передаче автомобиля Назначение даты и времени передачи автомобиля клиенту

№ п/п	Наименование	Содержание
5.1	Оформление автомобиля	Встреча клиента в салоне и осмотр нового автомобиля Создание в случае необходимости предварительных документов: выставление счетов, договоров купли-продажи При получении документов, подтверждающих оплату оформление всех необходимых документов на автомобиль (для физических и юридических лиц) Составление всей необходимой документации в 1С (приход, расход а/м) Оформление страховых полисов на автомобиль
5.2	Организация оплаты за автомобиль	Оформление выписки на оплату а/м и дополнительного оборудования, сопровождения клиента в кассу Контроль оплат по безналичному расчету Оплата за автомобиль по договору комиссии
5.3	Разъяснение и закрепление гарантийных прав покупателей	Представление сервисного консультанта Знакомство с отделом обслуживания и запчастей Назначение даты первого технического обслуживания Разъяснение условий эксплуатации, своевременного прохождения технического обслуживания, сроков и условий гарантийного ремонта, гарантийных прав покупателей

Таким образом, процесс продажи автомобилей и обеспечения качества обслуживания клиентов ООО «Автоэкспресс-Владимир» исследован на основе функционального моделирования IDEF0. Данный подход позволил установить взаимосвязь между требованиями клиентов и системой параметров функционирования дилерского центра, а также наглядно отобразить связи в рассматриваемой системе.

Библиографический список

1. Материалы ООО «Автоэкспресс-Владимир» [Электронный ресурс]. – URL: <https://avtoexpress33.lada.ru/> (дата обращения: 18.06.2022).
2. РД IDEF0-2000 Методология функционального моделирования IDEF0 Руководящий документ. – Введ. 2000-11-04. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 62 с.

АНАЛИЗ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ СТОРОН В ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА ООО «АВТОЭКСПРЕСС-ВЛАДИМИР»

С целью и определения основных направлений по совершенствованию деятельности организации и повышения качества оказываемых услуг автосалона предложено использовать метод SWOT анализа.

Метод SWOT анализа способен эффективно помочь в этом и широко используется предприятиями во всем мире. SWOT – это аббревиатурное обозначение сильных и слабых сторон, а также благоприятных возможностей и факторов угрозы предприятию. Анализ SWOT помогает развить понимание тех обстоятельств, в которых действует предприятие. Данный метод помогает определить не только возможности предприятия, но и все доступные преимущества перед конкурентами [1].

Результаты SWOT анализа деятельности автосалона приведены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1

SWOT анализ деятельности ООО «Автоэкспресс-Владимир»

Параметр	Сильная сторона	Слабая сторона
Организация работ	Процесс продаж автомобилей, работы по ТО и ТР выполняются согласно технологиям заводов изготовителей	Наличие сезонного спроса автомобилей и выполнение ТО и ТР
Оборудование	Применение оборудования, соответствующего технологиям проведения ТО и ТР	Количество постов обслуживания недостаточно для полного удовлетворения спроса на ТО и ТР
Инновации	Наличие инноваций в оборудовании и инфраструктуру	Недостаточные инновации в область управления качеством и развитие процессного подхода при продажах автомобилей, при ТО и ТР АТС

Окончание табл. 1

Параметр	Сильная сторона	Слабая сторона
Персонал	Квалифицированный персонал	Слабая вовлеченность персонала в работу по улучшению процессов
Проверка уровня качества оказанных услуг и выполненных работ	Проверяется качество оказанных услуг и выполненных работ	Имеются жалобы и рекламации со стороны клиентов

Таблица 2

SWOT анализ деятельности ООО «Автоэкспресс-Владимир»

Параметр	Угроза	Возможность
Спрос	Снижение уровня платежеспособности клиентов и, как следствие, уровня продаж АТС, снижение количества заказ-нарядов на ТО и ТР	Повысить долю продаж АТС, повысить долю работ по ТО и ТР в связи со сложившейся ситуацией на рынке
Конкуренция	Высокая конкуренция на рынке продаж АТС и рынке выполнения работ ТО и ТР	Снижение себестоимости работ за счет внедрения технологии бережливого производства
Маркетинг	Снижение количества новых клиентов от продажи автомобилей	Привлечение клиентов от продаж автомобилей в предыдущих годах
Научно-технические факторы	Устаревшая методика управления техническим обслуживанием автомобиля	Внедрение передовых методов управления качеством

Таблица 3

Матрица SWOT анализа деятельности ООО «Автоэкспресс-Владимир»

	<p>Сильные стороны: Процесс продаж автомобилей, работы по ТО и ТР выполняются согласно технологиям заводов изготовителей; Применение оборудования, соответствующего технологиям проведения ТО и ТР; Квалифицированный персонал</p>	<p>Слабые стороны: Количество постов обслуживания недостаточно; Имеются жалобы и рекламации со стороны клиентов; Недостаточные инновации в область управления качеством.</p>

Возможности: Повысить долю работ по ТО и ТР в связи со сложившейся ситуацией на рынке; Высокий уровень продаж автомобилей в предыдущих годах.	Стратегия при сопоставлении сильных сторон и возможностей: Стать одним из основных ДЦ на рынке продаж а/м, рынке ТО и ТР АТС.	Стратегия при сопоставлении слабых сторон и возможностей: Внедрение элементов СМК на основе стандарта ИСО 9001-2015.
Угрозы: Высокая конкуренция на рынке выполнения работ ТО и ТР; Снижение количества новых клиентов от продажи автомобилей	Стратегия при сопоставлении сильных сторон и угроз: Внедрение передовых методов управления качеством; Снижение себестоимости работ за счет внедрения технологии бережливого производства.	Стратегия при сопоставлении слабых сторон и угроз: Привлечение клиентов в предыдущих годах.

Матрица показывает, что наиболее благоприятные возможности для ООО «Автоэкспресс-Владимир» открывает поле «Стать одним из основных автосалонов на рынке продаж автомобилей и услуг по техническому обслуживанию ремонту». Данное поле позволяет использовать сильные стороны автосалона для того, чтобы получить отдачу от появившихся возможностей.

Поле «Внедрение элементов СМК на основе стандарта ИСО 9001-2015» позволяет для дилерского центра устранить недостатки в процессах, влияющие на качество услуг.

Поле «Внедрение передовых методов управления качеством; Снижение себестоимости работ за счет внедрения технологии бережливого производства» предполагает наличие возможностей использования сил дилерского центра для устранения угроз.

Поле «Привлечение клиентов в предыдущих годах» – самое опасное для предприятия. Для него характерны слабость позиции дилерского центра и опасность надвигающейся угрозы.

Библиографический список

Материалы ООО «Автоэкспресс-Владимир» [Электронный ресурс]. – URL: <https://avtoexpress33.lada.ru/> (дата обращения: 18.06.2022).

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПРИЧИН ДЕФЕКТОВ ШИН, ВЫЯВЛЯЕМЫХ ПРИ ШИНОМОНТАЖЕ НА ПРИМЕРЕ ООО «ДУБРОВА-АВТО»

Среди широкой номенклатуры предприятий технического сервиса АТС – одним из самых популярных видов услуг для автотранспортных средств является шиномонтаж.

Объектом исследования в работе является станция ТО и ТР автомобилей ООО «Дуброва-Авто», которая оказывает достаточно широкий спектр услуг по шиномонтажу. Шиномонтаж – одна из важнейших технологических операций, определяющих правильность эксплуатации резины, пробег шин, комфортность и безопасность езды. От правильной балансировки покрышек и дисков в значительной мере зависит качество функционирования всей ходовой части автомобиля и его ресурс. Регулировка развала-схождения колес автомобиля заключается в правильной установке положения колес относительно друг друга и дороги.

Рассмотрим технологию оказания услуг по шиномонтажу в ООО «Дуброва-Авто». Технологический процесс на рассматриваемом участке выполняют в порядке, представленном на рис. 1. Демонтаж шин выполняют на специальном демонтажно-монтажном стенде. Техническое состояние покрышек контролируют путем тщательного осмотра с наружной и внутренней стороны с применением ручного пневматического борт расширителя.

Контрольный осмотр дисков выполняют для выявления трещин, деформаций коррозии и других дефектов. После монтажа шин обязательно осуществляют балансировку колес в сборе на специальном стенде.

Проанализированы основные дефекты шин, возникающие при шиномонтаже и их причины, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные дефекты шин, выявляемые при шиномонтаже

№ п/п	Причина	Последствия
1.	Ошибки при балансировке колес	В последствии возникает повышенная нагрузка на ступичный подшипник, шаровые опоры, наконечники рулевых тяг, амортизационные стойки и опорные подшипники, появляется биение колеса по ступице.
2.	Низкое качество шиномонтажа	Неаккуратная бортовка шины и диска вызывает повреждение силовой части, при резком увеличении нагрузки возможен разрыв колеса.
3.	Несоответствия на этапах монтажа и демонтажа шины на диск	Основные ошибки – несоответствие направленности шины, что снижает ходовые качества покрышки и уменьшает срок эксплуатации. Неправильный демонтаж колеса вызывает повреждение диска, ступичной части, элементов подвески.
4.	Несоответствие давления в колесах норме	Данное несоответствие может возникнуть по причине невнимательности мастера или неисправности манометра, что вызывает ухудшение устойчивости автомобиля на дороге, неравномерный и преждевременный износ поверхности шин, повышенный риск повреждения покрышки при наезде на препятствие.
5.	Нарушение условий хранения шин	Нарушения условий хранения шин приводят к потере качества резины, возможно образование трещин на бортах покрышек и бандажной части камер, нарушения геометрии покрышек, образование вмятин и растрескиваний в местах складок и перегибов.

По представленным в табл. 1 данным построена диаграмма Парето по видам несоответствий, результаты расчетов характеристик диаграммы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анализа Парето

Виды несоответствий при осуществлении контроля	Частота проявлений	Накопленная частота проявления	% причины неисправности	Накопленный % причины неисправности
Ошибки при балансировке колес	12,00000	12,00000	38,70968	38,7097
Низкое качество шиномонтажа	7,00000	19,00000	22,58065	61,2903
Неверный монтаж или демонтаж шины на диск	4,00000	23,00000	12,90323	74,1935
Несоответствие давления в колесах норме	3,00000	26,00000	9,67742	83,8710
Нарушение условий хранения шин	3,00000	29,00000	9,67742	93,5484
Прочие причины	2,00000	31,00000	6,45161	100,0000

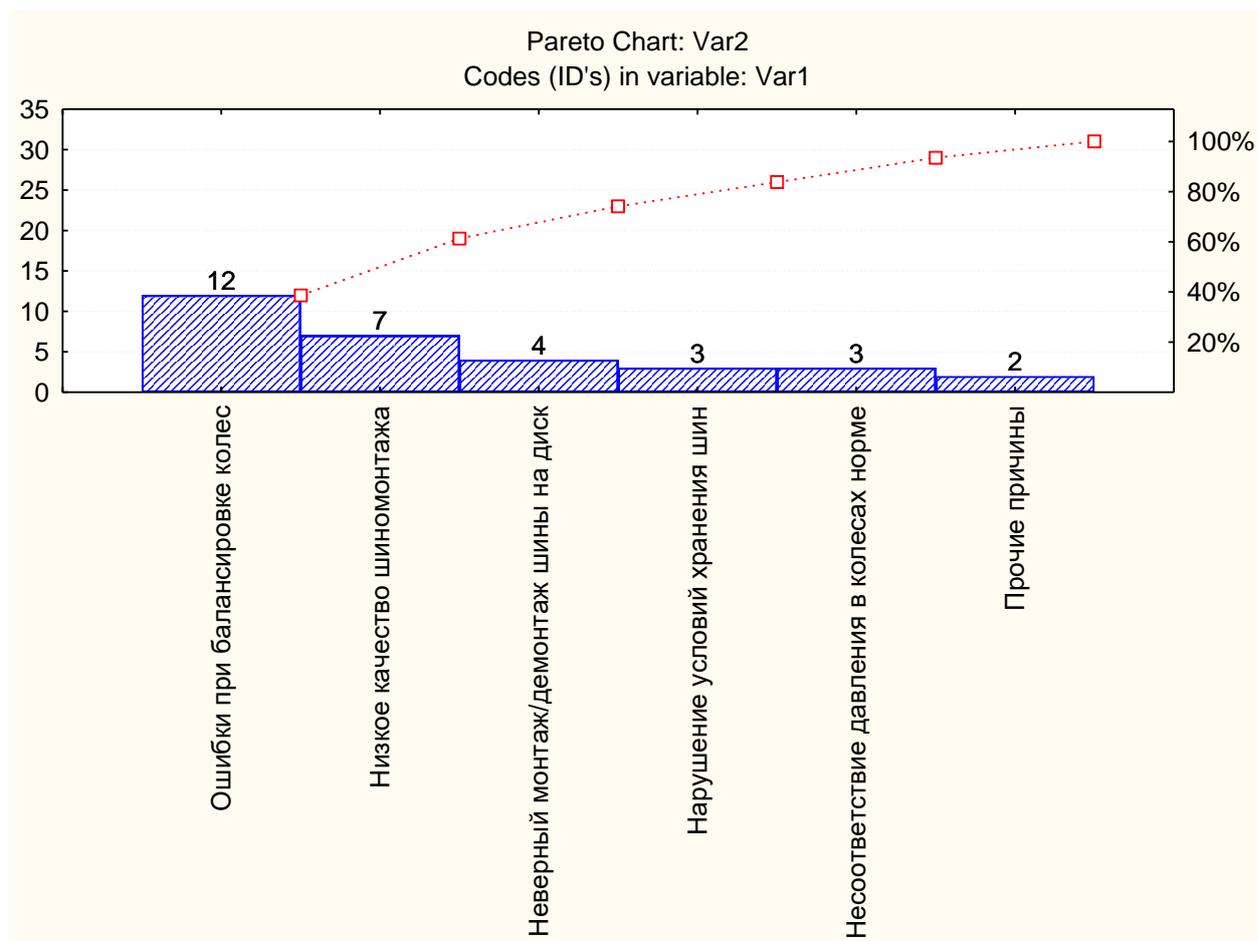


Рис. 2. Диаграмма Парето по дефектам шин, выявленным на шиномонтаже

Анализ причин дефектов шиномонтажа на ООО «Дуброва-Авто» показал, что основные причины дефектов возникают на этапе балансировки шин.

Библиографический список

1. Материалы ООО «Дуброва-Авто» [Электронный ресурс]. – URL: <http://Дуброва-авто.ру/> (дата обращения: 15.08.2022).

2. ГОСТ 33997-2016. Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки – М.: Изд-во стандартов, 2016. – 36 с.

УДК 658.5

Е. В. Арефьев, М. Р. Сейтаков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕС В ООО «ДУБРОВА-АВТО»

В качестве объекта контроля выбран один из процессов шиномонтажа – балансировка колес. Балансировка колёс – процесс уменьшения до приемлемого уровня дисбаланса колеса, диска, ступицы, крепления колеса и элементов подвески. Необходимость балансировки колес объясняется тем, что под действием повышенных нагрузок узлы автомобиля подвергаются износу, что способно вызвать их разрушение. Колесо под действием вибрации негативно влияет на управляемость транспортного средства, кроме того значительно снижается время эксплуатации и ресурс шины.

Для балансировки колес в ООО «Дуброва-Авто» используется балансировочный стенд СБМК-60 «Sputnik». Контроль процесса балансировки является необходимым условием и основой обеспечения требуемого качества услуг.

Целью контроля является выявление несоответствий, своевременное устранение и предупреждение повторения выявленных несоответствий. Для контроля величины биения шины предложено использование прибора для измерения биения колеса с измерительной головкой часового типа (рис. 1).

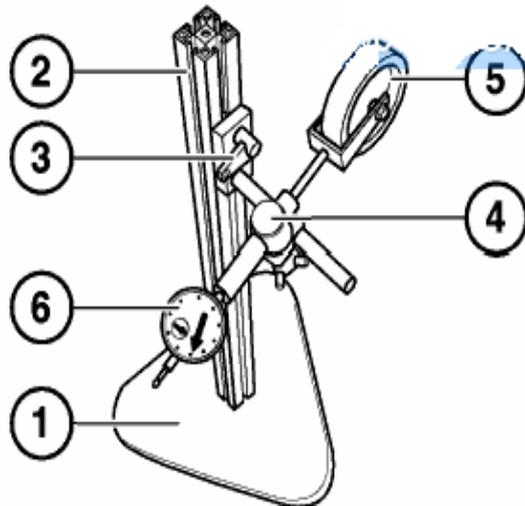


Рис. 1. Прибор для измерения биения колеса

1 – Опора, 2 – Стойка с зажимом, 3 – Держатель с зажимом, 4 – Зажим, 5 – Измерительный ролик, 6 – Стрелочный индикатор

Прибор состоит из станины, правой и левой бабок, узла каретки со стойкой индикатора, оснащенной микроподачей, индикатора часового типа. Правая бабка имеет подвижную пинюль с центром. Для закрепления пинюли бабка имеет стопорное устройство. Центр левой бабки перемещается только вместе с последней. Обе бабки могут перемещаться по направляющим станины и закрепляются на ней зажимами в любом месте в зависимости от длины проверяемой детали.

На территории РФ действует межгосударственный ГОСТ 4754-97, который описывает предельно допустимые значения статического дисбаланса, массы корректирующих грузов, необходимых для компенсации динамического дисбаланса, а также предельно допустимые величины биения колес.

Для контроля процессов балансировки колес по величинам радиального и бокового биения шин предложено применение статистических методов. В качестве объекта исследования выбраны шины с радиусом 14 дюймов. Нормативная величина радиального биения – 1 мм, бокового биения – 1,5 мм согласно [2].

В таблице представлены результаты анализа измерения радиального и бокового биения, проведенного по выборкам из 15 шин. Вариации радиального и бокового биения при измерениях на одной шине оказались пренебрежительно малыми, так что было решено брать только одно наблюдение и установить контрольные границы на основе скользящего размаха измерений.

Результаты анализа радиального и бокового биения 14” шин

Номер выборки	Наименование показателя	
	Радиальное биение, мм	Боковое биение, мм
1	0,364	0,835
2	0,348	0,689
3	0,446	0,538
4	0,369	0,815
5	0,195	0,604
6	0,428	0,754
7	0,407	0,627
8	0,405	0,718
9	0,362	0,654
10	0,476	0,746
11	0,325	0,714
12	0,481	0,652
13	0,422	0,749
14	0,408	0,732
15	0,475	0,591
Среднее значение	0,394	0,695

На рис. 2 – 3 представлены результаты анализа измерения радиального и бокового биения, проведенного по выборкам из 15 шин. Вариации радиального и бокового биения при измерениях на одной шине оказались пренебрежительно малыми, так что было решено брать только одно наблюдение и установить контрольные границы на основе скользящего размаха измерений. Построение X- и MR-карты при анализе радиального биения 14” шин проводилось при помощи программного обеспечения *StatSoft STATISTICA 8*.

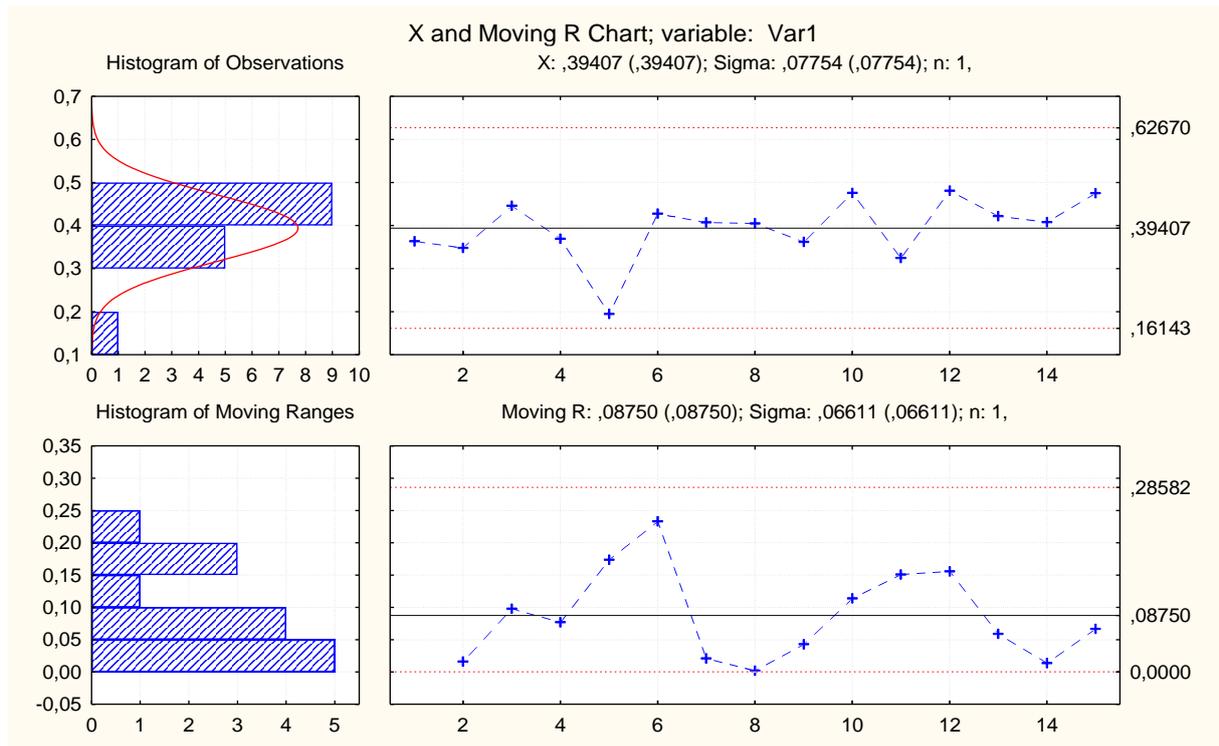


Рис. 2. Контрольная карта индивидуальных значений и скользящих размахов при анализе радиального биения 14” шин

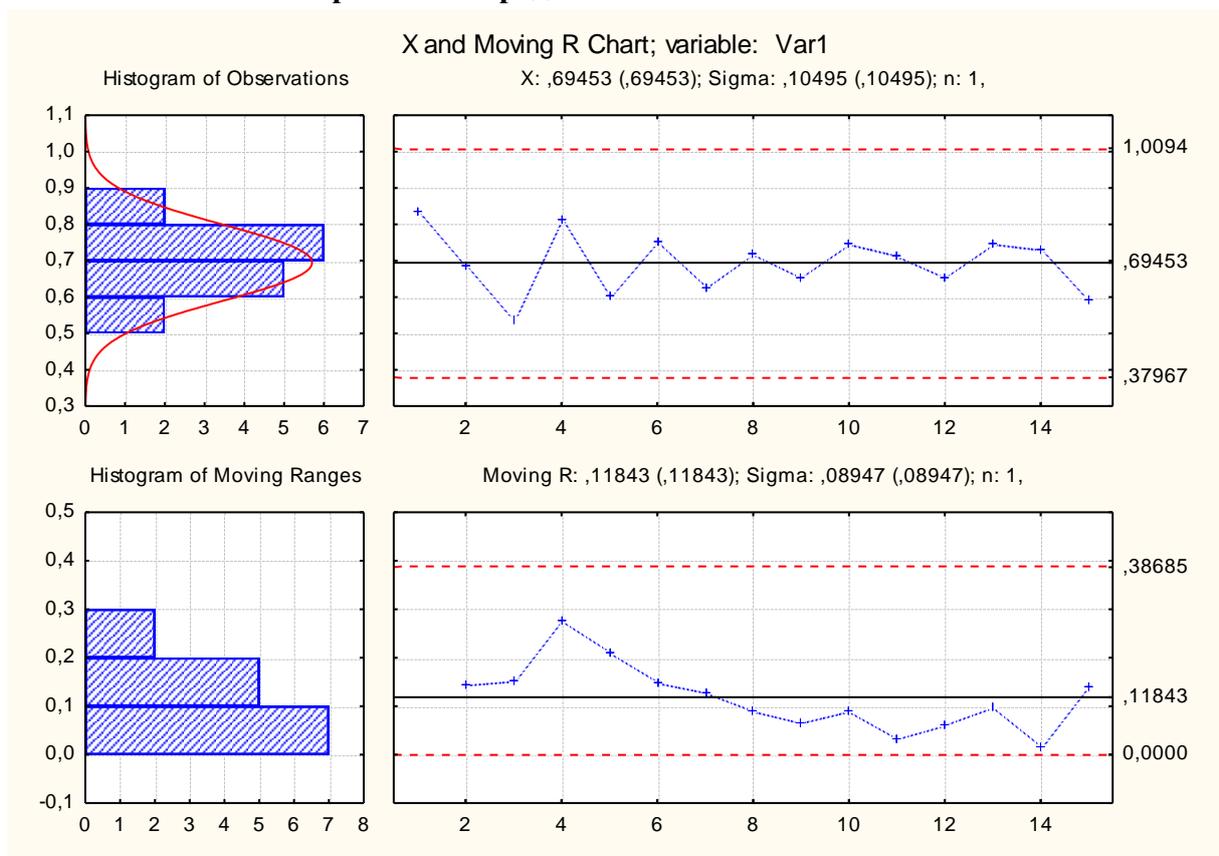


Рис. 3. Контрольная карта индивидуальных значений и скользящих размахов при анализе бокового биения 14” шин

Таким образом, для совершенствования контроля качества проведено статистическое и инструментальное совершенствование контроля качества выбранного объекта контроля. Проведенный анализ контрольных карты показал, что процесс балансировки колес по величинам радиального и бокового биения шин находится в статистически управляемом состоянии.

Библиографический список

1. Материалы ООО «Дуброва-Авто» [Электронный ресурс]. – URL: <http://Дуброва-авто.ру/> (дата обращения: 15.08.2022).

2. ГОСТ 4754-97 «Шины пневматические для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости. Технические условия».

УДК 006.86

К. С. Исакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ДАТЧИКОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ

Современные автотранспортные средства обладают большим набором встроенных контрольно-измерительных средств, объединенных в единую информационно-измерительную систему автомобиля. Сигналы датчиков автотранспортных средств по своей природе являются нестационарными, так как меняющееся функциональное состояние порождается процессами бифуркаций в системах управления сложного объекта, такого как автомобиль. Различные сигналы обладают разными скоростями изменений, но вследствие работы электронного блока управления (ЭБУ) характер изменений может меняться в зависимости от множества факторов внутренней и внешней среды. ЭБУ здесь играет важную роль, так как является центром переработки информации и принятия решений. Поэтому в сигнале датчиков зачастую наблюдается нестационарность измерений.

При попытке сопоставить сигналы в разных функциональных состояниях автотранспортного средства в рамках экспериментальных исследований сталкиваются с проблемой постоянного изменения (нестабильности) исследуемого параметра во времени. Применение обычных статистических

методов без специальной предобработки не приносит достоверных результатов.

Поэтому требуется проработать специальные подходы к анализу подобных сигналов.

Цель работы – обобщение опыта анализа нестационарных сигналов для решения задачи и предложения подхода к корректной диагностике на основе получаемой измерительной информации датчиков.

В качестве метода анализа необходимо использовать те подходы, которые позволяют выявить динамику изменения показателя, то есть для выявления информации в частотной области - частотно-временные (например, спектрограмма или вейвлет преобразование), а в амплитудной области - амплитудно-временные (например, скользящая гистограмма).

Дальнейшим этапом анализа является выявление опорной точки синхронизации сигналов. Это может быть характерная точка начала некоего функционального теста (например, нажатия на педаль ускорителя) или момент подачи экспериментальной нагрузки на испытательном стенде. Также нужно определить примерный период исследуемых процессов. Это ожидаемое время его проявления.

В результате, исследуемая реакция автотранспортного средства может проявляться через определенный период, относительно опорной точки. Данный период обычно априорно не известен. Поэтому во время исследования необходимо производить вычисление интегрального показателя частотно-временного или амплитудно-временного метода анализа за выбранный период исследуемого процесса, перемещая (сканируя) данным временным окном сигнал. Следует учитывать, что момент появления реакции у разных систем автомобиля может отличаться. Поэтому величину временного окна следует увеличивать так, чтобы туда попадали одновременно реакции всех (или большинства) систем. В качестве интегрального показателя может выступать среднее арифметическое, медианное, максимальное или минимальное значения во временном окне. Также имеет смысл разделить ось частот или амплитуд на несколько поддиапазонов, что позволит выявить не только момент возникновения реакции, но и характеристики сигнала при этом (частотный или амплитудный диапазон).

Определение информативного временного участка производится путем вычисления статистического критерия достоверности различий между двумя (или более) состояниями. Например, между разными видами воздействий или между фоновым состоянием и стимулом.

Зачастую распределение вычисленных интегральных показателей у сигналов датчиков автотранспортных средств не является нормальным, поэтому при выборе статистического критерия для оценки достоверности различий следует обратить внимание на следующие [1]:

критерий Манна-Уитни – в случае сравнения двух независимых состояний;

критерий Краскела-Уоллиса – при сравнении трех и более независимых состояний;

критерий Вилкоксона – в случае сравнения двух связанных состояний;

критерий Фридмана – при сравнении трех и более связанных состояний.

Получив вероятности ошибки (p -уровень), можно выбрать те временные (а также частотные или амплитудные) диапазоны, в которых будут минимальные ошибки отличия двух состояний (при условии ошибки менее 5%). Они и будут являться информативными.

В качестве примера рассмотрим анализ сигнала датчика давления во впускном коллекторе двигателя внутреннего сгорания (рис. 1). Воздействие производилось путем задания фиксированного ускорения и нагрузки. Нагрузка подавалась на третьей секунде измерения. Момент подачи нагрузки можно считать опорной точкой для последующего анализа.

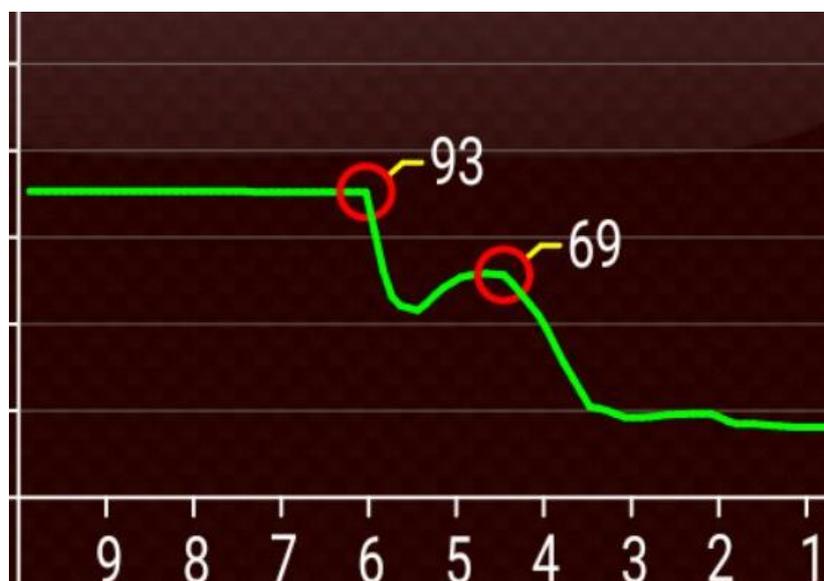


Рис. 1. Пример сигнала датчика давления во впускном коллекторе бензинового турбированного двигателя во время нагрузки (горизонтальная ось – время в сек, вертикальная ось – данные измерений датчика, отн.ед.)

Как можно заметить на графике, после подачи воздействия на системы автомобиля, происходит резкая смена характера показаний, образуются нелинейные переходные процессы, отраженные на форме сигнала. В данном случае анализируются амплитуды измерений, поэтому переходный процесс в промежутке с 3 по 6.5 сек. вызовет занижение значения измеренного давления, если применить вычисление обычного среднего в этот период. Гистограммный анализ покажет две моды распределения. Применение же скользящей гистограммы позволит выявить процесс перехода показаний и отделит значения в этот период от установившегося в конце нагрузки.

Заключение

Таким образом, предлагаемый подход позволяет провести углубленный анализ нестационарных сигналов датчиков автотранспортных средств, полученных в ходе экспериментов. Может применяться для анализа сигналов разной природы.

Библиографический список

Гржибовский А.М. Выбор статистического критерия для проверки гипотез// Экология человека. 2008. № 11. С. 48 – 57

УДК 519.245:53.08

З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Общей моделью для описания вариации параметров технологического процесса (ТП) технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автотранспортных средств (АТС) является модель стационарного случайного процесса. Принятая модель ТП ТО и Р является основой для оценки эффективности системы статистического управления качеством ТП ТО и Р АТС. В результате процедуры статистического контроля и управления качеством процесса формируется вывод о статистически управляемом или неуправляемом состояниях операций ТП [1]. Поэтому исходя из [2], можно определить группу состояний ТП ТО и Р АТС и возможные переходы между ними. Для одной технологической операции ТП ТО и Р АТС указанные состояния

можно представить в виде графа состояний и переходов процесса по марковской модели (рис. 1).



Рис. 1. Схема состояний и переходов ТП ТО и Р АТС одной технологической операции с учетом статистического управления качеством

К параметрам марковской модели случайного процесса ТП ТО и Р АТС с учетом данных статистического управления качеством операции можно отнести: среднее время потока из статистически управляемого состояния в неуправляемое (λ_{12}), среднее время перехода в состояние настройки ТП ТО и Р АТС (λ_{23}), среднее время потока восстановления АТС (λ_{31}), среднее время потока ложных сигналов о потере статистической управляемости рассматриваемой операции процесса (λ_{13}).

Средняя длительность промежутка времени между переходом из статистически управляемого состояния в неуправляемое операции ТП ТО и Р АТС (T_{Σ}) будет определяться как сумма

$$T_{\Sigma} = T_0 + T_1 + T_{pez}, \quad (1)$$

где T_0 , T_1 , T_{pez} - среднее арифметическое длительности промежутка времени нахождения ТП в статистически управляемом и неуправляемом состояниях и в режиме настройки операции, $T_1 = L_1 \tau$; L_1 - средняя длина серии выборок ТП в статистически неуправляемом состоянии; τ - средняя величина промежутка время операции ТП ТО и Р АТС.

Для оценки эффективности статистического управления качеством ТП ТО и Р АТС промежутки времени указанных состояний целесообразно выразить в относительной форме исходя из известных статистических данных по формулам:

$$t_0 = \lambda_{31} / \sum_{i=1}^4 \lambda_i, \quad t_1 = \lambda_{12} / \sum_{i=1}^4 \lambda_i, \quad t_{pez} = (\lambda_{23} + \lambda_{13}) / \sum_{i=1}^4 \lambda_i. \quad (2)$$

Вероятности марковской модели в статистически управляемом p_0 и неуправляемом p_1 состояниях с учетом формул (1) и (2) можно определить из отношений:

$$p_0 = \frac{\lambda_{31}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}}, \quad p_1 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}}. \quad (3)$$

Качество операций ТП ТО и Р АТС можно охарактеризовать с использованием полной вероятности несоответствий p [1]. Учитывая состояния операции ТО и Р АТС (рис. 1), указанная величина определяется по формуле

$$p = p_0 q_0 + p_1 q_1, \quad (4)$$

где q_0, q_1 - вероятности появления несоответствий в управляемом и неуправляемом состояниях операции процесса.

Подставляя зависимости (2), (3) в формулу (4), последняя примет вид

$$p = \frac{q_0 \lambda_{31} + q_1 \lambda_{12}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}}. \quad (5)$$

Для случая одного параметра вероятности появления несоответствий в управляемом «0» и неуправляемом «1» состояниях рассматриваемой операции ТП ТО и Р АТС определяются по интегральной зависимости

$$q_{0(1)} = \int_{T_H}^{T_B} f(X, M_{X0(1)}, \sigma_{X0(1)}) dX, \quad (6)$$

где T_H, T_B – предельные границы допуска (нижняя и верхняя) параметра X соответственно, $f(X, M_X, \sigma_X)$ - дифференциальный закон распределения вероятностей параметра ТП ТО и Р АТС X с параметрами - математическое ожидание M_X и среднее квадратическое отклонение σ_X .

В общем случае зависимость полной вероятности несоответствий от указанных выше параметров носит существенно нелинейный характер. На рис. 2 показана зависимость величины p от отклонения среднего арифметического параметра X от номинальной величины для объема выборки n при $q_0 = 0,01$; $q_1 = 0,1$; $\lambda_{12} = 5$; $\lambda_{13} = 4$; $\lambda_{31} = 10$ для карты среднего.

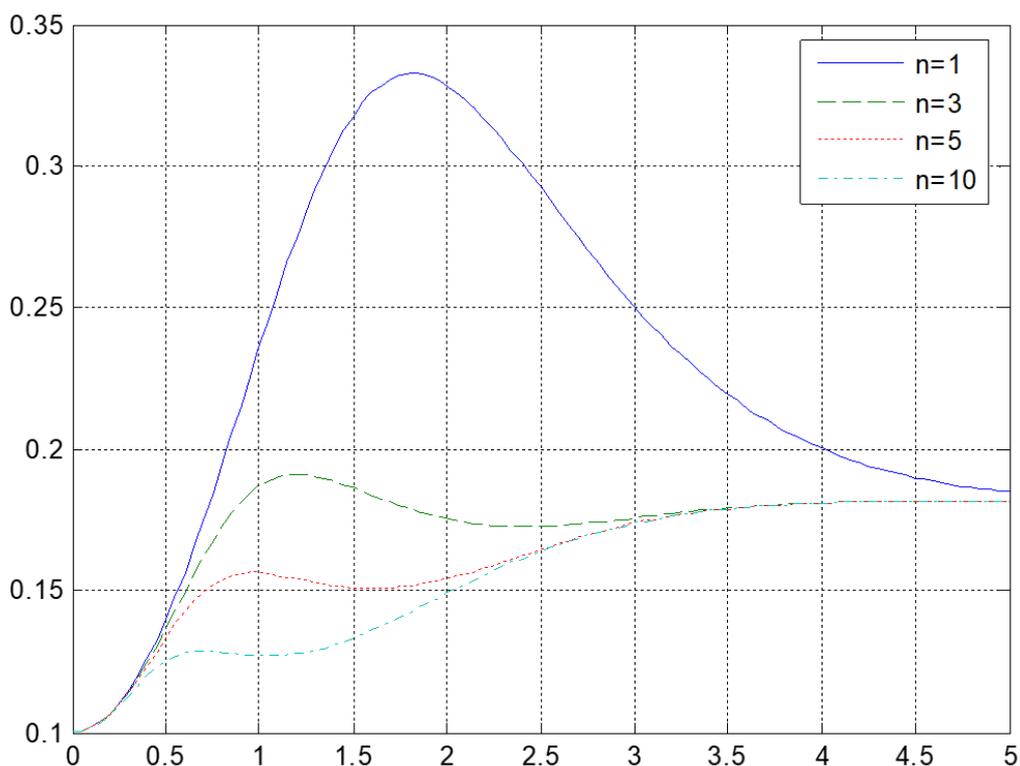


Рис. 2. График зависимости полной вероятности несоответствий от отклонения среднего от номинала

В работе получены выражения и методика расчета для определения величины полной вероятности несоответствий, операций технологического процесса технического обслуживания и текущего ремонта автотранспортного средства на основе статистических характеристик параметров марковской модели случайного процесса, указанного процесса при произвольном законе распределения вероятностей параметра качества процесса.

Библиографический список

1. Илларионов О.И. Проектирование контрольных карт на основе критерия полной вероятности брака // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 6. – С. 32–36.
2. Клячкин В.Н. Анализ эффективности многомерного контроля технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 4. – С. 32–34.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ С-КАРТЫ

Представленные данные показывают [1] число дефектов выявленных на каждом проверенном в результате ТО автомобиле (табл. 1).

Таблица 1

Данные о числе дефектов (несоответствий) на каждом проверенном автомобиле
марки LADA Granta

№ автомобиля	Число несоответствий												
1	4	16	4	31	7	46	5	61	5	76	6	91	4
2	10	17	6	32	5	47	9	62	9	77	10	92	6
3	6	18	8	33	9	48	6	63	4	78	6	93	9
4	9	19	6	34	7	49	6	64	5	79	5	94	6
5	9	20	4	35	8	50	10	65	6	80	6	95	8
6	10	21	6	36	7	51	10	66	7	81	10	96	8
7	9	22	6	37	4	52	8	67	6	82	7	97	6
8	7	23	10	38	7	53	7	68	10	83	5	98	7
9	9	24	10	39	4	54	6	69	5	84	5	99	4
10	10	25	9	40	6	55	4	70	7	85	9	100	10
11	5	26	9	41	9	56	7	71	7	86	6		
12	10	27	4	42	9	57	9	72	4	87	6		
13	6	28	8	43	6	58	8	73	9	88	8		
14	7	29	9	44	7	59	10	74	10	89	9		
15	4	30	4	45	9	60	9	75	9	90	9		

Для контроля числа несоответствий выберем и построим по данным табл. 1 с-карту.

Рассчитаем параметры центральной линии и контрольных границ для с-карты и сведем их в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные данные для с-карты

<i>Part - Name</i>	<i>Center - Line</i>	<i>C Count</i>	<i>Cumul. C</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000* S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Compu- tation</i>
1	7,140000	4,00000	4,0000		0,00	15,15623	yes
2	7,140000	10,00000	14,0000		0,00	15,15623	yes
3	7,140000	6,00000	20,0000		0,00	15,15623	yes
4	7,140000	9,00000	29,0000		0,00	15,15623	yes
5	7,140000	9,00000	38,0000		0,00	15,15623	yes
6	7,140000	10,00000	48,0000		0,00	15,15623	yes
7	7,140000	9,00000	57,0000		0,00	15,15623	yes
8	7,140000	7,00000	64,0000		0,00	15,15623	yes
9	7,140000	9,00000	73,0000		0,00	15,15623	yes
10	7,140000	10,00000	83,0000		0,00	15,15623	yes
11	7,140000	5,00000	88,0000		0,00	15,15623	yes
12	7,140000	10,00000	98,0000		0,00	15,15623	yes
13	7,140000	6,00000	104,0000		0,00	15,15623	yes
14	7,140000	7,00000	111,0000		0,00	15,15623	yes
15	7,140000	4,00000	115,0000		0,00	15,15623	yes
16	7,140000	4,00000	119,0000		0,00	15,15623	yes
17	7,140000	6,00000	125,0000		0,00	15,15623	yes
18	7,140000	8,00000	133,0000		0,00	15,15623	yes
19	7,140000	6,00000	139,0000		0,00	15,15623	yes
20	7,140000	4,00000	143,0000		0,00	15,15623	yes
21	7,140000	6,00000	149,0000		0,00	15,15623	yes
22	7,140000	6,00000	155,0000		0,00	15,15623	yes
23	7,140000	10,00000	165,0000		0,00	15,15623	yes
24	7,140000	10,00000	175,0000		0,00	15,15623	yes
25	7,140000	9,00000	184,0000		0,00	15,15623	yes
26	7,140000	9,00000	193,0000		0,00	15,15623	yes
27	7,140000	4,00000	197,0000		0,00	15,15623	yes
28	7,140000	8,00000	205,0000		0,00	15,15623	yes
29	7,140000	9,00000	214,0000		0,00	15,15623	yes
30	7,140000	4,00000	218,0000		0,00	15,15623	yes
31	7,140000	7,00000	225,0000		0,00	15,15623	yes
32	7,140000	5,00000	230,0000		0,00	15,15623	yes
33	7,140000	9,00000	239,0000		0,00	15,15623	yes
34	7,140000	7,00000	246,0000		0,00	15,15623	yes
35	7,140000	8,00000	254,0000		0,00	15,15623	yes

Продолжение табл. 2

<i>Part - Name</i>	<i>Center - Line</i>	<i>C Count</i>	<i>Cumul. C</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000* S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Compu- tation</i>
36	7,140000	7,00000	261,0000		0,00	15,15623	yes
37	7,140000	4,00000	265,0000		0,00	15,15623	yes
38	7,140000	7,00000	272,0000		0,00	15,15623	yes
39	7,140000	4,00000	276,0000		0,00	15,15623	yes
40	7,140000	6,00000	282,0000		0,00	15,15623	yes
41	7,140000	9,00000	291,0000		0,00	15,15623	yes
42	7,140000	9,00000	300,0000		0,00	15,15623	yes
43	7,140000	6,00000	306,0000		0,00	15,15623	yes
44	7,140000	7,00000	313,0000		0,00	15,15623	yes
45	7,140000	9,00000	322,0000		0,00	15,15623	yes
46	7,140000	5,00000	327,0000		0,00	15,15623	yes
47	7,140000	9,00000	336,0000		0,00	15,15623	yes
48	7,140000	6,00000	342,0000		0,00	15,15623	yes
49	7,140000	6,00000	348,0000		0,00	15,15623	yes
50	7,140000	10,00000	358,0000		0,00	15,15623	yes
51	7,140000	10,00000	368,0000		0,00	15,15623	yes
52	7,140000	8,00000	376,0000		0,00	15,15623	yes
53	7,140000	7,00000	383,0000		0,00	15,15623	yes
54	7,140000	6,00000	389,0000		0,00	15,15623	yes
55	7,140000	4,00000	393,0000		0,00	15,15623	yes
56	7,140000	7,00000	400,0000		0,00	15,15623	yes
57	7,140000	9,00000	409,0000		0,00	15,15623	yes
58	7,140000	8,00000	417,0000		0,00	15,15623	yes
59	7,140000	10,00000	427,0000		0,00	15,15623	yes
60	7,140000	9,00000	436,0000		0,00	15,15623	yes
61	7,140000	5,00000	441,0000		0,00	15,15623	yes
62	7,140000	9,00000	450,0000		0,00	15,15623	yes
63	7,140000	4,00000	454,0000		0,00	15,15623	yes
64	7,140000	5,00000	459,0000		0,00	15,15623	yes
65	7,140000	6,00000	465,0000		0,00	15,15623	yes
66	7,140000	7,00000	472,0000		0,00	15,15623	yes
67	7,140000	6,00000	478,0000		0,00	15,15623	yes
68	7,140000	10,00000	488,0000		0,00	15,15623	yes
69	7,140000	5,00000	493,0000		0,00	15,15623	yes
70	7,140000	7,00000	500,0000		0,00	15,15623	yes

Окончание табл. 2

<i>Part - Name</i>	<i>Center - Line</i>	<i>C Count</i>	<i>Cumul. C</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000* S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Compu- tation</i>
71	7,140000	7,00000	507,0000		0,00	15,15623	yes
72	7,140000	4,00000	511,0000		0,00	15,15623	yes
73	7,140000	9,00000	520,0000		0,00	15,15623	yes
74	7,140000	10,00000	530,0000		0,00	15,15623	yes
75	7,140000	9,00000	539,0000		0,00	15,15623	yes
76	7,140000	6,00000	545,0000		0,00	15,15623	yes
77	7,140000	10,00000	555,0000		0,00	15,15623	yes
78	7,140000	6,00000	561,0000		0,00	15,15623	yes
79	7,140000	5,00000	566,0000		0,00	15,15623	yes
80	7,140000	6,00000	572,0000		0,00	15,15623	yes
81	7,140000	10,00000	582,0000		0,00	15,15623	yes
82	7,140000	7,00000	589,0000		0,00	15,15623	yes
83	7,140000	5,00000	594,0000		0,00	15,15623	yes
84	7,140000	5,00000	599,0000		0,00	15,15623	yes
85	7,140000	9,00000	608,0000		0,00	15,15623	yes
86	7,140000	6,00000	614,0000		0,00	15,15623	yes
87	7,140000	6,00000	620,0000		0,00	15,15623	yes
88	7,140000	8,00000	628,0000		0,00	15,15623	yes
89	7,140000	9,00000	637,0000		0,00	15,15623	yes
90	7,140000	9,00000	646,0000		0,00	15,15623	yes
91	7,140000	4,00000	650,0000		0,00	15,15623	yes
92	7,140000	6,00000	656,0000		0,00	15,15623	yes
93	7,140000	9,00000	665,0000		0,00	15,15623	yes
94	7,140000	6,00000	671,0000		0,00	15,15623	yes
95	7,140000	8,00000	679,0000		0,00	15,15623	yes
96	7,140000	8,00000	687,0000		0,00	15,15623	yes
97	7,140000	6,00000	693,0000		0,00	15,15623	yes
98	7,140000	7,00000	700,0000		0,00	15,15623	yes
99	7,140000	4,00000	704,0000		0,00	15,15623	yes
100	7,140000	10,00000	714,0000		0,00	15,15623	yes

Осуществим поиск специальных причин вариаций (табл. 3).

Таблица 3

Анализ специальных причин вариаций

<i>Var5 ; Runs Tests (Spreadsheet1) C Chart Center line: 7,140000 Sigma: 2,672078</i>		
	<i>from - sample</i>	<i>to - sample</i>
<i>9 samples on same side of center</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>6 samples in row in/decreasing</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>14 samples alternating up & down</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>2 of 3 samples in Zone A or beyond</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>4 of 5 samples in Zone B or beyond</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>15 samples in Zone C</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>8 samples beyond Zone C</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>

Специальных причин вариаций не обнаружено.

Осуществим проверку на выбросы (табл. 4).

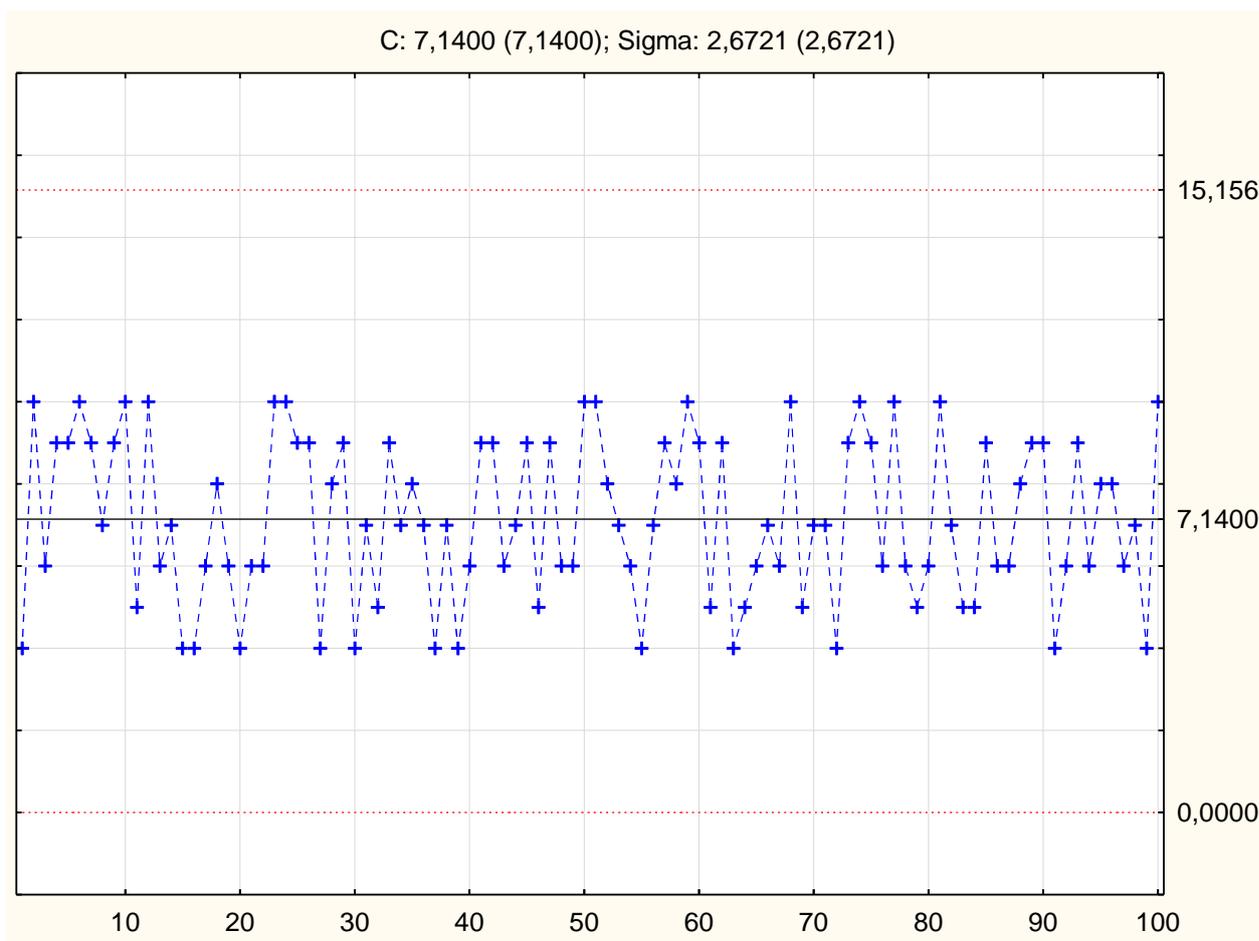
Таблица 4

Проверка на выбросы

<i>Number of outliers: Set 0 (Default Set) (Spreadsheet1) Var5; C Chart; Process mean: 7,140000; Sigma: 2,672078 Standard; Mean: 7,140000; Sigma: 2,672078</i>		
	<i>Number of - outliers</i>	<i>% of all - samples</i>
<i>< LCL</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>> UCL</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>Total</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>

Выбросов не обнаружено.

По полученным данным построим контрольную карту (см. рисунок).



C-карта числа несоответствий (дефектов)

На контрольной карте отсутствует выход результатов за контрольные границы (нет выбросов), периодичность, приближение к центральной линии и линейный тренд, не нарушается случайность распределения точек [2]. Процесс ТО автомобилей статистически управляем и не требует вмешательства [3].

Библиографический список

1. Анализ контрольных процессов автомобильных компонентов / Орлов Д.Ю., Романов В.Н. // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. материалы XXI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 361-365.
2. Адлер, Ю. П. Статистическое управление процессами – Statistical Process Control (SPC). Практическое руководство по разведочному анализу данных : учебное пособие / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2020. – 382 с. – ISBN 978-5-907226-49-4
3. Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Орлов Ю.А., Суцев А.К. // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 5. С. 47-55

ПАРЕТО-АНАЛИЗ ВИДОВ ДЕФЕКТОВ

Для анализа данных о выявленных в ходе ТО дефектах целесообразно применять диаграмму Парето.

Построение диаграммы Парето начинают с классификации возникающих проблем и собирают статистический материал по каждой из проблем, по чему впоследствии и определяют первоочередные действия. При производстве продукции неминуемо приходится сталкиваться с потерями (некачественные изделия и затраты, связанные с их производством).

В большинстве случаев подавляющее число несоответствий и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин. Этот постулат положен в основу анализа Парето, который предназначен для разделения проблем качества на немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные.

Для определения немногочисленных существенно важных факторов строят диаграммы Парето.

Диаграмма Парето – это графическое представление степени важности причин или факторов, влияющих на исследуемую проблему. Диаграммы Парето бывают двух видов:

1) диаграмма Парето по результатам деятельности помогает выявить главную проблему и отражает нежелательные результаты деятельности:

- в сфере качества: дефекты, поломки, ошибки, отказы, рекламации, ремонты, возвраты продукции;
- в сфере себестоимости: объем потерь, затраты;
- в сфере поставок: нехватка запасов, ошибки в составлении счетов, срывы сроков поставок;
- в сфере безопасности: несчастные случаи, аварии.

2) диаграмма Парето по причинам отражает причины проблем, возникающих в ходе производства, и помогает выявить главную проблему:

- по кадрам: смена, бригада, возраст, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики работника;
- по оборудованию: станки, агрегаты, инструментальная оснастка, модели, штампы, технология;
- по сырью: изготовитель, вид сырья, поставщик, партия;

- по методам работы: условия производства, приемы работы, последовательность операций.

Данные о видах дефектов автомобилей [1] марки LADA GRANTA, выявленных при ТО за определенный период, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные о видах и количестве дефектов автомобилей

№ п/п	Вид дефекта	Количество дефектов, шт.
1.	Течь охлаждающей жидкости	50
2.	Люфт в шаровых опорах	131
3.	Неисправность двигателя	125
4.	Неисправность сцепления	34
5.	Неисправность механизма закрывания дверей	27
6.	Неисправность ходовых огней	15
7.	Неисправность тормозной системы	21
8.	Люфт рулевого колеса	90
9.	Течь масла	39
10.	Прочие дефекты	15

Произведем расчет параметров для построения диаграммы Парето (табл. 2).

Таблица 2

Расчетные значения для диаграммы Парето

<i>Pareto Chart: (Spreadsheet16) Codes (ID's) in variable: Var1</i>				
	<i>Value</i>	<i>Cumulative - Value</i>	<i>Percent</i>	<i>Cumulative - Percent</i>
Люфт в шаровых опорах	131,0000	131,0000	23,94881	23,9488
Неисправность двигателя	125,0000	256,0000	22,85192	46,8007
Люфт рулевого колеса	90,0000	346,0000	16,45338	63,2541
Течь охлаждающей жидкости	50,0000	396,0000	9,14077	72,3949
Течь масла	39,0000	435,0000	7,12980	79,5247
Неисправность сцепления	34,0000	469,0000	6,21572	85,7404
Неисправность механизма закрывания дверей	27,0000	496,0000	4,93601	90,6764
Неисправность тормозной системы	21,0000	517,0000	3,83912	94,5155
Неисправность ходовых огней	15,0000	532,0000	2,74223	97,2578
Прочие дефекты	15,0000	547,0000	2,74223	100,0000

Построим диаграмму Парето [2] по видам дефектов (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма Парето по видам дефектов

Анализируя полученную диаграмму, можно сделать вывод, что основными видами дефектов являются люфт в шаровых опорах, неисправность двигателя, люфт рулевого колеса.

Часто выявляемый люфт в шаровых опорах и рулевого колеса вероятно вызван плохим состоянием дорог. Учитывая этот факт, необходимо подготовить предложения на завод изготовитель об усилении блока шаровых опор и рулевого управления в целом.

Не всегда хорошо работают системы двигателя [3]: часто выходит из строя генератор, появляется течь масла, возникают другие проблемы. Например, образуется нагар на поршнях. Однако это может быть вызвано некачественным топливом, что выходит за пределы компетенции завода-изготовителя.

Библиографический список

1. Парето-анализ видов потенциальных отказов сварных труб глушителя автомобиля / Орлов Д.Ю., Сурганова К.В. // Актуальные

проблемы эксплуатации автотранспортных средств. материалы XXI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 370-379.

2. Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Орлов Ю.А., Сущев А.К. // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 5. С. 47-55

3. Автоматизированная система оценки износа систем транспортных средств / Кокарев О.П., Кириллов А.Г., Орлов Д.Ю. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019662723, 02.10.2019. Заявка № 2019619979 от 12.08.2019.

УДК 629.331

Д. Ю. Орлов, Б. В. Грушенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РЕГУЛИРОВКИ ЛЮФТА РУЛЕВОГО КОЛЕСА

Люфт – это свободный ход на соединении двух и более деталей автомобиля. Допустимый люфт – это максимальная величина смещения, которая не имеет критического значения для управляемого элемента.

Люфт может возникать:

- в рулевом управлении;
- карданах трансмиссии;
- элементах ходовой части;
- узлах подвески.

Необходимо разобраться с причинами возникновения свободного хода в рулевой колонке (рис. 1).



Рис. 1. Люфт рулевой колонки

Рулевая колонка – первый узел, в котором может появляться увеличенный свободный ход. Основная ее часть – это шток, фиксирующийся на валу с шарнирами.

Соединение этих элементов обеспечивается зубчатой передачей. Еще с завода в ней присутствует незначительный зазор. Он необходим для того, чтобы края зубцов преждевременно не изнашивались из-за силы трения.

Естественный износ зубчатых соединений и шарнирных передач происходит медленно, поэтому водителю сложно заметить, с какого момента люфт начал увеличиваться. Чтобы контролировать этот процесс, автомобилист должен периодически проверять этот параметр. Так, для легковых машин нормой считается, когда свободный ход руля не больше трех сантиметров.

Когда же во время движения автомобиль замедлил отклик на поворот рулевого колеса, водителю необходимо остановиться и проверить, в чем причина. Это явный признак поломки.

Любые скрипы, стуки, вибрации произвольное отклонение машины от заданной траектории – все это признаки неисправности рулевого управления. Из-за этого в экстренной ситуации водитель может не справиться с управлением транспортного средства и создать ДТП.

Некоторые автомобилисты стараются полностью устранить свободный ход рулевого колеса. Однако это ускорит износ деталей и их нужно будет менять на новые чаще обычного. В этом смысле допустимый люфт рулевого колеса обязателен.

В руководстве по эксплуатации и ремонту автомобиля завод-изготовитель указывает разрешенный люфт рулевого управления. Если эти данные отсутствуют, следует отталкиваться от основных требований, прописанных в ПДД. Автомобиль должен соответствовать следующим требованиям (табл. 1):

Таблица 1

Допустимый люфт рулевого колеса

Тип автомобиля	Максимально допустимый люфт (в градусах)
Легковой	10
Грузовой	25
Автобус	20

Как видно, чем больше габариты автомобиля, тем выше величина свободного хода рулевого управления.

Рассмотрим методы проверки люфта рулевого колеса (рис. 2).



Рис. 2. Проверка люфта рулевого колеса автомобиля

Чтобы проверить люфт руля, необходимо поставить автомобиль на твердую ровную поверхность – бетонное или асфальтированное покрытие.

Колеса авто – сухие, чистые и поставлены в направлении продольной оси кузова.

Перед замерами руль поворачивают влево и вправо, чтобы почувствовать тот момент, когда колеса начинают менять свое направление.

На рулевое колесо устанавливают прибор, который показывает градус отклонения от центральной точки.

Показатели свободного поворота влево и вправо суммируются.

Самый простой способ замера люфта руля выполняется при помощи обычной линейки. На рулевом колесе наносится отметка. Затем его поворачивают вправо, подставляют линейку шкалой к отметке, а одним краем упирают ее в левую стойку. При свободном повороте влево отметка пройдет несколько делений на шкале. Стоит отметить, что для прохождения техосмотра автомобиля этого показателя будет недостаточно.

Водитель может заметить это явление, поворачивая руль влево и вправо, так чтобы при этом направление колес не менялось. Во время эксплуатации машины свободный ход на соединениях увеличивается. Чаще всего это происходит из-за естественного износа деталей.

Построим карту индивидуальных значений (X -карта) и карту скользящих размахов (R_m -карта) для управления процессом регулировки люфта рулевого колеса [1].

Максимальное значение люфта для автомобиля LADA Granta - 10^0 (градусов). Результаты измерений угла сведены в табл. 2:

Таблица 2

Результаты измерений угла n , градусов

№ п/п	n								
1	9	6	9	11	5	16	8	21	7
2	12	7	8	12	11	17	12	22	12
3	10	8	11	13	7	18	12	23	9
4	8	9	7	14	2	19	6	24	6
5	12	10	8	15	14	20	12	25	8

Рассчитаем параметры центральной линии и контрольных границ (табл. 3, 4):

Таблица 3

Данные для построения X-карты

<i>Var1; X Chart; Process mean: 8,917972; Sigma: 3,532577 (Spreadsheet19) Standard; Mean: 8,917972; Sigma: 3,532577 Average n: 1,000000</i>							
	<i>Center - Line</i>	<i>X Value</i>	<i>Moving R</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000*S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Computation</i>
1	8,917972	9,00000		1	-1,67976	19,51570	yes
2	8,917972	11,70571	2,70571	1	-1,67976	19,51570	yes
3	8,917972	9,91606	1,78965	1	-1,67976	19,51570	yes
4	8,917972	8,32457	1,59150	1	-1,67976	19,51570	yes
5	8,917972	11,84137	3,51680	1	-1,67976	19,51570	yes
6	8,917972	8,75763	3,08375	1	-1,67976	19,51570	yes
7	8,917972	7,58710	1,17053	1	-1,67976	19,51570	yes
8	8,917972	10,59668	3,00959	1	-1,67976	19,51570	yes
9	8,917972	6,65287	3,94381	1	-1,67976	19,51570	yes
10	8,917972	8,44513	1,79226	1	-1,67976	19,51570	yes
11	8,917972	5,13266	3,31247	1	-1,67976	19,51570	yes
12	8,917972	11,24482	6,11217	1	-1,67976	19,51570	yes
13	8,917972	7,13166	4,11316	1	-1,67976	19,51570	yes
14	8,917972	1,74233	5,38933	1	-1,67976	19,51570	yes
15	8,917972	14,24160	12,49927	1	-1,67976	19,51570	yes
16	8,917972	8,33241	5,90918	1	-1,67976	19,51570	yes
17	8,917972	12,01947	3,68705	1	-1,67976	19,51570	yes
18	8,917972	12,35613	0,33667	1	-1,67976	19,51570	yes
19	8,917972	5,50918	6,84695	1	-1,67976	19,51570	yes
20	8,917972	11,58331	6,07413	1	-1,67976	19,51570	yes
21	8,917972	6,73713	4,84618	1	-1,67976	19,51570	yes
22	8,917972	12,17820	5,44106	1	-1,67976	19,51570	yes
23	8,917972	8,58512	3,59308	1	-1,67976	19,51570	yes
24	8,917972	5,67050	2,91462	1	-1,67976	19,51570	yes
25	8,917972	7,65765	1,98716	1	-1,67976	19,51570	yes

Таблица 4

Данные для построения Rm -карты

<i>Var1; MR-Chart; Average Moving R: 3,986086; Sigma: 3,011531 (Spreadsheet19) Standard; Moving R: 3,986086; Sigma: 3,011531 Average n: 1,000000</i>							
	<i>Center - Line</i>	<i>Moving R</i>	<i>Mean</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000*S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Computation</i>
1	3,986086		9,00000	1	0,00	13,02068	yes
2	3,986086	2,70571	11,70571	1	0,00	13,02068	yes
3	3,986086	1,78965	9,91606	1	0,00	13,02068	yes
4	3,986086	1,59150	8,32457	1	0,00	13,02068	yes
5	3,986086	3,51680	11,84137	1	0,00	13,02068	yes
6	3,986086	3,08375	8,75763	1	0,00	13,02068	yes
7	3,986086	1,17053	7,58710	1	0,00	13,02068	yes
8	3,986086	3,00959	10,59668	1	0,00	13,02068	yes
9	3,986086	3,94381	6,65287	1	0,00	13,02068	yes
10	3,986086	1,79226	8,44513	1	0,00	13,02068	yes
11	3,986086	3,31247	5,13266	1	0,00	13,02068	yes
12	3,986086	6,11217	11,24482	1	0,00	13,02068	yes
13	3,986086	4,11316	7,13166	1	0,00	13,02068	yes
14	3,986086	5,38933	1,74233	1	0,00	13,02068	yes
15	3,986086	12,49927	14,24160	1	0,00	13,02068	yes
16	3,986086	5,90918	8,33241	1	0,00	13,02068	yes
17	3,986086	3,68705	12,01947	1	0,00	13,02068	yes
18	3,986086	0,33667	12,35613	1	0,00	13,02068	yes
19	3,986086	6,84695	5,50918	1	0,00	13,02068	yes
20	3,986086	6,07413	11,58331	1	0,00	13,02068	yes
21	3,986086	4,84618	6,73713	1	0,00	13,02068	yes
22	3,986086	5,44106	12,17820	1	0,00	13,02068	yes
23	3,986086	3,59308	8,58512	1	0,00	13,02068	yes
24	3,986086	2,91462	5,67050	1	0,00	13,02068	yes
25	3,986086	1,98716	7,65765	1	0,00	13,02068	yes

Осуществим поиск специальных причин вариаций (табл. 5):

Таблица 5

Проверка специальных причин вариаций

Var1 ; Runs Tests (Spreadsheet19) X Chart Center line: 8,917972 Sigma: 3,532577		
	from - sample	to - sample
9 samples on same side of center	OK	OK
6 samples in row in/decreasing	OK	OK
14 samples alternating up & down	OK	OK
2 of 3 samples in Zone A or beyond	OK	OK
4 of 5 samples in Zone B or beyond	OK	OK
15 samples in Zone C	OK	OK
8 samples beyond Zone C	OK	OK

Специальных причин вариаций не обнаружено [2]. Осуществим проверку на выбросы (табл. 6).

Таблица 6

Проверка на выбросы

Number of outliers: Set 0 (Default Set) (Spreadsheet19) Var1; MR-Chart; Average Moving R: 3,986086; Sigma: 3,011531 Standard; Moving R: 3,986086; Sigma: 3,011531		
	Number of - outliers	% of all - samples
< LCL	0	0,00
> UCL	0	0,00
Total	0	0,00

Выбросов не обнаружено. По полученным данным построим контрольные карты (рис. 3).

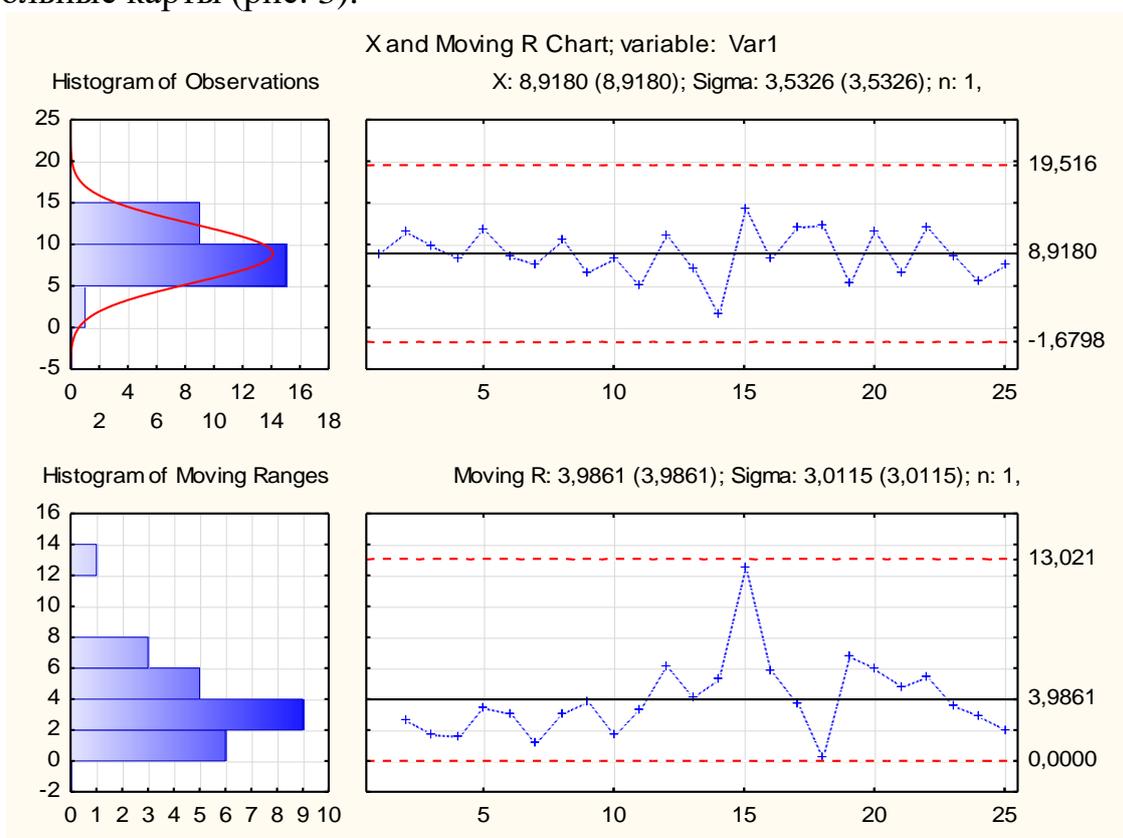


Рис. 3. Карта индивидуальных значений (X-карта) и карта скользящих размахов (Rm -карта)

Процесс находится в статистически управляемом режиме и не требует вмешательства извне [3].

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 22514-1-2015. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы.
2. Адлер, Ю. П. Статистическое управление процессами – Statistical Process Control (SPC). Практическое руководство по разведочному анализу данных : учебное пособие / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2020. – 382 с. – ISBN 978-5-907226-49-4
3. Автоматизированная система оценки износа систем транспортных средств / Кокарев О.П., Кириллов А.Г., Орлов Д.Ю. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019662723, 02.10.2019. Заявка № 2019619979 от 12.08.2019.

УДК 629.331

Д. Ю. Орлов, А. М. Мосенцева (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РЕГУЛИРОВКИ РАЗВАЛА-СХОЖДЕНИЯ

В ходе операции регулировки развала-схождения колёса транспортного средства выставляются под определённым углом, что обеспечивает лучшую управляемость, а также препятствует быстрому износу резины.

Как правило, развал-схождение колёс (рис. 1) делают после масштабного ремонта подвески. О необходимости прохождения процедуры водителю обязательно сообщают в мастерской или же, если мастерская располагает необходимым оборудованием, настройка мостов производится тут же и входит в общую стоимость ремонта. Предпочитающие отремонтировать транспортное средство самостоятельно должны точно знать: после замены каких деталей им обязательно нужно загнать автомобиль на стенд.

Регулировка мостов всегда делается после замены рулевых наконечников и рулевых тяг. Не удастся избежать этой процедуры и после замены амортизаторов и их пружин. Даже несмотря на то, что меняются они парами. В любом случае угол крепления колёс будет нарушен и его придётся восстанавливать.

Регулярно выполнять настройку развала-схождения колёс следует тем автомобилистам, кто переходит с одного размера дисков на другой. Случается, что некоторые водители по ряду причин летом используют колёса большего диаметра, а зимой – меньшего. В таких случаях регулировка мостов является обязательной.

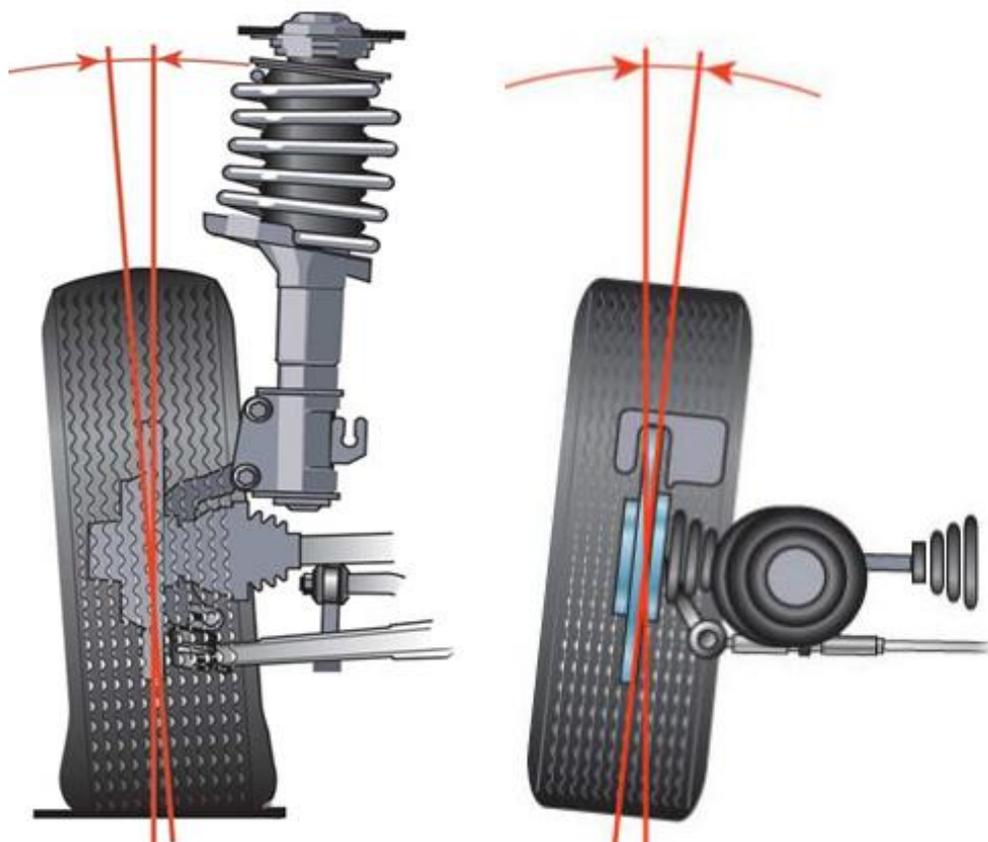


Рис. 1. Углы развала и схождения

Руль исправной машины при движении по прямой должен держаться ровно. Если вдруг вы заметили какое-то отклонение от нормы или же рулевое колесо приходится удерживать силой, значит неминуемо придётся пройти процедуру регулировки моста. Обратите внимание и на то, что после прохождения поворота на автомобиле с правильным развалом-схождения в исходное положение руль должен вернуться без посторонней помощи.

Построим карту индивидуальных значений (X -карта) и карту скользящих размахов (R_m -карта) для управления процессом регулировки развала [1].

Номинально значение угла развала для автомобиля LADA Granta - 13° (градусов). Результаты измерений угла развала сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений угла развала n , градусов

№ п/п	n								
1	13	6	17	11	13	16	8	21	15
2	14	7	11	12	11	17	14	22	9
3	12	8	14	13	14	18	16	23	10
4	9	9	12	14	14	19	17	24	10
5	16	10	15	15	17	20	15	25	12

Рассчитаем параметры центральной линии и контрольных границ (табл. 2, 3)

Таблица 2

Расчетные данные для X-карты

<i>Var1; X Chart; Process mean: 13,144390; Sigma: 2,446022 (Spreadsheet30) Standard; Mean: 13,144390; Sigma: 2,446022 Average n: 1,000000</i>									
	<i>Center - Line</i>	<i>X Value</i>	<i>Moving R</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000*S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Computation</i>	<i>Assigned - Cause</i>	<i>Assigned - Action</i>
1	13,14439	13,23559		1	5,806322	20,48246	yes	none	none
2	13,14439	13,91295	0,677356	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
3	13,14439	12,27006	1,642885	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
4	13,14439	9,02403	3,246030	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
5	13,14439	15,91702	6,892983	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
6	13,14439	16,60732	0,690300	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
7	13,14439	11,42835	5,178963	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
8	13,14439	14,23584	2,807484	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
9	13,14439	11,84813	2,387707	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
10	13,14439	14,79491	2,946776	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
11	13,14439	12,96133	1,833575	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
12	13,14439	11,45357	1,507760	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
13	13,14439	14,00643	2,552858	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
14	13,14439	13,54937	0,457059	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
15	13,14439	17,12557	3,576200	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
16	13,14439	8,14163	8,983936	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
17	13,14439	14,13484	5,993211	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
18	13,14439	15,91003	1,775186	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
19	13,14439	16,72498	0,814950	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
20	13,14439	15,19831	1,526669	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
21	13,14439	15,15323	0,045081	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
22	13,14439	8,83809	6,315138	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
23	13,14439	10,48676	1,648666	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
24	13,14439	9,79932	0,687442	1	5,806322	20,48246	yes	none	none
25	13,14439	11,85208	2,052761	1	5,806322	20,48246	yes	none	none

Таблица 3

Расчетные данные для R_m -карты

<i>Var1; MR-Chart; Average Moving R: 2,760041; Sigma: 2,085240 (Spreadsheet30) Standard; Moving R: 2,760041; Sigma: 2,085240 Average n: 1,000000</i>									
	<i>Center - Line</i>	<i>Moving R</i>	<i>Mean</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000* S</i>	<i>UCL - 3,000*S</i>	<i>Included in - Computation</i>	<i>Assigned - Cause</i>	<i>Assigned - Action</i>
1	2,760041		13,23559	1	0,00	9,015761	yes	none	none
2	2,760041	0,677356	13,91295	1	0,00	9,015761	yes	none	none
3	2,760041	1,642885	12,27006	1	0,00	9,015761	yes	none	none
4	2,760041	3,246030	9,02403	1	0,00	9,015761	yes	none	none
5	2,760041	6,892983	15,91702	1	0,00	9,015761	yes	none	none
6	2,760041	0,690300	16,60732	1	0,00	9,015761	yes	none	none
7	2,760041	5,178963	11,42835	1	0,00	9,015761	yes	none	none
8	2,760041	2,807484	14,23584	1	0,00	9,015761	yes	none	none
9	2,760041	2,387707	11,84813	1	0,00	9,015761	yes	none	none
10	2,760041	2,946776	14,79491	1	0,00	9,015761	yes	none	none
11	2,760041	1,833575	12,96133	1	0,00	9,015761	yes	none	none
12	2,760041	1,507760	11,45357	1	0,00	9,015761	yes	none	none
13	2,760041	2,552858	14,00643	1	0,00	9,015761	yes	none	none
14	2,760041	0,457059	13,54937	1	0,00	9,015761	yes	none	none
15	2,760041	3,576200	17,12557	1	0,00	9,015761	yes	none	none
16	2,760041	8,983936	8,14163	1	0,00	9,015761	yes	none	none
17	2,760041	5,993211	14,13484	1	0,00	9,015761	yes	none	none
18	2,760041	1,775186	15,91003	1	0,00	9,015761	yes	none	none
19	2,760041	0,814950	16,72498	1	0,00	9,015761	yes	none	none
20	2,760041	1,526669	15,19831	1	0,00	9,015761	yes	none	none
21	2,760041	0,045081	15,15323	1	0,00	9,015761	yes	none	none
22	2,760041	6,315138	8,83809	1	0,00	9,015761	yes	none	none
23	2,760041	1,648666	10,48676	1	0,00	9,015761	yes	none	none
24	2,760041	0,687442	9,79932	1	0,00	9,015761	yes	none	none
25	2,760041	2,052761	11,85208	1	0,00	9,015761	yes	none	none

Осуществим поиск специальных причин вариаций (табл. 4):

Таблица 4

Проверка по сериям

<i>Var1 ; Runs Tests (Spreadsheet30) X Chart Center line: 13,144390 Sigma: 2,446022</i>		
	<i>from - sample</i>	<i>to - sample</i>
<i>9 samples on same side of center</i>	OK	OK
<i>6 samples in row in/decreasing</i>	OK	OK
<i>14 samples alternating up & down</i>	OK	OK
<i>2 of 3 samples in Zone A or beyond</i>	OK	OK
<i>4 of 5 samples in Zone B or beyond</i>	OK	OK
<i>15 samples in Zone C</i>	OK	OK
<i>8 samples beyond Zone C</i>	OK	OK

Специальных причин вариаций не обнаружено.
 Осуществим проверку на выбросы (табл. 5):

Таблица 5

Проверка на выбросы

Number of outliers: Set 0 (Default Set) (Spreadsheet30) Var1; X Chart; Process mean: 13,144390; Sigma: 2,446022 Standard; Mean: 13,144390; Sigma: 2,446022		
	Number of - outliers	% of all - samples
< LCL	0	0,00
> UCL	0	0,00
Total	0	0,00

Выбросов не обнаружено.

По полученным данным построим контрольные карты (рис. 2) [2]

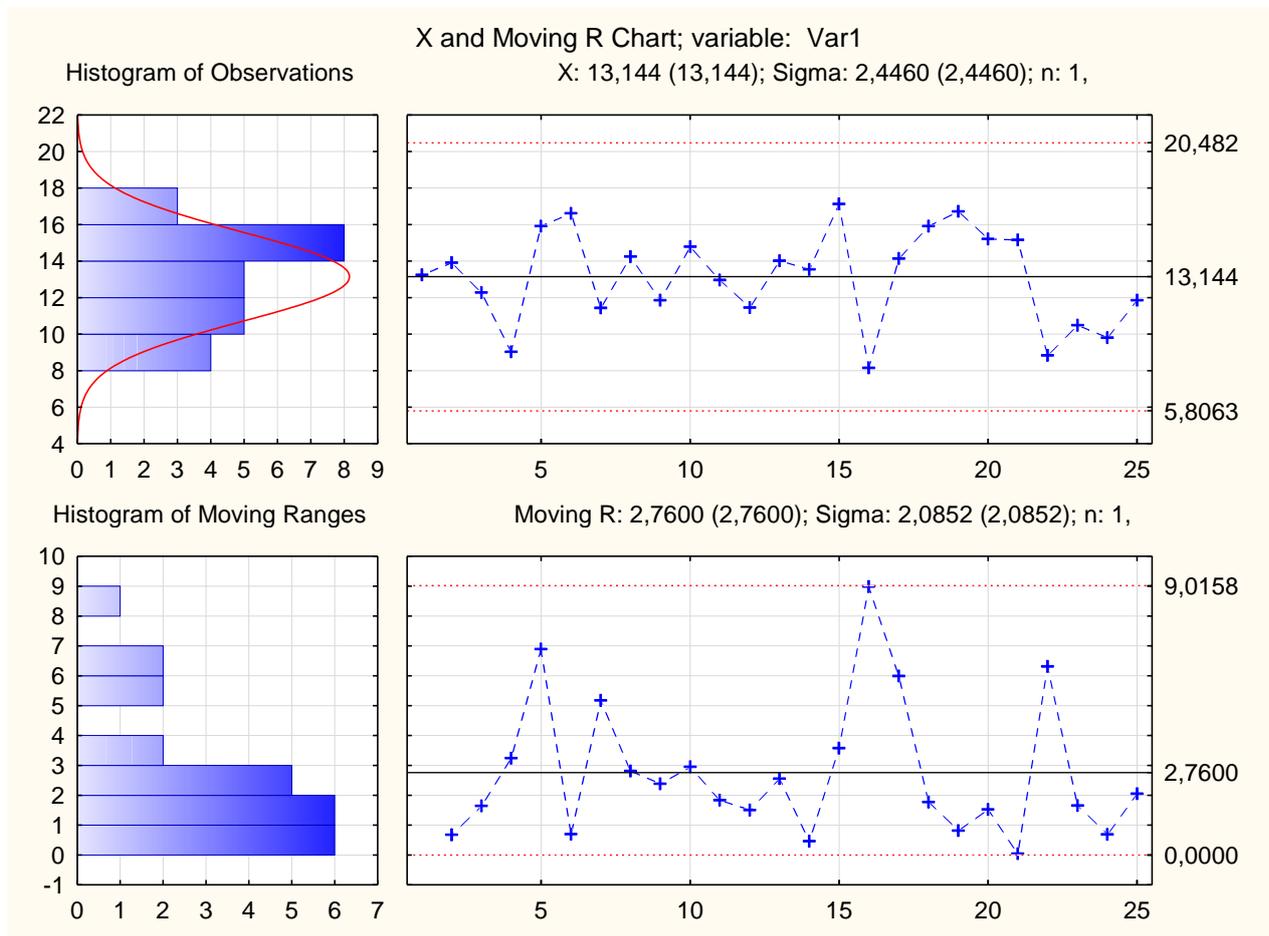


Рис. 2. Карта индивидуальных значений (X-карта) и карта скользящих размахов (Rm-карта)

Анализ контрольной карты показывает отсутствие специальных причин вариаций, т.е. данный процесс находится в статистически управляемом режиме [3].

Библиографический список

1. Адлер, Ю. П. Статистическое управление процессами – Statistical Process Control (SPC). Практическое руководство по разведочному анализу данных : учебное пособие / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2020. – 382 с. – ISBN 978-5-907226-49-4

2. Автоматизированная информационная система учета процесса обслуживания оборудования / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Степанова К.М., Сущев А.К. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018663552, 30.10.2018. Заявка № 2018660574 от 03.10.2018.

3. ГОСТ Р ИСО 22514-1-2015. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы.

УДК 629.331

Д. Ю. Орлов, А. М. Мосенцева (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ РАБОТ ПО СЕРТИФИКАЦИИ СМК ГК «АВТОТРАКТ» НА СООТВЕТСТВИЕ ГОСТ Р ИСО 9001-2015

Существуют три основных варианта определения стоимости сертификационных работ [1]:

1. Договорное определение стоимости.
2. Статическое определение стоимости.
3. Аналитическое определение стоимости.

1. Договорное определение стоимости происходит на договорной основе. Считается, что, так как сертификация СМК для предприятия является добровольной, то орган по сертификации может назначать стоимость работ самостоятельно, а дело предприятия-заявителя соглашаться или не соглашаться с предложением.

2. Статистическое определение стоимости. Этот вариант определения стоимости сертификационных работ назван статистическим условно. В данном варианте стоимость назначается на основе некоторого предшествующего опыта сертификации системы менеджмента качества аналогичных предприятий.

Один из методов расчета стоимости сертификационных работ, имеющих статистическую основу, – расчет по параметру численности персонала

на предприятии с учетом модели, на соответствие которой проводится сертификация СМК. Подобным образом проводят расчет трудоемкости многие зарубежные органы сертификации.

3. Аналитическое определение стоимости. Опыт работы показал, что трудоемкость и стоимость сертификационных работ меньше всего зависят от численности персонала.

Существуют два основных довода:

1) эксперт проводит проверку СМК, работает с ведущими специалистами предприятия, за спиной которого могут стоять подразделения любой численности (цех, участок, служба, отдел) - трудоемкость работ должна определяться количеством специалистов, с которыми необходимо провести аудит, другими словами, количеством структурных подразделений предприятия;

2) объем работы определяется количеством документов, с которыми эксперт должен не только познакомиться, но и сделать соответствующее заключение. Таким образом, методика определения стоимости работ по сертификации состоит из двух этапов:

- определение трудоемкости сертификационных работ;
- определение стоимости договора на проведение сертификационных работ.

Оценим трудоемкость работ аналитическим методом.

Трудоёмкость работ по сертификации систем менеджмента качества (человек/дней) в общем виде складывается из трёх составляющих

$$T_{\text{СМК}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{оф}} + T_{\text{ос}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{пр}}$ – общая трудоемкость подготовительных работ;

$T_{\text{оф}}$ - общая трудоёмкость оформления результатов сертификации;

$T_{\text{ос}}$ - трудоёмкость основных работ по сертификации.

$T_{\text{пр}}$ и $T_{\text{оф}}$ являются условно-постоянными слагаемыми трудоёмкости проведения сертификационных работ. Если данные показатели:

- не зависят от сложности организационной структуры предприятия и объектов производства, то обозначаются $T_{\text{пр}}^1$ и $T_{\text{оф}}^1$;
- зависят от сложности организационной структуры – $T_{\text{пр}}^2$ и $T_{\text{оф}}^2$;
- зависят от сложности организационной структуры и объекта производства – $T_{\text{пр}}^3$ и $T_{\text{оф}}^3$.

Составляющие этих работ и конкретные значения трудоёмкости отдельных их видов приведены в табл. 1

Общая трудоемкость подготовительных работ

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{пр}}^1 + T_{\text{пр}}^2 \cdot (1 + K_{\text{стр}}) + T_{\text{пр}}^3 \cdot (1 + K_{\text{стр}}) \cdot (1 + K_{\text{сл.п}}), \quad (2)$$

где $K_{\text{стр}}$, $K_{\text{сл.п}}$ - коэффициенты сложности соответственно организационной структуры предприятия и производимой продукции (работы).

Общая трудоёмкость работ по оформлению результатов сертификации

$$T_{\text{оф}} = T_{\text{оф}}^1 + T_{\text{оф}}^2 \cdot (1 + K_{\text{стр}}). \quad (3)$$

Таблица 1

Трудоёмкость работ по сертификации

Условно-постоянные слагаемые проведения сертификационных работ		Трудоёмкость отдельных видов работ, чел./дн.		
		$T_{\text{п.р}}^1$	$T_{\text{п.р}}^2$	$T_{\text{п.р}}^3$
Работы в начале и процессе сертификации	- Регистрация заявки	0,5		
	- Подготовка перечня исходных данных и уведомление заявителя	2,0		3,0
	- Рассмотрение исходных документов, определение стоимости работ и подготовка проекта договора			
	- Разработка программы проверки СК			
	- Разработка чеков – листов	0,5	2,0	
	- Определение состава исполнителей и формирование комиссии			
	- Подготовка проекта договора на инспекционный контроль	1,0	2,0	
	- Подготовка заключения по первому этапу сертификации		3,0	
	- Анализ результатов проверки системы качества и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия	1,0		
	- Оформление и регистрация сертификата соответствия	1,5		
Сумма		$T^1 = 6,5$	$T^2 = 7,0$	$T^3 = 3,0$

Конкретные значения трудоёмкости по отдельным видам работ для формул (2) и (3) берутся из табл. 1.

Трудоёмкость основных работ по сертификации

$$T_{\text{ос}} = A_{\text{ср}} \cdot \Pi \cdot (1 + K_{\text{стр}}) \cdot (1 + K_{\text{сл.п}}) + \mathcal{E}_{\text{ср}} \cdot N_{\text{док}}, \quad (4)$$

где $A_{\text{ср}}$ - средняя трудоёмкость аудита одного структурного подразделения;

П - число лиц высшего руководства и руководителей структурных подразделений в организационной структуре предприятия, охваченных системой качества;

$\mathcal{E}_{\text{ср}}$ - средняя трудоёмкость экспертизы одного нормативного документа;

$N_{\text{док}}$ - число нормативных документов системы качества.

На основании формул (2) - (4) общая трудоёмкость сертификационных работ

$$T_{\text{сСМК}} = T^1 + T^2 \cdot (1 + K_{\text{стр}}) + T^3 \cdot (1 + K_{\text{стр}}) \cdot (1 + K_{\text{сл.п}}) + A_{\text{ср}} \cdot П \cdot (1 + K_{\text{стр}}) \cdot (1 + K_{\text{сл.п}}) + \mathcal{E}_{\text{ср}} \cdot N_{\text{док}}$$

Коэффициент сложности организационной структуры

$$K_{\text{стр}} = П_{\text{в}} / (П - 1), \quad (5)$$

где $П_{\text{в}}$ - число подразделений в организационной структуре, которые не имеют исходящих связей с другими подразделениями.

Физический смысл коэффициента заключается в том, чтобы дать хотя бы простейшую характеристику, отличающую организационную структуру одного предприятия от структуры другого.

Для ГК «Автотракт» $K_{\text{стр}} = 12 / (16 - 1) = 0,8$

Коэффициент сложности производимой продукции (выполняемой работы) $K_{\text{сл.п}}$, используемый в формулах, определяется как функция числа комплектующих изделий, входящих в состав выпускаемой продукции. Для упрощения расчетов число комплектующих изделий заменяют числом основных поставщиков. Значения $K_{\text{сл.п}}$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициента сложности продукции

Число поставщиков	$K_{\text{сл.п}}$
1	2
До 5	0,01
До 10	0,02
До 20	0,04
До 40	0,16
До 50	0,25
Свыше 50	0,64

Для ГК «Автотракт» $K_{сл.п} = 0,01$

Таким образом, для определения трудоемкости предстоящих сертификационных работ от предприятия требуются сведения не о численности персонала, а о структуре предприятия и числе основных подрядчиков (поставщиков).

Общая трудоемкость подготовительных работ

$$T_{пр} = 4 + 4 \cdot (1+0,8) + 3 \cdot (1+0,8) \cdot (1+0,01) = 16,7 \text{ чел./дн.}$$

Общая трудоемкость работ по оформлению результатов сертификации

$$T_{оф} = 2,5 + 3 \cdot (1+0,8) = 7,9 \text{ чел./дн.}$$

Трудоемкость основных работ по сертификации

$$T_{ос} = 0,5 \cdot 16 \cdot (1 + 0,8) \cdot (1 + 0,01) + 0,3 \cdot 30 = 23,5 \text{ чел./дн.}$$

Общая трудоёмкость сертификационных работ

$$T_{сСМК} = 4 + 4 \cdot (1+0,8) + 3 \cdot (1+0,8) \cdot (1+0,01) + 2,5 + 3 \cdot (1+0,8) + 0,5 \cdot 16 \cdot (1 + 0,8) \cdot (1 + 0,01) + 0,3 \cdot 30 = 48,1 \text{ чел./дн.}$$

Для расчета стоимости договора на проведение сертификационных работ необходимо проделать ряд организационных работ.

Определить основную заработную плату на проведение сертификационных работ

$$ОЗП = T_{сСМК} \cdot ЗП_{ср}, \quad (6)$$

где $T_{сСМК}$ - общая трудоемкость сертификационных работ, чел./дн.;

$ЗП_{ср}$ – средняя дневная ставка специалиста, руб.

$$ОЗП = 48,1 \cdot 2000 = 96200 \text{ руб.}$$

Определить расчетный фонд заработной платы

$$РФЗП = ОЗП \cdot (1 + K_{нк} + K_{соц}), \quad (7)$$

где $K_{нк}$, $K_{соц}$ - коэффициенты соответственно накладных расходов и отчислений на социальное страхование.

$$РФЗП = 96200 (1+0,1+0,064) = 111976,8 \text{ руб.}$$

Определить себестоимость проведения работ

$$СБС = РФЗП \cdot (1 + K_{рос}) + С_{км} = T_{сСМК} \cdot ЗП_{ср} \cdot (1 + K_{нк} + K_{соц}) \cdot (1 + K_{рос}) + С_{км}, \quad (8)$$

где $K_{рос}$ - коэффициент расходов органа по сертификации на материально-технические нужды;

$С_{км}$ - расходы на командировки экспертов. Так как ГК «Автотракт» находится в России, то сертифицировать СМК-предприятие будет в российском органе по сертификации.

$$C_{\text{км}} = (B + \Gamma + C) \cdot \Xi = (2000 + 1900 \cdot 3 + 1700 \cdot 3) \cdot 2 = 26600 \text{ руб.}$$

$$\text{СБС} = 48,1 \cdot 2000 (1 + 0,1 + 0,064) (1 + 0,05) + 25600 = 143175,64 \text{ руб.}$$

Определить стоимость договора

$$C_{\text{дог}} = \text{СБС} / [1 - (K_{\text{тцр}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{ур}})], \quad (9)$$

где $K_{\text{тцр}}$ - коэффициент отчислений в технический центр регистра системы качества;

$K_{\text{пр}}$ и $K_{\text{ур}}$ - это соответственно коэффициенты прочих расходов и уровень рентабельности. Значения $K_{\text{нк}}$, $K_{\text{соц}}$, $K_{\text{пр}}$ и $K_{\text{ур}}$ устанавливает планово-экономический отдел органа по сертификации, и могут периодически корректироваться.

$$C_{\text{дог}} = 143175,64 / [1 - (0,09 + 0,02 + 0,35)] = 265140,07 \text{ руб.}$$

С учетом НДС

$$C_{\text{ндс}} = 1,18 C_{\text{дог}} = 312865,28 \text{ руб.}$$

Трудоемкость одного инспекционного контроля за соответствием СМК не должно превышать 70 % от её сертификации.

За год на предприятии проводится два инспекционных контроля:

$$C_{\text{ик}} = 0,35 \cdot C_{\text{дог}} = 0,35 \cdot 312865,28 = 109502,85 \text{ руб.}$$

Общая стоимость инспекционного контроля за год составит

$$C_{\text{ик}} = 109502,85 \cdot 2 = 219005,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчета стоимости сертификации системы качества ГК «Автотракт» приведены в табл. 3.

Для расчета эффективности сертификации СМК ГК «Автотракт» воспользуемся следующей формулой:

$$\Xi' = \Pi_{\Gamma} / K, \quad (10)$$

где Π_{Γ} – объем прибыли (за год, месяц);

K – объем капитальных вложений.

После сертификации СМК ГК «Автотракт» получит клиентов, прибыль от которых составит 540000 руб. в год.

$$\Xi' = 540000 / 469565,22 = 1,15$$

Срок окупаемости рассчитывается по формуле

$$T_{\text{ок}} = 1 / \Xi' \quad (11)$$

$$T_{\text{ок}} = 1 / 1,15 = 0,87 \text{ года} = 10 \text{ мес.}$$

Таблица 3

**Результаты расчёта стоимости договора на сертификацию
системы качества ГК «Автотракт»**

Наименование показателя, (ед. измерения)	Значение показателя
Число подразделений в организационной структуре предприятия, которые не имеют исходящих связей к другим подразделениям, P_B (шт.)	12
Число лиц высшего руководства и руководителей структурных подразделений предприятия, охваченных СМК, P (чел.)	16
Коэффициент сложности организационной структуры предприятия, $K_{стр}$	0,8
Коэффициент сложности производимой продукции, $K_{сл.п}$	0,01
Число нормативных документов системы качества, $N_{док}$ (шт.)	30
Общая трудоемкость, $T_{сСМК}$ (человеко-день)	48,1
Коэффициент накладных расходов, $K_{нк}$	0,1
Коэффициент отчислений на социальные нужды, $K_{соц}$	0,064
Коэффициент расходов ОС на материально – технические нужды, $K_{рОС}$	0,05
Коэффициент отчислений в Регистр систем качества, $K_{тцр}$	0,09
Коэффициент прочих расходов, $K_{п.р}$	0,02
Уровень рентабельности, $K_{ур}$	0,35
Основная заработная плата, ОЗП (руб.)	96200
Расчетный фонд заработной платы, РФЗП (руб.)	111976,8
Себестоимость проведения работ, СБС (руб.)	143175,64
Стоимость договора с учетом НДС, $C_{дог\ НДС}$ (руб.)	312865,28
Стоимость одного инспекционного контроля, $C_{ик}$ (руб.)	109502,85
Эффективность сертификации, \mathcal{E}'	1,15
Срок окупаемости, Ток (год)	0,87

Произведенный расчет стоимости договора на сертификацию системы менеджмента качества ГК «Автотракт» позволяет оценить эффективность сертификации и срок ее окупаемости. Стоимость договора в данном случае получилась равной 312865,28 руб. Сертификация СМК является выгодной

для ГК «Автотракт». Её эффективность составляет 1,15 и затраты на сертификацию окупятся приблизительно за 10 месяцев.

Конечно, трудоемкий расчет требует автоматизации. Так, например, при внедрении программного обеспечения в области качества имеет смысл провести сертификационные испытания последнего [2]. Это касается и других информационных продуктов [3].

Библиографический список

1. Николаев, М. И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством : учебное пособие / М. И. Николаев. – 3-е изд. – М. ; Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 115 с. – ISBN 978-5-4497-0330-9

2. Сертификационные испытания программного обеспечения автомобильного транспорта / Эйдельман Г.И., Кузнецов Р.А., Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю. // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 10 (77). С. 52-55

3. Квалиметрическая оценка сетевых обучающих информационных продуктов. Часть 2 / Захаров Ю.И., Орлов Ю.А., Орлов Д.Ю. // Качество. Инновации. Образование. 2018. № 3 (154). С. 20-24.

УДК 519.876.2

Д. Ю. Орлов, А. В. Павлухина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В НОТАЦИИ IDEF0

Процессный подход, составляющий основу новой версии международной системы ИСО 9001, требует применения специальных средств для описания и классификации процессов, составляющих деятельность организации. Качество становится более техничным. В общем базовые методы сами по себе уже не могут обеспечить того уровня чувствительности и анализа, который необходим для изучения комплексных систем, улучшений в таких сферах, где величина исследуемого эффекта очень мала. А поскольку большинство организаций – это сложные системы, применение новых технических методов будет иметь важное значение для достижения результативности и эффективности. Одним из таких средств описания сети процессов может являться методология функционального моделирования IDEF0.

Рассмотрим процесс [1] «Продажа автомобилей» (рис. 1). Входами процесса являются «Завод-изготовитель», «Потребитель», «Поставщик», выходами – «Автомобиль», «Удовлетворенный потребитель», «Отчетность о выполненной услуге». В качестве управляющих воздействий предлагается использовать серию стандартов ИСО 9001, соответствующие стандарты организации, должностные инструкции, политику в области качества и др.



Рис. 1. Общий вид процесса «Продажа автомобилей»

Проведем декомпозицию (рис. 2) процесса «Продажа автомобилей». Нотация IDEF0 рекомендует использовать не более 6 - 8 подпроцессов. В данном случае предлагается разбить основные процессы на четыре подпроцесса: «Консультирование клиентов», «Установка дополнительного оборудования», «Организация оплаты за автомобиль», «Оформление автомобиля». Одинаковые обеспечивающие и управляющие воздействия используются в каждом подпроцессе. Выход процесса «Результаты оценки удовлетворенности клиентов» одновременно является управляющим входом для подпроцесса «Консультирование клиентов», формирует «Отчетность о выполнении плана» и «Автомобиль».

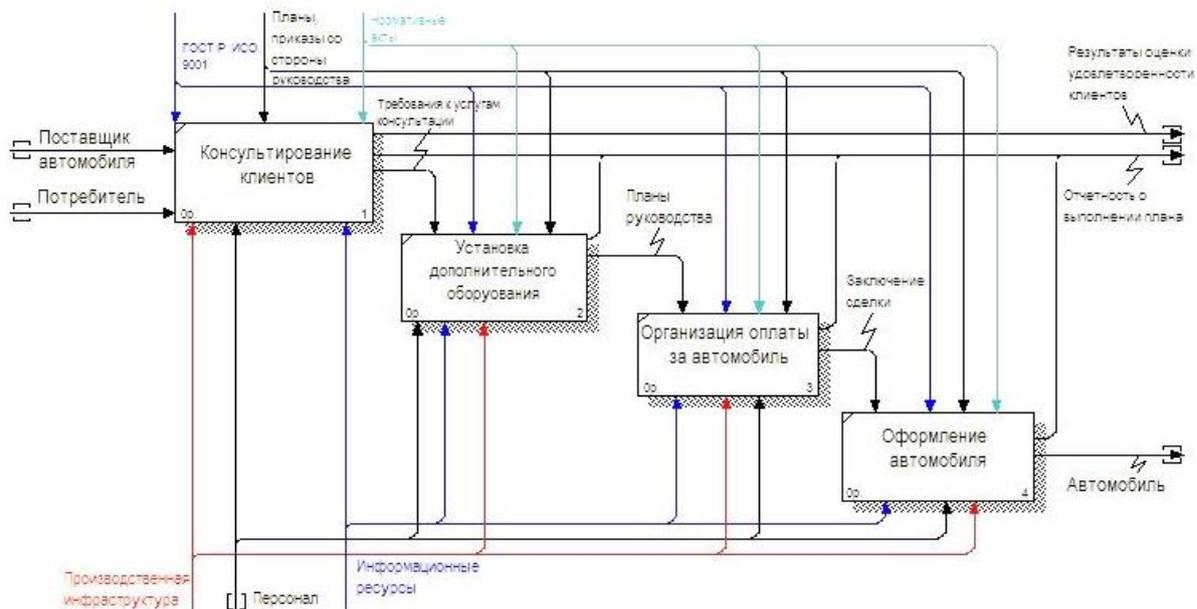


Рис. 2. Декомпозиция процесса «Продажа автомобилей»

Рассмотрим процесс «Продажа запасных частей» (рис. 3). Входами процесса являются «Завод-изготовитель», «Потребитель», «План по продаже», выходами – «Удовлетворенность потребителя», «Мониторинг руководства процессом», «Отчетность о выполнении плана». В качестве управляющих воздействий предлагается использовать серию стандартов ИСО 9000, соответствующие стандарты организации, должностные инструкции, политику в области качества и др.



Рис. 3. Продажа запасных частей

Приведем декомпозицию (рис. 4) процесса «Продажа запасных частей». В данном случае предлагается разбить основные процессы на четыре подпроцесса: «Выявление потребностей клиента», «Консультирование клиентов», «Организация оплаты запасных частей», «Разъяснение гарантийных прав покупателю». Одинаковые обеспечивающие и управляющие воздействия используются в каждом подпроцессе. Выход процесса «Мониторинг руководства процессом» [2] одновременно является управляющим входом для подпроцесса «Выявление потребностей клиента», формирует «Отчетность о выполнении плана» и «Удовлетворение потребности клиентов в качественных запасных частях».

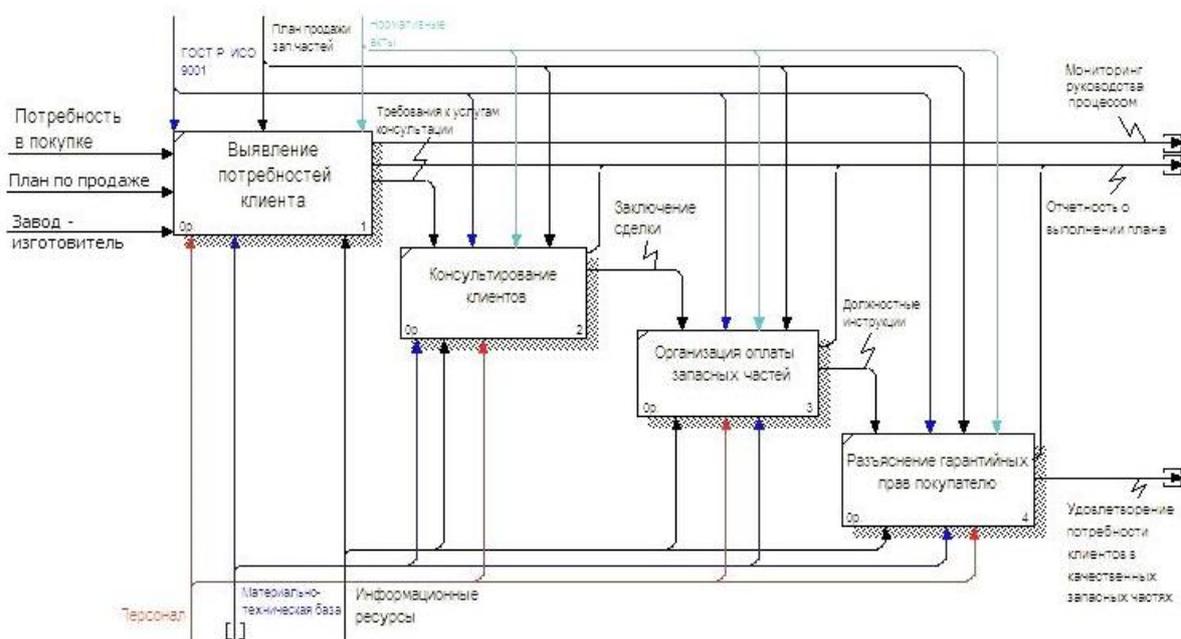


Рис. 4. Декомпозиция процесса «Продажа запасных частей»

Рассмотрим процесс «Сервисное обслуживание». Входами процесса являются «Собственность потребителя», «Требования руководства предприятия», выходами – «Удовлетворенность потребителя услугой», «Отчеты и информация для руководства. В качестве управляющих воздействий предлагается использовать серию стандартов ИСО 9000, соответствующие стандарты организации, договорные обязательства, политику в области качества и др.



Рис. 5. Общий вид процесса «Сервисное обслуживание»

Приведем декомпозицию (рис. 6) процесса «Сервисное обслуживание». В данном случае предлагается разбить основные процессы на четыре подпроцесса: «Осуществлять процессы связанные с потребителем», «Планировать работу по ТО и ремонту автотранспортных средств (АТС)», «Осуществлять работу по ТО и ремонту автотранспортных средств (АТС)», «Осуществлять контроль и измерение качества ТО и ремонта АТС».

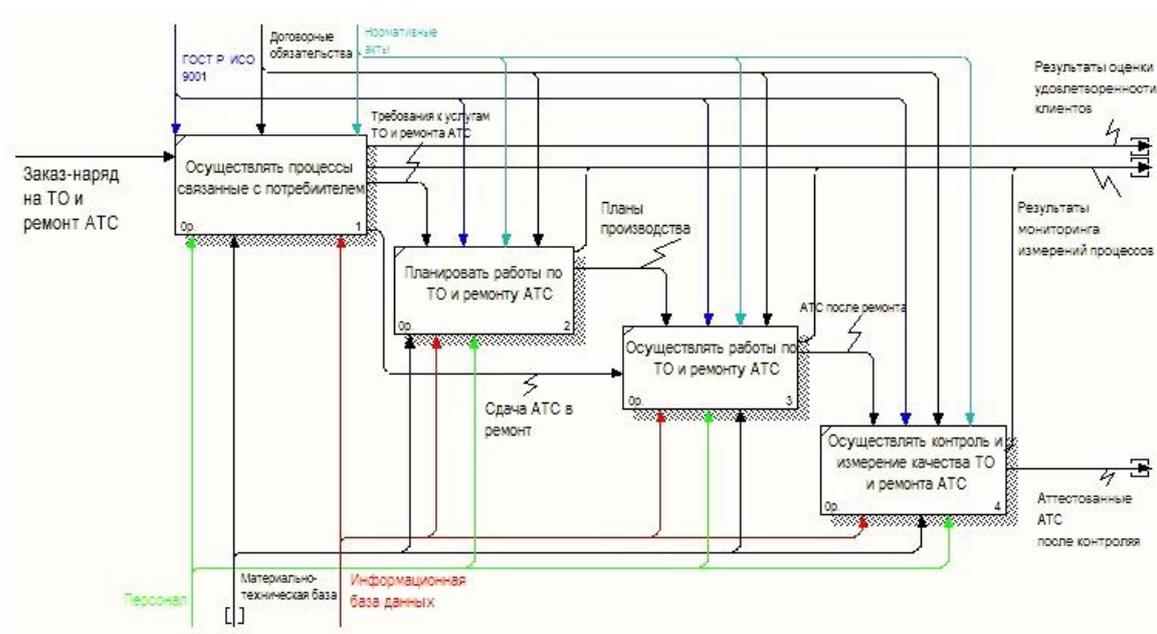


Рис. 6. Декомпозиция процесса «Сервисное обслуживание»

Входом процесса является соответствующий заказ-наряд на ТО и ремонт АТС, выходами – аттестованное автотранспортное средство, результаты оценки удовлетворенности клиентов, результаты мониторинга измерений процессов

Управляющим воздействием [3] для процесса являются стандарты серии ИСО 9000, стандарты организации, договорные обязательства. Обеспечивают процесс соответствующая материально-техническая база и информационная база клиентов.

Библиографический список

1. Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Орлов Ю.А., Сущев А.К. // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 5. С. 47-55.

2. Анализ контрольных процессов автомобильных компонентов / Орлов Д.Ю., Романов В.Н. // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XXI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 361-365.

3. Интеграция систем менеджмента для оптимизации управления предприятием автотехобслуживания / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Сущев А.К. // Транспорт: наука, техника, управление : научный информационный сборник. 2013. № 5. С. 56-60.

УДК 629.3.083

Д. Ю. Орлов, А. В. Павлухина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПОИСК ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Применение статистических методов в автомобильной отрасли диктуется необходимостью поддержания высокого уровня работоспособности так, чтобы большая часть отказов и неисправностей автомобильного транспорта была предупреждена, т.е. работоспособность изделия была восстановлена до наступления отказа или неисправности.

Задача технического обслуживания (ТО) автомобилей состоит главным образом в предупреждении возникновения отказов и неисправностей, а ремонта - в их устранении (восстановлении работоспособности).

Предупреждение отказов и неисправностей требует регламентации ТО, т.е. регулярного по плану выполнения операций ТО с установленной периодичностью и трудоемкостью. Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость в целом составляют режим ТО.

Входными данными для оценки качества автомобилей в процессе их эксплуатации служат контрольные листки, заполняемые рабочими и мастерами на участках ремонта автомобилей; результаты исследования забракованной продукции; результаты анализа претензий, поступающих от потребителей.

Анализ причин возникновения дефектов можно разбить на несколько этапов:

1. Определяется количество продукции с отклонениями (дефектами) по результатам ТО. При этом анализу подвергается как количество дефектных (несоответствующих) изделий, так и количество дефектов (несоответствий) на один автомобиль.

2. Проводится Парето-анализ [1] причин возникновения несоответствий по комплектующим данного вида продукции.

3. Вырабатываются рекомендации.

Так, например, при изготовлении сварных труб выхлопной системы автомобиля были выявлены отдельные несоответствия, дефекты (см. таблицу).

Несоответствия сварных труб выхлопной системы

Вид дефекта	Частота	Кумул. - Частота	Процент	Кумул. - Процент
Нарушение геометрии	35	35	46,67	46,67
Дефекты сварного шва	30	65	40,00	86,67
Сколы	5	70	6,67	93,33
Трещины	3	73	4,00	97,33
Прочие	2	75	2,66	100,00

Построим диаграмму Парето по видам дефектов (рис. 1).

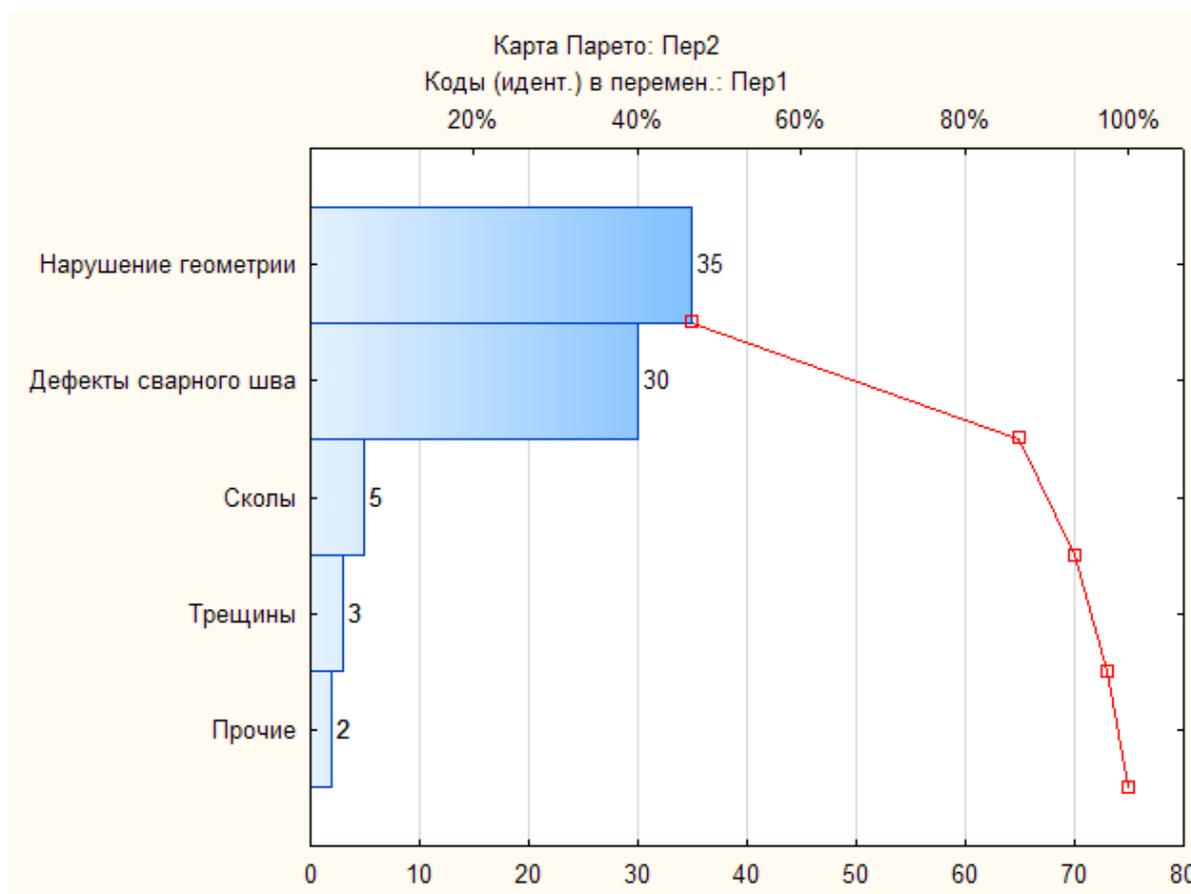


Рис. 1. Диаграмма Парето несоответствий

Можно сделать вывод, что нарушение геометрии и дефекты сварного шва являются преобладающими. Именно на их устранении следует сосредоточиться в первую очередь. В дальнейшем для статистического регулирования процесса можно использовать контрольные карты Шухарта.

В том случае, если параметр качества является количественным, можно использовать различные методики, например обработка результатов прямых многократных измерений при контроле качества продукции [2].

Библиографический список

1. Парето-анализ видов потенциальных отказов сварных труб глушителя автомобиля / Орлов Д.Ю., Сурганова К.В. // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XXI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 370-379.

2. Современные подходы к обработке результатов прямых многократных измерений при контроле качества продукции / Сергеев А.Г., Орлов Д.Ю., Эйдельман Г.И., Арефьев Е.В. // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 4 (107). С. 69-78.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ P-КАРТЫ

В результате ТО автомобилей в сервисном центре марки LADA Granta за определенный промежуток времени были получены и сведены в таблицу следующие данные (табл. 1)

Таблица 1

**Данные о неисправных автомобилях марки LADA Granta,
полученные в результате ТО**

№ п/п	Квартал, год	Количество проверенных автомобилей	Число неисправных автомобилей
1	1 квартал 2020	143	11
2	2 квартал 2020	129	14
3	3 квартал 2020	148	13
4	4 квартал 2020	145	14
5	1 квартал 2021	142	11
6	2 квартал 2021	136	15
7	3 квартал 2021	139	10
8	4 квартал 2021	129	17
9	1 квартал 2022	131	16

Так как количество проверенных единиц в результате ТО по кварталам различается, выберем *p-карту* [1] для контроля доли несоответствующих единиц.

Рассчитаем параметры центральной линии и контрольных границ для *p-карты* (табл. 2).

Таблица 2

Значения контрольных границ для построения р-карты

<i>Var2; P Chart; Process mean: 0,097424; Sigma: 0,025243 (Spreadsheet1) Standard; Mean: 0,097424; Sigma: 0,025243 Average n: 138,000000</i>									
	<i>Center - Line</i>	<i>P Value</i>	<i>Count Np</i>	<i>N</i>	<i>LCL - - 3,000* S</i>	<i>UCL - 3,000* S</i>	<i>Include d in - Computation</i>	<i>Assigne d - Cause</i>	<i>Assigne d - Action</i>
1	0,097424	0,076923	11,00	143	0,023031	0,171816	yes	none	none
2	0,097424	0,108527	14,00	129	0,019099	0,175748	yes	none	none
3	0,097424	0,087838	13,00	148	0,024299	0,170548	yes	none	none
4	0,097424	0,096552	14,00	145	0,023546	0,171301	yes	none	none
5	0,097424	0,077465	11,00	142	0,022770	0,172077	yes	none	none
6	0,097424	0,110294	15,00	136	0,021141	0,173706	yes	none	none
7	0,097424	0,071942	10,00	139	0,021969	0,172878	yes	none	none
8	0,097424	0,131783	17,00	129	0,019099	0,175748	yes	none	none
9	0,097424	0,122137	16,00	131	0,019699	0,175148	yes	none	none

Осуществим поиск специальных причин вариаций (табл. 3):

Таблица 3

Поиск причин вариаций

<i>Var2 ; Runs Tests (Spreadsheet1) P Chart Center line: 0,097424 Sigma: 0,025243</i>		
	<i>from - sample</i>	<i>to - sample</i>
<i>9 samples on same side of center</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>6 samples in row in/decreasing</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>14 samples alternating up & down</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>2 of 3 samples in Zone A or beyond</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>4 of 5 samples in Zone B or beyond</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>15 samples in Zone C</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
<i>8 samples beyond Zone C</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>

Специальных причин вариаций не обнаружено [2]. Проведем проверку на выбросы за контрольные границы (табл. 4):

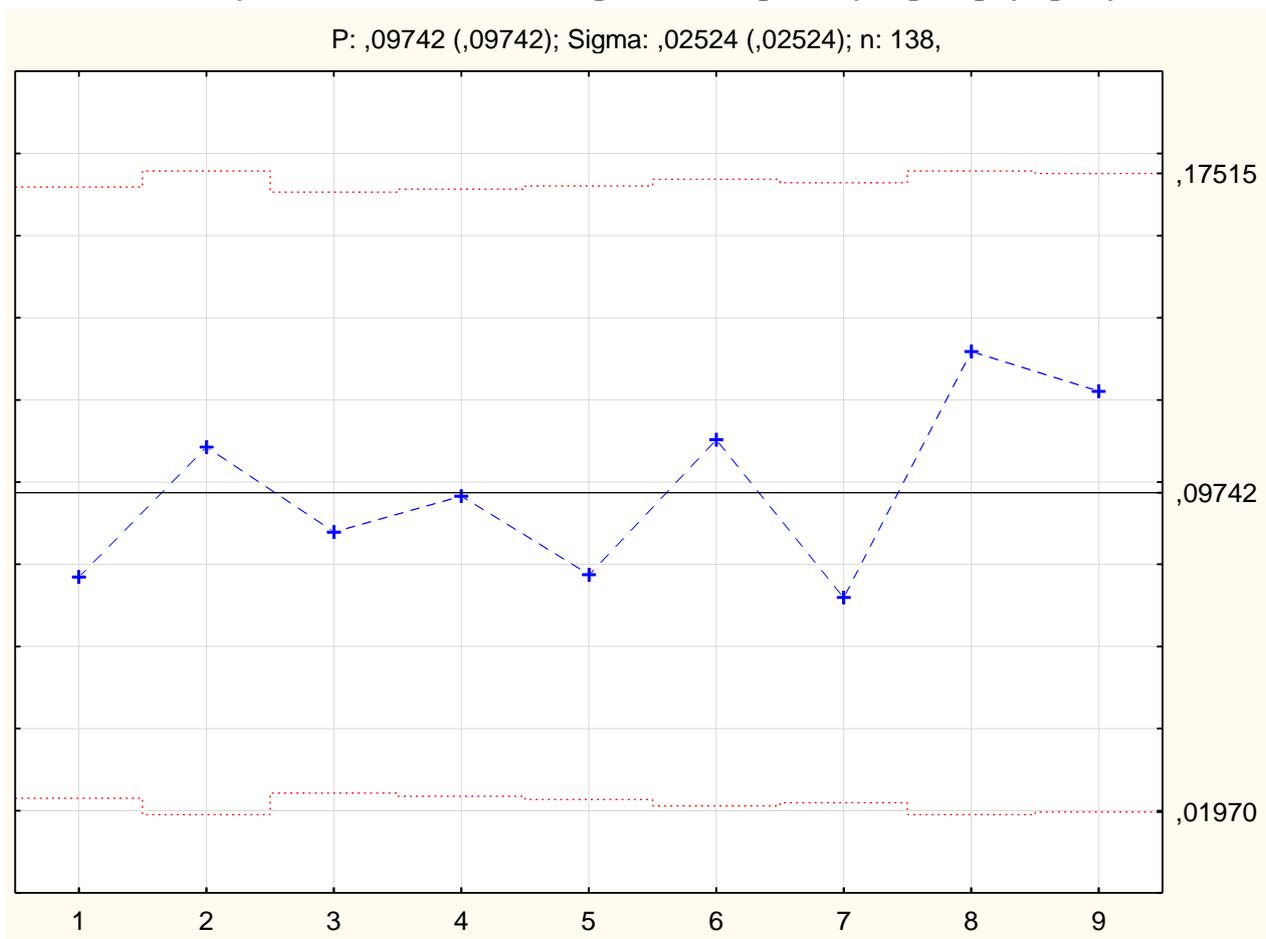
Таблица 4

Проверка на выбросы за контрольные границы

<i>Number of outliers: Set 0 (Default Set) (Spreadsheet1) Var2; P Chart; Process mean: 0,097424; Sigma: 0,025243 Standard; Mean: 0,097424; Sigma: 0,025243</i>		
	<i>Number of - outliers</i>	<i>% of all - samples</i>
<i>< LCL</i>	0	0,00
<i>> UCL</i>	0	0,00
<i>Total</i>	0	0,00

Выбросов не обнаружено.

По полученным данным построим контрольную p-карту (рисунок).



p-карта доли несоответствующих единиц

В результате проведенного анализа на данной контрольной карте отсутствует выход результатов за контрольные границы (нет выбросов), периодичность, приближение к центральной линии и линейный тренд, не нарушается случайность распределения точек. Таким образом, в данном случае процесс ТО автомобилей статистически управляем [3].

Библиографический список

1. Адлер, Ю. П. Статистическое управление процессами – Statistical Process Control (SPC). Практическое руководство по разведочному анализу данных : учебное пособие / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2020. – 382 с. – ISBN 978-5-907226-49-4.
2. Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств / Арефьев Е.В., Орлов Д.Ю., Орлов Ю.А., Сущев А.К. // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 5. С. 47-55.

3. Разработка моделей интеграции процессов системы управления качеством на предприятиях автотехобслуживания / Сергеев А.Г., Орлов Д.Ю., Арефьев Е.В. // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 8 (87). С. 47-52.

УДК 621.97.758.34

Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ОТСЕКАТЕЛЬ ВОЗДУШНОЙ СТРУИ

Как показали производственные исследования, например в кузнечно-штамповом производстве деталей для автомобилестроения, в целом ряде случаев струя воздуха из воздухоподающего наконечника истекает непрерывно в течение всего производственного времени.

В целях снижения уровня шума, а также уменьшения количества расходуемого воздуха целесообразно использовать отсекатели, отключающие подачу воздуха на момент холостого хода оборудования.

Отсекатель механического типа должен приводится в действие, когда деталь готова после процесса обработки. При этом следует учитывать время прохождения отсечной порции воздуха до выхода из сдувающего сопла. В противном случае, если будет иметь место запоздание в подаче направленной струи воздуха в зону удаления детали, может произойти её неудаление из штампа и как следствие его поломка. С целью повышения быстродействия отсекателя воздуха целесообразно уменьшение длины воздухопроводов и максимальное приближение отсекателя к сдувавшему соплу вплоть до непосредственного включения отсекателя в одно целое с корпусом малошумных сопл.

Для сдува деталей массой до 50 г может быть применен модернизированный электроклапан типа П-ЭК-04 У4, серийно выпускаемый промышленностью.

Экономические затраты на изготовление отсекателя невелики. Отсекатель подобного типа обеспечивает работу сдувающего сопла с расходом воздуха 26,4 м³/ч при приведенном усилии сдува до 6Н. Достоинство отсекателя также в бесшумности его работы, так как перепускной клапан выполнен наклонно к оси течения воздуха, что позволило исключить «хлопающий» удар воздуха внутри отсекателя в момент его открытия.

Для увеличения расхода воздуха, проходящего через отсекаТЕЛЬ до 50 м³/ч целесообразно применение серийного электромагнитного клапана СВМТ-50 или ВВ-32 с электрической схемой управления от бесконтактного путевого выключателя БВК-20I-24. Схема установки отсекаТеля на прессе представлена на рис. 1.

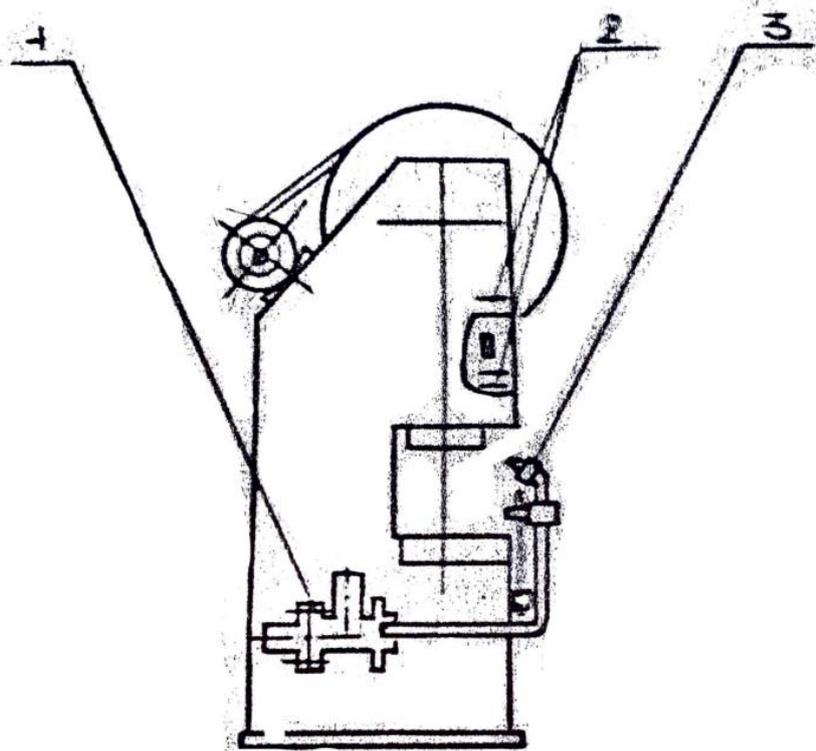


Рис. 1. Схема установки электропневмоклапана на прессе
1 – пневмоклапан; 2 – бесконтактные датчики; 3 – малошумное сопло

Для удобства позиционирования сдувающего сопла целесообразно применение двух разрезных шарниров, установленных на вертикальной стойке, соединенной с помощью резьбового соединения со станиной прессы. Один из шарниров может совершать круговое движение в вертикальной плоскости, а другой шарнир в горизонтальной плоскости, что позволяет осуществить ориентацию сдувающего сопла в нужном направлении. Для повышения надежности контроля удаления детали из зоны обработки система может оснащаться индуктивным датчиком прохождения детали в тару, установленную возле штамповки.

Электрическая схема управления отсекаТеля воздуха представлена на рис. 2.

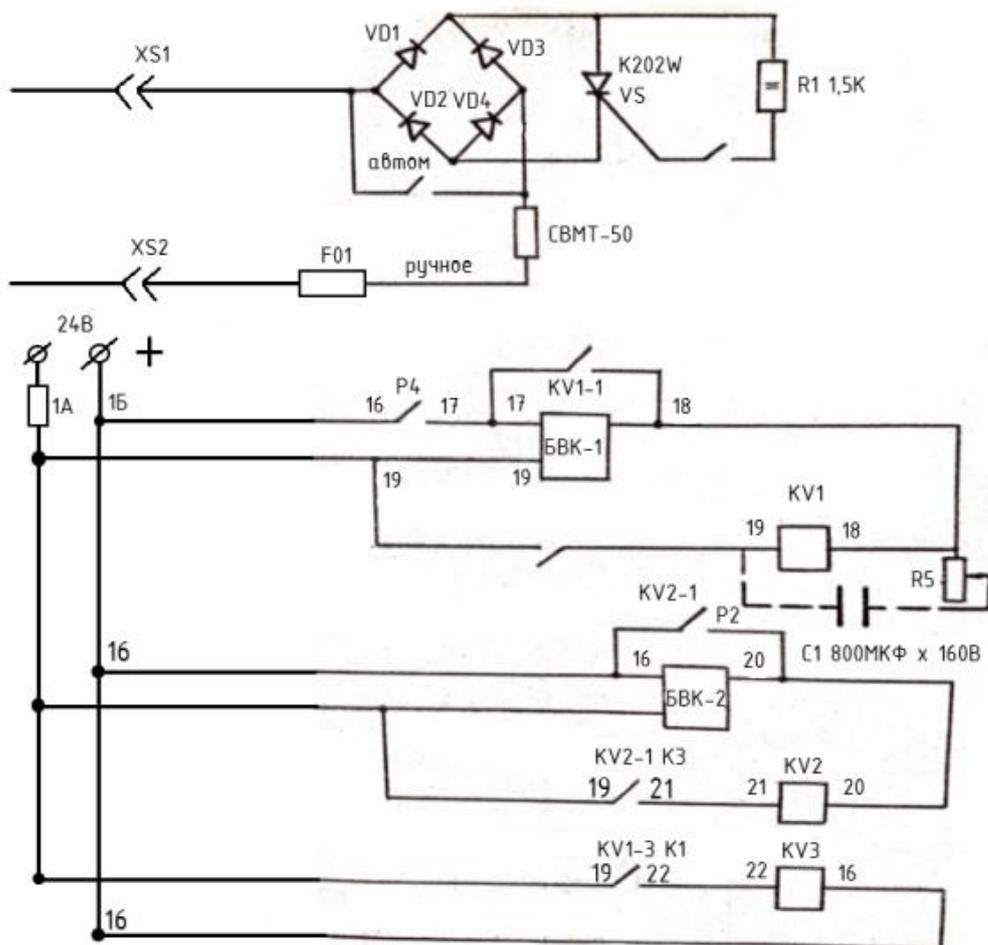


Рис. 2. Электрическая схема управления автоматического отсекаателя воздуха

Устройство автоматического выключения пневмосдува состоит из моста постоянного тока (VD1-VD4) на диодах типа (D226-D205), транзистора VS (КУ202Н), ограничивающего резистора R_1 типа МЛТ-2 1,5 К, серийно выпускаемого пневмоклапана СВМГ-50 или аналогичного ему заменителя с расходом воздуха до 25-50 м³/ч, двух индуктивных выключателей типа ДВК-24МУ4, трех управляющих реле с напряжением катушки 24В (например МКУ-48), цепи задержки отключения реле состоящей из электрического конденсатора КЭ-2-М 800МКФ × 160 и переменного резистора R_2 типа СПО-2, 6, 8 К.

Электросхема работает следующим образом. Управляющий флажок из диамагнитного материала устанавливается на кривошипном валу пресса (или на ползуне). При движении кривошипного вала происходит вхождение

флажка в щелевое отверстие бесконтактного выключателя БВК-1, что вызовет выключение катушки реле KV1, которое замкнет группу нормально открытых контактов KV1-2 и откроет тринистор VS, а также включит катушку вспомогательного реле KV-3. Открытие тринистора приведет к замыканию внешней цепи моста и включению пневмоклапана СВМГ-50 по цепи переменного тока. Произойдет сдув готовой детали. При дальнейшем своем движении флажок выйдет из щелевого отверстия конечного выключателя БВК-1 и через некоторое время войдет в щелевое отверстие индуктивного выключателя БВК-2, который замкнет катушку реле KV2. Реле KV2 при своем включении разомкнет группу нормально закрытых контактов KV2-2 и KV2-3. Реле KV1 и выключатель БВК-1 окажутся обесточенными, тринистор закроется и пневмоклапан выключится. С целью создания дополнительного удобства во время эксплуатации отключение реле KV1 и соответственно пневмоклапана, может быть осуществлено с задержкой времени на величину 0,1 – 2 с переменным резистором R₂. Реле KV-3 служит для возвращения реле KV2, KV1 в первоначальное нормально открытое состояние. Величина времени сдува может регулироваться также за счет изменения расстояния между бесконтактными выключателями БВК-1 и БВК-2. Выключатель SA позволит осуществить как ручное (замкнутое положение), так и автоматическое управление пневмоклапаном. Вся электросхема защищена от коротких замыканий с помощью плавких предохранителей FU₁ и FU₂ величиной 1А.

Таким образом, применение автоматических отсекаателей воздуха, выполненных по механической и электрической схемам, позволяет получить экономию сжатого воздуха, а также быстроедействие и надежность удаления деталей из зоны обработки при уровнях шума, отвечающих требованиям санитарных норм. Эквивалентное время истечения струи из сопла в зависимости от числа рабочих ходов уменьшается от 5 до 10 раз. В случае потребности применения отсечки воздуха при числе ходов более 25 в минуту необходимо использовать два клапана, работающих в попеременном режиме.

ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКА С ИЗМЕНЯЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Согласно решению Генеральной ассамблеи ООН, принятому в 2015 г. на период до 2030 года, приоритетом устойчивого развития человечества признано использование альтернативных источников энергии в замен углеводородного сырья.

Большие возможности выработки электроэнергии наряду с солнечными батареями имеют ветроэнергоустановки.

Конструкции ветроустановок с вертикальной осью вращения могут быть успешно использованы для приморских, пригородных и северных регионов Российской Федерации.

Во владимирском государственном университете были разработаны конструкции ветроустановок [1, 2, 3] для скоростей движения воздуха от 3 до 5 м/с с вертикальной осью вращения и изменяемым коэффициентом аэродинамического сопротивления.

Схема такого устройства согласно патенту на изобретение RU2432492 показана на рисунке.

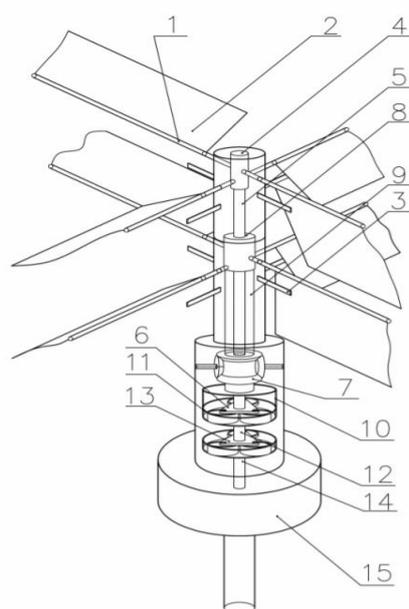


Схема ветроэнергоустановки с изменяющимся коэффициентом аэродинамического сопротивления

Ветроустановка работает следующим образом. Поток воздуха воздействует на поворотные лопасти (2), расположенные крестообразно на махах (1), снабженных ограничителями от осевого перемещения. Одна из каждой пары лопастей, разворачиваясь под воздействием потока воздуха, доходит до упора (3) с амортизаторами, а противоположная лопасть занимает в это время положение вдоль потока воздуха. При этом воздушный поток, воздействующий на лопасти (2), создает вращающий момент, под действием которого начинают вращаться оголовки (4) и (8), и соединенные соответственно с ними вертикальный вал (5) и трубчатый вал (9). Вертикальный вал (5) передает вращение через предохранительную муфту и муфту обгона (на чертеже не указаны) на водило (6), а с трубчатого вала (9) через конический редуктор (боковые шестерни конического редуктора установлены в стаканах на подшипниках) с ведомой шестерни (7), трубчатый вал (10), муфту предохранительную, муфту обгона (на чертеже не указаны) – на эпицикл (11) верхнего (первого) планетарного ряда. Суммарная увеличенная скорость с солнечной шестерни (12) поступает на водило (13) второго ряда и увеличенная скорость с солнечной шестерни (14) второго ряда поступает через эластичную муфту на электрогенератор 15, двухрядный планетарный ускоритель снабжен муфтой-тормозом.

Научная новизна предлагаемых решений заключается в изменяющемся коэффициенте аэродинамического сопротивления, достигаемом сменной положений лопастей. В то время как коэффициент аэродинамического сопротивления плоской преграды рабочей лопасти имеет значение максимально близкое к единице, нерабочей – максимально близкое к нулю.

Результаты испытаний показали работоспособность данной ветроустановки. В перспективе возможны разработка и использование установок высоких мощностей с большой длиной махов.

Библиографический список

1. Карусельный ветрогенератор / Соколов Ю.С., Орлов Ю.А., Орлов Д.Ю., Арефьев Е.В., Максимов И.В. // Патент на изобретение 2727108 С1, 20.07.2020. Заявка № 2019125465 от 12.08.2019.

2. Карусельный ветродвигатель / Соколов Ю.С., Орлов Ю.А., Орлов Д.Ю., Максимов И.В., Арефьев Е.В. // Патент на изобретение RU 2563047 С1, 20.09.2015. Заявка № 2014115150/06 от 15.04.2014.

3. Ветровентиляционное устройство / Орлов Д.Ю., Соколов Ю.С., Орлов Ю.А., Перов А.А., Максимов И.В. // Патент на изобретение RU 2484294 С2, 10.06.2013. Заявка № 2011124565/12 от 16.06.2011.

УДК 608.4

Ю. А. Орлов, Л. С. Пантелеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА НЕМЕДЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В ОБЛАСТИ СПЕЦИАЛЬНОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

В практике автомобилестроения и машиностроения широко применяются автоматические тормоза, включающие в свою конструкцию электрические, пневматические и другие механические устройства.

Недостатком существующих конструктивных решений является сложность обслуживания и возможные отказы, например при воздействии электромагнитных полей.

Разработанная конструкция тормоза [1] автоматического и немедленного действия имеет чисто механическую природу.

Цель ее создания – торможение при подаче и опускании неуравновешенных механизмов $Q = mg$, и торможение инерционных механизмов $P = ma$, возникающих при отключении приводного двигателя.

Конструкция предлагаемого устройства приведена на рис. 1, 2, 3.

Действие тормоза в процессе работы осуществляется следующим образом.

При начале вращения от рукоятки 8 (рис. 1) или рукоятки 20 (рис. 1) или при включении двигателя 9 (рис. 1) и сцепной муфты 16 (рис. 1) толкатель 14 (рис. 1, 2) на поводке 5 (рис. 1, 2) выталкивает шарик 11 (рис. 1, 2, 3) (ролик) из клинового паза, образованного скосом 10 (рис. 2) ступицы 2 (рис. 1, 2) и внутренней цилиндрической поверхностью корпуса 1 (рис. 1, 2, 3) тем самым разъединяя от корпуса ступицу.

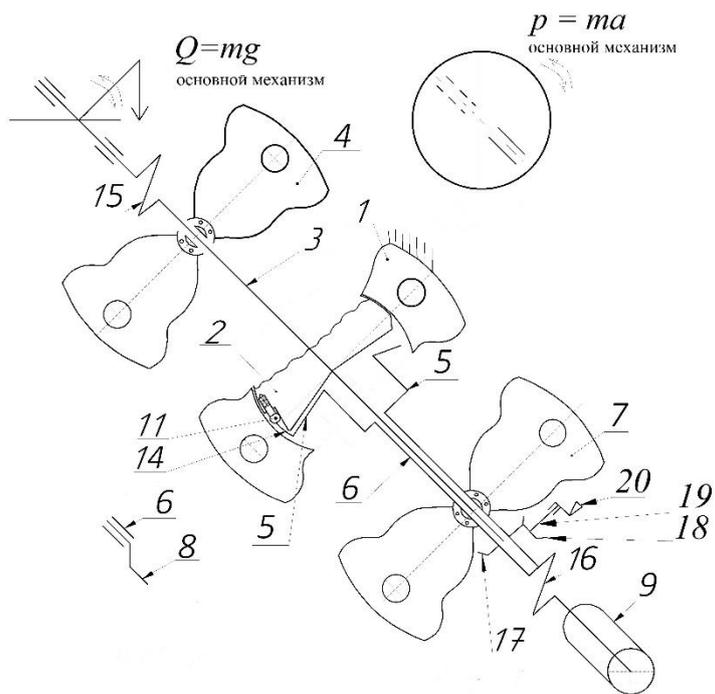


Рис. 1. Тормоз автоматический (общий вид)

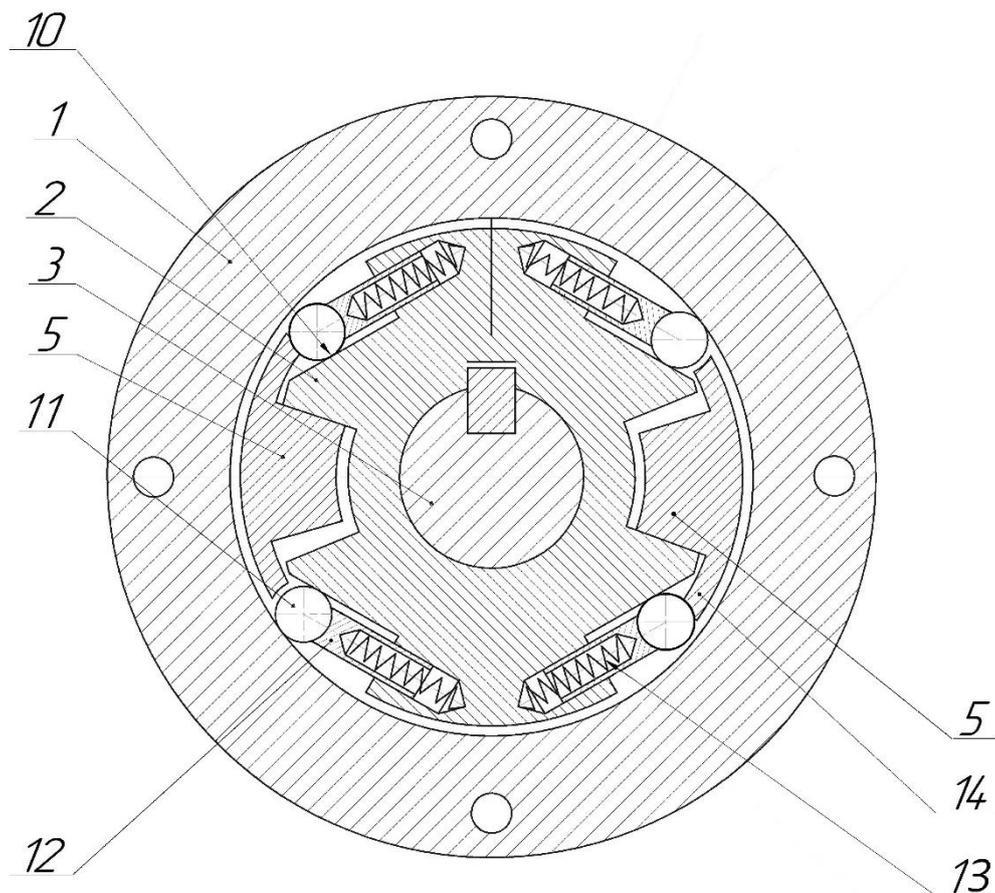


Рис. 2. Тормоз автоматический (в разрезе)

Поводок 5 (рис. 1, 2) после этого соприкасается боковой поверхностью со ступицей 2 (рис. 1, 2), вращает ее с выходным валом 3 и основным механизмом устройства. При отключении тормоза детали тормоза срабатывают, стопоря механизм.

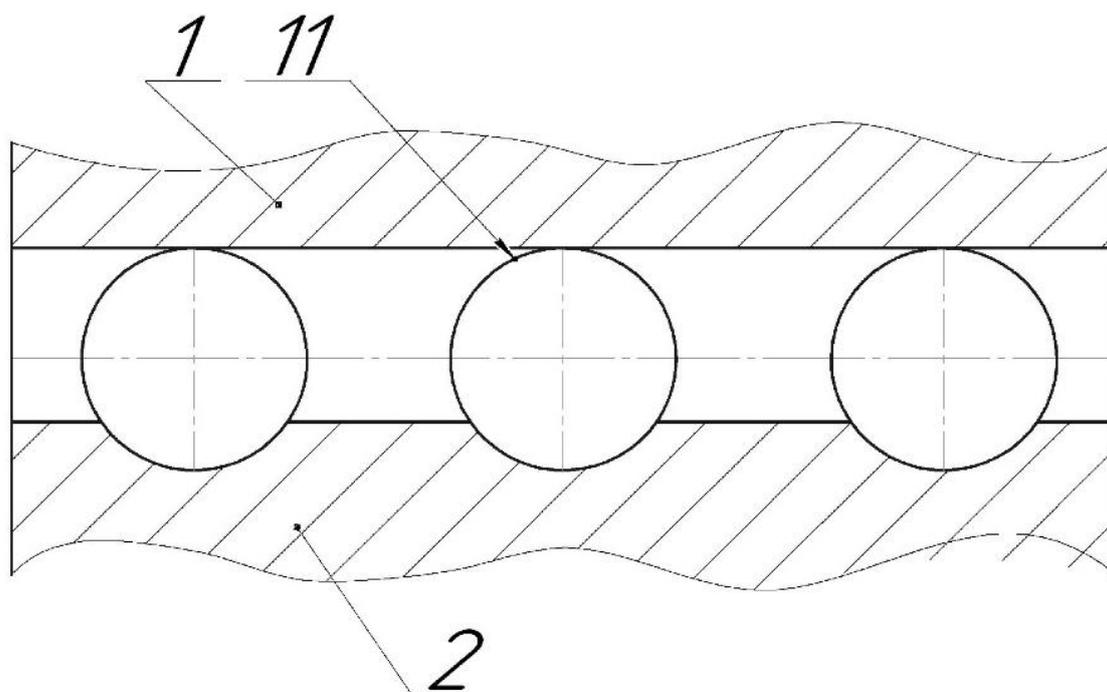


Рис. 3. Тормоз автоматический (шариковый механизм)

Таким образом, предложенную конструкцию можно применять в механизмах, в которых при отключении приводного двигателя остаются в основном механизме неуравновешенные массы, создающие силы $Q = mg$, которые требуется тормозить, а также если возникают инерционные силы $P = ma$, даже в уравновешенных механизмах, которые также необходимо тормозить.

Библиографический список

1. Тормоз автоматический (ТА) / Соколов Юрий Сергеевич, Орлов Юрий Анатольевич, Морозов Валентин Васильевич, Орлов Дмитрий Юрьевич, Арефьев Евгений Валерьевич, Максимов Илья Владимирович // Патент на изобретение 2773812 С2, 09.06.2022. Заявка № 2020125119 от 27.07.2020.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШИНОМОНТАЖА В АВТОМОБИЛЬНОМ ЦЕНТРЕ «TYRE PLUS»

Владимирский автосервис «Tyre Plus» входит в федеральную сеть профессиональных легковых и грузовых шинных центров. Предприятие предоставляет услуги мойки, мелкого ремонта автомобиля, шиномонтажа, балансировки, проверки развала-схождения, а также сезонного хранения шин. В автоцентре «Tyre Plus» можно купить отечественные и импортные шины, колесные диски, масла, фильтры, автохимию и аксессуары.

Одна из самых востребованных сезонных услуг автосервиса – шиномонтаж. Для совершенствования качества выполнения этого вида работ проводились исследования технологического процесса шиномонтажа (рис. 1) с дальнейшей детализацией по методологии IDIF0 (рис. 2 – 3).



Рис. 1. Схема технологического процесса шиномонтажа

Контекстная диаграмма (рис. 2) показывает на входе процесса шиномонтажа колесо как объект выполнения работ, материалы и комплектующие, необходимые для ремонта, и заявку на выполнение работ. На выходе процесса – результат выполнения услуги и соответствующий документ о приемке.

Процесс осуществляется в соответствии с нормативными требованиями к результатам проведения работ и обеспечивается наличием персонала, производственного и измерительного оборудования, а также финансовых ресурсов.

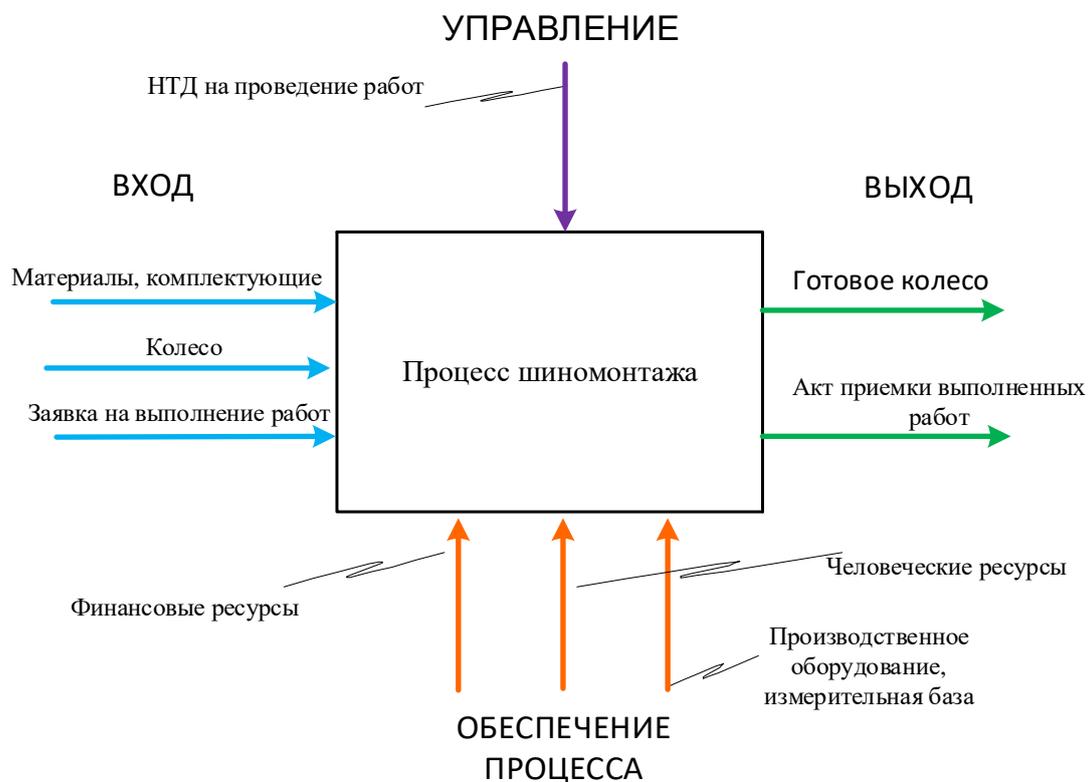


Рис. 2. Контекстная диаграмма процесса шиномонтажа

Декомпозиция процесса шиномонтажа (рис. 3) детализирует этапы и промежуточные результаты выполнения работ.

Диаграмма декомпозиции показывает состав и функции персонала, действующего на разных этапах шиномонтажных работ.

Результаты выполненных работ должны соответствовать требованиям стандартов [1, 2].

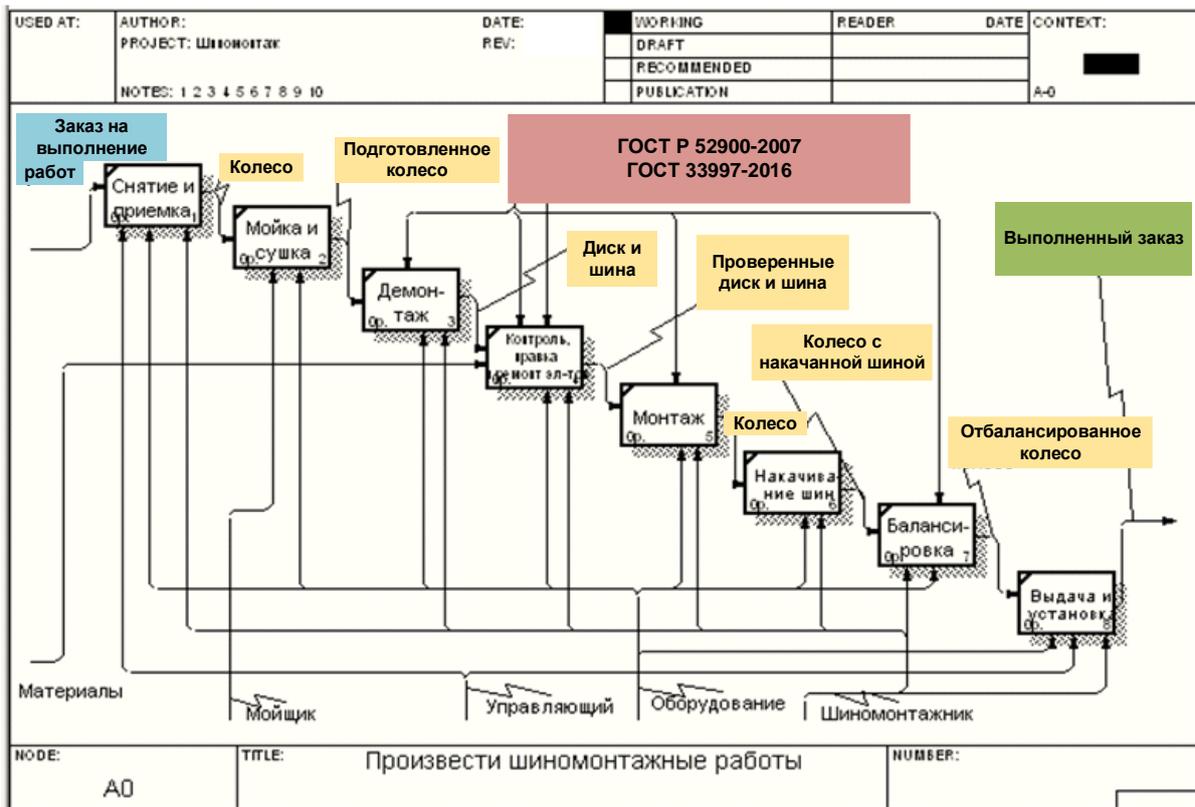


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции процесса шиномонтажа

Результаты моделирования процесса шиномонтажа использовались для управления несоответствиями процесса.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52900-2007 Шины пневматические для легковых автомобилей и прицепов к ним. Технические условия: Национальный стандарт Российской Федерации : Изд. офиц. – М. : Стандартинформ, 2008.
2. ГОСТ 33997-2016 Колесные транспортные средства. Требования безопасности в эксплуатации и методы проверки: Межгосударственный стандарт : Изд. офиц. – М. : Стандартинформ, 2016.

УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЯМИ ПРОЦЕССА ШИНОМОНТАЖА В АВТОЦЕНТРЕ «TYRE PLUS»

Предоставление качественных услуг потребителю – главное условие существования современного предприятия.

Цель работы – исследование и совершенствование качества выполнения шиномонтажных работ во Владимирском автосервисе «Tyre Plus».

Ошибки шиномонтажа приводят к значительным проблемам в эксплуатации автомобиля [1]. Неправильный демонтаж колеса может вызвать повреждение колесного диска. Неаккуратная бортовка шины может привести к разрыву колеса при резком увеличении нагрузки. Нарушение балансировки колес является причиной биений, вибраций и быстрого износа подшипников, шаровых опор, стоек амортизаторов. Снижение давления шин ухудшает сцепление с дорожным покрытием, приводит к неравномерному и преждевременному износу резины. Нарушение условий хранения шин ухудшает их качество.

Анализ причин несоответствий шиномонтажных работ представлен на диаграмме Исикавы (рис. 1).

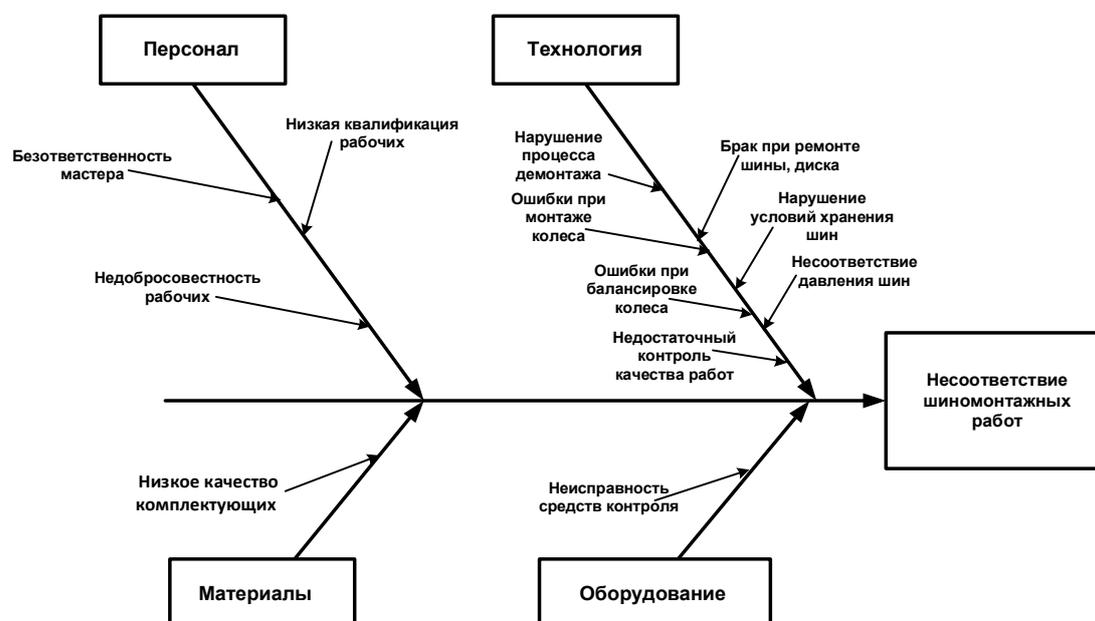


Рис. 1. Диаграмма Исикавы – причины несоответствий шиномонтажных работ

В целях повышения качества выполнения шиномонтажных работ в автоцентре «Tyre Plus» была проанализирована статистика проявления разных видов несоответствий шиномонтажа за год (табл. 1) и построена диаграмма Парето (рис. 2).

Таблица 1

Анализ причин несоответствий шиномонтажа в автосервисе за год

Вид несоответствия	Количество несоответствий в год
Несоответствие давления шин	15
Ошибка при балансировке	9
Низкое качество шиномонтажа	7
Нарушение условий хранения шин	4
Неточный монтаж шины на диск	3
Брак при шиноремонте	2
Неправильный демонтаж колеса	2

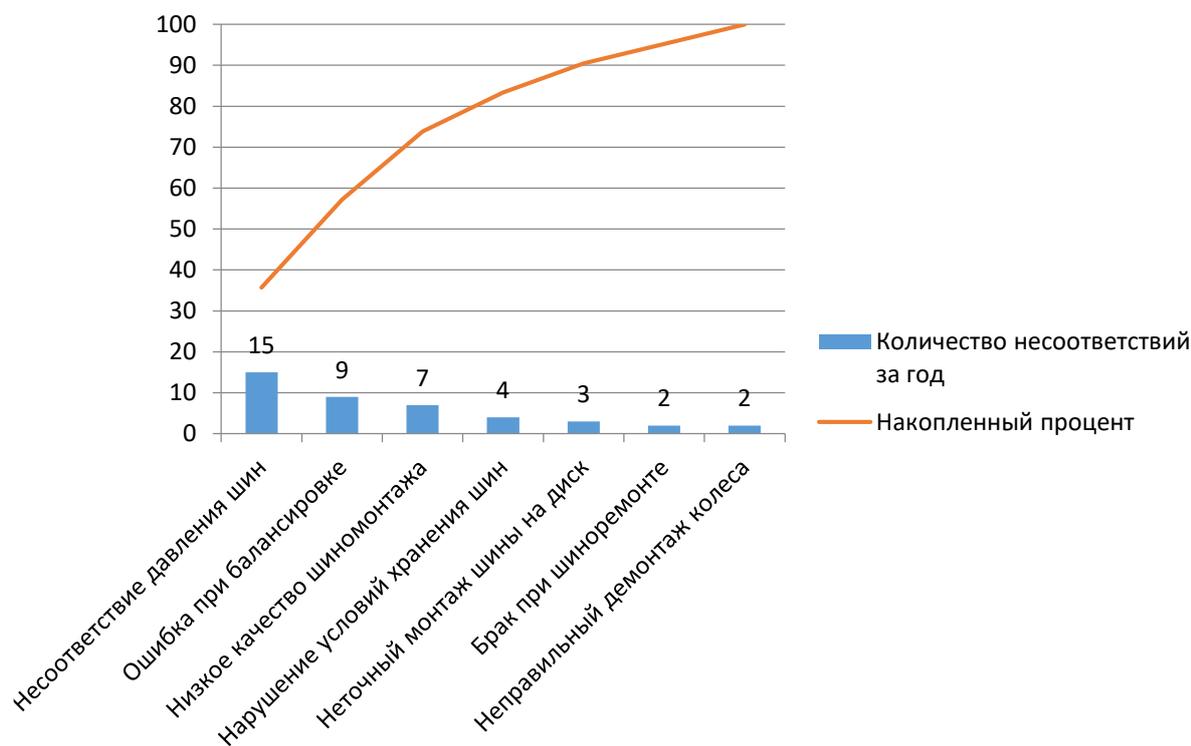


Рис. 2. Диаграмма Парето – анализ причин несоответствий процесса шиномонтажа в автосервисе «Tyre Plus»

Анализ Парето (см. рис. 2) показывает, что основные причины несоответствий возникали на этапах монтажа колеса, накачивания шины и балансировки. Наиболее часто допускалось несоответствие давления шин, что было вызвано недостаточным контролем качества выполнения работ, низкой квалификацией шиномонтажников и низким уровнем ответственности мастера.

Для устранения перечисленных причин несоответствий и повышения качества шиномонтажных работ был усилен контроль на этапах технологического процесса, а также проведено обучение персонала для повышения квалификации и уровня ответственности.

Библиографический список

1. Корнев А. Проблемы с колесом после шиномонтажа // autoschool.ru: Автошкола: Эксплуатация. 2014. URL: <https://www.autoshcool.ru/5425-problemy-s-kolesom-posle-shinomontazha.html> (дата обращения: 12.05.2022).

СЕКЦИЯ
«МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

УДК 004.896

В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**РОБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ВЫТЕСНЯТ
ИЛИ ДИСЦИПЛИНИРУЮТ РАБОТНИКОВ?**

Автомобилестроение – фактический лидер технологических новшеств, особенно конвейерных, инструментальных производственных линий. На всем жизненном цикле автопроизводства. Автоконцерны учитывают потребительскую удовлетворенность и уровень сервиса, экономии и рационализации производственных этапов. Выбор в пользу роботизации для них очевиден.

В автомобильном производстве мало системного анализа проблем и подходов интенсивного применения робототехники, его влияния на безработицу, темпы и результативность цифровых трансформаций в экономике. Данная работа в некоторой мере это восполняет, учитывает синергетические эффекты и волновой характер процессов роботизации, их эволюцию.

Обеспечение аналитики, моделей и прогнозов в автомобильном производстве перекладывают на проекты особые, системные требования (по данным, процессам, решениям, стандартам). В рамках цифровых трансформаций при проектировании новых автомобилей растет роль как виртуальных, так и роботизированных сред проектирования [1].

Реальная ценность используемых данных по отказам компонентов в ближайшее время, скорее, не уменьшится [3]. Поэтому мониторинг обеспеченности унифицированной базой компонентов обеспечит прогнозируемость (моделируемость) и принятие решений, подтвержденных результативностью натуральных или виртуальных испытаний.

Многие исследователи, аналитики согласны с мнением, что робототехнические интеллектуальные системы (РСИИ) могут вести к кратному сокращению рабочих мест, особенно в процессе их автоматизации, интеллектуализации в промышленном производстве [2 – 3]. В основном благодаря точности действий, программируемости, специализированной операцион-

ной среды, «неприхотливости» (малым затратам времени, энергии), легкости перепрограммирования и эффективности (результативности и устойчивости).

Это позволяет роботизировать, «цифровизировать» не только конвейерный труд, но и труд, непосредственно не связанный с производством (обучение, лечение, обслуживание и др.), интеллектуальный, а не только рутинный. Но даже роботизация штрих-кодирования и чтения в магазинах автомобильных принадлежностей может освободить массу кассиров, «клерков», «кладовщиков» и др. Уже функционируют (в среде Amazon, например) инфраструктуры класса Склад 8.0 с полной автоматизированной логистикой доставки, включая экспресс-доставку дронами. Увеличение объемов перестало требовать пропорционального увеличения числа работников, компетенций, рабочих мест.

Если на снижение безработицы во многих развивающихся странах влияли дешевая рабочая сила, сырьевые цены и инвестиции в ВВП, комфортные условия бизнесу, то в период COVID19-пандемии это снижение нивелировалось удорожанием стоимости рабочего часа, необходимой цифровой трансформации и эволюции экономики. Снизился и прирост ВВП. Стимулирует роботизацию дешевая элементная база и сравнительно несложное программирование робототехнических устройств и комплексов, способность обучать их (например, используя глубокое обучение).

В проблеме сокращения рабочих мест при роботизации для развитой экономики, постоянно вводящей новые места, специальности, профессии проблем не должно быть. Даже в долгосрочном прогнозе. Например, уже есть современные профессии – робототехник, VR-менеджер, нейромаркетолог и др.

В результате интеллектуальной роботизации 2.0 в долгосрочной перспективе возможны ситуации:

1) государственное ограничение процесса роботизации, квотирование роботизированного труда (например, налогообложение, «налог на создание новых мест»);

2) генерация новых сфер приложения роботов, где минимальна конкуренция с людьми (например, робот-проектировщик, робот-измеритель температуры инфицированного и др.);

3) сокращение численности в развитых странах решает (хоть и частично) проблему безработицы;

4) сокращение длительности рабочего дня (например, появится время на самообразование, «самозанятие», фриланс и др.);

5) нейтрализация недовольства общества роботизацией («цифровое недовольство»), государством;

6) падение эффективности роботизации, которое может потребовать вмешательства государства;

7) саморегулирование процессов (например, за счет новых методологий – Big Data и Data Elastic и др.).

Интеллектуальные нейро-системы помогут создать роботы, неотличимые функционально от человека, в том числе в «социальных взаимодействиях».

Автомобильный бизнес настолько эволюционирует, что корпорации повышают свои возможности многократно аналитикой, использованием социально-сетевых возможностей и площадок.

Автономные технологии, роботизация в автомобильной промышленности с большей степенью свободы в принятии ключевых решений, позволят подключать объекты к Интернет, «облакам» и «туманам», чтобы пользователь мог управлять в среде промышленного Интернета (Индустриальный Интернет) и сетях Интранет.

Одним из рассматриваемых вариантов решения проблемы роботизации является интегрирование нейросистем в производственные конвейеры, индивидуализацию бизнес-процессов, адаптацию под учет потребительских особенностей и экономию. Этот подход считается экспертами одним из самых перспективных с нескольких точек зрения, ведь:

1) промышленная процедура будет активироваться именно в том виде, в котором потребитель сможет наиболее полноценно в дальнейшем применить его результат;

2) более образованный потребитель требует участия и потенциально лучших, компетентных работников, роботов.

Сфера роботизированного автомобильного производства является для разработчиков нейро- и робототехнических систем многообещающим рынком. Образование будет неразрывно связано с нейросистемами, ведь его качество напрямую влияет на квалифицированность работников, все сферы жизни. Интеграция таких систем сильно подтолкнет человечество в развитии нейросистемных и роботизированных бизнес- и производственных сред.

Номенклатура автомобильных компонентов «под роботизацию» и модернизацию автомобилей проводится с помощью мониторинга качества проектирования по унифицированной их базе. Указывается и вклад в степень роботизации производства и позиции дефектности, реализуемости.

Важен для эволюции потребительский маркетинг, анализ жалоб и предпочтений потребителей.

Угрозы противостояния роботов и людей в борьбе за рабочее место пока преувеличены. Но цифровизация общества, производства и потребления приводит в движение скрытые силы этой борьбы, мультипликативные эффекты. Это достаточная для системного исследования проблема роботизации передовых стран может стать проблемой развивающихся экономик, где отсутствуют соответствующие кадры.

Библиографический список

1. Айдаров Д.В., Шанин С.А., Козловский В.Н. Цифровизация системы менеджмента качества автосборочного предприятия: процесс мониторинга качества автомобилей в эксплуатации.– Самара : Изд. СНЦ. – 2020. – 208с.

2. Развитие роботизации производства в автомобильной отрасли – большая выгода и более широкие перспективы // URL: <https://knaufautomotive.com/ru/razvitiye-robotizatsii-proizvodstva-v-avtomobilnoy-otrasli/> (дата обращения: 10.02.2022).

3. Мальцева М.В. Развитие транспортного потенциала в цифровой экономике Российской Федерации / Материалы II Межд. научного форума «Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин». Вып.4. – М. : Изд-во ГУУ, 2018. С. 166 - 170.

УДК 629.1.04

А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

БОРТОВАЯ СЕТЬ LIN

Шина LIN является дополнением к шине CAN. LIN предлагает более низкую производительность и надежность, но также и значительно более низкие затраты. Ниже краткий обзор шины LIN и сравнение шины LIN и шины CAN.

- Недорогой вариант (если скорость/отказоустойчивость не критичны)
- Часто используется в транспортных средствах для окон, дворников, кондиционеров и т. д.
- Кластеры LIN состоят из 1 ведущего и до 16 подчиненных узлов
- Один провод со скоростью 1-20 кбит/с при максимальной длине шины 40 м
- Планирование с запуском по времени с гарантированной задержкой
- Переменная длина данных (2, 4, 8 байт)
- LIN поддерживает обнаружение ошибок, контрольные суммы и конфигурацию
- Рабочее напряжение 12В
- Физический уровень на основе ISO 9141 (K-line)
- Поддержка спящего режима и пробуждения
- Большинство новых автомобилей имеют более 10 узлов LIN

Шина LIN в сравнении с шиной CAN:

LIN имеет более низкую стоимость (меньше жгута, дешевые узлы);

CAN использует витые экранированные двойные провода 5В,

LIN один провод 12В;

Master LIN обычно служит шлюзом к шине CAN.

LIN является детерминированным, а не управляемым событиями (т.е. не является арбитражем)

Кластеры LIN имеют один master, CAN может иметь несколько

CAN использует 11 или 29-битные идентификаторы против 6-битных идентификаторов в LIN

CAN предлагает до 1 Мбит/с по сравнению с LIN при максимальной скорости 20 кбит/с

Протокол LIN играет все более важную роль в обеспечении недорогого расширения функций в современных транспортных средствах. Таким образом, шина LIN выросла в популярности за последнее десятилетие: >700 миллионами узлов в автомобилях в 2020 году против ~ 200 миллионов в 2010 году.

Тем не менее с ростом распространения LIN также усиливается контроль в отношении кибербезопасности. LIN сталкивается с такими же рисками, как и CAN, и поскольку LIN играет определенную роль, например, в сиденьях и рулевом колесе, может потребоваться разрешение этих рисков.

В будущих автомобильных сетях наблюдается рост CAN FD, FlexRay и автомобильного Ethernet. Хотя существует неопределенность в отношении роли, которую каждая из этих систем будет играть в будущих автомобилях, ожидается, что кластеры шин LIN останутся жизненно важными в качестве недорогого решения для постоянно растущего спроса на дополнительные функции в современных транспортных средствах.

По материалам сайтов:

<https://www.csselectronics.com>

<https://www.electronicdesign.com>

УДК 629.1.04

А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПЕРСПЕКТИВНАЯ БОРТОВАЯ СЕТЬ CAN FD

Протокол CAN существует с 1986 года и популярен: практически любая машина, которая движется, использует CAN сегодня – будь то автомобиль, грузовики, лодки, самолеты или роботы. Но с ростом современных технологий «классический» протокол CAN (официальный термин, используемый в ISO 11898-1:2015) испытывает определенные проблемы:

- Рост функциональности транспортных средств приводит к взрывному росту данных.
- Сети все больше ограничиваются пропускной способностью 1 Мбит/с.

Чтобы справиться, производители создают сложные и дорогостоящие обходные пути. В частности, классический CAN борется со значительными накладными расходами (>50%), поскольку каждый кадр данных CAN может содержать только 8 байт данных. Кроме того, скорость сети ограничена 1 Мбит/с, что ограничивает реализацию функций, генерирующих данные. CAN FD решает эти проблемы.

Протокол CAN FD был предварительно разработан Bosch (с отраслевыми экспертами) и выпущен в 2012 году. Он был улучшен путем стандартизации и теперь находится в ISO 11898-1: 2015. Оригинальная версия Bosch CAN FD (не ISO CAN FD) несовместима с ISO CAN FD.

CAN FD предлагает четыре основных преимущества:

1. Увеличенная длина поля данных.

CAN FD поддерживает до 64 байт данных на кадр данных против 8 байт данных для классического CAN. Это снижает накладные расходы на протокол и повышает эффективность протокола.

2. Увеличенная скорость

CAN FD поддерживает двойные битрейты: номинальный (арбитражный) битрейт, ограниченный 1 Мбит/с, как в классическом CAN и битрейт данных, который зависит от топологии сети/приемопередатчиков. На практике достижим битрейт данных до 5 Мбит/с.

3. Повышение надежности

CAN FD использует улучшенную циклическую проверку избыточности (CRC) и «защищенный счетчик битов», которые снижают риск необнаруженных ошибок. Это, например, жизненно важно в критически важных для безопасности приложениях, таких как транспортные средства и промышленная автоматизация.

4. Плавный переход

CAN FD и классические CAN ЭБУ могут использоваться совместно при определенных условиях. Это позволяет постепенно внедрять узлы CAN FD, значительно снижая затраты и сложность для производителей.

На практике CAN FD может улучшить пропускную способность сети в 3-8 раз по сравнению с классическим CAN, создавая простое решение для роста данных.

Перспективными направлениями применения CAN FD могут быть:

Электромобили и гибриды использующие новые концепции трансмиссии, которые требуют гораздо более высоких битрейтов. Дополнительная сложность связана с новыми блоками управления, связанными с инвертором постоянного тока, батареей, зарядным устройством, расширителем диапазона и т. Д. Ожидается, что к 2025 году требуемый битрейт превысит CAN - и с ростом количества электромобилей это может стать острием развертывания CAN FD.

ADAS и безопасное вождение

Все чаще передовые системы помощи водителю (ADAS) внедряются в легковых и коммерческих автомобилях. Это оказывает нагрузку на шину Classic CAN, но ADAS является ключом к повышению безопасности. Здесь CAN FD станет ключом к повышению безопасности вождения в ближайшем будущем.

Грузовики и автобусы используют длинные автобусы CAN (10-20 метров). В результате они полагаются на медленные битрейты (250 кбит/с или 500 кбит/с согласно J1939). Здесь ожидается, что предстоящий протокол J1939 FD позволит значительно улучшить характеристики коммерческих автомобилей, в том числе, например ADAS.

По материалам сайтов:

<https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars>

<https://www.csselectronics.com>

УДК 629.1.04

А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПРОТОКОЛ J1939

SAE J1939 – это набор стандартов, которые определяют, как ЭБУ взаимодействуют через шину CAN в транспортных средствах большой грузоподъемности. Большинство транспортных средств сегодня используют сеть контроллеров (CAN) для связи с ЭБУ. В большинстве тяжелых транспортных средств это определяется стандартом SAE J1939, определенным Обществом автомобильных инженеров (SAE).

В техническом плане J1939 предоставляет протокол более высокого уровня (HLP), основанный на CAN в качестве «физического уровня».

Проще говоря, J1939 предлагает стандартизированный метод связи между ЭБУ или, другими словами, J1939 обеспечивает общий язык для всех производителей. Тяжелые транспортные средства (например, грузовики и автобусы) являются одним из наиболее известных применений. Тем не менее несколько других ключевых отраслей используют стандарт SAE J1939 сегодня либо напрямую, либо через производные стандарты (ISO 11783, MilCAN, NMEA 2000, FMS) Примером применения стандарта J1939 могут быть:

- Лесозаготовительные машины
- Горнодобывающая техника (например, бульдозеры, драглайны, экскаваторы)
- Сельскохозяйственные машины (например, тракторы, комбайны)

- Строительство (например, мобильная гидравлика, краны)
- Пожарные и спасательные службы (например, машины скорой помощи, пожарные машины)
- Прочее (например, суда, насосы, производство электроэнергии)

Стандартизация является ключевым фактором для регистрации данных в случаях использования в транспортных средствах большой грузоподъемности. С ростом сверхмощной телематики J1939 будет играть все большую роль на рынке подключенных транспортных средств. Параллельно OEM-производители будут все больше переходить от классического CAN к CAN FD в рамках перехода на J1939 с гибкой скоростью передачи данных. В свою очередь, это увеличит потребность в регистраторах данных J1939 FD.

Протокол J1939 имеет набор определяющих характеристик, описанных ниже:

- Скорость передачи данных 250 КБ и 29-битный расширенный идентификатор

Скорость передачи данных J1939 обычно составляет 250 КБ (хотя в последнее время с поддержкой 500 КБ) - и идентификатор расширен на 29 бит (CAN 2.0B);

- Широковещательная передача + данные по запросу

Большинство сообщений J1939 транслируются на шине CAN, хотя некоторые данные доступны только при запросе данных через шину CAN;

- Идентификаторы PGN и параметры SPN

Сообщения J1939 идентифицируются 18-разрядными номерами групп параметров (PGN), в то время как сигналы J1939 называются серийными номерами параметров (SPN);

- Многобайтовые переменные и мультипакеты

Многобайтовые переменные сначала отправляются наименее значимым байтом (порядок байтов Intel) объемом до 1785 байт поддерживаются через транспортный протокол J1939.

J1939 основан на CAN, который обеспечивает базовый «физический уровень» и «канальный уровень данных», самые низкие уровни в модели OSI. В принципе, CAN позволяет передавать небольшие пакеты на шине CAN, но не более того. Здесь J1939 служит протоколом более высокого уровня, обеспечивая более сложную связь.

Протокол более высокого уровня обеспечивает связь между крупными сложными сетями, например производителей транспортных средств.

К примеру, протокол SAE J1939 определяет, как обрабатывать «мультипакетные сообщения», т.е. когда необходимо передавать данные размером более 8 байт. Точно так же он определяет, как данные должны быть преобразованы в удобочитаемые данные. Он делает это, предоставляя семейство стандартов. Например, J1939-71 представляет собой документ, подробно описывающий информацию, необходимую для преобразования большого набора стандартизированных сообщений J1939 из разных производителей в удобочитаемые данные. Существует также множество других протоколов более высокого уровня на основе CAN, например CANopen, DeviceNet, Unified Diagnostic Services. Они, как правило, предлагают некоторый уровень стандартизации в своих соответствующих отраслях, хотя все они могут быть расширены производителями. Для сравнения, легковые автомобили имеют уникальные стандарты для каждого производителя. Другими словами, вы можете использовать один и тот же файл базы данных J1939 для преобразования, например, частоты вращения коленчатого вала двигателя на двух грузовиках разных производителей, но вы не можете, к примеру, считывать данные с Audi, используя те же идентификаторы и параметры масштабирования, что и для Peugeot.

По материалам сайтов:

<https://www.csselectronics.com>

<https://www.electronicdesign.com>

УДК 62-503.57

А. А. Григорьев, Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СПОРТИВНЫЕ ЗАЛЫ КАК ГЕНЕРАТОРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В современном мире все острее встает вопрос генерации электроэнергии. В странах Европы и Северной Америки активно развиваются так называемые «зеленые технологии» - разработка и постройка экологически чистых электростанций на возобновляемых источниках энергии. Это связано с тем, что ископаемые, использующиеся для генерации электроэнергии, конечны. Однако с существующими «зелеными» электростанциями есть множество проблем:

- Они не совсем экологичные. Ветряки производят инфразвук, что негативно влияет на все живые организмы в определенном радиусе. Для производства как солнечных панелей, так и ветряков используется энергия, выработанная на традиционных электростанциях.

- Непостоянная выработка энергии. Так как ветер дует не всегда, а солнце бывает закрыто тучами, а ночью и вовсе не светит, выработка электроэнергии сильно зависит от погодных условий. Из-за этого необходимы устройства, запасующие энергию, что увеличивает цену одного киловатта.

- Дороговизна. Окупаемость средней солнечной панели составляет 5 -10 лет [1]. В то же время ветрогенератор окупается примерно за 5 - 7 месяцев [2], и это все в благоприятных условиях.

Эти недостатки сильно зависят от месторасположения электростанций. От того, как часто там дует ветер, сколько солнечных дней в году и так далее. Конечно, существуют не только «ветряки» и солнечные панели, но они являются наиболее распространенными источниками «зеленой» электроэнергии.

Генерация электричества человеком.

Уже давно существуют радио с динамо-машинами и фонарики с ручной подзарядкой (см. рисунок). Также достаточно широко используются и велогенераторы.

Но до сих пор отсутствуют спортивные залы с повсеместным применением электрогенерирующих тренажеров. В теории это помогло бы решить проблему энергетики, ведь человек, потребляя пищу, производит действительно чистую энергию. Далее приведен приблизительный расчет того, сколько может выработать человек энергии за час.

Согласно различным источникам, человек сжигает в среднем 500 - 700 килокалорий [3] за час интенсивной тренировки, что эквивалентно примерно 600 ваттам. Однако большая часть этой энергии расходуется на поддержание жизнедеятельности человека, а на тренажере остается не больше 100 - 150 ватт [4]. Таким образом, несложно посчитать, сколько в среднем может выработать десять человек (средняя загрузка спортзала) за час тренировки: $W = P * 10 * t$, где W - кВт/ч, P - средняя мощность одного человека, t - время.



Радио и фонарик с ручной подзарядкой

Таким образом, при отдаче в 100 ватт за 16 часов (среднее время работы спортзалов) мы получим примерно 16 кВт/ч электроэнергии (с учетом КПД преобразующих машин), что при цене кВт/ч около 4 руб. будет равняться 240 руб. И это при том, что все тренажеры будут одинаково эффективно преобразовывать энергию человека в электричество. Кроме того, выработка будет непостоянной, что потребует аккумулярующих мощностей. А тренажеры с возможностью генерации будут стоить значительно дороже.

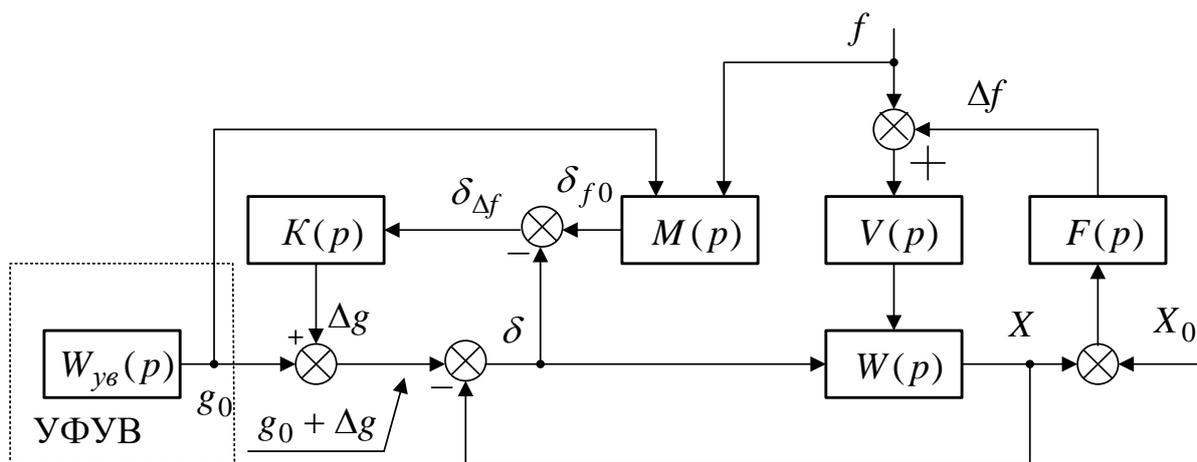
Хотя на первый взгляд идея генерации чистой энергии людьми выглядит привлекательно, при первых расчетах оказывается, что она имеет схожие недостатки с привычной «зеленой» энергетикой в виде дороговизны и непостоянности, но кроме того, еще и окупаемость не представляется возможной. Таким образом, применение таких устройств просто нецелесообразно.

Библиографический список

1. <https://www.hevelsolar.com/about/articles/okupaemost-solnechnykh-elektrostancii-kogda-mozhno-i-nuzhno-schitat/>
2. <https://habr.com/ru/post/228391/>
3. <https://www.professionalsport.ru/blog/2016/01/28/rashod-kaloriy-pri-zanyatiyah-raznymi-vidami-sporta>
4. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.22dc3b16-63281f68-48a3c610-74722d776562/https/www.quora.com/How-much-electricity-does-an-average-gym-use

ОСОБЕННОСТИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САУ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Системы автоматического управления (САУ) с комплементарным управлением относятся к классу адаптивных систем, которые применяются для улучшения динамических характеристик САУ под действием возмущений со стороны объекта и внешней среды, а также дрейфа внутренних параметров [1]. Под комплементарным управлением понимают управление, основанное на коррекции управляющего воздействия. Это предполагает введение дополнительной составляющей в управляющее воздействие для парирования возмущений, перехода объекта управления на новую траекторию, парирования внутренних параметров системы. Структурная схема базовой САУ с комплементарным управлением приведена на рисунке.



Структурная схема САУ с комплементарной коррекцией

На схеме обозначены: $W_1(p)$ – передаточная функция привода с кинематической передачей; $W_2(p)$ – передаточная функция объекта управления; $V(p)$ – передаточная функция привода по возмущению; $M(p)$ – передаточная функция эталонной модели замкнутой САУ; g_0, f – управляющее и возмущающее воздействия привода соответственно; X – непосредственно регулируемая координата; δ – ошибка системы; Δf – отклонение фактического возмущения от расчетного; $\delta_{\Delta f}$ – моментная составляющая ошибки; Δg – дополнительная составляющая управляющего воздействия.

Комплементарное управление основано на четвертой модифицированной форме инвариантности [2]. В функции ошибки вводится дополнительная составляющая в управляющее воздействие для парирования дополнительного (нерасчетного) возмущения $\Delta f(p)$ или для перехода на новую траекторию движения. Необходимо ошибку, обусловленную составляющей $\Delta f(p)$, скомпенсировать дополнительным управлением $\Delta g(p)$. Тогда имеем функции управления и возмущения в виде

$$g(p) = g_0(p) + \Delta g(p); \quad f(p) = f_0(p) + \Delta f(p). \quad \Delta g(p) = F[\Delta f(p), \delta_{\Delta f}(p)].$$

Дополнительная составляющая может формироваться автономно согласно схеме рис. 1 или изменением управляющего воздействия в блоке его формирования (УФУВ).

Область применения комплементарного управления. Технологические процессы и объекты, работающие в условиях недетерминированных внешних возмущений и нестационарных внутренних параметров. Это многокоординатные технологические системы (роботы, станки с ЧПУ), системы слежения за подвижными объектами, мобильные роботы. Управляющими параметрами обычно являются координаты объекта (положение, скорость, ускорение, момент и т. д.). Характерным признаком является дополнительное нерасчетное возмущение, которое может быть вызвано следующими факторами:

1) силовым взаимодействием исполнительного устройства САУ с контактной поверхностью при выполнении технологического процесса.

2) наличием геометрически-силового взаимодействия смежных пар координат кинематической приводной цепи за счет инерционных, диссипативных и Кориолисовых сил;

3) динамическими нагрузками со стороны объекта или выполняемого технологического процесса;

4) неточностью базирования или неопределенностью местоположения технологической траектории в пространстве (случай, когда фактическая траектория отличается от программной);

4) отклонением параметров объекта и системы управления от номинальных значений;

5) препятствиями на пути следования мобильных роботов и необходимость их обхода, что в свою очередь требует изменения траектории;

б) объекты с переменными параметрами (изменение моментов инерции рычагов и массы груза манипулятора, дрейф внутренних параметров элементов и др.).

Особенности построения и функционирования САУ.

1. Для выделения ошибок, соответствующих расчетному возмущению и номинальным параметрам системы используется эталонная модель замкнутой системы $M(p)$. При этом реализуются модели передаточных функций по ошибке от управляющего (МОУ) и возмущающего воздействия (МОВ).

2. Сумма составляющих ошибок от нерасчетного возмущения δ_{df} и дрейфа параметров δ_{ng} получается как разность между текущей ошибки с выхода моделей МОУ и МОВ и ошибки непосредственно системы.

3. Дополнительная составляющая реализуется блоком с передаточной функцией $K(p)$.

4. Алгоритмы формирования дополнительной составляющей могут быть определены аналитически или реализованы на основе нейронной сети с предварительным или динамическим обучением [3, 4].

Библиографический список

1. Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы / А. Г. Александров. – М. : Высш. шк., 1989. – 263 с.

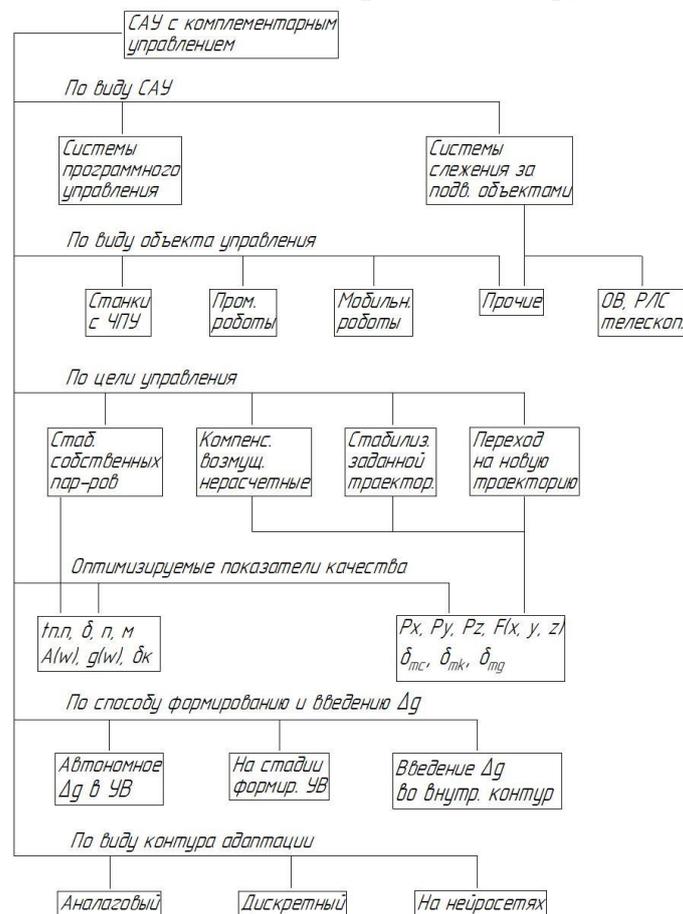
2. Кобзев, А.А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, Н.А. Новикова, А.В. Лекарева. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 158 с.

3. Alexander Kobzev, Yuri Monakhov, Anastasia Lekareva. Dynamic correction algorithms in multi-axis systems based on predictive and invariant control methods // 13th International Symposium «Intelligent Systems» (INTELS 18). Procedia Computer Science 150. 2019. P. 433-440.

4. Кобзев, А.А. Анализ алгоритмов обучения нейронной сети / А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, О.С. Сидорова // Современные наукоемкие технологии. - 2021. - № 6 (ч. 1). – С. 23-28.

КЛАССИФИКАЦИЯ САУ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Рассматриваются САУ с комплементарным управлением (САУ КУ). Под комплементарным управлением здесь понимаем коррекцию управляющих воздействий для мехатронных систем и следящих приводов различных видов и технологических объектов и технологических процессов. Эти САУ относятся к классу адаптивных систем с моделью [1]. Выделим основные классификационные признаки (под номерами), в которых дадим, в свою очередь, их разновидности. Классификационная таблица приведена на рисунке. Проведем анализ выделенных групп и подгрупп.



Классификация САУ с комплементарным управлением

1. Станки с ЧПУ. 2. Промышленные роботы. 3. Мобильные роботы.
4. Системы слежения за подвижными объектами: объекты вооружения, радиолокационные станции, телескопы,
5. Системы наведения и стабилизации: наземные, морские

1. По виду САУ. В основу квалификационного признака положен характер технологического процесса (рассматриваем мехатронные системы – управление движением) в котором управляющие воздействия формируются различными способами. Здесь выделены две большие группы:

1. Системы с программным управлением.
2. Системы слежения за подвижными объектами.

В системах программного управления траектория движения заранее известна и управляющее воздействие описывается известными аналитическими функциями или адано таблично. Это в дальнейшем, в свою очередь определяет и способ формирования дополнительного управления. Здесь возможно введение автономного дополнительного управления или изменения (деформации) заданной траектории. Во втором случае управляющее воздействие, определяемое траекторией движения подвижного объекта не известно. При этом нельзя «войти» в закон формирования управляющего воздействия. Дополнительное управление следует формировать в виде автономной составляющей.

2. По виду объекта управления. Выделяем характерные группы оборудования в классе мехатронных и робототехнических систем. В каждой группе своя специфика формирования управляющих воздействий и природа и вид возмущений.

3. По цели управления. В отличие от традиционных самонастраивающихся систем, в которых корректируются как правило внутренние параметры (коэффициенты передачи, постоянные времени и др.) здесь компенсация достигается введением дополнительного управления. Следует иметь в виду всегда области изменения внутренних параметров, которые не должны приводить к потере устойчивости или граничных значений показателей качества.

1. Стабилизация собственных параметров, или парирование внутренних возмущений. Это возможно, когда допустимый дрейф параметров не изменяет устойчивость системы.

2. Компенсация нерасчетных возмущений, или вообще возмущений. Основной вопрос здесь – выделение этого возмущения и алгоритм его парирования.

3. Стабилизация заданной траектории при действии возмущений, в том числе, отличных от расчетных;

4. Переход на новую траекторию. Здесь, в свою очередь, выделяем две ситуации: 1) в случае ее изменения в режиме целеуказания; 2) невозможность выполнять движение по заданной траектории, например, обход препятствий у мобильных роботов.

4. Оптимизируемые показатели качества. Здесь крупным планом выделяем две группы:

1. Показатели свободного переходного процесса (время переходного процесса, перерегулирование, число перерегулирований), и частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ разомкнутой или замкнутой системы) САУ.

2. Требуемые усилия или моменты при выполнении техпроцесса и пропорциональные и им ошибки.

5. По способу формирования и введения дополнительного управления. Отличительный признак в части движения объекта управления и способа задания и определения его траектории.

1. Автономная составляющая, когда закон изменения управляющего или возмущающего воздействия не известен (следающие системы, системы управления за подвижными объектами).

2. Формирование дополнительной составляющей в устройстве его формирования. Это системы программного управления, когда управление известно и задано в аналитической или табличной форме.

3. Введение дополнительного управления во внутренний контур. В двух случаях: парирование внутренних возмущений; компенсация внешних возмущений.

4. С полиномиальным управлением (в таблице не показана) [2]. Базовое управляющее воздействие подается на полиномиальный регулятор, выходной сигнал которого подается на вход САУ.

6. По виду реализации дополнительной составляющей (контур адаптации). Это определяется видом реализации САУ и контура адаптации.

1. Аналоговый автономный контур.

2. Дискретный автономный контур.

3. Контур на нейронных сетях. В этом случае его алгоритм формируется в режиме обучения сети [3].

Комплементарная коррекция управляющего воздействия является одним из перспективных направлений для парирования внутренних и внешних параметров, а также для коррекции скорости и траектории движения автономных приводов и координатных САУ. Здесь требуется решение

своих специфических вопросов в части формирования алгоритмов и оценки степени устойчивости возмущенного движения.

Библиографический список

1. Кобзев, А.А. Структурное представление систем автоматического управления с комплементарным управлением / А.А. Кобзев // Оборонная техника. 2021. № 7, 8. С. 95 - 101.

2. Тарарыкин, С. В., Структурно-параметрический синтез и цифровая реализация регуляторов мехатронных систем / С. В. Тарарыкин, В. В. Тютиков, А. А. Анисимов, Л. Г. Копылова, В. В. Аполонский // Иваново: ИГЭУ. 2019. 216 с.

3. Кобзев, А.А. Анализ алгоритмов обучения нейронной сети / А.А.Кобзев, А.В.Лекарева, О.С. Сидорова / Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6 (ч. 1). С. 23 - 28.

УДК 629.113.066

А. А. Кобзев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МОДЕЛЬ ОПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОУСИЛИТЕЛЬ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматривается оператор как динамическое звено в системе управления движением транспортного средства с ориентацией на автомобили.

Ключевые слова: электроусилитель рулевого управления (ЭУР), оператор, модель, структурная схема, система автоматического управления, контур управления.

В процессе движения транспортного средства оператор (водитель) управляет двумя параметрами движения - траекторией и скоростью. При настоящем рассмотрении выделяем крупные подсистемы: 1) оператор; 2) электроусилитель рулевого управления; 3) управления скоростью движения; 4) непосредственно объект управления (автомобиль в целом, включая его массу, систему подвески и др.). Подсистема рулевого управления реализует две функции: передачу углового положения руля и движущего момента этого контура на рулевые колеса. ЭУР является автономным контуром этой системы. Он создает дополнительный момент и угловое положение в функции момента и углового положения рулевого вала [1]. Вторая подсистема

определяет скорость движения автомобиля и влияет на момент трения колес с поверхностью трассы и радиус поворота.

Рассмотрим модель оператора в составе системы ЭУР [2, 3, 4]. Структурная схема модели представлена на рисунке. Оператор и составляющие общей схемы описываются звеньями с передаточными функциями (ПФ) $W_i(p)$ и выполняют следующие процедуры.

Оператор (водитель).

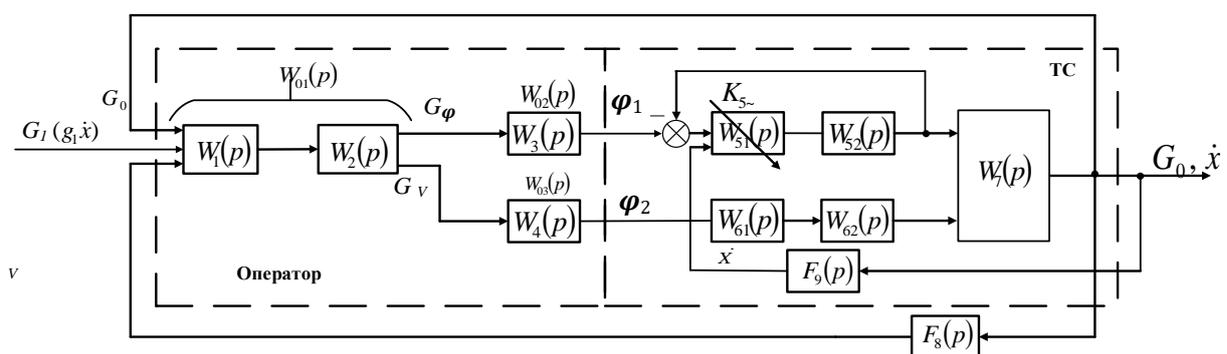
1. Звено с ПФ $W_0(p)$: формирование траектории и скорости движения $G_1(F_1(x, y, z), V_1, t)$. На схеме не показано. Исходные данные – траектория движения по трассе с опорными точками. Располагается в памяти оператора и запрашивается постоянно.

2. Звено с ПФ $W_1(p)$ выполняет следующие процедуры:

- анализ фактических значений траектории (расположение продольной оси транспортного средства относительно текущего положения трассы) и скорости движения $G_0(F_0(x, y, z), V_0, t)$;

- замыкание системы по главной обратной связи по положению и скорости (сравнение задания и фактического положения и значения скорости) $\Delta G(t) = G_1(t) - G_0(t)$; $\Delta V(t) = V_1(t) - V_0(t)$.

3. Звено с ПФ $W_2(p)$: формирование управляющих воздействий по углу поворота рулевого колеса (верхние конечности - руки) G_φ и скорости движения (нижние конечности – угол наклона стопы голеностопного сустава) G_v . Здесь оператором выполняется разложение общей функции управления на две автономные для исполнительных подсистем непосредственно движения.



Структурная схема модели оператора с объектом управления

4. Объединяем звенья интеллектуального уровня в одно звено с ПФ

$$W_{01}(p) = W_0(p) W_1(p) W_2(p).$$

5. Звено с ПФ $W_3(p)$: обработка сигналов задания для верхних конечностей G_φ (задание углового положения рулевого колеса) в угол поворота рулевого колеса φ_1 .

6. Звено с ПФ $W_5(p)$: обработка сигналов задания для нижних конечностей - задание скорости движения в виде углового положения педали сектора газа φ_2 .

Контур ЭУР с объектом.

7. Контур ЭУР представляет следящую позиционно-силовую систему [2] с регулятором $W_{51}(p)$ и механическую передачу с объектом управления $W_{52}(p)$. Чувствительным элементом этой системы является торсион, замыкающим ЭУР по цепи главной обратной связи.

8. Контур регулирования скорости представляет разомкнутую систему с обработкой дозы впрыска в ДВС пропорционально углу поворота педали сектора газа φ_2 с регулятором $W_{61}(p)$ и объектом управления (термодинамический процесса сгорания топлива и выработки механического движения на изменение момента и скорости движущих колес) $W_{62}(p)$.

Транспортная система.

9. Объект управления – автомобиль с ПФ $W_7(p)$ (это динамическое звено, определяемое многими параметра (масса, скорость, динамика подвески, тормозные силы и пр.). Динамика автомобиля оказывает влияние на регулируемую координату и оценивается непосредственно оператором.

Выделяем в модели оператора, как звене, САУ три компоненты:

1. Звено анализа трассы и положения автомобиля и формирования управляющих воздействий для двух последующих подсистем, ПФ этого звена запишем в виде

$$W_{01}(p) = \frac{K_0 e^{-\tau p}}{(T_1^* p + 1)} = \frac{K_0}{(T_1 p + 1)};$$

где τ – время чистого запаздывания оператора, принимаем 0,04с (частота зрительного контура 25Гц);

T_1 – постоянная времени анализа и выработки управляющего воздействия, принимаем $T_1 = 0,01$;

K_0 – коэффициент восприятия и выработки управляющих воздействий, принимаем $K_0 = 1$.

Чистое запаздывание можно привести к постоянной времени как

$$T_1 = T_1^* + \tau.$$

2. Исполнительная система задания углового положения рулевого колеса, верхний плечевой пояс, описывается ПФ

$$W_{02}(p) = \frac{K_{02}}{(T_{02}p + 1)}$$

3. Исполнительная система задания скорости движения (угла перемещения педали сектора газа), нижний плечевой пояс, описывается ПФ

$$W_{03}(p) = \frac{K_{03}}{(T_{03}p + 1)}$$

Тогда ПФ оператора по каналу заданий углового положения рулевого колеса $W_{012}(p)$ и углового положения педали сектора газа $W_{013}(p)$ запишутся:

$$W_{012}(p) = \frac{K_0}{(T_1p + 1)} \frac{K_{02}}{(T_{02}p + 1)}; \quad W_{013}(p) = \frac{K_0}{(T_1p + 1)} \frac{K_{03}}{(T_{03}p + 1)}$$

Коэффициенты передачи (оператора) по обоим канал принимаем

$$K_{01} = K_{02} = 1.$$

Общую САУ движением автомобиля далее следует рассматривать с ЭУР, системой управления скоростью и объектом управления, взаимодействующим с трассой при движении.

Библиографический список

1. Никулин, Г.Л. Система управления для электромеханического усилителя рулевого управления автомобиля / Г.Л. Никулин, Г.А. Французова // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2006. – № 10. – С. 21-26.

2. Устюжанин, А.Д. Динамическая идентификация и оценивание динамических характеристик человека-оператора в системах человек-машина / А.Д. Устюжанин, К.А. Пупков // М.: РУДН. - 2011. – 180 с.

3. Кобзев, А.А. Структурное представление электроусилителя рулевого управления как мехатронной системы // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. Владимир, 2021. - С. 282-284.

4. Кобзев, А.А. Структурное представление электроусилителя руля с оператором в контуре управления // Материалы ВНТК ЭМПиРиКА-2021. Ковров : КГТА, 2021. – С. 190 - 195.

САУ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ

В докладе рассматриваются вопросы построения САУ с прогнозирующей моделью и нейросетевым регулятором в контуре адаптации с комплементарной коррекцией управляющего воздействия [1, 2, 3, 4]. Функциональная схема системы приведена на рис. 1.

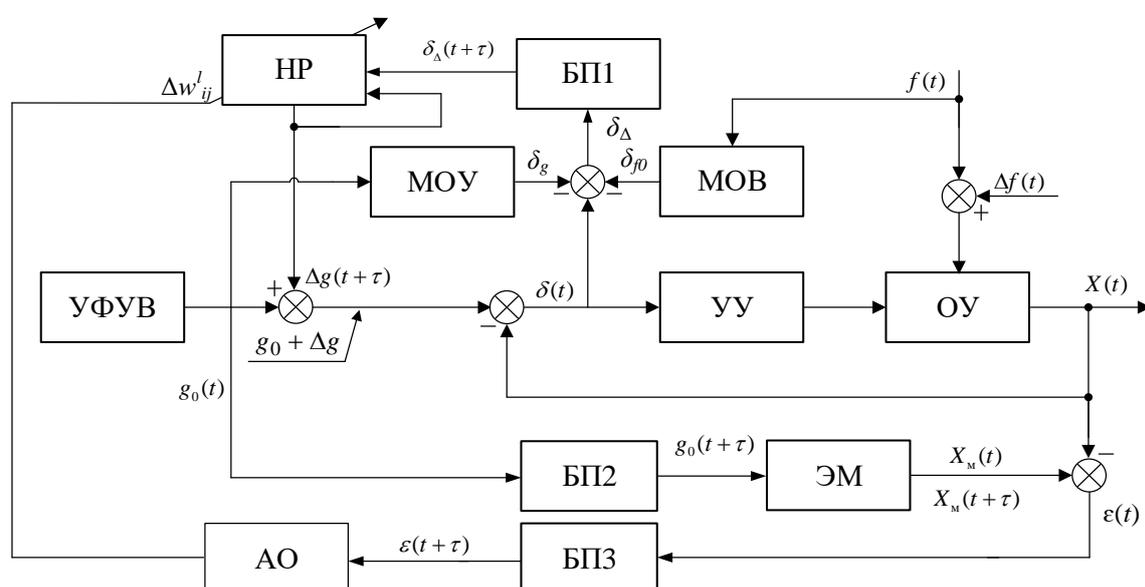


Рис. 1. Функциональная схема САУ

На схеме обозначено: УФУВ – устройство формирования управляющего воздействия; УУ – устройство управления; ОУ – объект управления; ЭМ – эталонная модель, обладающая заданными динамическими показателями; МОУ – модель ОУ по ошибке от управляющего воздействия; МОВ – модель ОУ по ошибке от возмущающего воздействия. МОВ и МОУ образованы статическими зависимостями первого и второго коэффициентов ошибки от соответствующего воздействия; НР – нейронная сеть, или регулятор; АО – алгоритм обучения; БП1, БП2, БП3 – блоки прогнозирования. Переменные системы: $g_0(t)$, $f(t)$ – управляющее и возмущающее воздействия соответственно; $X(t)$, $X_M(t)$ – регулируемая координата системы и эталонной модели соответственно; $\delta(t)$ – суммарная ошибка системы; $\Delta f(t)$ – дополнительное не измеряемое возмущение; $\delta_{f0}(t)$, $\delta_g(t)$ – составляющие

ошибки системы, обусловленные возмущающим и задающим воздействиями; $\delta_{\Delta}(t)$ - составляющая ошибки, пропорциональная дополнительному возмущению; $\Delta g(t)$ – дополнительная составляющая управляющего воздействия в основном управлении $g_0(t)$. На схеме показаны три блока прогнозирования. Это позволяет вести исследования различных вариантов формирования дополнительного управления и алгоритма обучения НР с прогнозом:

- 1) без прогнозирующего управления: БП1, БП2, БП3 отсутствуют;
- 2) в функции только прогноза ошибки от нерасчетного возмущения, включен только БП1;
- 3) целевая функция АО – ошибка модели и системы, только БП3;
- 4) целевая функция АО – прогнозируемые ошибки модели и системы, БП1, БП2, БП3.
- 5) составляющие переменных с прогнозированием $g_0(t + \tau)$, $\Delta g(t + \tau)$, $X_m(t + \tau)$, $\delta_{\Delta}(t + \tau)$, $\delta(t + \tau)$.

Для прогнозирования соответствующих переменных могут быть использованы различные методы и интерполяционные полиномы: на основе интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и Эткина; глобальная и кусочно-полиномиальная интерполяция; интерполяция сплайнами и кусочно-полиномиальная, метод наименьших квадратов и др. [2]. Лучшие результаты дают интерполяционная формула Ньютона, кубическая интерполяция сплайнами и аппроксимация методом наименьших квадратов.

Для обучения нейронной сети можно использовать два варианта. Первый состоит в автономной настройке с симулятором входных для нейронной сети сигналов, а второй предусматривает обучение нейронной сети в режиме моделирования полной структуры [3, 4].

Настоящая структура позволяет провести широкий спектр исследований влияния внешнего возмущения и внутренних параметров с учетом прогнозирования и интеллектуальных алгоритмов нейронной сети.

Библиографический список

1. Кабанов, С.А. Управление системами на прогнозирующих моделях / С.А. Кабанов. СПб. : СПбГУ, 1997. - 200с.
2. Кобзев, А.А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, Н.А. Новикова, А.В. Лекарева. Владимир, 2014. – 160 с.

3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. : пер. с англ. – М. : И.Д. Вильямс, 2017. 1104 с.

4. Кобзев, А.А. Динамическая коррекция управляющего воздействия в робототехнических системах на базе нейросетевой технологии с онлайн-обучением / А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, Н.А. Новикова, О.С. Сидорова // Современные наукоемкие технологии. No. 12, vol. 2, 2018, pp. 282 - 288.

УДК 62-503.57

К. В. Козлов, В. П. Умнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СИСТЕМА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Одной из актуальных задач при эксплуатации лазерных станков является увеличение ресурса оптических элементов, подверженных загрязнению и нагреву. Наиболее распространенным загрязнителем оптической системы лазерного оборудования является пыль, которая, попадая на зеркала и линзы, подгорает в лазерном луче, оставляя пригар на поверхности зеркала, вызывая поглощение энергии излучения в месте пригара и приводя к преждевременному выходу зеркала из строя. При импульсном характере излучения с высокой энергией в импульсе наличие пыли на оптических элементах может вызвать образование плазмы. Естественным способом борьбы с пылью является надежная герметизация оптического тракта. Максимально надежный способ борьбы с пылью – накачка зоны зеркального оптического тракта азотом с некоторым небольшим избыточным давлением (такой способ используется в лазерных станках фирмы Trumpf). Однако такой способ требует максимальной герметизации, что не всегда возможно. В большинстве случаев при эксплуатации лазерных станков используется периодическая очистка отражающей поверхности зеркал от пыли с использованием различных очистителей.

Наряду с очисткой от пыли для нормального функционирования оптической системы зеркала в процессе работы необходимо непрерывно охлаждать. Для этого можно использовать систему циркуляции охлаждающей жидкости или охлажденный очищенный газ. На основании проведенного анализа для повышения коэффициента отражения и жизненного цикла оп-

тических элементов лазерных технологических установок наклепа предлагается комбинированная регулируемая система защиты зеркал от пыли и перегрева с использованием охлажденного ионизированного воздуха.

На рис. 1 приведена структурная схема подсистемы на которой обозначено: 1 – одно из зеркал оптической системы лучепровода; 2 – сопло подачи ионизированного или неионизированного охлажденного воздуха; 3 – заборник воздуха и пыли, имеющий отрицательный потенциал; 4 - изолятор заборника от корпуса; 5 – воздушный фильтр; 6 – аэроионизатор, создающий положительный потенциал ионам воздуха; 7 – блок охлаждения воздуха; 8 – насос с регулятором расхода воздуха; 9 – датчик нагрева зеркала; 10 – микроконтроллер. На рис. 2 изображено движение частиц пыли и воздуха у поверхности зеркала. В предлагаемой системе, насос 8 создает циркуляцию воздуха в замкнутом контуре. Воздух истекает из сопла 2, выполненного с возможностью регулирования направления потока воздуха на поверхность зеркала.

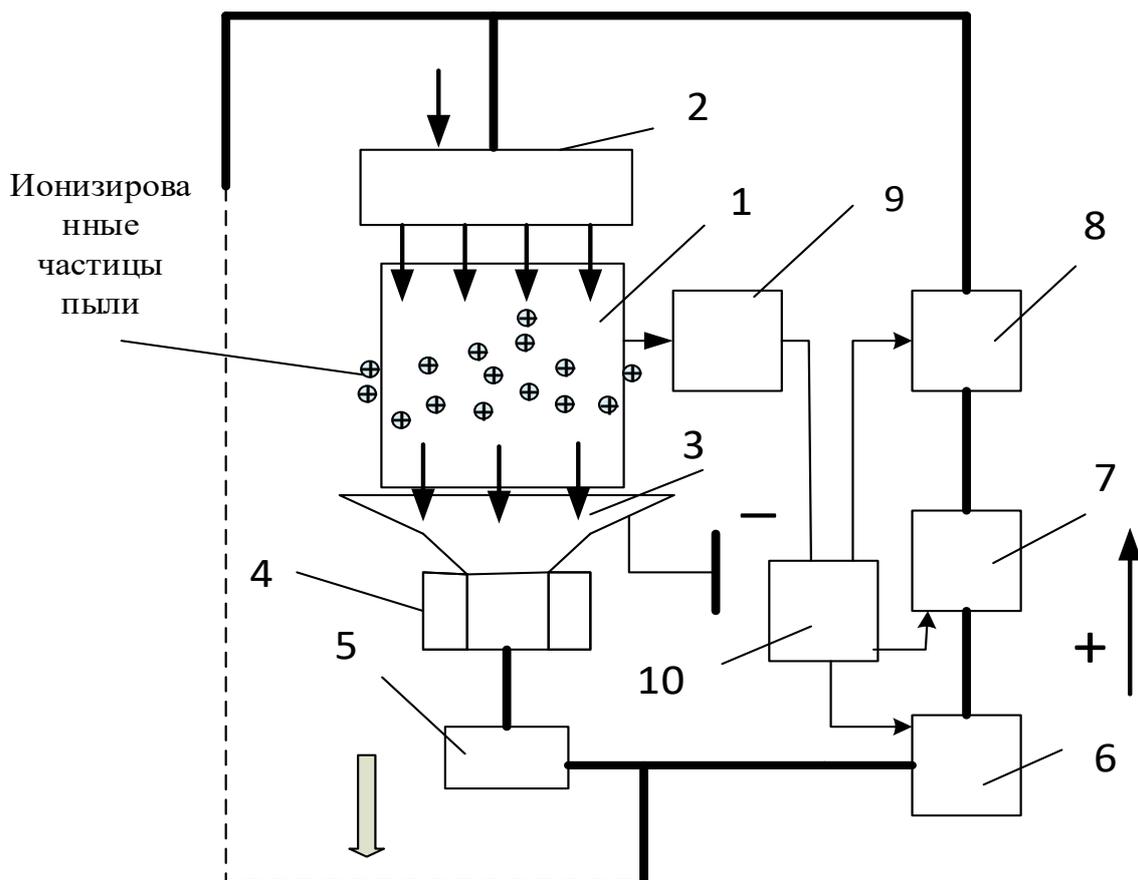


Рис. 1. Структурная схема системы охлаждения и очистки зеркал от пыли

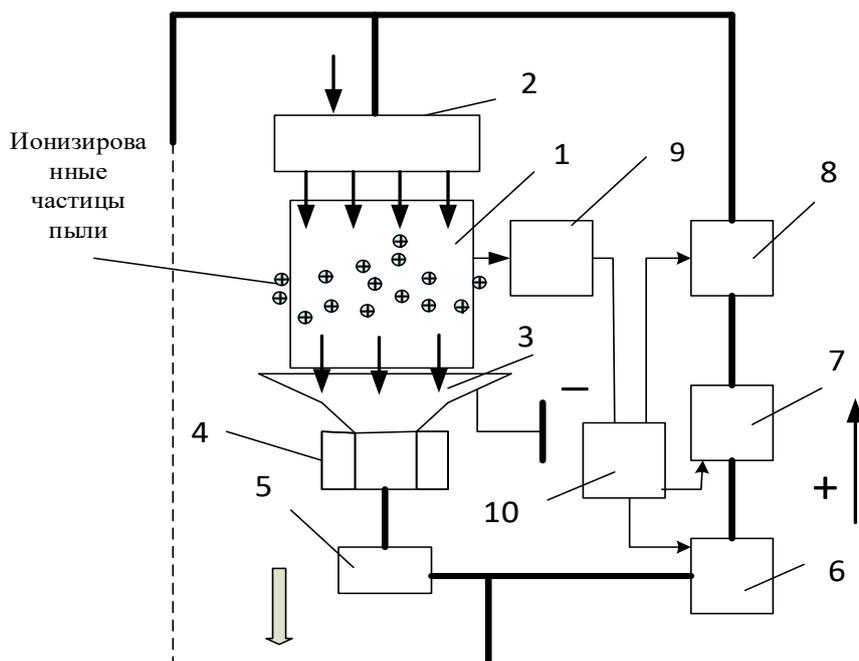


Рис. 2. Движение частиц пыли и воздуха у поверхности зеркала

Протекая по и около поверхности зеркала воздух охлаждает ее и через заборник 3 и фильтр 5 поступает в ионизатор 6 и далее в блок охлаждения 7. Датчиком 9 измеряется температура нагрева зеркала лазерным лучом.

Система работает следующим образом. Перед подачей лазерного излучения включается циркуляционный насос 8, создающий небольшое (0,02-0,05 мПа) избыточное давление и ионизатор воздуха 6, создающий положительный потенциал ионам воздуха. Поток ионизированного воздуха, протекая по и около поверхности зеркала, заряжает положительно частицы пыли, которые притягиваются к отрицательно заряженному заборнику 3, нейтрализуются и оседают на фильтре 5. По истечении определенного промежутка времени, необходимого для удаления пыли с поверхности зеркала и в её окрестности ионизатор выключается, включается источник лазерного излучения и блок охлаждения воздуха 7. Поток воздуха охлаждает зеркало, и в случае повышения температуры нагрева зеркала выше допустимого значения увеличивается температура охлаждения и расход воздуха. Включение ионизатора производится периодически в зависимости от регламента обслуживания оптической системы. Предлагаемое техническое решение позволит одновременно обеспечить управляемое охлаждение зеркал и удаление пыли без снятия защитных кожухов и механического воздействия на зеркальную поверхность, что обеспечит повышение коэффициента отражения и жизненного цикла оптических элементов лучепровода.

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВКИ СКОРОСТИ ГИДРОПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

На сегодняшний день гидравлические приводы остаются незаменимой частью промышленных роботов. Это поясняется высокой надежностью, безотказностью, высокой энергоемкостью, быстродействием и малой инерционностью.

Гидравлический привод современных промышленных роботов представляет собой достаточно сложную систему. Моделирование и описание математическими функциями процесса работы узлов требует высоких мощностей для вычислений.

Выделяют две основные схемы работы узлов промышленных роботов (рис. 1). Управление поступательным движением осуществляется за счет изменения скорости передвижения поршня гидроцилиндра (рис. 1, а). При этом в гидравлической схеме управления используются гидравлический бак (1), насос (2), трехпозиционный гидрораспределитель (3), обратный клапан (4), регулируемый дроссель (5), гидроцилиндр (6) и предохранительный клапан (7) [0].

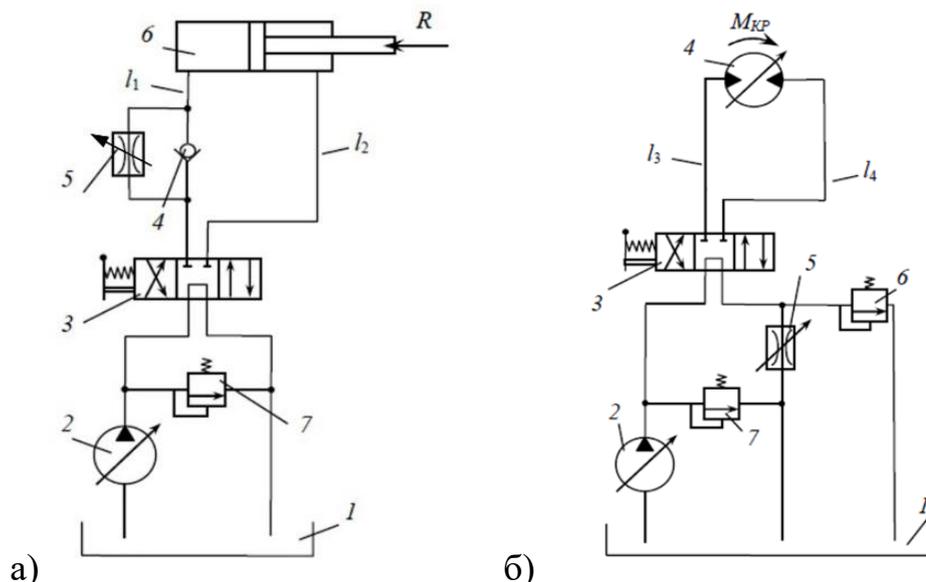


Рис. 1. Схемы гидравлические рабочих подач промышленного робота: а – схема поступательного движения; б – схема вращательного движения

В гидравлической схеме вращательного движения (см. рис. 1, б) выходным звеном будет являться гидромотор, способный управлять перемещением промышленного робота вокруг своей оси. В гидравлическую схему такого движения входят: гидравлический бак (1), из которого подается рабочая жидкость или масло, насос (2), трёхпозиционный гидрораспределитель (3), гидромотор (4), регулируемый дроссель (5), предохранительный клапан (6, 7) [0].

Для управления скоростью рабочего органа в схемах управления используются различные типы регулирования работы выходного звена. К таким типам относят дроссельное, объемное и объемно-дроссельное регулирование.

В работе рассматривается возможность изменения скорости выходных звеньев путем дроссельного регулирования (рис. 2). На входе рабочую жидкость насос подает в гидрораспределитель (ГР). Проходя через дроссель (Др) жидкость попадает в гидроцилиндр (ГЦ). На пути к гидроцилиндру устанавливается датчик давления (ДД), с помощью которого появляется возможность определения уровня давления на входе в гидроцилиндр. Полученное значение с датчика в режиме реального времени отслеживается системой управления дросселем и на основе установленных в задающем устройстве (ЗУ) законов управления вырабатывается управляющее воздействие на дроссель.

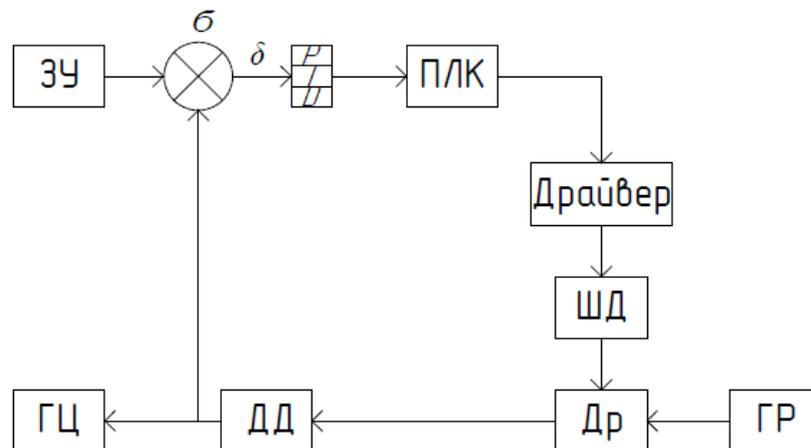


Рис. 2. Структурная схема дроссельного регулирования

В действие ДР приводит шаговый двигатель (ШД) с подобранными параметрами под систему промышленного робота. Управляющие воздей-

стве через сравнивающие устройство попадает в промышленный логический контроллер (ПЛК) со встроенным ПИД-регулятором и через драйвер приводит во вращение ШД.

Такой способ регулировки позволяет в режиме реального времени производить управления выходными звеньями промышленного робота с возможностью плавной регулировки.

Библиографический список

1. Глубокий, В. И. Типовые схемы гидравлических приводов: учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям для студентов технических специальностей высших учебных заведений / В. И. Глубокий, А. М. Якимович, И. В. Макаревич. – Минск : БНТУ, 2015. – 83 с.

2. Санкович, Е. С. Гидравлика, гидромашины и гидропривод : учеб.-метод. пособие по курсовой работе для студентов специальностей 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов», 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» / Е. С. Санкович, А. Б. Сухоцкий. – Минск : БГТУ, 2011. – 141 с.

УДК 62-503.57

М. С. Лабаев, Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Беспилотные технологии уже крепко вошли в передовую науку и технику, ими занимаются вся крупные ИТ-компании и университеты по всему миру. В ближайшем будущем искусственный интеллект будет в каждом «утюге», сфера его применения огромна. Обычно, когда говорят о беспилотных технологиях, представляют мобильного робота. Гусеницы, лапы или ноги, колеса – самый изученный способ перемещения мобильных роботов. Существуют роботы ползающие, катящиеся, прыгающие, плавающие, а также летающие, о которых и пойдет речь дальше.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (см. рисунок) на данный момент времени распространены не во всех возможных сферах их применения, или где-то используются, но либо в малом количестве единиц, либо не так эффективно, как хотелось бы. У БПЛА есть большие перспективы в самых разнообразных задачах, которые требуют высокой маневренности и

наблюдательности, для решения которых в идеале нужно привлечь большие коллективы людей. При этом существует весоное ограничение на размер таких коллективов – это их образование, опыт и навыки, подходящие для решения проблемы.



Беспилотные летательные аппараты

Например, рассмотрим ситуацию в лесоохране. В России 45 % территории покрыто лесом, площадь лесов России составляет около 809 млн га, лесничих 23 тыс. человек. Получается, что один лесничий присматривает за территорией площадью 352 км². Поэтому создаются незаконные вырубки леса и возникают пожары, для успешного предотвращения которых требуется больше лесников.

Использование БПЛА может облегчить затраты на обучение персонала при сохранении ресурсов, которые могут быть направлены на совершенствование пожаротушения. Если выделить каждому человеку из лесной охраны по дрону, который будет обследовать определенный участок на наличие пожара и фиксировать нарушения, то количество лесных пожаров и незаконных мест вырубки леса должны снизиться.

Отметим актуальные и перспективные направления использования беспилотных летательных аппаратов:

1. Сельское хозяйство

Каждый год миллионы людей заняты в сельском хозяйстве. Для облегчения работы простых фермеров можно использовать дроны».

БПЛА могут выполнять следующие функции:

- Разведывать земельные участки и посевы;
- Опрыскивать и удалять сорняки;
- Контролировать рост урожая.

Данное направление считается перспективным. Ожидается, что в ближайшие годы рынок сельскохозяйственных беспилотников вырастет более чем на 38 %. В связи с ростом численности населения и изменением климата необходимость повышения эффективности сельского хозяйства будет только увеличиваться

2. Археология

В археологии БПЛА активно используются для поиска древних мест поселений и захоронений, оснащенные магнитными камерами БПЛА может сканировать участок предполагаемого места раскопок на наличие металлов (орудия труда, ножи, мечи, украшения). Археологи изучают местность с помощью тепловых камер. Они позволяют узнавать о структуре почвы, о содержании в ней влаги и о растительности. Территории, где находятся объекты, представляющие археологическую ценность, имеют специфическую форму и отлично заметны с воздуха. С появлением дешевых БПЛА были обнаружены десятки ценных для археологии экспонатов за последние 5 лет. Время, которое требуется для обнаружения потенциального места раскопок, заметно снижается. Например, 5600-летний «Дом мертвых» был обнаружен в июле 2017 года в Англии в Солсбери. Ученые обнаружили древнее место захоронения с помощью дрона, который обнаружил скрытую структуру: длинный погребальный курган. Предположительно с остатками строителей «Стоунхенджа». Данное направление имеет перспективы роста применения БПЛА в археологии.

3. Поиск пропавших без вести

Беспилотные летательные аппараты активно используются при поиске пропавших без вести. Поиск потерявшегося человека требует совместных усилий большого количества человек, только для осмотра участка с высокой травой или снегом размерами 500×500 м пешей группе из пяти человек требуется около 6 - 8 часов, применение БПЛА в данной области упростит поиск пропавших людей в условиях дикой местности: в лесах, горах, болотах. Правильно обученный дрон на обнаружение заметных черт пропавших: яркая одежда, следы и пр. способен быстро обнаруживать их и передавать информацию о местоположении человека поисковой группе. Дан-

ную технологию активно применяют поисковые группы. Так, в «Лиза-Алерт» есть команда, которая занимается поиском пропавших, используя беспилотники, по их информации, применение беспилотников при поиске экономит до 500000 чел.-ч., а сам поиск осуществляется за несколько часов.

4. Исследование опасных сооружений

Существуют такие задачи на опасных объектах, в которых присутствие человека нежелательно для его здоровья. В таких условиях человек не может нормально работать без риска для жизни, напротив применение роботов позволяет безопасно обследовать опасные сооружения на наличие дефектов в конструкции, анализировать степень опасности возникновения чрезвычайных ситуаций. В этом направлении беспилотники могут быть использованы при обследовании химических заводов, атомных станций, подземных сооружений. Разработками дронов для обследования недоступных для человека сооружений активно занимаются ведущие компании по разработки роботов на территории Европы и США.

5. Грузовые перевозки

Беспилотники могут заменить пилотов при транспортировке грузов. Использование беспилотников для перевозки грузов, позволяет уменьшить количество пилотов в транспортировке грузов, оставив им перевозку пассажиров. Способные работать в любое время, не требующие времени на сон и отпуск, беспилотники уменьшат время доставки грузов и их перевозимое количество за день. Многие компании уже сейчас заняты над внедрением беспилотников в грузовые перевозки грузов, в будущем количество беспилотников среди грузового транспорта будет расти.

Таким образом, можно выделить несколько перспективных направлений, в которых намечено активное применение беспилотников. В дальнейшем применение беспилотных летательных аппаратов будет расширяться, и мы увидим их применение в самых разных аспектах нашей жизни.

Библиографический список

1. <https://glavagronom.ru> – применение дронов в сельском хозяйстве.
2. <https://indicator.ru> – применение дронов в археологии.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ ПРИВОДАМИ

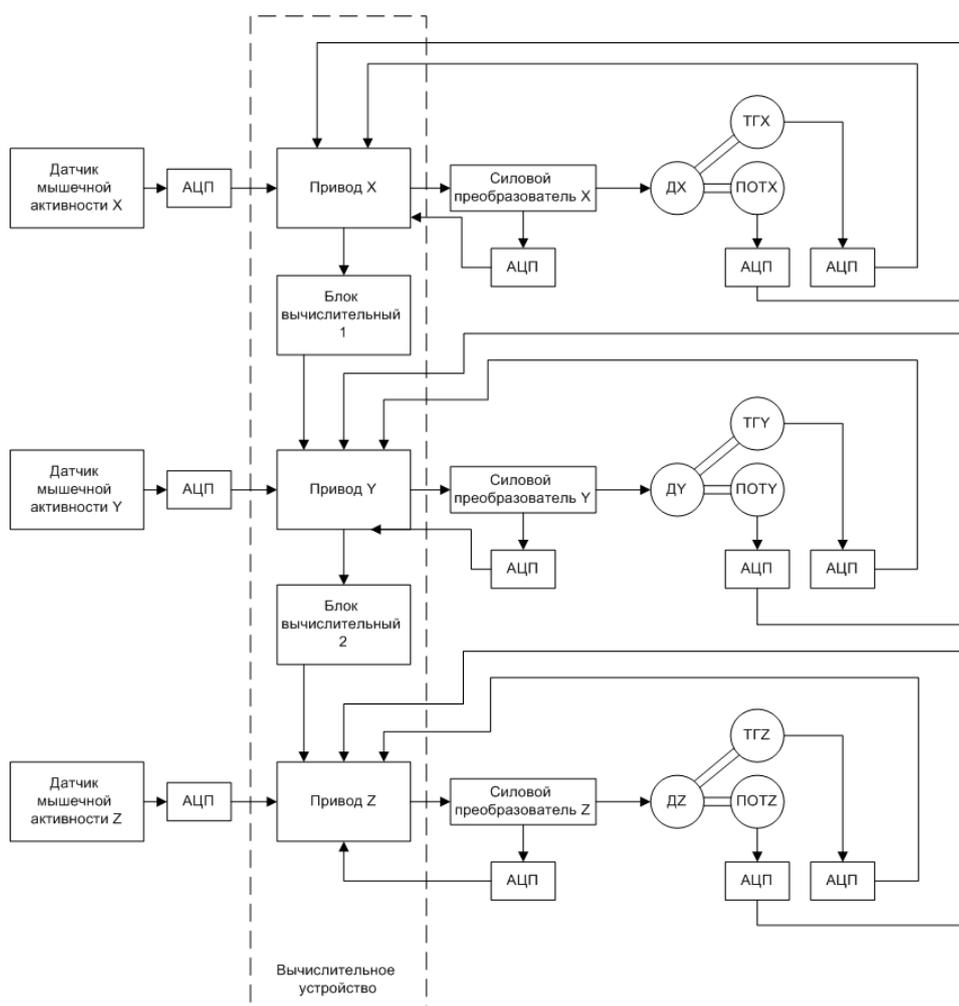
Структурное описание системы управления силовым каркасом экзоскелета – переходный этап между её моделированием [1] с помощью ЭВМ и созданием реального опытного образца. Необходимо в первую очередь выделить все её составные части для дальнейшего анализа. Первым этапом становится отделение вычислительной части от аппаратной, поскольку на этапе моделирования все элементы системы были частью симуляции и описывались с помощью передаточных функций. Если сам привод в виде контуров тока, скорости и положения может быть выполнен как аппаратно, в виде аналогового привода, так и описан в виде законов заданных в цифровом виде на вычислительном устройстве формирующее управляющее воздействие, то силовой преобразователь и тем более двигатели с датчиками это исключительно внешние устройства.

Современные вычислительные устройства в виде ЭВМ и микроконтроллеров обладая высоким быстродействием способны эффективно обрабатывать постоянно поступающую и изменяющуюся внешнюю информацию, тем самым могут производить вычисления передаточных функций. Поэтому учитывая готовую модель привода в среде MATLAB Simulink логичнее отдать предпочтение цифровой реализации привода.

Теперь необходимо определить источники информации, которая будет поступать на вычислительное устройство. Изначально в модели определены следующие обратные связи: по току, по скорости, по положению. В качестве датчиков тока можно использовать специальный выход SENS на микросхемах силовых преобразователей. Ввиду неполного оборота вала двигателя и необходимости определения положения отличного от нуля даже после отключения и вновь включения питания стоит применить потенциометр, что решает эту задачу. Для обработки сигналов с датчиков положения потребуется ввести АЦП, поскольку потенциометр выступает здесь в роли делителя напряжения, а значит имеет аналоговый сигнал. В качестве датчиков скорости можно применить оптический энкодер либо тахогенератор. В случае с энкодером необходим дополнительный алгоритм обработки, что на

ранних этапах проектирования опытного образца потребует временных затрат на написание и отладку программы обработки. Поэтому для конкретно данной модели выбор сделан в пользу тахогенератора в виде двигателя постоянного тока, которому понадобится лишь дополнительный АЦП. Так же в системе используются датчики мышечной активности, как отслеживание состояния мышц человека, который управляет экзоскелетом. В них так же присутствует аналоговый выход, что потребует обработки АЦП.

Полная структурная схема приведена на рисунке.



Структурная схема системы управления

Управляемые объекты в данной системе – это электродвигатели постоянного тока. Силовой преобразователь при этом принимает сформированный ШИМ сигнал с вычислительной системы и управляет работой двигателей.

Таким образом, появляется некая структура системы управления. В ней в цифровом виде представлены:

- 3 электропривода, каждый из них имеет контуры тока, скорости и положения

- 2 вычислительных блока обеспечивающих взаимосвязь 3х приводов.

- Блоки формирования ШИМ-сигналов.

Аппаратная часть системы управления представлена в виде:

- 3х силовых преобразователей, в которых предусмотрена функция передачи информации о токе

- 3х датчиков положения

- 3х датчиков скорости

- 3х электродвигателей постоянного тока

- 3х датчиков мышечной активности

- 12 блоков АЦП

Библиографический список

1. Веселов О.В., Логинов Д.Д. МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭКЗОСКЕЛЕТА // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 7. – С. 14-20; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39226>

УДК 621.865.8

Д. Д. Логинов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ ПРИВОДАМИ

Одним из важнейших этапов проектирования системы является создание опытного образца системы управления. Макетирование позволяет учесть и скорректировать всё то, что невозможно выявить на этапах моделирования с помощью ЭВМ в среде MATLAB.

Поскольку система обладает помимо смоделированной вычислительной части ещё и реальными внешними устройствами (двигатели, силовые преобразователи, датчики), то с ними необходимо реализовать связь. MATLAB обладает возможностью обмена информации с внешней подключаемой периферией.

Таким образом появляется необходимость использования средства связи между объектами управления вместе с информацией, поступающей с датчиков объектов управления и вычислительным устройством способным обработать эту информацию и на основе неё сформировать управляющее воздействие. Средство помимо вышеуказанных свойств должно обладать такими аппаратными компонентами как программируемые цифровые входы/выходы, АЦП, ШИМ-каналы, интерфейсы связи ISP и USB. При этом система подразумевает работу в автономном режиме без связи с ЭВМ высшего уровня, следовательно, обладать собственным вычислительным устройством и памятью для хранения полученной внешней информации. Всеми этими свойствами обладают микроконтроллеры, основанные на AVR архитектуре.

Удобным способом является отладка модели непосредственно в связи MATLAB Simulink – отладочная плата с МК, это позволит безошибочно и быстро генерировать программу исполняемую контроллером как и в режиме передачи данных между ЭВМ высшего уровня и МК, так и автономной работы МК. Одним из самых распространённых и удобных отладочных комплектов в использовании является платформа Arduino с микроконтроллером архитектуры AVR. Simulink обладает набором готовых типовых решений связи с внешней периферией через данную платформу. Причём имеется возможность подключения любого отладочного комплекта из линейки Arduino.

Также немаловажную роль играет экономическая оправданность изделия. Поскольку система имеет на данный момент 3 привода построенных на типовой структуре, между которыми организована вычислительная взаимосвязь, то для повышения быстродействия системы логично применить способ параллельных вычислений, каждый привод системы должен иметь отдельный МК, который связан с другими. Одним из самых бюджетных является комплект Arduino UNO с МК Atmega328p. Однако с учётом необходимого быстродействия системы, а именно 0,1 секунда на цикл выработки воздействия на каждый привод, а Atmega328 за это время выполняет 100.000 операций, чего вполне хватает для обработки сразу трёх приводов, при этом будет использоваться только один МК.

Сам же отладочный комплект имеет 20 портов ввода-вывода общего назначения из них: 6 каналов АЦП, 6 ШИМ-каналов, канал ISP интерфейса, канал I2C интерфейса.

МК должен обслужить 3 миографических датчика имеющих по одному аналоговому сигналу и одному приёмопередатчику ISP интерфейса, 3 датчика положения, каждый из них представляет потенциометр, что соответствует ещё 3м аналоговым сигналам, датчики скорости, выполненные в виде тахогенераторов, а это ещё 3 аналоговых сигнала, а также датчики тока, снова 3 аналоговых сигнала. Также для формирования управляющего воздействия потребуется 6 ШИМ каналов, по два на каждый силовой преобразователь. Суммируя становится ясно, что прямая связь и обработка/передача сигналов невозможна, однако поскольку МК и так не в состоянии обработать одновременно все устройства, ввиду последовательного выполнения инструкций, то мы имеем право организовать шину адреса и данных для обслуживания всех устройств, тем самым снизив количество подключений к самому МК, передав всё в аппаратную обработку.

Аппаратной обработке можно передать направление передач ШИМ сигналов режима вращения двигателей, создав логику переключения. Тем самым будет использовано лишь 3 канала ШИМ и 3 управляющих сигнала. Опрос датчиков выполняется с помощью информационно адресной шины, организовать которую можно в виде аналоговых ключей, что удобно для коммутации как цифровых сигналов интерфейсов и аналоговых сигналов датчиков. Структурная схема микропроцессорной реализации приведена на рис. 1.

Разработанная электрическая принципиальная схема аппаратной части связи МК и внешними устройствами приведена на рис. 2.

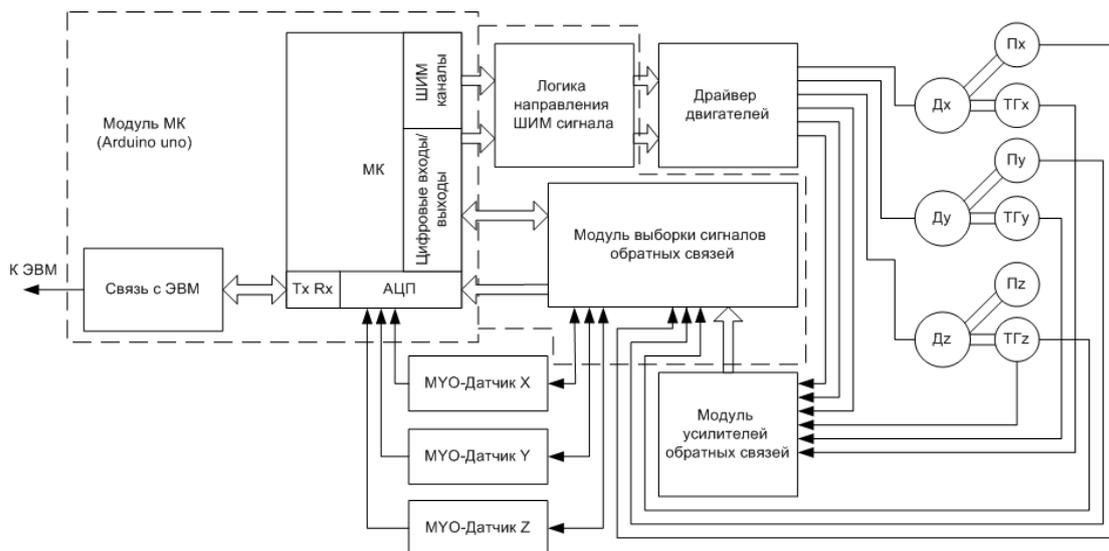


Рис. 1. Структура микропроцессорной реализации системы управления

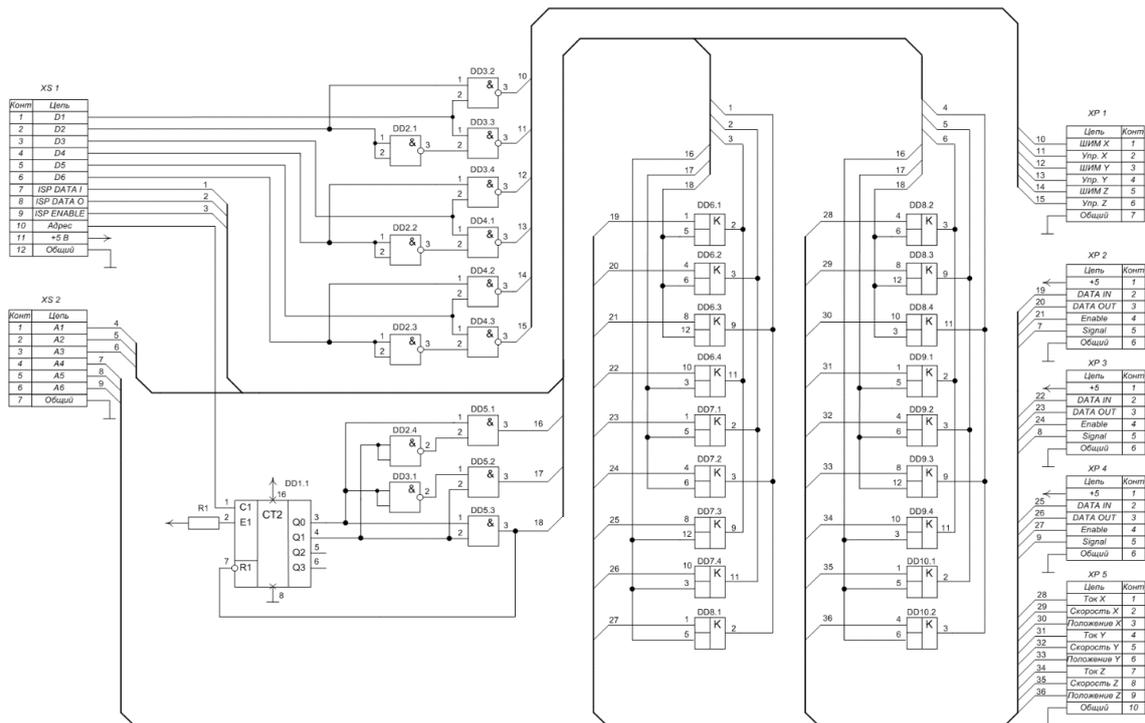


Рис. 2. Аппаратная связь МК с внешними устройствами

УДК 62-503.57

А. С. Митрофанова, А. А. Кобзев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ С ONLINE-ОБУЧЕНИЕМ ДЛЯ КОМПЛЕМЕНТАРНОЙ КОРРЕКЦИИ

В адаптивных системах автоматического управления (САУ) одним из основных вопросов состоит в построении алгоритма в контур адаптации. В САУ с комплементарной коррекцией управляющего воздействия эта задача также актуальна. Здесь эффективно применение нейросетевых регуляторов. Важно оценить структуру, процедуру обучения и выбрать рациональный вариант регулятора. Можно условно выделить четыре основных подхода нейросетевого управления, применяющих парадигму оперативного обучения в реальном времени [1, 2, 3]. Проведем анализ четырех базовых схем с позиции применения их в контуре адаптации САУ с комплементарным управлением.

1. **Последовательная схема управления.** Нейронная сеть включается в прямой контур управления и обучается отображению желаемых сигналов в управляющие воздействия. В качестве сигнала ошибки, используемого для обучения нейронной сети, применяется сигнал рассогласования между опорным сигналом и фактическим выходом объекта управления (рис 1).

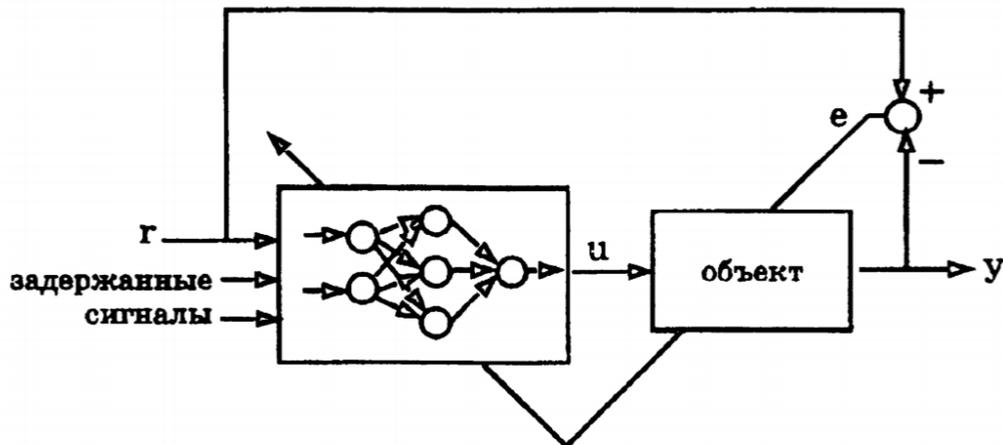


Рис. 1. Последовательное включение нейросетевого регулятора

Градиентный алгоритм обучения нейросетевого регулятора (НС-Р) использует информацию об ошибке управления и активируется каждый такт времени. Для приведения ошибки к выходу нейросетевого регулятора необходимо знать мгновенное значение якобиана объекта управления. Это не всегда возможно, поэтому часто довольствуются знаком якобиана, показывающим направление, в котором надо изменять управляющее воздействие для уменьшения ошибки управления.

Очевидным недостатком описанного подхода является неопределенность выхода нейронной сети в первый момент обучения. Поскольку одновременно с обучением НС управляет объектом, то процедура настройки может негативно повлиять на процесс управления в целом. Несмотря на то, что данная особенность в литературе не подчеркивается, очевидно, что специализированное обучение в чистом виде редко применима на практике.

2. **Параллельная схема управления.** Параллельная архитектура показана на рис. 2, где в качестве контроллера используется обычный ПИД-контроллер. Примером такой схемы является метод «обучения с ошибкой обратной связи». В этой схеме нейронная сеть настраивается параллельно

обычному контроллеру с обратной связью. Сеть обучается путём повторения циклов желаемой траектории, при этом ошибка обратной связи распространяется по сети в обратном направлении. Сходимость достигается, когда нейронная сеть, завершив обучение на инверсии объекта управления, принимает на себя управление объектом, устраняя действие контроллера с обратной связью. Схема может быть рекомендована для применения в САУ с комплементарным управлением управляющего воздействия.

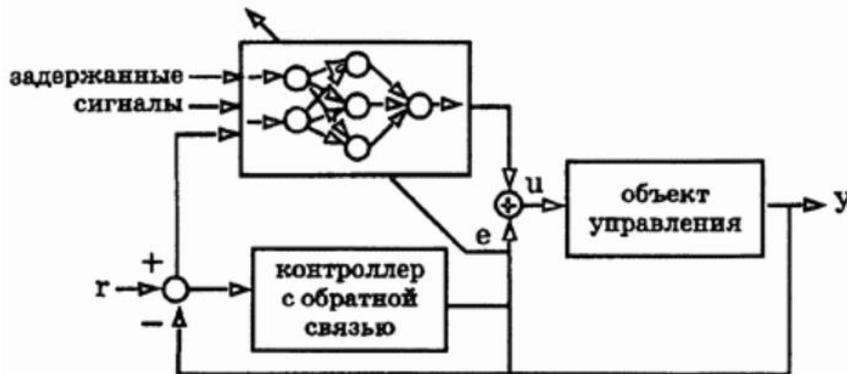


Рис. 2. Параллельное включение нейросетевого регулятора

3. **Схема управления с эмулятором и контроллером.** При этом максимизируется некоторая мера полезности и эффективности во времени, однако действительное обучение в реальном времени не достигается из-за медленной сходимости процесса обучения (рис. 3).

Здесь нейроконтроллер обучается на инверсной модели объекта управления, а нейроэмулятор - на реальной модели объекта управления. Вариант обучения НС с использованием нейросетевой оценки якобиана в разных работах называется по-разному: косвенным адаптивным управлением, обратным распространением во времени, обучением с нейроэмулятором.

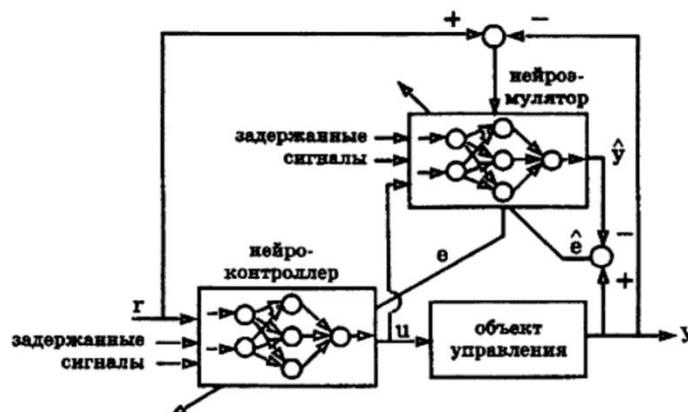


Рис. 3. САУ с эмулятором и нейроконтроллером

Этот метод аналогичен специализированному обучению за исключением способа оценки якобиана. Однако именно использование нейросетового эмулятора делает косвенное адаптивное управление чрезвычайно ценным и популярным подходом. Нейросетевая модель объекта управления (НС–О) позволяет на такте обратного распространения ошибки оценить якобиан достаточно точно, что дает возможность при соблюдении определенных требований к параметрам градиентного алгоритма обучать НС–Р и НС–О. В САУ с комплементарным управлением возможно применение в режиме online обучения и симулятором внешнего возмущения.

4. Адаптивно-критическая схема. Адекватна динамическому программированию. Системы адаптивной критики выбирают управляющий сигнал на основе оценок ошибок будущего с бесконечным горизонтом [4, 5]:

$$J(k) = \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i e(k+i)^2, \quad e(k) = r(k+1) - y(k+1),$$

где γ – коэффициент забывания, $0 < \gamma \leq 1$; – ошибка работы нейроконтроллера. Система включает два нейронных модуля: нейроконтроллер и модуль критики. Нейроконтроллер обучают минимизируя функционал стоимости $J(k)$, который адекватен ошибке $e(k)$ в методах обучения по ошибке обратной связи; модуль критики выполняет аппроксимацию значений функции стоимости.

На рис. 4 показана схема работы системы адаптивной критики в режиме управления объектом. На вход нейроконтроллера поступает вектор $x(k) = [r(k+1) \ S(k)]^T$, вызывающий появление на его выходе сигнала управления $u(k)$, в результате чего объект управления переходит в положение $y(k+1)$. Далее производится вычисление значения текущей ошибки управления $e(k)$. Модуль критики, получая на входе вектор $z(k) = [r(k+1) \ u(k) \ S(k)]^T$, производит оценку функции стоимости $J(k)$. На следующем такте процесс повторяется, вычисляются новые значения $e(k+1)$ и $J(k+1)$. Обучение системы нейроуправления происходит в режиме онлайн и состоит из двух этапов: обучения модуля критики и обучения нейроконтроллера.

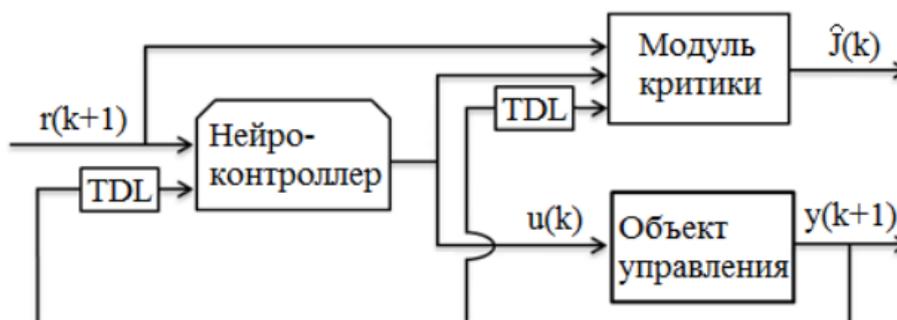


Рис. 4. САУ с нейроконтроллером и модулем адаптивной критики

Известны модификации метода, в которых модуль критики принимает решения исключительно на основе управляющего сигнала $u(k)$. Они имеют приставку AD («Action Dependent»): ADHDP, ADDHP, ADGDHP. В некоторых версиях адаптивной критики модуль критики состоит из двух частей: собственно, модуля критики и прямого нейроэмулятора. Последний выдает предсказания поведения объекта управления, на основе которых критик формирует оценку функции стоимости J . Такие версии носят название «основанные на модели» («Model based»). Систематическое описание существующих разновидностей систем адаптивной критики представлено в [5].

Настоящая структура может быть использована для реализации в САУ с комплементарным управлением, но требует дополнительных исследований в части алгоритмов построения модуля критики.

Библиографический список

1. Чернодуб, А.Н. Обзор методов нейруправления / А.Н. Чернодуб, Д.А. Дзюба // Проблемы программирования. – 2011. - № 2. - С. 79-94.
2. Hagan M.T., Demuth H.B. Neural networks for control // Proceedings of the American Control Conference. – San Diego, USA, 1999. – Vol. 3. – P. 1642 – 1656.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.; пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. - 1104 с.
4. Редько, В.Г. Нейросетевые адаптивные критики / В.Г. Редько, Д.В. Прохоров // VI Всероссийская научно-техническая конференция “Нейро-информатика-2004”. Сборник научных трудов. Часть 2. М.: МИФИ, 2004. – С. 77 – 84.
5. Rossiter J.A. Model-based Predictive Control: a Practical Approach // CRC Press, 2003. – 318 p.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ МИКРОПЕРЕМЕЩЕНИЙ

При проектировании системы управления ставилась задача обеспечения управления тремя взаимосвязанными электроприводами, работающими на общую нагрузку. При этом решается задача оптимизации точностных характеристик привода при обеспечении монотонного характера переходного процесса. К системе предъявляются требования по ограничению массогабаритных показателей. При этом усилие, развиваемое на выходе исполнительного механизма, должно составлять 900Н. Система управления должна обеспечивать как автономное, так и согласованное управление приводами.

Система управления проектировалась для управления шаговыми двигателями. Применение шагового двигателя предполагает работу системы управления в импульсном режиме, что значительно упрощает реализацию самой системы управления, а также его алгоритмов функционирования.

Как известно, шаговые двигатели имеют значительно меньший вращающий момент при номинальной скорости вращения, чем двигатели постоянного тока при одних и тех же массогабаритных показателях. По функциональному назначению устройства предполагается работа двигателей на отработку малых перемещений (в пределах сотни оборотов), причем временные ограничения по быстрдействию не играют существенной роли. На малых скоростях шаговый двигатель может развивать значительный момент. Сравнительный анализ показал возможность использования шагового двигателя ДШ-25-0,001 совместно с роликвинтовой передачей. На малых скоростях вращения момент достигает требуемого по техническим условиям.

Управление шаговым двигателем заключается в формировании последовательности импульсов на обмотках статора двигателя и их коммутации в определенной последовательности. Частота следования импульсов определяет скорость вращения двигателя.

В настоящее время существует множество микропроцессорных устройств, различающихся как ценой, так и техническими характеристиками. Корпорация INTEL является пионером в этой области и занимает лидирующее положение по выпуску микроконтроллеров. При этом широко

развиваются и используются в промышленности микроконтроллеры, выпускаемые по промышленному стандарту MCS-51. Широкая номенклатура контроллеров позволяет применять их практически во всех отраслях. Одним из основных представителей этого семейства является микроконтроллеры серии AT89 производимые фирмой Atmel. Это – маломощные, высокоэффективные КМОП(СМOS) 8-разрядный микроконтроллеры со встроенной электрически перепрограммируемой постоянной Flash памятью (EEPROM). Flash память, встроенная в кристалл, допускает изменение программы путем перепрограммирования непосредственно в системе или обычным программатором.

Объединяя универсальный 8-разрядный центральный процессор с Flash памятью на кристалле, Atmel AT89 являются мощными микроконтроллерами, которые обеспечивают очень гибкие и экономически эффективные процессы выполнения программы на ЭВМ.

В данной системе управления применен микроконтроллер AT89C2051. Его основные отличительные характеристики: 2 Кбайта Flash памяти, 128 байтов оперативной памяти, 15 программируемых линий ввода-вывода, два 16-разрядных таймера/счетчика, шесть источников прерывания, программируемый последовательный интерфейс. Наличие последовательного интерфейса позволяет простыми средствами реализовать связь с пультом управления.

Для управления микромашинами, как постоянного тока, так и шаговыми двигателями, выпускаются специальные контроллеры (драйверы). Такие контроллеры выпускаются фирмами Motorola, Ericsson и др. Так, например, шведской фирмой Ericsson выпускается ряд контроллеров для управления двухфазными шаговыми двигателями.

Контроллер PVL 3774 представляет собой интегральную схему двухканального прерывателя (формирователя) постоянного тока для обмоток двухфазного шагового двигателя. Контроллер содержит генератор, который является общим для обоих каналов двигателя, набор компараторов и триггеров, выполняющих управление переключениями, и два силовых H-моста. Близкое соответствие параметров между каналами обеспечивают высокую точность микроперемещений. Напряжение питания канала управления составляет 5 V, для силовой цепи питания двигателя от 10 V до 45 V. Максимальный выходной ток силовых мостов составляет 1 A.

Управление всеми двигателями осуществляется от одного микроконтроллера, выполняющего функции распределения импульсов на обмотки статора двигателей и их коммутацию в определенной последовательности. В системе управления заданы две скорости. В режиме отработки заданных шагов для обеспечения заданного момента установлена небольшая скорость вращения. В ручном режиме управления, осуществляемом с пульта управления, установлена высокая скорость, так как в этом режиме не требуется большой момент на валу, а необходимо лишь выполнить заданные перемещения исполнительного механизма в нужное положение.

Величина перемещения определяется количеством импульсов, поступающих на обмотки двигателя. Для данного двигателя один импульс соответствует повороту вала двигателя на 45 град. С учетом передаточного отношения механической передачи это соответствует перемещению штока на 3,4 мкм. С пульта управления величина перемещения задается в микрометрах, которые пересчитываются в эквивалентное значение числа импульсов. Данные о настройках хранятся во внутренней памяти данных (EEPROM).

Пульт управления (управляющая информационная подсистема) построен на микроЭВМ AT89C51. В состав пульта управления входит устройство отображения вводимой информации и клавиатура. С пульта задаются следующие параметры:

- диапазон задания перемещения, мкм 7...255
 - диапазон задания временного интервала, мин 1...255
- при шаге задания временного интервала 1 мин.

Для индикации вводимых данных используется двухстрочный жидкокристаллический дисплей DV-16252.

Для расширения функциональных возможностей в программное обеспечение были введены функции регулирования скорости вращения двигателей. Так в ручном режиме скорость двигателя можно задавать в диапазоне от 100 об/мин до 2000 об/мин, а в режиме программной отработки в диапазоне от 10 об/мин до 200 об/мин.

Конструктивно система управления включает два функциональных устройства: блок управления приводами и пульт управления, каждое из которых выполнено в виде отдельного блока, соединенных кабелем.

Блок управления приводами монтируется на печатной плате и помещается в корпус. С передней стороны в корпусе установлены четыре светодиода для контроля включенного состояния приводов и контроля рабочего

состояния всего комплекса. С двух сторон корпуса установлены кнопки аварийного отключения. В корпусе имеются два разъема для подключения пульта управления и исполнительных двигателей.

Пульт управления выполнен в корпусе, на передней панели которого установлены клавиатура управления и жидкокристаллический индикатор. Связь пульта с системой управления приводами осуществляется по последовательному каналу.

Проведенные испытания системы показали полное соответствие предъявляемым техническим требованиям по точности отработки заданного перемещения и по развиваемому усилию на исполнительном органе.

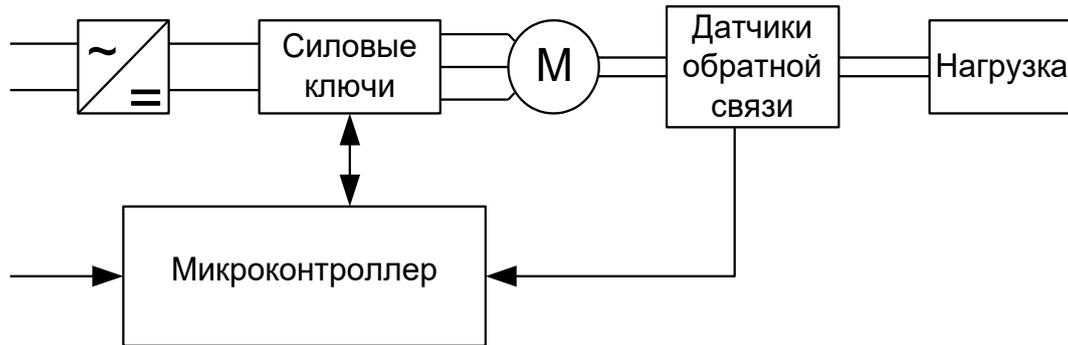
УДК 62-503.57

Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СХЕМОТЕХНИКА РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

В зависимости от требований к электроприводу в качестве электромеханического преобразователя используются различные электрические машины: асинхронные и синхронные переменного тока, коллекторные и бесколлекторные постоянного тока, шаговые, вентильно-реактивные, вентильно-индукторные. Бесколлекторные двигатели постоянного тока находят все большее применение при построении высокоэффективных приводов. В отличие от коллекторного двигателя постоянного тока бесколлекторные двигатели имеют обмотку якоря на статоре. Обмотка может быть двухфазной или трехфазной. На роторе располагаются постоянные магниты, которые образуют систему возбуждения. В зависимости от конструкции ротора двигатели могут иметь одну, две, четыре и более пар полюсов. Данный двигатель может работать как синхронная машина. В этом случае необходимо поддерживать постоянство отношения напряжения питания обмоток к частоте коммутации U/f , что определяет угловую скорость вращения ротора. Коммутация обмоток статора в таких двигателях осуществляется в функции положения ротора.

Обобщенная структура электропривода показана на рисунке.



Обобщенная структура электропривода

В основе большого разнообразия схемотехнических решений силовой части преобразователя лежат два способа, определяемые возможностью управления ключами: фазовый способ управления используется при применении неполностью управляемых ключей (тиристоров, симисторов) и широтно-импульсная модуляция (ШИМ) постоянного напряжения, которая требует полностью управляемых ключей. Частотные свойства ШИМ ограничиваются только конечным временем включения и отключения полупроводникового ключа. При достаточно высокой частоте коммутации индуктивности обмоток электрической машины являются естественными низкочастотными фильтрами, что обеспечивает возможность более качественного формирования требуемых токов и напряжений. Определенным недостатком ШИМ-регулирования является возрастание дополнительных потерь в полупроводниковом ключе при увеличении несущей частоты.

Появление мощных полностью управляемых полевых транзисторов, MOSFET (Metal–Oxide–Semiconductor Field Effect Transistor), и биполярных транзисторов с изолированным затвором IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) привело к бурному развитию преобразовательной техники и постоянному расширению сферы применения электроприводов. Другим фактором, обусловившим возможность массового внедрения электропривода, было создание однокристальных микроконтроллеров достаточной вычислительной мощности.

При разработке схемотехнических решений силового канала и алгоритмов управления силовыми ключами необходимо учитывать характерные

для любого типа электродвигателя такие особенности, как сильно индуктивный характер; наличие противо-ЭДС вращения; возможные кратковременные, но многократные перегрузки по току; близость начального этапа пуска к режиму короткого замыкания; рекуперация механической энергии в динамических и тормозных режимах; взаимосвязь электрических и магнитных контуров разных фаз.

Наиболее эффективно использовать мостовое соединение ключей и обмотки двигателя. Это позволяет получать двуполярное напряжение на обмотке при однополярном источнике питания. Кроме того, такая конфигурация имеет большие, по сравнению однополярным включением, возможности управления. При замыкании двух ключей в диагонали моста к обмотке прикладывается полное напряжение питания, что вызывает нарастание тока. При размыкании одного из ключей обмотка оказывается закороченной через оставшийся замкнутым ключ и обратный диод в противоположном плече моста, что приводит к постепенному спаданию тока за счет падения напряжения в самой обмотке и противо-ЭДС вращения. При размыкании всех ключей или замыкании ключей противоположной диагонали к обмотке прикладывается напряжение противоположного знака, что вызывает форсированное спадание тока. Усложнение алгоритма формирования ШИМ за счет комбинирования трех возможных состояний ключей, изменения частоты следования и длительности импульсов в функции требуемой формы тока, может минимизировать число переключений и потери в ключах. Индуктивный характер нагрузки учитывается подключением параллельно транзисторным ключам диодов, обеспечивающих непрерывность цепи протекания тока в обмотке при отключении ее от источника питания и возврат запасенной магнитной энергии в конденсатор фильтра.

В электроприводах, имеющих в цикле работы участки рекуперации механической энергии или высокую интенсивность тормозных режимов, для «слива» электрической энергии предусматривают специальную цепь из дополнительного ключа и резистора, рассеивающего эту энергию.

Унификация схемотехники силовых ключей и перенос центра тяжести из области аппаратных средств в сферу программируемого решения облегчают разработчику задачу и расширяют области применения унифицированных электроприводов.

Шесть IGBT со встроенными обратными диодами и высоковольтными драйверами затворов создают компактную силовую часть. Драйверы обеспечивают сдвиг уровня сигналов, что требуется для управления верхней частью мостовой схемы, обычно используемой в электроприводе.

Современные преобразователи имеют развитую многоступенчатую систему защиты, реализованную как на программном, так и на аппаратном уровне. Схемотехническая поддержка на уровне конструкции полупроводникового ключа облегчает техническую реализацию защитных функций. Для силовых ключей в электроприводе специально установлен параметр стойкости к коротким замыканиям.

Большинство специфических требований электропривода учитывается в алгоритмах управления. Приводы, управляемые по развитым алгоритмам с помощью микроконтроллеров, имеют ряд преимуществ:

- увеличение энергетической эффективности системы – регулирование скорости снижает потери мощности в двигателях;
- усовершенствование функционирования – цифровое управление может добавить такие свойства, как интеллектуальные замкнутые контуры, изменение частотных свойств, диапазона контролируемых неисправностей и способность к взаимодействию с другими системами;
- упрощение электромеханического преобразования энергии – регулируемые приводы позволяют устранить необходимость в трансмиссиях, коробках передач, редукторах;
- простота обновления программного обеспечения – системы на базе микроконтроллеров с флэш-памятью могут быстро изменять при необходимости свой алгоритм и регулируемые переменные.

Библиографический список

1. Chalupa L., Low Cost High Efficiency Sensorless Drive For Brushless DC Motor Using MC68HC(7)05MC4. Motorola Semiconductor Application Note, AN1627, 1998.

2. Skalka I., Low Cost Universal Motor Choper Drive System. Motorola Semiconductor Application Note, AN1661, 1998.

УПРАВЛЕНИЕ СБОРОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В УСЛОВИЯХ ПОЗИЦИОННО-СИЛОВОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Технологический сборочный робот в процессе сборки деталей осуществляет следующие технологические переходы: захват деталей; транспортное перемещение детали на позицию сборки; позиционирование и ориентация вала относительно отверстия втулки с точностью, обеспечивающей выход вала на фаску втулки или, если фаски отсутствуют, с точностью, необходимой для реализации алгоритма сборки; сопряжение деталей.

При использовании универсальных ПР, обладающих точностью позиционирования, превышающей допустимые погрешности базирования, неизбежно кроме первого и второго присутствует третий технологический переход (этап) сборочного процесса.

Сборочный процесс является объектом управления промышленного робота. Исходя из этого, очевидно, что управляющими воздействиями или входными величинами сборочного процесса, как объекта управления, являются регулируемые величины или выходные координаты сборочного робота, а именно координаты положения \bar{q} и скорости $\dot{\bar{q}}$ рабочего органа. Управляемой координатой или выходной величиной сборочного процесса является вектор сил и моментов \bar{F} , возникающий при сопряжении деталей в результате появления геометрических связей собираемых компонент.

Кроме того, входными величинами сборочного процесса являются координаты \bar{q}_6 положения базовой детали. Величина \bar{q}_6 является постоянной величиной, если базовая деталь находится на неподвижном основании, и меняется в процессе сборки, если базовая деталь находится на активном сборочном столе. Изменение скоростей движения робота и сборочного стола приводит к непостоянству коэффициента трения $f_{тр}$ между собираемыми деталями.

Таким образом, выходная координата \bar{F} сборочного процесса является сложной функцией, зависящей от многих параметров, возникающих в результате действия геометрических связей:

$$\bar{F} = \bar{F}(\bar{q}, \dot{\bar{q}}, \bar{q}_6, \dot{\bar{q}}_6, f_{тр}).$$

Структурную схему модели сборочного процесса можно представить схемой, изображенной на рис. 1.

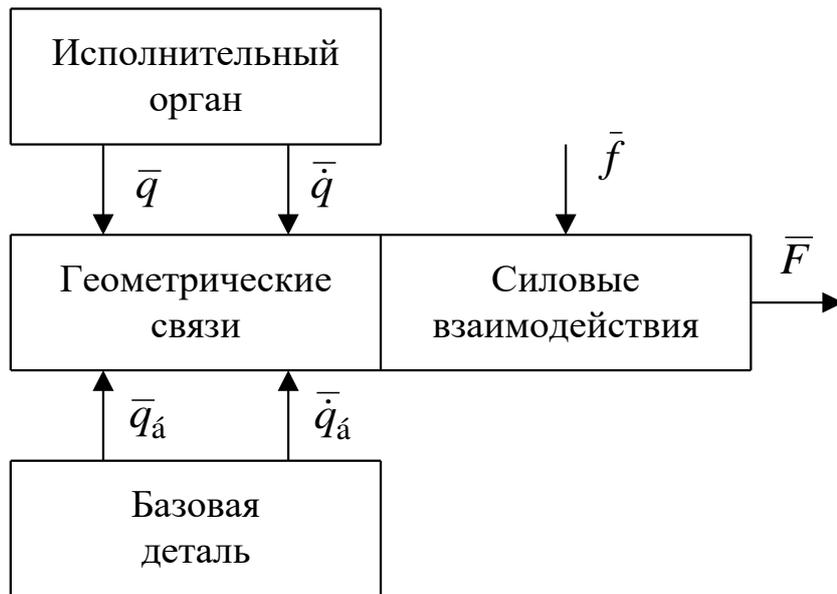


Рис. 1. Структурная схема модели сборочного процесса

При составлении математической модели необходимо определить уравнения геометрических связей и уравнения силовых взаимодействий собираемых деталей.

Координаты X , Y , Z и угол наклона базовой детали определяются погрешностью установки ее на сборочном столе. Координаты X_n , Y_n , Z_n и угол наклона вала являются выходными координатами сборочного робота.

Величина нормальной силы N_i , возникающей при точечном контакте собираемых деталей определяется выражением: $N_i = -\text{sgn}(i)CD_i$, где C – жесткость собираемых деталей. В этом выражении учитывается знак D_i . Величина D_i определяется координатами точек контакта.

Определив значение нормальной силы N_i на основании геометрических связей, возникающих при сборке деталей типа вал-втулка, необходимо решить задачу разложения силы реакции N_i по координатным осям с учетом сил трения для каждой сборочной ситуации.

Кроме сил, действующих по координатным осям, также возникают моменты $M_{об}$ и $M_{оп}$, действующих вокруг центра базовой детали (втулки) и вокруг центра перемещаемой детали (вала).

Уравнения сил и моментов в матричной форме имеют вид:

$$\bar{F}_i = \sum_{j=1}^4 \bar{B}_i N_j, \quad (1)$$

где \bar{F}_i – вектор столбец, $\bar{F}_i = \{F_{xi}, F_{yi}, F_{zi}, M_{оби}, M_{опи}\}^T$, индекс i определяет номер сборочной ситуации, j – номер контактной ситуации, N_j – нормальная сила реакции. Полная математическая модель процесса сборки деталей типа вал-втулка приведена в [1].

Для правильного протекания процесса сборки необходимо выполнить распознавание сборочных ситуаций. Этот алгоритм строится на основе информации, получаемой с измерительной системы. Алгоритм должен работать в масштабе реального времени и отслеживать динамическое поведение системы.

Учитывая уравнения сил и моментов математической модели сборочного процесса можно определить соотношение между составляющими сил и моментов для каждой сборочной ситуации, по которым получаем признаки ситуаций. На основании этих признаков получен алгоритм распознавания сборочных ситуаций, представленный в [2]. Данный алгоритм кроме первоначального определения сборочной ситуации, позволяет выполнить контроль правильности протекания сборочного процесса. При формировании законов управления приводами, протекание процесса сборки должно идти в соответствии с графами переходов. Однако при каких-либо случайных воздействиях может произойти нарушение последовательности прохождения сборочных ситуаций. Алгоритм распознавания позволяет в процессе сопряжения деталей вести дополнительный контроль правильности функционирования и в случае отклонения вносить корректировку в алгоритмы управления.

Решение задачи управления приводами робота, выполняющего сборочные операции, имеет определенные трудности, вследствие возникновения силовых взаимовлияний через объект сборки.

Использование модели сборочного процесса позволяет повысить производительность сборочной системы. Достигается это использованием оптимальных алгоритмов управления, контроля правильности протекания сборочного процесса и осуществления коррекции программного движения по результатам измерения силомоментной информации.

Структурная схема системы управления с использованием модели сборочного процесса представлена на рис. 2. Блок программного управления формирует задание по положению на систему приводов сборочного робота. Информация с силомоментного датчика поступает на блок математической модели сборочного процесса, который может быть реализован программным способом. В результате сравнения действующих сил и моментов с эталонными осуществляется распознавание сборочной ситуации и в случае несоответствия реальных значений с эталонными осуществляется коррекция алгоритмов программного управления и сигнальная коррекция программного движения.

Устройство управления формирует законы управления приводами исполнительного механизма. Выходными сигналами сборочного процесса являются силы и моменты, возникающие в результате взаимодействия собираемых деталей. Они измеряются измерительной системой. Выходные сигналы с исполнительного механизма поступают также на математическую модель сборочного процесса, которая формирует усилия и моменты:

$$\overline{F}_i = \sum_{j=1}^4 \overline{B}_i \cdot N_j; \overline{F}_i = \{\overline{F}_M, \overline{M}_M\}^T = \{F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z\}^T.$$

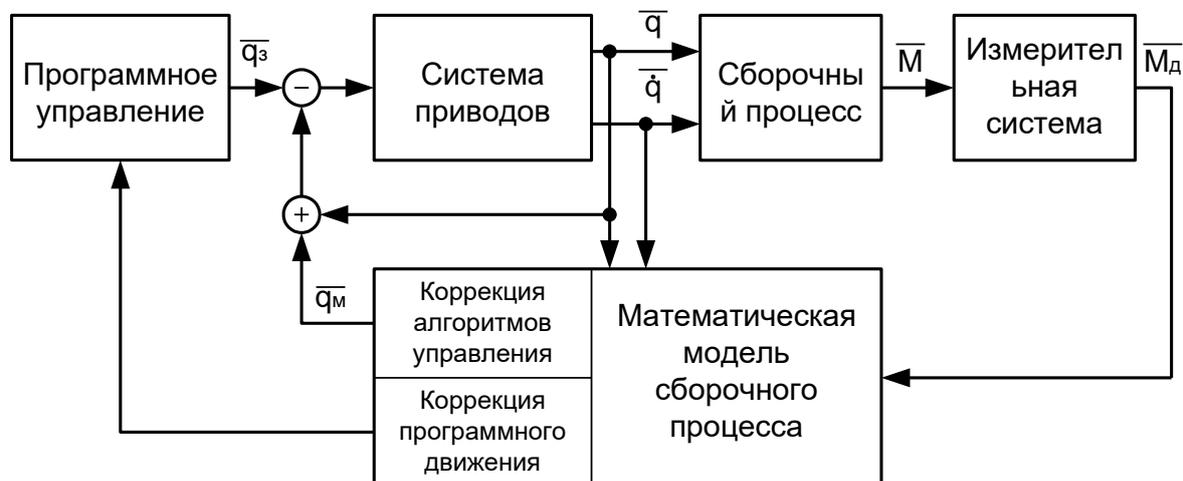


Рис. 2. Структурная схема системы управления

Сигналы с измерительной системы $\overline{F}_D, \overline{M}_D$ и модели $\overline{F}_M, \overline{M}_M$ поступают на наблюдатель, который формирует функцию оценки правильности протекания сборочного процесса вида $\Phi_1 = \Phi((\overline{F}_M - \overline{F}_D), (\overline{M}_M - \overline{M}_D)) \leq \varepsilon$.

В случае нарушения работоспособности сборочной системы осуществляется программная или сигнальная коррекция (адаптация) законов управления приводами.

Библиографический список

1. Мишулин, Ю.Е. Математическая модель сборочного процесса цилиндрических деталей / Ю.Е. Мишулин // Автоматизированные станочные системы и роботизация производства. Сборник научных трудов. Тула, 1991. - С. 86-91.

2. Егоров, И.Н. Управление робототехническими системами с силовомомментным очувствлением. Учебное пособие / И.Н. Егоров, А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, В.А. Немонтов // Владимир,: ВлГУ, 2005. - 276с.

УДК 681.3.: 62-50, 629.7

Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В РЕЖИМЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

При решении задач управления положением при работе с субтильным объектом недопустимо перерегулирование относительно заданного значения положения. При выполнении транспортных перемещений в свободной зоне к установочным позициям схвата необходимо обеспечивать аperiodические переходные процессы снижения скорости и позиционирования без перерегулирования при максимальном быстродействии. В настоящее время в следящих приводах роботов в качестве регулятора положения используется, как правило, пропорциональное звено [1], однако более эффективным является использование систем с изменяющимся коэффициентом передачи [2]. Рассмотрим повышение качества позиционирования введением дополнительного нелинейного регулятора положения (НРП) в определённом месте структурной схемы привода.

Для получения требуемой функции на выходе $X^*(t)$ при скачкообразном входном воздействии $g(t) = g_m 1(t)$ на вход системы следует подать управление вида $g^*(t)$. Оно определяется как

$$g^*(p) = \frac{1+W(p)}{W(p)} x^*(p) + \frac{V(p)}{W(p)} f(p) - \frac{M(p)}{W(p)}.$$

В зависимости от места приложения сигнала $g^*(t)$ можно выделить несколько структур. В них корректирующие нелинейные регуляторы $E_i(p)$ включаются только при обработке ступенчатого входного воздействия.

Структура 1. Для формирования $g^*(t)$ вводится последовательное звено, устанавливаемое на входе замкнутого привода (рис. 1). Оно располагается вне контура привода и, следовательно, не влияет на собственные свойства.

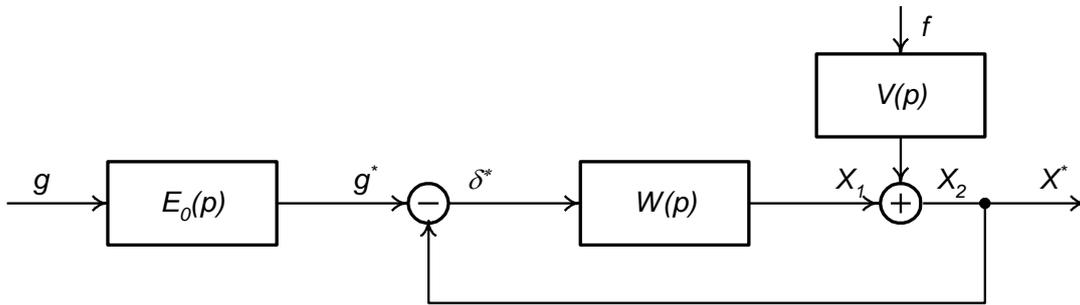


Рис. 1. Структура с нелинейным регулятором положения

Структура 2. Для получения требуемой переходной характеристики $X^*(t)$ корректирующий нелинейный регулятор положения с передаточной функцией $E_1(p)$ вводится в прямой тракт ошибки привода последовательно.

Структура 3. Она представляет вариант параллельной коррекции нелинейным функционалом $E_{11}(p)$ в тракте ошибки.

Структура 4. Представляет введение нелинейного функционала $E_2(p)$ во внутренние контура.

В результате проведенного анализа структур можно сделать следующие выводы:

1. Имеется принципиальная возможность повышения качества переходных процессов при обработке скачкообразного входного воздействия введением дополнительного функционала (нелинейного корректирующего звена) во внутренний контур системы.

2. Желаемую переходную характеристику наиболее просто можно получить введением корректирующего нелинейного регулятора в прямой тракт.

Для определения характеристики нелинейного регулятора выполним следующую последовательность процедур [3].

1. Формируется требуемая функция $g^*(t)$ в виде

$$g^*(t) = g_m(1 - e^{-\alpha_1 \Delta t_1}) + g_m(1 - a_1)e^{-\alpha_2 \Delta t_2} + g_m(1 - a_1 - a_2)e^{-\alpha_3 \Delta t_3} + \dots \\ \dots + g_m(1 - \sum_{i=1}^{n-1} a_i)e^{-\alpha_n \Delta t_n}.$$

Эта функция представляет собой совокупность нарастающих экспонент, формируемых на выходе системы во временные интервалы Δt_i в предположении, что система идентифицирована уравнением второго порядка. На каждом интервале Δt_i она имеет «свой» коэффициент усиления K_i , которому соответствует «свой» коэффициент относительного затухания и доминирующий корень характеристического уравнения α_i . На коэффициенты ряда функции наложим ограничения, которые обусловлены параметрами $W(p)$ и вопросами реализации требуемой характеристики:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1; a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a_n; a_1 \approx 0,5; a_2 \approx 0,5 a_1; \dots a_i \approx 0,5 a_{i-1};$$

$$n = 4 \dots 6.$$

2. Определяется $X^*(p) = LX^*(t)$ и далее $g^*(p)$.

3. Определяются ошибки $\delta(p)$ и $\delta^*(p)$ для $g(p)$ $g^*(p)$ соответственно.

4. Определяются $\delta(t) = L^{-1}\delta(p)$ и $\delta^*(t) = L^{-1}\delta^*(p)$.

5. На основании $\delta(t)$ и $\delta^*(t)$ строится зависимость $\delta^* = f(\delta)$, для чего берутся значения δ и δ^* для одинаковых моментов времени. Эта функция и является искомой характеристикой нелинейного регулятора $E = f(\delta)$.

Как известно, требования максимального быстродействия и монотонности характера переходного процесса противоречивы и при постоянном значении коэффициента передачи редко достижимы.

Рекомендуется характеристика нелинейного регулятора, состоящая из трёх участков: параболы, участка типа «насыщение» и зоны нечувствительности, определяемой значением критической скорости характеристики «су-

хое» трение. Наиболее приемлемой характеристикой, обеспечивающей поставленные требования в этом режиме, является характеристика, представленная на рис. 2, а и образованная совокупностью двух составляющих – постоянной и переменной: $K = K_0 - K(\delta, t)F_1(\delta)$,

Положительный эффект даёт и введение зоны нечувствительности $\delta = (0,3 \dots 0,5)\delta_1$. Практически аналогичные результаты можно получить, используя характеристику $K = F(\delta)$ с четырьмя опорными точками, представленную на рис. 2, б.

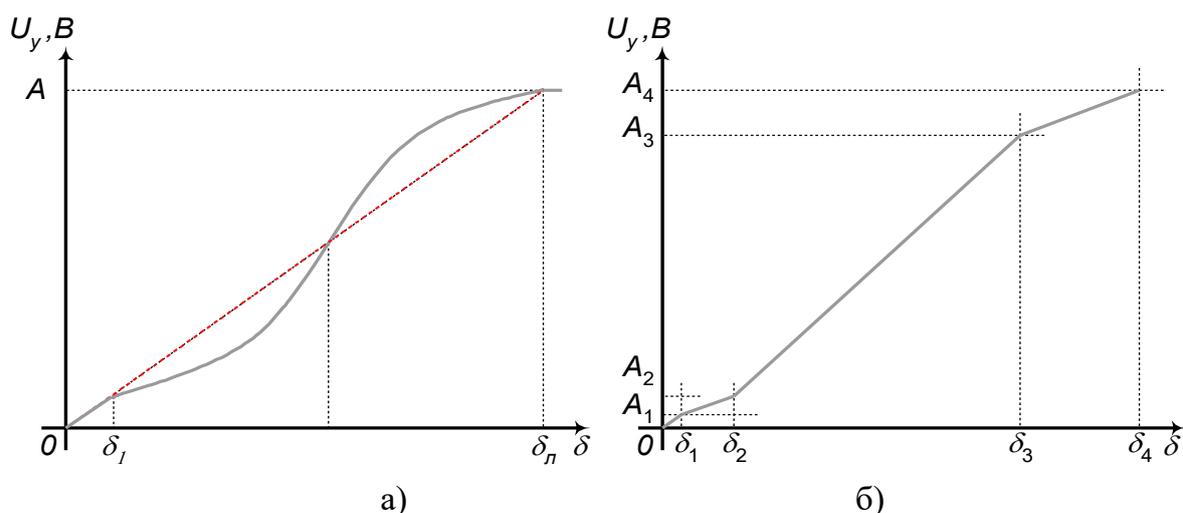


Рис. 2. Характеристики нелинейного регулятора положения

Нелинейный регулятор может быть реализован программно и аппаратно в виде дополнительного модуля с программируемой памятью.

Цифровое моделирование проводилось для модели вентильного позиционного привода с нелинейным регулятором рис. 2, б. При этом значения коэффициентов составили: $\delta = [0,2 \ 2,5 \ 9,0 \ 10,0]$; $A = [0,2 \ 1,0 \ 12,0 \ 17,0]$.

Результаты моделирования представлены на рис. 3. Переходный процесс имеет апериодический характер, без перерегулирования и колебаний, а время переходного процесса уменьшилось до 0,18 сек. Таким образом, использование нелинейного регулятора положения в позиционном приводе позволяет полностью исключить моментные и скоростные перегрузки при работе с хрупким и субтильным объектом.

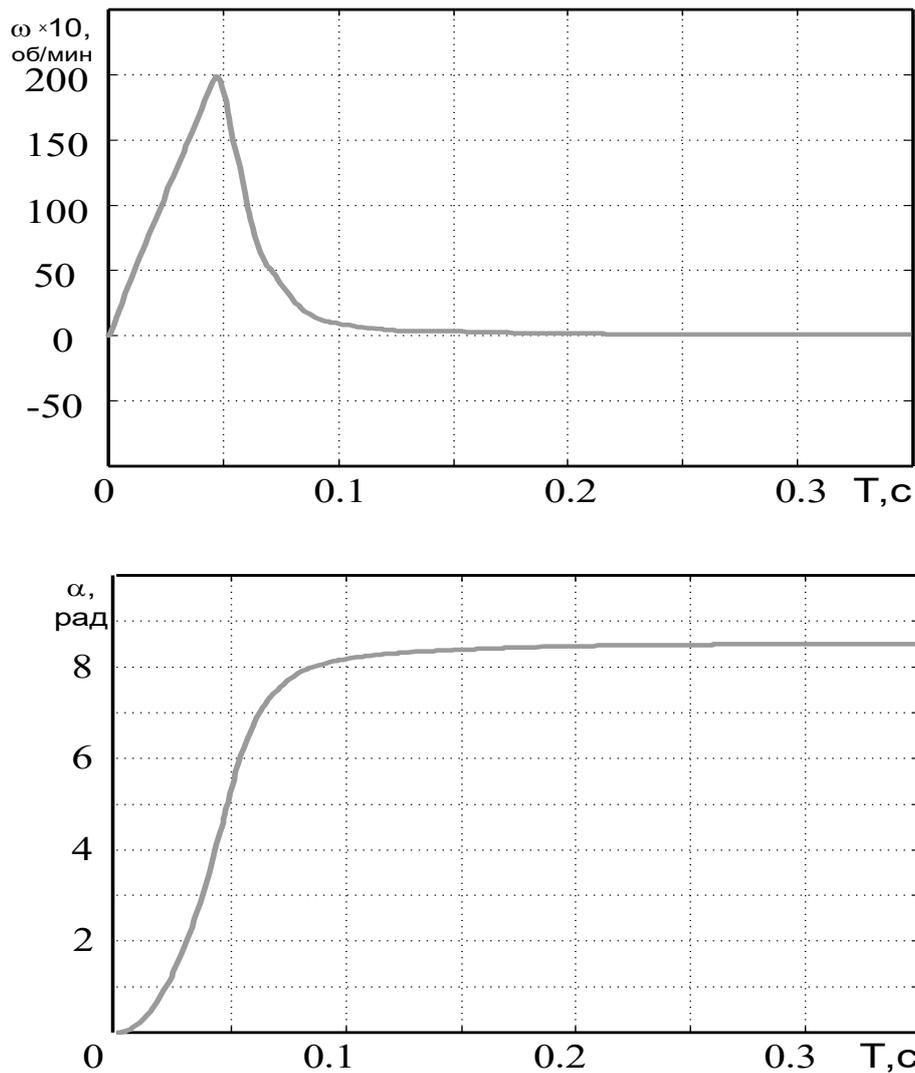


Рис. 3. Переходные характеристики позиционного привода с нелинейным регулятором

Библиографический список

1. Лебедев, А.М., Орлова Р.Т., Пальцев А.В. Следящие электроприводы станков с ЧПУ / А.М.Лебедев, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев // М.: Энергоатомиздат, 1988. – 222 С.
2. Хлыпало, Е.И. Нелинейные корректирующие устройства в автоматических системах / Е.И. Хлыпало // Л.: Энергия, 1973. – 344 С.
3. Кобзев, А.А. Повышение качества позиционирования электроприводов введением нелинейного элемента в прямой тракт / А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, В.А. Немонтов, Н.А. Новикова // Электротехника. 1994, №3. – С. 44–48.

SLAM-АЛГОРИТМЫ В НАВИГАЦИИ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Метод навигации SLAM используется для определения местоположения и ориентации автономных роботов на заранее неизвестной им местности, а также для обновления или дополнения уже известных карт окружающего пространства. Полностью данная задача до настоящего времени не решена.

SLAM-алгоритмы навигации представляют из себя повторяющуюся последовательность шагов:

- сканирование окружающего пространства;
- определение отклонения от траектории на основе сравнения текущего кадра с предыдущим;
- выделение на текущем кадре ключевых точек - меток;
- сопоставление меток текущего кадра с метками, полученными за всю историю наблюдений;
- обновление на основе этой информации положения робота;
- проверка на петли – нет ли мы повторного прохода по той же местности;
- коррекция исходной карты местности.

SLAM-алгоритм пытается оценить карту и весь путь, пройденный роботом. Таким образом, положение робота рассчитывается только в конце траектории, проделанной роботом. Вероятностное определение подхода полного SLAM может быть дано следующим образом [1]:

$$u_{\{1:t\}} = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_t\},$$

где u представляет собой управление роботом в момент времени t ,

$$z_{\{1:t\}} = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_t\},$$

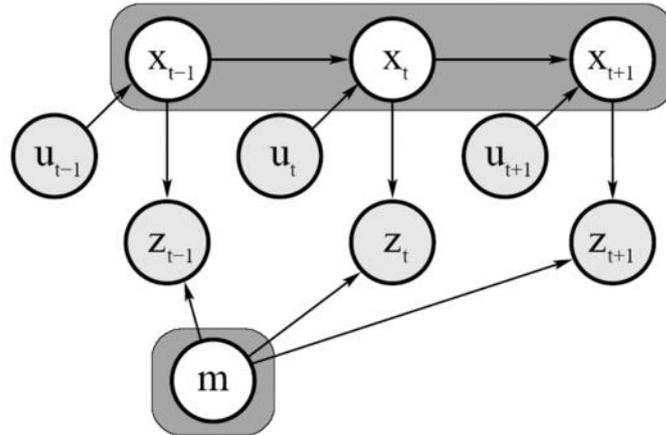
где z представляет собой информацию об окружающей среде, обозреваемой роботом в момент времени t ,

$$m, x_{\{1:t\}} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_t\},$$

где m представляет собой построенную карту, а x – полученное местоположение робота в момент времени t .

Таким образом, для расчета траектории робота можно все представить в таком виде (см. рисунок):

$$p(x_{\{1:t\}}, m | z_{\{1:t\}}, u_{\{1:t\}})$$



Графическая модель SLAM алгоритма

В соответствии с подходом к построению геометрии окружающего пространства в виде 2D или 3D отображения карты различают [2]:

Grid-based SLAM. Пространство разбивается на сетку из точек с определенным размером, и состоянием – не исследована, не занята, возможно, преграждена препятствием (например, 1 - занята, 0 - свободна).

Feature-based SLAM. Этот подход на каждом шагу идентифицирует элементы в пространстве, получает набор поступивших данных и на основании новых и предыдущих кадров может определить местоположение робота. Основан на расширенном фильтре Калмана.

Graph-based SLAM. Подход создает карту с помощью графа, вершины которого соответствуют позициям робота в разные моменты времени, а связывающие положения робота дуги представляют собой ребра (пространственные ограничения). С учетом ребер графа, построенных на основе измерений датчиков, система определяет наиболее вероятную конфигурацию положений и распределение вероятностей относительного преобразования между ними.

Topological. Топологическое представление направлено на создание графо-подобного описания окружающей среды, а не точной метрической карты. В топологическом описании узлы могут соответствовать значимым местам, которые легко различить. Подходит для простых сред.

Semantic. Представляется как семантическая карта, использующая только распознавание местности для того, чтобы различить свое местоположение без определения метрической информации и связывает семантическое сопоставление концепции с объектами в окружающем пространстве.

Современные методы SLAM. В настоящее время SLAM навигация получила распространение на *Robotic Operating System (ROS)* в качестве пакетов, зачастую находящихся в открытом доступе, например: *GMapping, Cartographer, Rtabmap* [3].

Представленные выше методы SLAM имеют свои преимущества и недостатки. Но для решения проблемы навигации автономного мобильного робота внутри помещения требуется выбрать только один. Основными требованиями являются точность позиционирования робота, скорость его перемещения и предельная площадь помещения, в котором он передвигается.

Библиографический список

1. Pedrosa, E., L. Reis, C. M. D. Silva and H. S. Ferreira. Autonomous Navigation with Simultaneous Localization and Mapping in/outdoor. 2020.

2. Алгоритм локальной навигации и картографии для бортовой системы управления автоматического мобильного робота / П.В. Кучерский, С.В. Манько // In 2013 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). – М., –2013 – С. 13-22.

3. Mobile Robot: SLAM Implementation for Unknown Indoor Environment Exploration, / M. Emharraf, M. Bourhaleb, M. Saber, M. Rahmoun // Journal of Computer Science. – 2016 – № 2 – С. 106 –112.

УДК 004.896

В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АВТОНОМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА В РОБОТОТЕХНИКЕ: AGV И AMR

Автоматизация внутренней логистики транспортировки материалов на производстве является крупной проблемой как для крупных, так и для небольших компаний. Для этих целей в настоящее время разработаны и используются два типа автономных транспортных устройств:

- автоматически управляемые транспортные средства (AGV);
- автономные мобильные роботы (AMR).

AGV – это промышленные транспортные средства, которые перевозят товары на складе или производстве. Традиционно они управляются с помощью магнитов, штрих-кодов, маяков или кабелей, встроенных под напольное покрытие объекта.

AMR – технология, появившаяся после AGV, представляет собой транспортные средства, использующие датчики, процессоры и навигационные алгоритмы для перемещения по складу или объекту без необходимости физических направляющих.

AGV и AMR обеспечивают определенную автоматизацию и разница между ними сводится к уровню их интеллекта. AGV имеет минимальный бортовой интеллект и может подчиняться только простым инструкциям по программированию. AGV может обнаруживать препятствия перед собой, но он не в состоянии перемещаться вокруг них, поэтому он просто останавливается на своих путях, пока препятствие не будет устранено. AMR перемещается по картам, которые его программное обеспечение создает на месте, или с помощью предварительно загруженных. AMR использует данные с камер и встроенных датчиков и лазерных сканеров, а также сложное программное обеспечение, которое позволяет ему обнаруживать окружающую среду и выбирать наиболее эффективный маршрут к цели. Он работает полностью автономно, и если перед ним возникнут погрузчики, поддоны, люди или другие препятствия, AMR будет безопасно маневрировать вокруг них, используя лучший альтернативный маршрут.

Сравнительный анализ этих технологий позволяет выделить принципиальные отличия:

AGV	AMR
<i>Навигация</i>	
Требуется инфраструктура: кабели, RFID метки, маяки, лазерная навигация или магнитные ленты	Без дополнительной инфраструктуры, с помощью внутренней карты и датчиков
<i>Гибкость и масштабируемость</i>	
Очень сложная и дорогостоящая задача по добавлению новых маршрутов или пунктов назначения	Способность быстрого изучения новых маршрутов и выбора оптимальных траекторий

AGV	AMR
<i>Стоимость</i>	
Менее дорогой вариант	Дороже AGV, экономия достигается благодаря быстрому и простому развертыванию, практическому отсутствию простоев и исключению затрат на инфраструктуру
<i>Надёжность</i>	
Более надёжный, чем AMR, из-за специфики перемещения строго по заданной траектории	Менее надёжный из-за сложной системы управления с большим количеством датчиков
<i>Внедрение и использование</i>	
Медленное и сложное внедрение из-за настройки инфраструктуры по всему объекту, невозможность адаптации к новым условиям без новой инфраструктуры	Быстрое и простое внедрение и повторное развертывание, поскольку существующей инфраструктуры не требуется
<i>Безопасность</i>	
Безопасен благодаря своей предсказуемости, не продолжает движение при встрече с препятствиями	Перенаправленные траектории могут непреднамеренно дезорганизовать работу других участков окружающей инфраструктуры
<i>Обработка данных</i>	
Не осуществляет сбор данных и не обучается на основе полученных ранее данных	Возможность использования машинного обучения для сбора соответствующих данных и оптимизации операций всего парка в целом

Библиографический список

1. AGV-тележки на производстве LADA GRANTA. [Электронный ресурс] // URL: http://www.up-pro.ru/library/logistics/prod_log/sami-posebe.html; (дата обращения: 01.09.2022).

2. AGV vs. AMR - What's the Difference? [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mobile-industrial-robots.com/insights/get-started-with-amrs/agv-vs-amr-whats-the-difference/>; (дата обращения: 01.09.2022).

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ЛАБИРИНТЕ

Для автоматизированных транспортных средств – автономных мобильных роботов (АМР), эксплуатируемых в производственных условиях, необходимо решать задачи выбора пути, локализации и навигации. В этом случае система управления АМР рассматривается, исследуется и моделируется с использованием аппарата имитационного моделирования.

Одним из наиболее эффективных симуляторов робота является программный комплекс *CoppeliaSim*, позволяющий проводить моделирование движения робота в созданной виртуальной среде. Пакет использует скрипты *Python* и *Lua* или подключаемые модули *C/C++*.

Задача управления – одновременно построить обновления карты в заранее известном помещении и позволить роботу локализоваться в среде с одновременным отслеживанием текущего местоположения и пройденного пути на основании SLAM-алгоритмов.

Построение карты происходит на основании информации с датчиков ориентации. Система пытается понять, как выглядит пространство, в котором робот находится. При возникновении препятствий на пути, робот с помощью SLAM-алгоритмов сверяет все данные с датчиков и находит другой путь, позволяющий ему объехать препятствие и в то же время вернуться к проложенному пути.

В работе рассматривается моделирование движения АМР в лабиринте, имитирующем производственный цех.

Создаем робота, устанавливаем скорость, четыре шарнирных соединения и два датчика:

```
motor_fl = sim.getObjectHandle('Joint_left_front')
motor_fr = sim.getObjectHandle('Joint_right_front')
motor_bl = sim.getObjectHandle('Joint_left_back')
motor_br = sim.getObjectHandle('Joint_right_back')
sens_fl = sim.getObjectHandle('Sensor_left')
sens_fr = sim.getObjectHandle('Sensor_right')
Speed= 1
```

Связываем датчики с передним бампером робота и шарнирные соединения к передним колёсам робота (рис. 1):

```
Rdist = sim.readProximitySensor(sens_fr)  
Ldist = sim.readProximitySensor(sens_fl)  
sim.setJointTargetVelocity(motor_fl, -1 * (Speed + Ldif))  
sim.setJointTargetVelocity(motor_bl, -1 * (Speed + Ldif))  
sim.setJointTargetVelocity(motor_fr, -1 * (Speed + Rdif))  
sim.setJointTargetVelocity(motor_br, -1 * (Speed + Rdif))
```

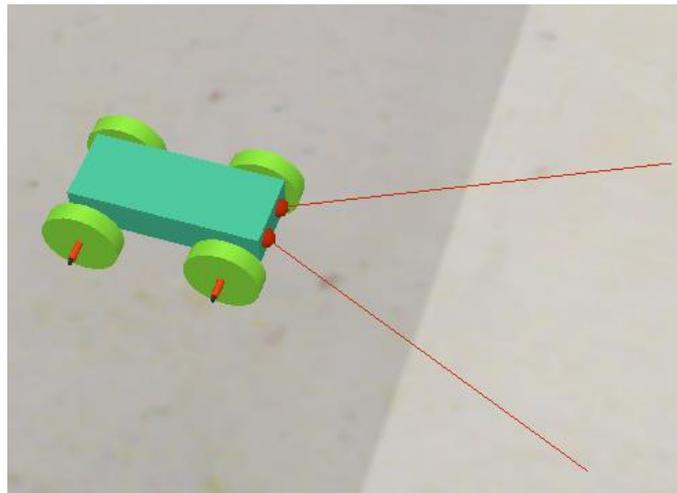


Рис. 1. Имитационная модель АМР

Создаём лабиринт, в котором будет двигаться робот (рис. 2):

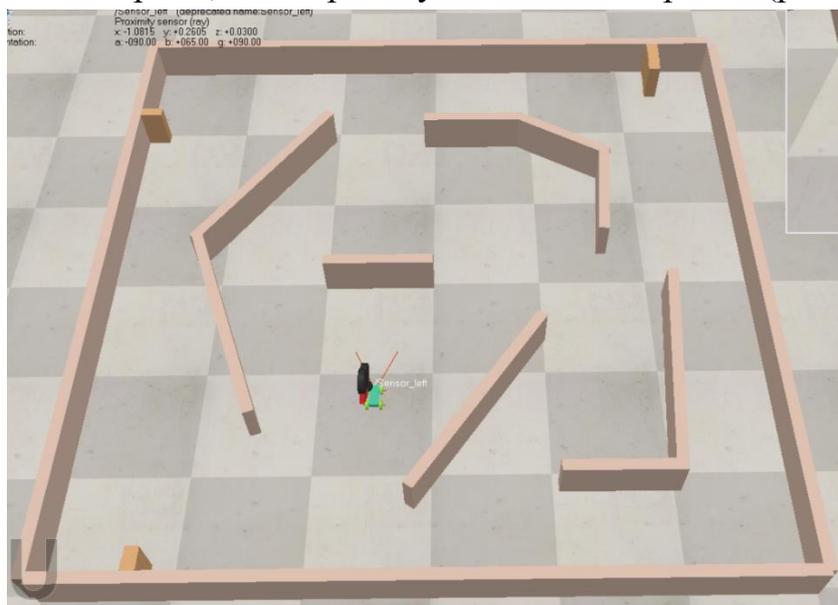


Рис. 2. Вид лабиринта

Для того чтобы робот обходил препятствия, устанавливаем простой скрипт, в котором задаём условия:

– если робот обнаружит препятствие левым датчиком, то правое колесо замедляет свое движение, а левое увеличивает:

if (Ldist > Rdist) then

*Rdif= -0.5 * Speed*

*Ldif= 0.5 * Speed*

– если робот обнаружит препятствие правым датчиком, то левое колесо замедляет свое движение, а правое увеличивает:

if (Ldist < Rdist) then

*Rdif= 0.5 * Speed*

*Ldif= -0.5 * Speed*

Если он увидит препятствие двумя датчиками (препятствие перед собой), то левое колесо увеличивает свое движение в два раза быстрее, чем правое, таким образом, позволяя быстро увернуться от преграды:

if (Ldist == 1) and (Rdist == 1) then

Rdif= -1.5

*Ldif= 2 * Speed*

Результаты моделирования подтверждают эффективность предложенного метода исследования.

Библиографический список

CoppeliaSim (formerly V-REP): a Versatile and Scalable Robot Simulation Framework Eric Rohmer, Surya P. N. Singh and Marc Freese [Электронный ресурс] // URL: [http:// www.coppeliarobotics.com/coppeliaSim_v-rep_iros2013.pdf](http://www.coppeliarobotics.com/coppeliaSim_v-rep_iros2013.pdf) (дата обращения: 02.09.2022).

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОГРАММНОГО КОНТРОЛЛЕРА СЛЕДОВАНИЯ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Фильтр Калмана применяется в навигационных системах автономных мобильных роботов (АМР). Он помогает в фильтрации зашумлённых данных датчиков, а также позволяет использовать информацию с разных датчиков, измеряющих одинаковую величину и широко используется при траекторной обработке информации, позволяя повысить точность оценки траекторных параметров.

Задача состоит в разработке программного контроллера, управляющего следованием АМР по заданному маршруту. На роботе установлены датчики местоположения робота. Таким образом, из показаний датчиков получаются значения координат пути, близкие к реальным. Зная путь, робот получает данные на каждом шаге движения, но иногда датчик может дать неточное показание и неточное рассчитанное значение пути. В таком случае фильтр Калмана из этих неточных данных сверяет значения и корректирует движение робота на более оптимальное [1].

Для решения задачи управления предлагается построить модель контроллера в пакете *MatLab* с последующим переносом программного кода в реальный контроллер [2]. Контроллер следования по траектории обеспечивает входные управляющие сигналы, которые АМР использует для движения по заданному пути.

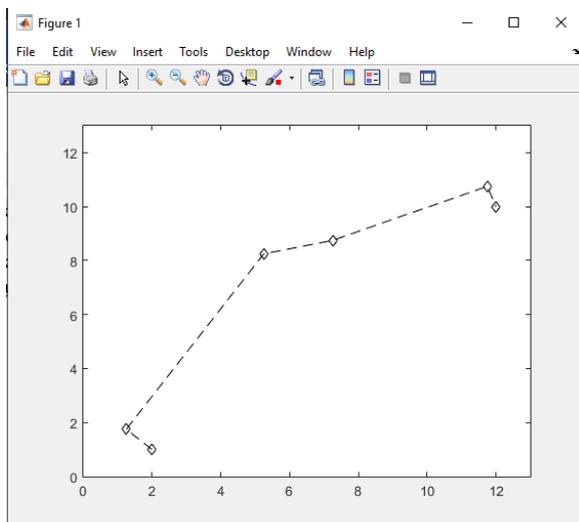
Первый этап моделирования: определение пути движения АМР в свободной зоне (рис. 1, 2).

– *Определение путевых точек.* Задается и визуализируется набор путевых точек на карте местности для выбранного пути движения робота.

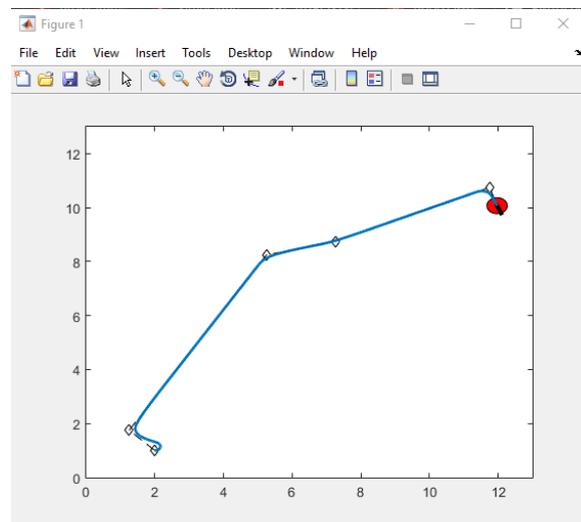
– *Определение модели движения робота.* Имитируемая модель движения, используемая в этом примере, обновляет и возвращает позицию робота для заданных входных данных. Физическому роботу потребуется механизм локализации для обеспечения обновленного позиционного положения АМР.

– *Установка текущего местоположения* и определение целевого местоположения модели АМР. Создаётся объект, имитирующий робота с текущей координатной позицией.

- *Определение пути следования АМР по заданным точкам.*
- *Задание модели контроллера следования на основании пути, определенном выше, и модели движения робота.*



**Рис. 1. Определение набора
путевых точек**



**Рис. 2. Достижение имитируемым
объектом конечной точки**

– *Определение параметров движения АМР: желаемая линейная скорость, максимальная угловая скорость вращения колёс, предельные размеры поля перемещения.*

– *Определение радиуса цели, являющимся желаемым пороговым значением расстояния между конечным местоположением робота и местоположением цели. Как только робот окажется на этом расстоянии от цели, он остановится. Слишком малое значение радиуса может привести к тому, что робот пропустит цель, что может привести к неожиданному поведению вблизи цели:*

Второй этап моделирования: определение пути движения АМР по карте (в зоне с препятствиями) (рис. 3, 4).

– *Определение путевых точек с использованием планировщика путей PRM.*

– *Создание и отображение карты местности, для движения по которой вычисляется путь.*

– *Отображение пути следования между начальным и конечным местоположением модели АМР.*

– *Установка текущего местоположения и цели движения модели АМР в соответствии с заданным путем.*

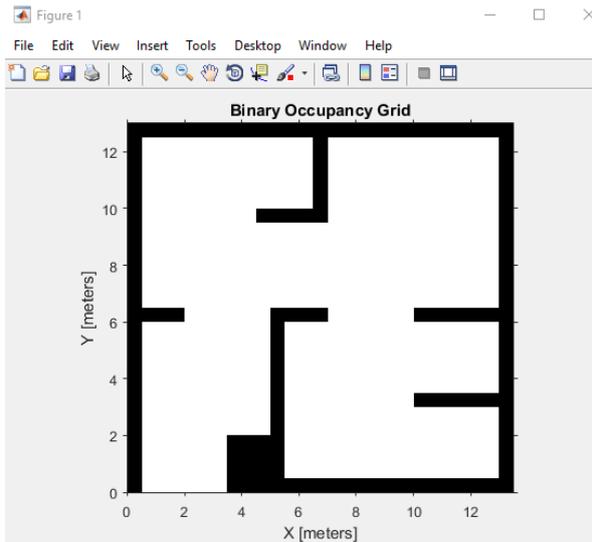


Рис. 3. Изображение карты

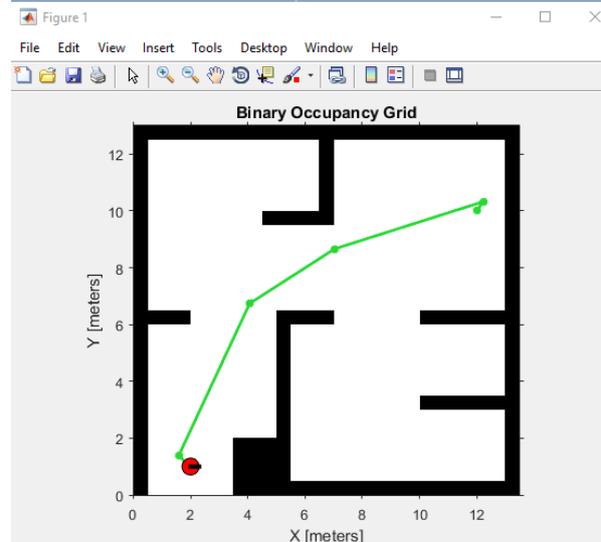


Рис. 4. Отображение пути на карте с роботом в исходной позиции

– *Определение расстояния до цели и радиуса цели.* Формируется программное управление контроллером до выполнения условия выхода модели АМР в зону цели на карте.

Результат моделирования показал работоспособность модели программного контроллера робота с фильтром Калмана следовать по заданному пути. Следовательно, робота можно запрограммировать таким образом, чтобы он по любым установленным путям при наличии статических препятствий мог достигать установленных целей и для коррекции накапливающихся погрешностей использовать фильтр Калмана. Но если при прокладке траектории учитывать возможность появления динамических препятствий, то в это случае необходимо применять другие SLAM-алгоритмы локализации и навигации.

Библиографический список

1. Казаков К.А., Семенов В.А. Обзор современных методов планирования движения // Труды ИСП РАН. Т. 28, вып. 4. 2016. С. 241 - 294.
2. Планирование путей в средах различной сложности - MATLAB & Simulink. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mathworks.com/help/robotics/ug/path-planning-in-environments-of-difference-complexity.html?action=changeCountry&s_tid=gn_loc_drop (дата обращения: 02.09.2022).

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ

В настоящее время адаптивные лазерные робототехнические комплексы для термообработки металлов широко применяется в промышленности. Разработка данной технологии достигла в настоящий момент такого уровня развития, когда их дальнейшее совершенствование и заметное расширение области применения возможно лишь на основе такого подхода, когда, с одной стороны, обеспечивает необходимый набор технологических параметров обработки за счет экспериментального и теоретического моделирования технологического процесса и создания требуемого для его реализации оборудования, а с другой – осуществления текущего контроля и управления в ходе самого технологического процесса [1].

Структурная схема базовой адаптивной системы робототехнического комплекса приведена на рис. 1.

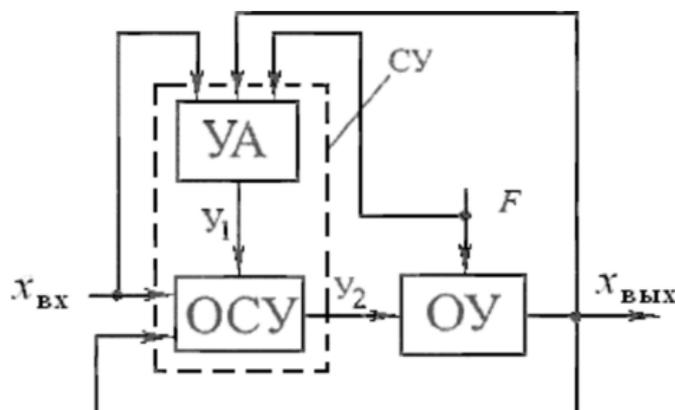


Рис. 1. Структурная схема базовой адаптивной системы

На схеме обозначены: УА – устройство адаптации; ОСУ – основная система управления; ОУ – объект управления; $У$, – управляющее воздействие для изменения программы ОСУ; $У_2$ – управляющее воздействие на ОУ; СУ – система управления; F – возмущающее воздействие; $x_{ВХ}$, $x_{ВЫХ}$ – входной и выходной сигналы соответственно.

Система управления лазерным технологическим комплексом представляет собой взаимосвязанную совокупность объекта обработки (детали типа вал карданный), объектов управления (система подачи лазерного излучения, шестиосевой робот и двухосевой стол для вращения и позиционирования), приводов вращения и позиционирования, информационной системы (датчики положения и т. п.), узла связи с оператором и конечно лазера. Структурная схема системы управления и имеет два уровня управления [3]:

* Первый уровень управления реализует исполнение команд по отдельным степеням подвижности манипуляционного устройства (шести осевого робота) и двухосевого наклонно-поворотного стола. Характеристики этих устройств определяют динамику и точность их механизмов. Первый уровень управления обеспечивает выполнение элементарных законченных операций манипулятора и стола (вращение вокруг определенной оси робота или стола и др.). На первом уровне корректируется движение исполнительных механизмов в соответствии с изменением информации о внешней среде.

* Второй уровень управления – это уровень синтеза законченных сложных операций. Обеспечивает достижение конкретной цели управления (обработка поверхности требуемой упрочнения). Результатом действия второго уровня управления является выдача управляющих сигналов на первый уровень управления. На втором уровне используется информация от информационной системы для коррекции программы управления.

Функции программного обеспечения адаптивного робота состоят в обслуживании внешних по отношению к системе управления объектов: человека-оператора, приводов робота, информационной системы, технологического оборудования и вычислительного устройства верхнего уровня управления [2].

Система управления взаимодействует с человеком-оператором в режиме активного диалога, в процессе которого человек выполняет следующие действия:

- формирует рабочую программу, которая может быть представлена в виде набора данных, описывающих точки позиционирования захватного устройства робота и управляющие сигналы на технологическое оборудование, или в виде набора инструкций на проблемно-ориентированном языке;
- редактирует рабочую программу с помощью программы-редактора данных или редактора текста, поскольку, как было сказано выше, программа может представлять собой либо данные, либо инструкции;

- создает объектный и загрузочный модули рабочей программы, обеспечивает удаление старых файлов, включение новых, переименование и хранение программ в библиотеке;

- отлаживает рабочую программу, т.е. при поддержке программного обеспечения осуществляет ее пошаговое исполнение;

- реализует функции контроля исправности оборудования.

Функция $m = t2srfsrc (mat, T, v)$ принимает желаемое распределение температуры T на поверхности, перемещаясь со скоростью v [м/с] по поверхности в качестве входных данных. При скорости пучка v это, по сути, определяет желаемый температурный цикл во времени.

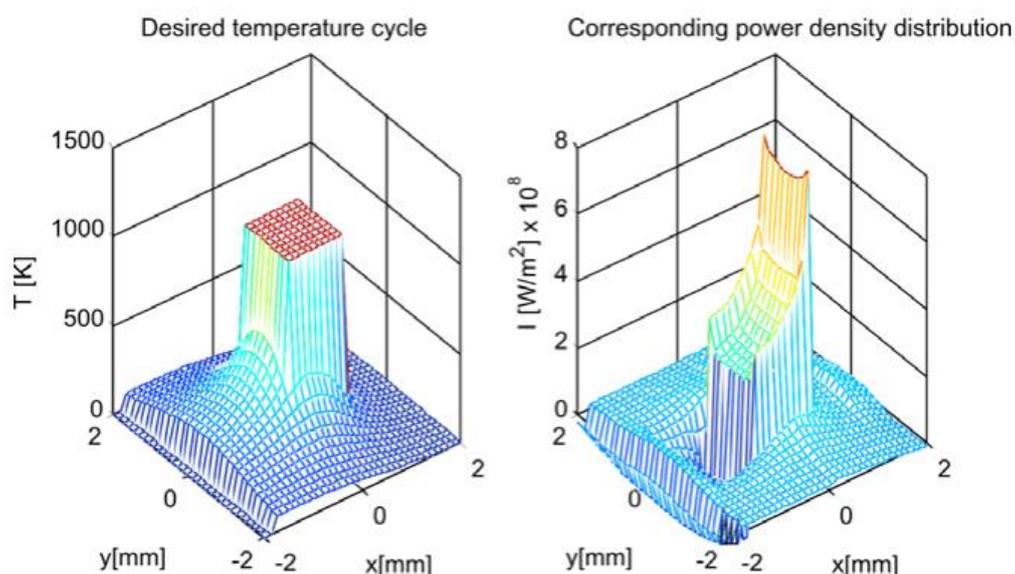


Рис. 2. Графики моделирования в программе Matlab

На рис. 2 показаны графики, где вышеуказанные функции принимают мощность лазера или распределение плотности мощности в качестве входных данных и возвращают индуцированный температурный профиль. Последняя функция, обсуждаемая в этом разделе, идет противоположным путем. Функция $m = t2srfsrc (mat, T, v)$ принимает желаемое распределение температуры T на поверхности, перемещаясь со скоростью v [м/с] по поверхности в качестве входных данных. При скорости пучка v это, по сути, определяет желаемый температурный цикл во времени. Функция $t2srfsrc$ возвращает профиль плотности мощности, здесь m , который при поглощении на поверхности будет индуцировать указанный (желаемый) температурный профиль [3].

Библиографический список

1. Бабаков И.М. Теория колебаний. М.: Наука, 1968. - 560 с.
2. Бажанов В. Л. US WO новый способ формирования управления для замкнутых систем автоматического регулирования. - Современные технологии автоматизации. 1998. № 4. С. 18 - 23.
3. G.R.V.E. Römer, J. Meijer, Inverse calculation of power density for laser surface treatment, CIRP Annals - Manufacturing Technology 49 (1) (2000) 135-138.

УДК 621.77

В. П. Умнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МНОГОЛУЧЕВОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

Для обеспечения высокого качества технологического процесса лазерной наплавки порошкового или проволочного присадочного материала целесообразно реализовать несколько зон нагрева [1]. В этих зонах производится отдельный или совмещенный нагрев основного и присадочного материала, предварительный подогрев наплавляемой поверхности для её очистки и уменьшения вероятности образования трещин, а также регулируемый нагрев наплавленного слоя для снятия внутренних напряжений или направленного формирования напряжений сжатия в материале. Совмещенный нагрев основного и присадочного материала осуществляется при подаче наплавочного материала в ванну расплава основы без подогрева либо с подогревом лучом лазера, воздействующего на поверхность основы, а отдельный нагрев основного и присадочного материала производится для обеспечения минимальной глубины проплавления основы и может выполняться как двумя отдельными источниками, так и одним лазерным лучом, в частности, при высокоскоростной наплавке.

Кроме этого, высокое качество и высокая производительность лазерной наплавки может быть обеспечена только при высоком уровне автоматизации технологического процесса, в котором устройство лазерной наплавки должно быть снабжено системами автоматического регулирования мощности источников нагрева, а также относительного расположения зон нагрева

и их размера на поверхности обработки. Устройство должно обладать системой автоматического слежения за положением наплавляемого трека на обрабатываемой поверхности, системами автоматического регулирования высоты наплавленного трека, температуры нагрева зоны обработки, скорости подачи наплавочного материала, скорости перемещения зон нагрева по поверхности детали, химического состава наплавленного слоя, а также системой автоматического управления процессом и системой автоматизированной подготовки управляющих программ, соответствующих современному техническому уровню, в том числе, с использованием элементов искусственного интеллекта.

Устройство включает в себя интерфейс для компьютеризированной системы проектирования с описанием изделия, подлежащего изготовлению, средство перемещения лазерного луча относительно наплавляемой поверхности изделия, средство подачи материала в ванну расплава для его плавления лазером и получения слоя наплавленного материала с заданной высотой, средство оптического детектирования с оптоэлектрическим чувствительным элементом для выдачи электрического сигнала, как функции высоты слоя наплавленного материала и дополнительно для выдачи электрического сигнала как функции химического состава наплавленного материала, систему автоматического управления процессом, содержащую регулятор с обратной связью, выполненный с возможностью автоматического регулирования скорости наплавки материала, как функции электрического сигнала, с возможностью регулирования мощности луча, регулирования скорости перемещения луча лазера относительно подложки, регулирования скорости подачи материала, а также с возможностью регулирования размера пятна луча для регулирования скорости наплавки материала источник лазерного излучения выполнен многолучевым с возможностью одновременного нагрева основного и присадочного материала, предварительного подогрева наплавляемой поверхности, регулируемого нагрева наплавленного слоя, а также регулирования мощности, относительного положения на поверхности и размера пятна каждого луча. Кроме этого устройство снабжено системой автоматического слежения за положением обрабатываемой поверхности и предыдущего наплавленного трека на обрабатываемой поверхности, включающей датчик определения положения поверхности и границы наплавленного трека на наплавляемой поверхности, а также контроллер датчика, обрабатывающий и передающий информацию на регулятор с

обратной связью. Регулирование относительного положения на наплавляемой поверхности и размера пятна каждого луча осуществляется управляемым телескопом, встроенным в лазер. Кроме этого система снабжена матричным датчиком температуры нагрева зоны обработки многолучевым лазером и контроллером, обрабатывающим информацию и передающим её на регулятор. При этом контроллер датчика температуры выполнен с возможностью определения по результатам измерения температуры положения пятна каждого луча на поверхности изделия в зоне наплавки, а регулятор с обратной связью выполнен с возможностью регулирования температуры нагрева пятна каждого луча на поверхности изделия для регулирования мощности каждого луча и скорости наплавки материала.

На рисунке представлена схема устройства для многолучевой наплавки, содержащая описанные выше компоненты.

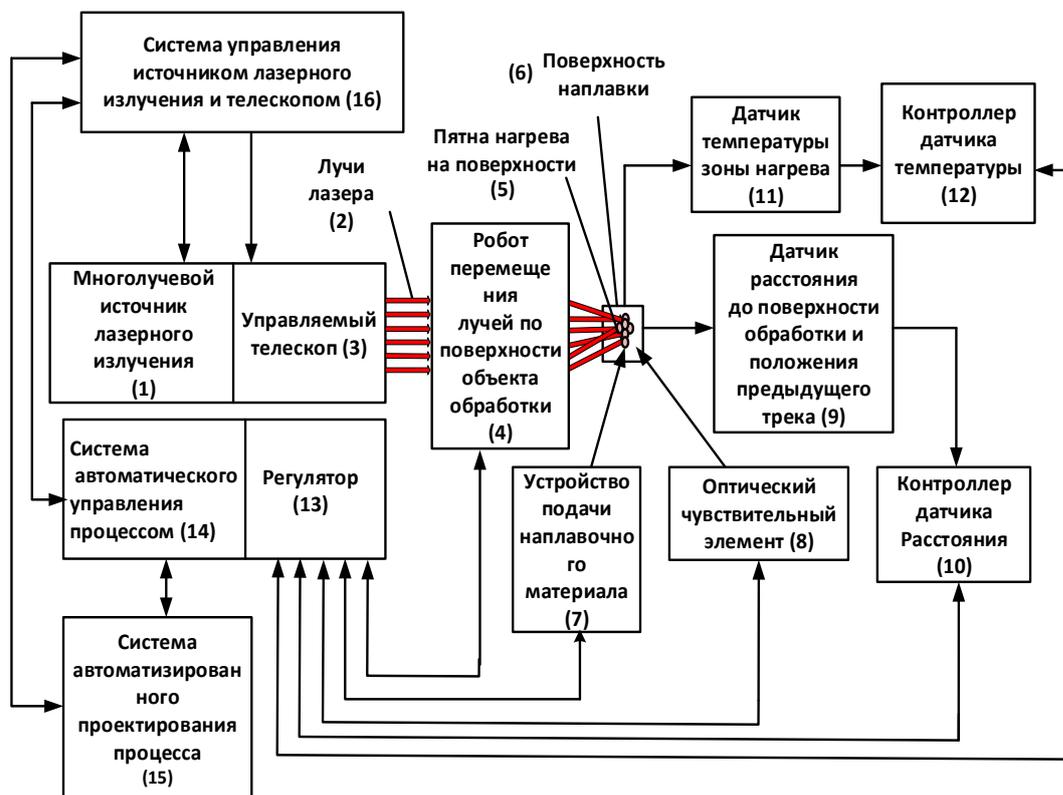


Схема устройства для многолучевой роботизированной наплавки

От многолучевого источника лазерного излучения 1 лучи лазера 2 через средство перемещения лучей по поверхности объекта обработки 4 направляются на поверхность наплавки 6. При этом управляемый телескоп

3, расположенный в лазере после узла вывода излучения излучателя, формирует заданное относительное расположение пятен нагрева 5 на поверхности наплавки 6 и их размеры. Требуемая мощность излучения в каждом луче и управляющее воздействие для телескопа задается системой управления источником лазерного излучения и телескопом 16. Средство перемещения лучей по поверхности объекта обработки 4 представляет собой промышленный робот со встроенным лучепроводом и системой программного управления, на выходе которого расположена оптическая головка с фокусирующей линзой. Робот осуществляет их движение в процессе наплавки по заданной траектории с заданной системой автоматического управления процессом 14 скоростью и скорректированной регулятором 13 в зависимости от сигналов, поступающих от системы датчиков по обратным связям. Устройство многолучевой лазерной наплавки содержит устройство подачи наплавочного материала 7 (проволоки или порошка), выполненное с возможностью регулирования скорости его подачи в зону наплавки с помощью регулятора 13 и оптический чувствительный элемент 8, служащий для измерения высоты наплавленного трека и организации регулирования скорости наплавки, описанной в прототипе.

Датчик расстояния до поверхности обработки и положения предыдущего трека 9 предназначен для стабилизации размеров пятен лучей на поверхности наплавки заданных программно, а также обеспечения равномерности наплаваемого слоя. В качестве такого датчика может быть использован бинокулярный триангуляционный лазерный датчик, например, ЛД-2, осуществляющий в процессе движения сканирование края предыдущего наплавленного трека (смотри Фиг. 3). Диапазон измерения датчика 40 -1000 мм, точность измерения расстояния $\pm 2,5$ мкм; максимальная частота измерений до 16,15 кГц. Информация с датчика 9 обрабатывается контроллером 10, который служит для вычисления координат наплаваемой поверхности и координаты края предыдущего наплавленного трека в координатной системе задания положения наплаваемых треков на поверхности изделия.

Матричный датчик температуры зоны нагрева 11 служит для измерения температуры нагрева наплаваемой поверхности в процессе движения во всей зоне расположения пятен излучения. В качестве такого датчика может быть использован термограф ИРТИС -2000СН, имеющий матрицу 640×480 измерительных пикселей, частоту опроса 0,8 с. и цифровой выход.

Библиографический список

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки : учеб. пособие для вузов / под. ред. А.Г. Григорьянца. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с. – С. 336-361.

УДК 519.876.5

В. П. Умнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Моделирование процессов в мехатронных и робототехнических системах лазерных технологических комплексов является важным этапом проектирования, позволяющим определить их динамические свойства и выбрать необходимое соотношение параметров практически всех компонентов системы, включая исполнительные приводы с механизмами преобразования движения и контуры регулирования координат приводов. Достаточно хорошие результаты при моделировании технических систем достигаются с помощью пакета Matlab. Библиотеки Simulink и Simscape, входящие в состав пакета Matlab, позволяет достаточно оперативно составлять исследуемые модели, изменять их структуру и регистрировать результаты моделирования, не прибегая к сложным программным процедурам. В последние версии пакета Simulink включена библиотека Sim Mechanics second generation, позволяющая выполнять анимацию моделирования движения различных механических систем в трехмерном пространстве в векторно-матричном виде, не прибегая к составлению сложных дифференциальных уравнений, а также библиотека MathOperations. Визуализация существенно повышает наглядность процесса. Это явилось одной из причин (хотя и не основной), побудивших разработчика Sim Mechanics (компания MATHWORKS CORP.) к созданию CAD-транслятора, обеспечивающего построение модели механизма на основе его CAD модели (твердотельной модели, созданной в среде автоматизированного проектирования). В случае использования CAD-транслятора модель механизма может наследовать и графическое представление его деталей.

Процессы лазерного нагрева при закалке, наплавке, сварке и т. д., главным образом, сегодня математически моделируются с использованием

уравнения теплопроводности, являющимся дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка, которое описывает распределение температуры в заданной области пространства и ее изменение во времени. Для компьютерного моделирования с использованием уравнения теплопроводности используются широко известные программные системы, такие как ANSYS Multiphysics, COMSOL Multiphysics, SolidWorks и др. В процессе нагрева или охлаждения таких материалов, как сталь или чугун, могут возникнуть фазовые превращения. Модуль расширения «Металлургия», входящий в состав программного продукта COMSOL Multiphysics, позволяет исследовать влияние этих фазовых превращений на механические и термические свойства материалов. Модуль содержит функционал для моделирования преднамеренных фазовых превращений (например, при закалке стали и цементации) и нежелательных (при аддитивном производстве или сварке). Встроенные мультифизические возможности помогают улучшить характеристики компонентов, оптимизировав фазовый состав. Исходя из изложенного выше, для исследования динамики процессов и устройств при лазерной обработке целесообразно использовать пакеты моделирования COMSOL Multiphysics и Matlab Simulink. Модуль *LiveLink for Simulink* интегрирует COMSOL Multiphysics в среду моделирования Simulink, которая является расширением пакета программ для математических вычислений MATLAB. С помощью этого модуля можно комбинировать модели COMSOL Multiphysics и схемы Simulink для системного моделирования. В такие комбинированные расчеты можно внедрять любые динамические или стационарные модели COMSOL Multiphysics. Данные модели упрощают проектирование систем управления и автоматизации с помощью комбинации MATLAB с Simulink или с Control System Toolbox. При комбинированном моделировании решатели COMSOL Multiphysics используются для интегрирования динамических моделей или решения стационарных модельных уравнений. Это означает, что если модель может быть решена в COMSOL Multiphysics, значит ее можно использовать и в комбинированных расчетах. *LiveLink for Simulink* позволяет проектировать системы управления и автоматизации, которые включают в себя любые модели COMSOL Multiphysics, построенные на основе любых комбинаций физических интерфейсов и уравнений.

Библиографический список

1. Харанжевский Е.В., Кривилёв М. Д. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество : учебн. пособие. Под общей редакцией П. К. Галенко. Ижевск: Изд-во “Удмуртский университет”, -2011. 187 с.

2. Умнов, В.П. Управление и моделирование движения многокоординатного комплексированного исполнительного устройства лазер – робота / В.П. Умнов, И.Н. Егоров, С.В. Молостов // Современные проблемы науки и образования. - 2014.- №6. - С. 443-447.

УДК 004.896, 621.865.8

В. П. Умнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОБРАБОТКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

Мобильный робот для обработки крупногабаритных объектов, схема которого показана на рис. 1, содержит подвижную тележку 2, с возможностью перемещения по поверхности 11, технологический робот 3, имеющую основание 5, рабочий инструмент 4, например, диодный лазер, с возможностью воздействия лучом на поверхность объекта обработки 1.

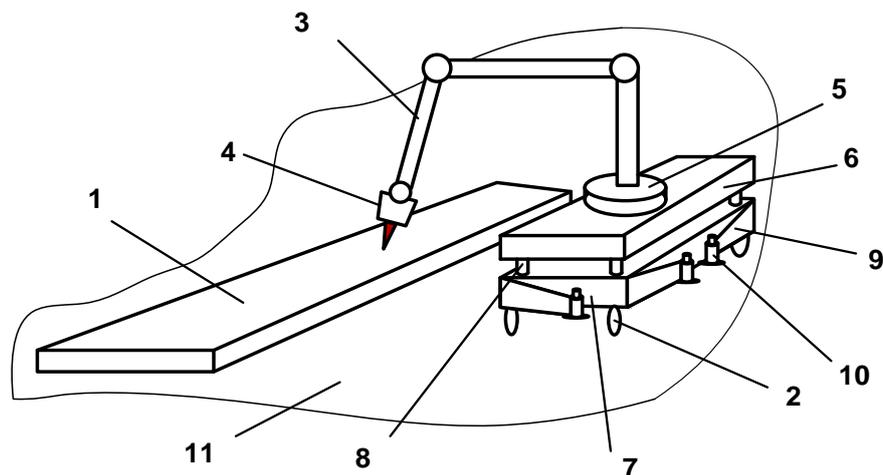


Рис. 1. Схема мобильного робота

Между основанием 5 технологического робота 3 и тележкой 2 расположены две прямоугольные платформы, одна из которых - нижняя 7 жестко связана с подвижной тележкой 2 и вторая – верхняя 6, расположенная над

нижней и жестко связанная с основанием 5 технологического робота 3, при этом упомянутые платформы связаны между собой с возможностью стабилизации пространственного углового положения верхней платформы 6 при изменении положения нижней платформы 7 с помощью размещенных между ними четырех винтовых электромеханизмов 8, расположенных на углах прямоугольных платформ и выполненных с возможностью автоматического управления положением верхней платформы 6 относительно нижней платформы 7. На углах нижней платформы 7 размещены четыре складные опоры 9 подвижной тележки 2 с опорными элементами и винтовыми механизмами 10, выполненными с возможностью ручного перемещения опорных элементов с помощью которых обеспечивается возможность создания устойчивого и жесткого неподвижного положения тележки 2 на поверхности 11.

В начале работы, исходя из минимально допустимого расстояния между обрабатываемым объектом и мобильным роботом и размеров рабочей зоны манипулятора, объект обработки разбивают на рабочие участки. Затем оператором в режиме дистанционного управления мобильный робот перемещают на заранее выбранное рабочее место на первом рабочем участке обработки объекта и производят тестовое перемещение рабочего инструмента относительно обрабатываемой поверхности без ее обработки для оценки достижимости рабочим инструментом границ выбранного рабочего участка. В случае недостижимости указанных границ производят коррекцию границ участка с одновременной подстройкой рабочего положения мобильного робота. После этого выдвигают опоры платформы мобильного шасси и в автоматическом режиме ориентируют его платформу в заданном положении, которое сохраняется постоянным или изменяется по требуемому закону в течение всего времени обработки участка.

На следующем этапе определяются координаты относительного положения основания манипулятора на платформе и расположения рабочего участка в инерциальной системе координат, выбранной для обработки всего объекта, после чего выполняется расчет траектории движения и ориентации рабочего инструмента для обработки участка.

После этого формируется управляющая программа, инструмент выводится в начальную точку траектории и выполняется обработка участка. При этом в процессе обработки осуществляется постоянная стабилизация заданного положения и ориентации рабочего инструмента по отношению к обра-

батываемой поверхности с использованием системы датчиков, располагаемых в непосредственной близости от зоны обработки. По окончании обработки участка инструмент фиксируют в конечной точке траектории движения; его координаты и положение измеряют в инерциальной системе координат. В качестве инструментов для обработки объектов могут использоваться малогабаритные диодные лазеры, оптические головки для лазерной наплавки, закалки или очистки при использовании волоконных или электро-разрядных лазеров, фрезерные головки, сварочные держатели и другие инструменты, необходимые для ремонтно-восстановительных работ, адаптированные для использования в роботизированном процессе.

В качестве инструментов для обработки объектов могут использоваться малогабаритные диодные лазеры, оптические головки для лазерной наплавки, закалки или очистки при использовании волоконных или электро-разрядных лазеров, фрезерные головки, сварочные держатели и другие инструменты, необходимые для ремонтно-восстановительных работ, адаптированные для использования в роботизированном процессе. Предлагаемый способ может быть использован также для проведения предварительного обследования ремонтпригодности и экспертной оценки технического состояния объектов, подлежащих ремонту при оснащении соответствующим диагностическим оборудованием таким как ультразвуковые, магнитные, тепловые датчики, средства голографической интерферометрии, вихревые фазовые преобразователи и т.д.

Отметим особенности мобильного робота и задачи управления, определяющие структуру системы управления и алгоритмы:

- робот состоит из двух последовательно соединенных систем – транспортной системы и технологического робота;
- неопределенность положения платформы транспортной системы и, как следствие, ограниченная точность выхода мобильного робота в исходную точку для работы технологического робота;
- неопределенность в малом пространственном взаимного расположения технологического робота и поверхности обработки;
- не идеальность поверхности объекта обработки; - необходимость согласования систем координат технологического робота и объекта обработки и ввод корректирующих поправок в базовую программу;
- управление перемещением рабочего инструмента по траектории, соответствующей заданной форме и размерам поверхности обработки в условиях ее не идеальности;

- стабилизация расстояния сопла от поверхности обработки и расположения продольной оси лазерного луча по нормали (либо под определенным углом) к поверхности обработки.

С учетом изложенного выше, обработка крупногабаритных объектов с требуемой точностью, в том числе в полевых условиях с использованием разработанного мобильного робототехнического комплекса осуществляется по алгоритму, приведенному на рис. 2.

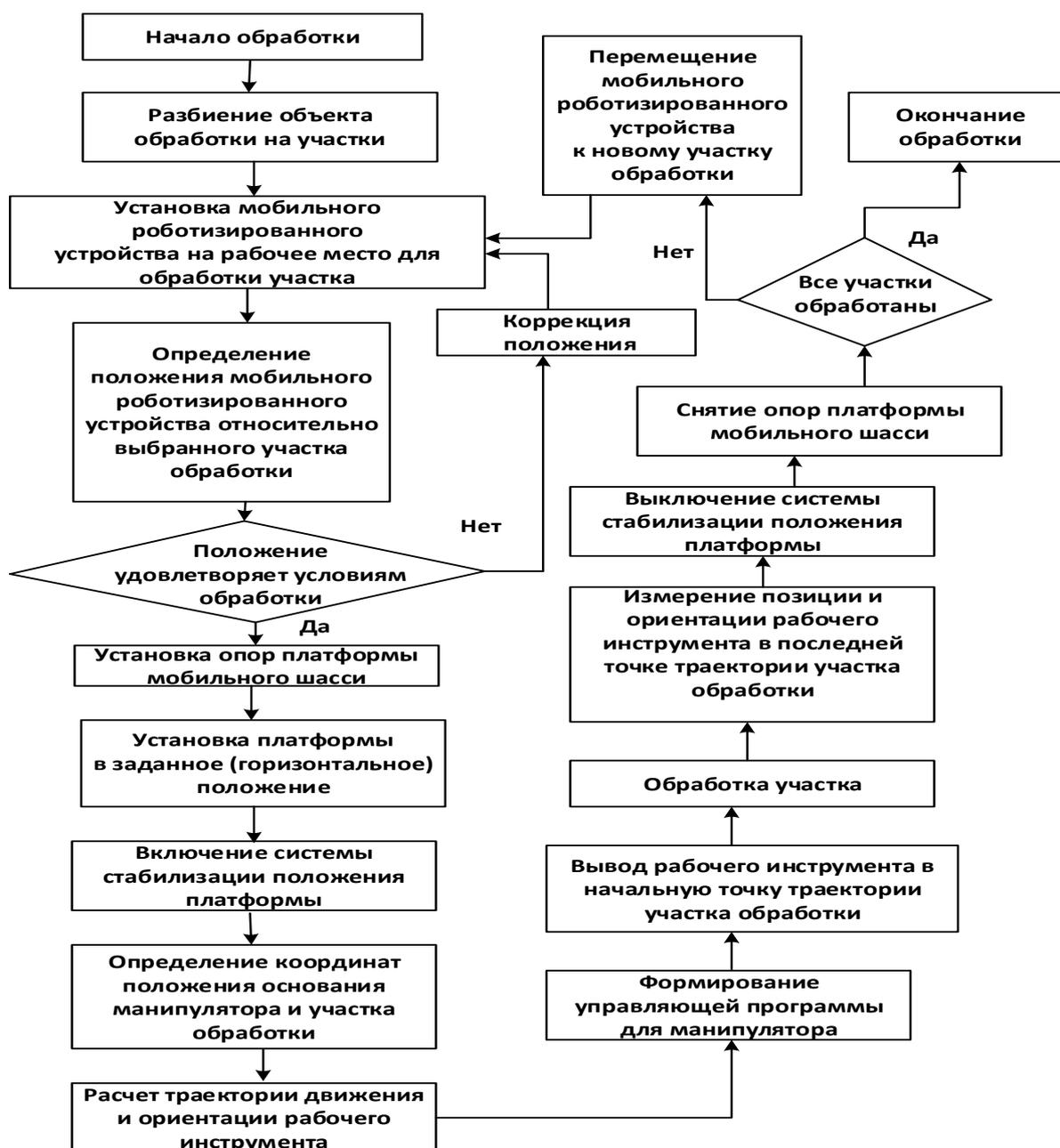


Рис. 2. Алгоритм работы мобильного робота

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАНИПУЛЯЦИОННАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Сформировавшаяся в последние годы концепция создания гибких технологических центров базируется на максимальной концентрации разнотипных операции; на способности центров осуществлять гибридные производственные процессы, сочетающие обработку резанием, пластическое деформирование, термическую обработку, сопряжение элементов изделий и другие технологические переходы.

Современные гибкие машинные центры требуют применения многофункциональных манипуляционных исполнительных систем, обеспечивающих выполнение гибридных производственных процессов. Многофункциональную манипуляционную систему можно считать синергетической. Сверхаддитивный «синергетический» эффект в такой системе определяется следующими факторами:

- возможностью выполнения сложных технологических операций, в том числе в условиях неопределенности и нестационарности;
- повышением быстродействия и качества выполнения операций за счет совместного перемещения объектов обработки и рабочих инструментов, очувствления манипуляционной системы, выполнения операций в процессе идентификации параметров объекта, применения быстросменного и комбинированного инструмента; сокращения времени на переустановку и перебазирование деталей и т. д.;
- расширением функциональных возможностей гибких центров, способных выполнять гибридные производственные процессы.

Главная особенность рассматриваемых систем – комплексное использование разнородных компонентов и подсистем, характеризующихся различным способом воздействия на материал заготовки: резание и закалка; точение, шлифование и закалка; гибка, резка и сверление и т. п. основополагающими этапами построения гибридной робототехнической системы являются функциональное и кинематическое комплексирование. На рис. 1 приведена последовательность функционального комплексирования.



Рис. 1. Последовательность функционального комплексирования манипуляционной исполнительской системы для выполнения гибридных операций в производстве

Наиболее сложная задача – определение рационального количества манипуляторов. Для ее решения предлагается использовать следующие соотношения:

$$M_{opt} \in M = \{1, 2, \dots, n + 1\} \exists G(M, I, Y) \rightarrow \min \forall Y_i \in \{D_j\}; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J};$$

при ограничениях $V \leq [V_{доп}]; n \leq N; T_{ок} \leq [T]$. (1)

В выражениях (1) обозначено: M – количество манипуляторов; n – число используемых инструментов, не превышающее допустимого значения N ; Y – совокупность операций для i -го объекта работ, принадлежащих к обрабатываемой партии D_j ; G – приведенная относительная стоимость единицы машинного времени; V и $T_{ок}$ – объем рабочей зоны и срок окупаемости, ограниченные допустимыми значениями. Величина предложенного критерия функционального комплексирования G может быть определена по выражению:

$$G = Q_{cp} M (Q_m \sum_j \sum_i \Delta T_{vij})^{-1}. \quad (2)$$

Здесь Q_{cp} – средняя стоимость манипулятора; Q_m – стоимость единицы машинного времени; ΔT_{vij} – экономия вспомогательного времени на один объект обработки. При $G \leq 1$ выбранное количество манипуляторов M следует считать эффективным.

На рис. 2 приведена концептуальная структура комплексированной робототехнической системы для фрезерной и лазерной базовых операций.

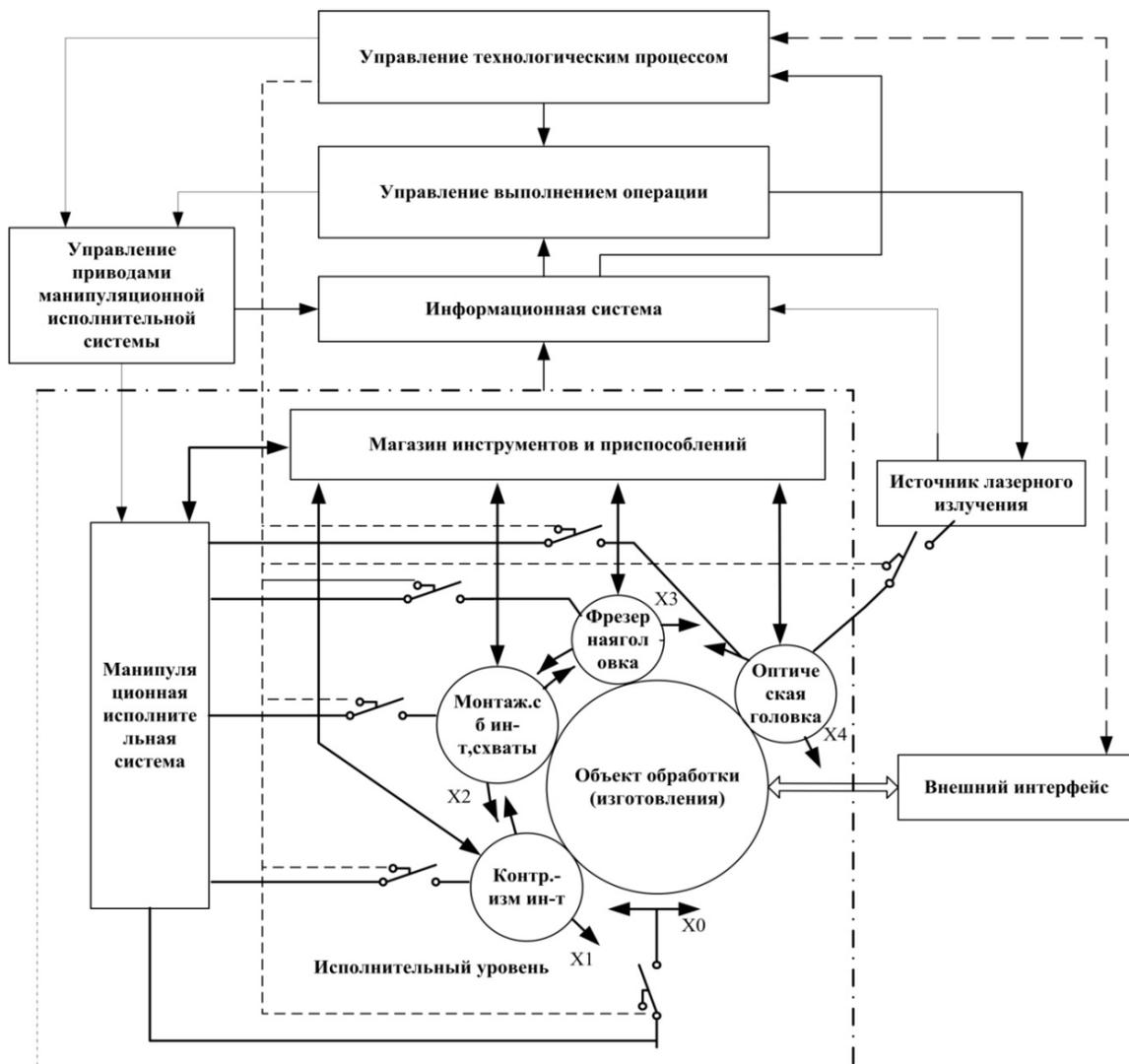


Рис. 2. Концептуальная структура комплексированной робототехнической системы: X_0, X_1, X_2, X_3, X_4 – перемещения компонентов системы

Эти движения - результат сложных взаимодействий внутри каждого манипулятора через их кинематические цепи, рабочий инструмент и объект работ. Операции, выполняемые манипуляционной системой, осуществляются в условиях параметрической и структурной не стационарности состояния позиционных кинематических и оптических связей, а также силовых взаимодействий между рабочим органом и объектом работ, отдельными манипуляторами и их звеньями. В манипуляционной системе могут возникнуть непреднамеренные нарушения имеющихся функциональных связей, приводящие к их неопределенности или не соответствию заданным параметрами, обуславливающие невозможность роботу выполнять свои действия в процессе работы. То есть реализация текущего фазового перехода станет невозможной. При этом предполагается, что отмеченные нарушения не являются следствием сбоя или выхода из строя какого - либо компонента робототехнической системы.

Библиографический список

1. Умнов, В. П. Высокоскоростное фрезерование – основа построения современных технологических систем автоматизированной обработки деталей сложной формы / В. П. Умнов, А. В. Власенков // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2010. №4. С. 105 - 108.
2. Умнов, В. П. Многофункциональные манипуляционные исполнительные системы роботизированных технологических центров / В. П. Умнов, И. Н. Егоров // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2012. № 2. С.111 - 115.

УДК 62-503.57

И. Д. Филимонов, В. П. Умнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПОСТРОЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ КОБОТОВ

Коллаборативные роботы, или, как их еще называют, коботы, – это, как правило, недорогие, легкие в установке и использовании роботы, которые сегодня используются в различных сферах деятельности для совместной работы с оператором с обеспечением безопасности для него. При этом

потенциальное нанесение ущерба здоровью человека удастся минимизировать за счет ограничения мощности и силовых возможностей коботов до уровней, подходящих для контакта с человеком. Кроме того, в них часто применяют обратную связь по усилию, малоинерционные серводвигатели, упругие исполнительные механизмы и технологию обнаружения и исключения потенциальных столкновений.

Коботы сравнительно легко перенацеливать на новые задачи, что делает их хорошим инструментом для создания небольшого производства и сокращения производственного цикла. Технология HCR human-robot collaboration – это взаимодействие человеческого интеллекта и робота, специфическая новая робототехника, которая стремительно внедряется сегодня повсеместно в различных областях производства. Коботы более компактны, чем обычные роботы, имеют большое число вращательных степеней подвижности и часто имеют легкие рамы с мягкими закругленными краями и минимизированными точками возможного защемления. Они оснащены датчиками, определяющими момент, когда человек входит в общее для совместной работы пространство, а также когда с ним установлен прямой контакт. Но при этом если четко определены границы пространства для совместной работы, то в случае, когда в опасной зоне нет людей, это позволяет роботу функционировать на более высоких скоростях, повышая производительность при выполнении тех или иных заданных ему операций. Коботы помогают людям, находясь с ними в непосредственной близости и в контакте, являясь хорошим дополнением мира промышленных роботов, поскольку позволяют заняться автоматизацией многим предприятиям малого и среднего бизнеса. Грузоподъемность коботов обычно не превышает 10 кг при малом весе и потреблении энергии. В то же время скорость движений звеньев и рабочего инструмента коботов обычно ограничена на более низких уровнях, а создаваемые усилия меньше, чем у обычных промышленных роботов. В качестве примера на рис. 1 представлен вид кобота Universal Robotics UR5 компании Techman (Дания).

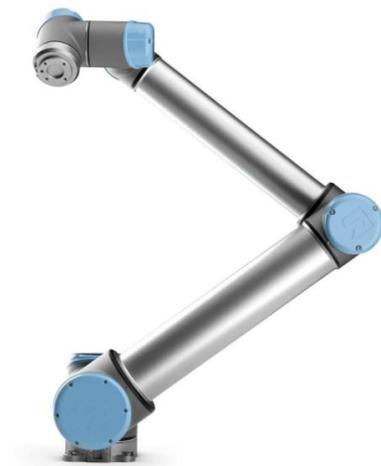


Рис. 1. Вид робота Universal Robotics UR5

Лидерами рынка промышленных роботов являются Fanuc и Yaskawa из Японии, ABB из Швейцарии, Kuka из Германии, которые располагают решениями в области коллаборативных роботов, доступных для коммерческого потребления.

Ключевым компонентом направляющих механизмов с манипуляторами, приспособленными для обучения новым задачам, являются сенсоры силомоментного очувствления робота. Обучение таких роботов проводится вручную (то есть просто взяв их «за руку» и показывая необходимые действия) – это одно из наиболее значительных преимуществ современных приложений для совместной работы роботов, поскольку оно позволяет оператору подготовить робота к новым приложениям, не требуя углубленных знаний в области программирования. Многие компании внедряют на своих производственных объектах роботов, созданных для коллаборативных приложений, чтобы они выполняли подъемно-транспортные задачи типа «взял-поднял-перенес-положил», но универсальность этих роботов выходит за рамки таких, нередко примитивных задач. В то же время роботы могут выполнять множество более сложных повторяющихся и рутинных производственных задач, в частности, сборочные операции, обслуживать станки, литьевые машины для формования пластмассовых деталей, вставлять печатные платы в испытательное оборудование и многое другое. Ввиду стремления к использованию робота минимальной грузоподъемности мощность используемого лазера не превышает 1кВт, и довольно часто лучепровод подвешивают к неподвижной стойке через пружинный уравнивающий механизм, как, например в сварочных комплексах на базе робота Universal Robotics UR5 (рис. 2).



Рис. 2. Вид сварочного комплекса на базе робота Universal Robotics UR5

Исходя из выше сказанного следует, что существенным ограничением на использование лазерного излучения большой мощности в технологических комплексах, оснащаемых роботами, оказывает их малая грузоподъемность. Вследствие малой грузоподъемности рабочая зона указанных комплексов также весьма ограничена и не позволяет обрабатывать изделия больших габаритов без их переустановки. Для исключения указанных недостатков и значительного расширения сферы применения существующих роботов может быть использован дополнительный бесприводный статически разгруженный механизм с несколькими степенями подвижности, перемещаемый роботом, и выполняющий функции своеобразного его «помощника», на котором можно расположить различные конструктивные элементы и оборудование необходимые для выполнения лазерной операции. Назовем указанный выше механизм пассивным манипулятором (ПМ). На рис. 3 представлена примерная схема комплекса «робот – ПМ», оснащенного оптической головкой. Чтобы не ограничивать подвижность робота, пассивный манипулятор должен иметь, как минимум, 4 степени подвижности: q_1 , q_2 , q_3 и q_4 , а связь его с оптической головкой должна быть выполнена в виде шарового шарнира.

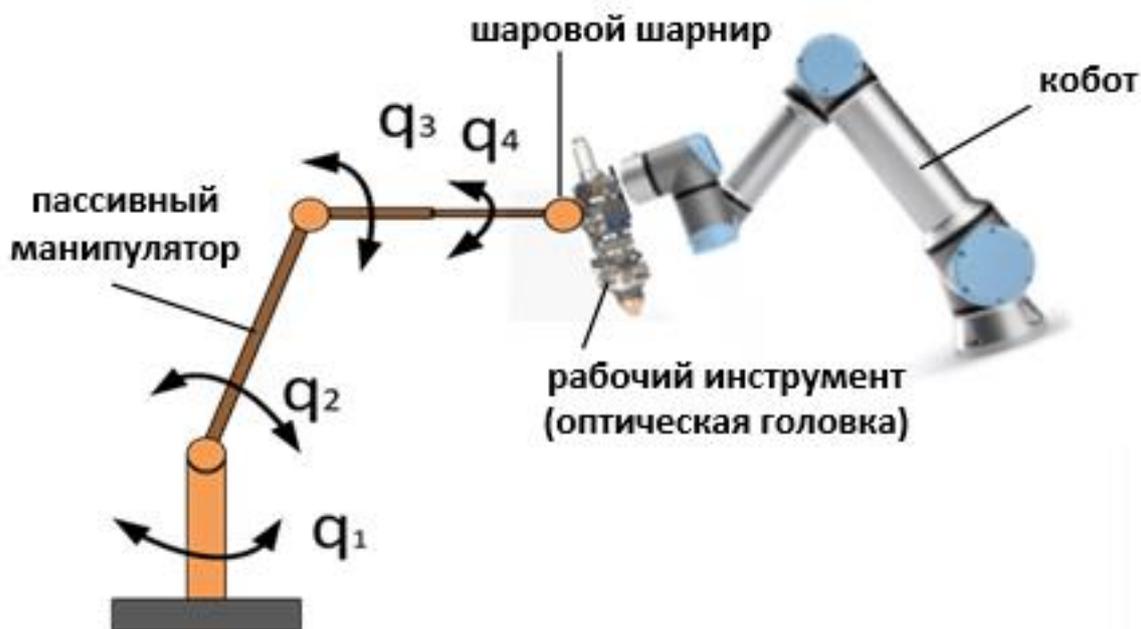


Рис. 3. Примерная схема комплекса «робот – ПМ»

На звеньях ПМ могут быть установлены элементы и оборудование необходимые для выполнения лазерной операции. В комплексах с использованием твердотельных или диодных лазеров источники излучения могут быть расположены на последнем звене ПМ, например, подвешеного исполнения и в совокупности, например с индуктором для нагрева проволочного расходного материала. Для использования предложенного пассивного манипулятора в лазерных комплексах с коботами необходимо его статически разгрузить от веса звеньев и размещенного оборудования и уменьшить взаимовлияние через динамическую нагрузку, хотя ускорения при работе коботов небольшие.

Библиографический список

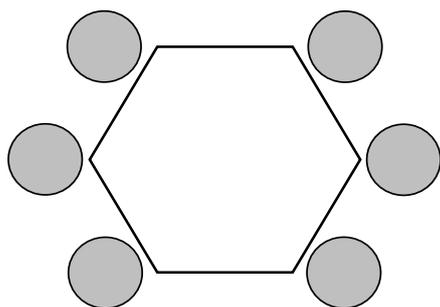
1. Электронный ресурс. URL: aubo.com.ru Коботы-AUBO.
2. Электронный ресурс. URL: Technored.ru/blog/kollaborativnyy_robot.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЕМ ШЕСТИНОГО ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

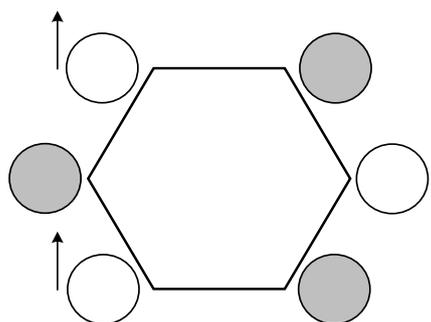
В настоящее время имеется несколько вариантов алгоритмов передвижения шестиногого шагающего робота. Одно из наиболее распространённых – передвижение, сходное с походкой шестиногих насекомых, например муравьёв. Во время движения робот сохраняет устойчивое состояние, опираясь на три ноги – две с одной стороны (передняя и задняя) и одна с другой (средняя), в то время, пока другие три ноги совершают перемещение.

На последующих рисунках: закрашенный круг – нога соприкасается с поверхностью и поддерживает вес робота, белый круг – нога поднята и совершает движение.

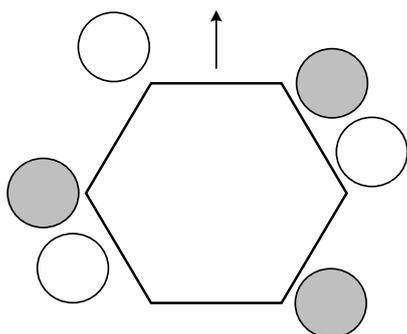
Исходное положение – все ноги опираются на поверхность (рис. 1).



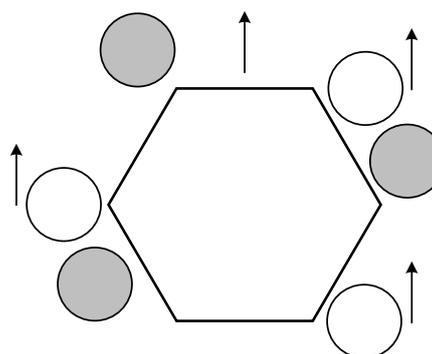
1 – Исходное положение



2 – Первый шаг вперед



3 – Перенос центра тяжести



4 – Третье движение

Рис. 1. Движение робота

Чтобы сделать шаг, робот поднимает три из своих ног, вес робота переносится на оставшиеся три ноги (закрашенные круги). Ноги, поддерживающие вес робота, расположены в форме треугольника. Такое положение является максимально устойчивым. Три остальные ноги (белые круги) совершают движение вперед.

Вес робота распределяется с неподвижных на движущиеся ноги и продолжает поддерживаться треугольным расположением опорных ног. Далее таким же образом переставляется другая тройка ног, и цикл повторяется. Такой вид походки называется треножным, вес робота в каждый момент времени поддерживается треугольным положением опорных ног и подходит в основном для перемещения по плоской поверхности.

Для реализации такого движения робота разработаны алгоритмы. Рассмотрим подробнее процедуру «вперед». Блок-схема представлена на рис. 2.

В начале задаётся исходное положение конечностей робота в пространстве и формируются точки отсчёта углов поворота приводов с помощью процедуры «инициализация». После этого опрашивается ультразвуковой датчик на наличие препятствия перед роботом и если таковое имеется, то робот реализует процедуру «обход препятствия».

Один шаг робота состоит из трех частей:

1. Перемещение трёх ног из низкого положения в высокое.
2. Сдвиг трёх ног из крайнего заднего положение в переднее.
3. Перемещение трёх ног из высокого положения в низкое.

Во время перемещения ног из высокого положения в низкое на каждые пять градусов происходит опрос датчика акселерометра-гироскопа. Если изменение угла наклона платформы не произошло, то положение ног сравнивается с тем, в которое совершается перемещение. Если конечное положение ног еще не достигнуто, то продолжается процесс опускания, с последующим опросом датчика акселерометра-гироскопа. Если изменение угла наклона платформы произошло, то три ноги робота поднимаются на 1° , вновь опрашивается датчик акселерометра-гироскопа и цикл продолжается до тех пор, пока ноги не достигнут конечного положения.

Робот, двигаясь в сторону целевой точки, при обнаружении препятствия на своей траектории приближается к препятствию, поворачивается и следует вдоль его границ, пока те не закончатся. Таким образом реализуется обход препятствия с дальнейшим следованием в целевую точку.

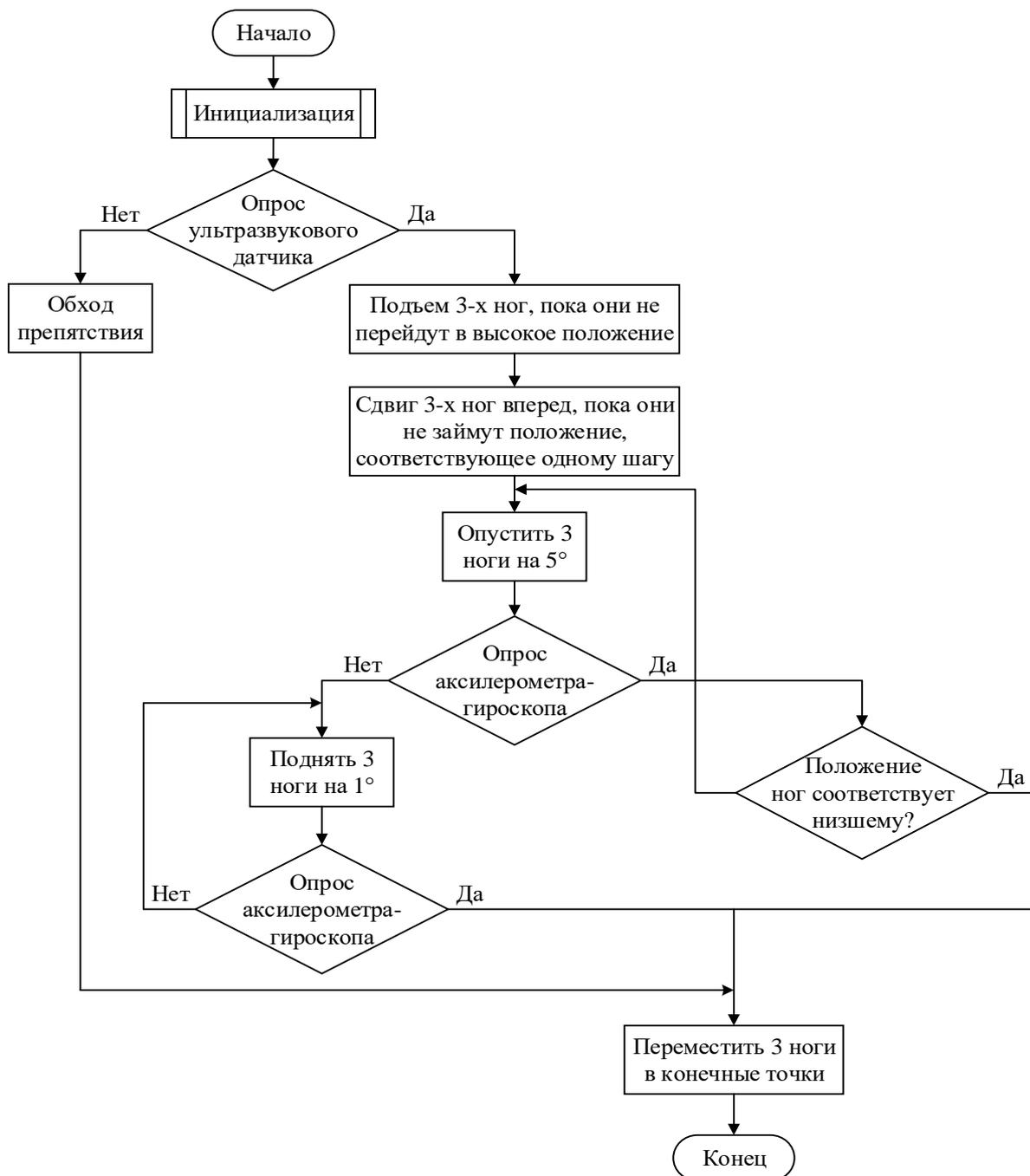


Рис. 2. Процедура «вперед»

Библиографический список

1. Фокин В.Г., Шаныгин С.В. Структура системы управления шестиногого шагающего робота Гексабот // Интернет журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Т. 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-sistemy-upravleniya-shestinogogo-shagayuschego-robota-geksabot/viewer> (дата обращения: 01.09.2022).

2. Чаева М.О. Шагающие роботы-наблюдатели // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых [Электронный ресурс] : сб. материалов науч.-практ. конф. 21 марта – 8 апр. 2022 г., г. Владимир / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – С. 954 – 963.

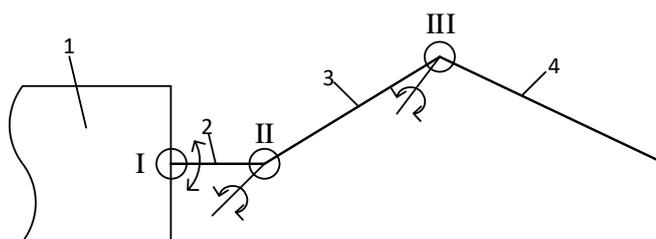
УДК 62-231.1

М. О. Чаева, В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Для построения и отладки алгоритмов управления необходимо разработать кинематическую модель робота, в которой не учитываются вес звеньев и динамические связи между ними. Такая модель удобна для исследования всевозможных вариантов перемещения конечностей робота и его платформы.

Корпус машины представляет собой правильный шестиугольник, в вершинах которого расположены ноги механизма, состоящие из трех звеньев – голени, бедра и промежуточного звена, соединенных вращательными шарнирами (рис. 1). Контакт ноги с опорной поверхностью происходит в единственной точке. Все ноги робота одинаковые.



- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Неподвижное звено (корпус). | I – точка крепления ноги к платформе; |
| 2. Промежуточное звено. | II – точка крепления бедра к промежуточному звену; |
| 3. «Бедро». | III - коленный сустав. |
| 4. «Голень». | |

Рис. 1. Модель ноги робота

При построении модели будут использоваться три координатные системы: система координат конечностей, система координат машины и неподвижная система для отображения движения машины в пространстве.

Центр системы координат конечности $X_n Y_n Z_n$ расположен в точке крепления ноги к платформе, плоскость $X_n Y_n$ совпадает с плоскостью платформы, ось Y_n направлена от центра платформы к точке крепления промежуточного звена к платформе, ось Z_n – вертикально вверх (рис. 2). Центр координатной системы корпуса $X_m Y_m Z_m$ расположен в центре шестиугольной платформы. Плоскость $X_m Y_m$ совпадает с плоскостью платформы (рис. 3).

Неподвижная система координат XYZ служит для моделирования перемещения машины в пространстве. Все координатные системы – правые.

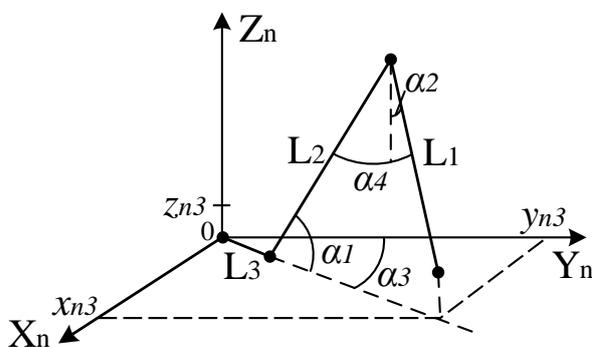


Рис. 2. Геометрическая модель конечности робота

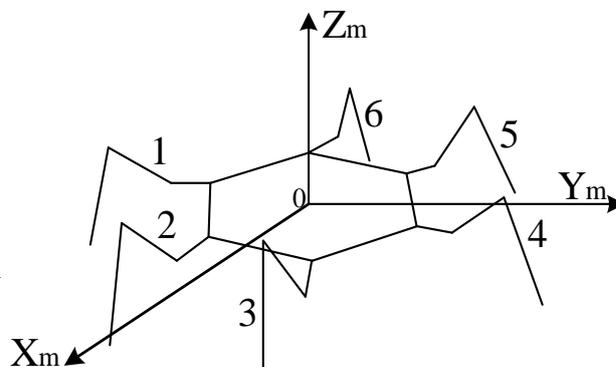


Рис. 3. Система координат робота и нумерация ног

Кинематическая (геометрическая) модель ноги робота в проекциях на собственную систему координат имеет вид [1]:

$$x_{n3} = (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2) \cos \alpha_3; \quad (1)$$

$$y_{n3} = (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3) \sin \alpha_3; \quad (2)$$

$$z_{n3} = L_1 \sin \alpha_1 - L_2 \cos \alpha_2, \quad (3)$$

где x_{n3} , y_{n3} , z_{n3} – координаты стопы; L_1 , L_2 , L_3 – длины бедра, голени и промежуточного звена соответственно; α_1 , α_2 , α_3 – углы подъема бедра, подъема голени (относительно вертикальной оси) и разворота бедра соответственно.

Угол α_4 поворота голени относительно бедра связан с углами α_1 и α_2 соотношением $\alpha_4 = \alpha_2 - \alpha_1 + 90^\circ$. Переход к углу α_2 связан исключительно с компактностью записи уравнений конечности.

Условная кинематическая схема с нумерацией соответствующих сочленений показана на рис. 4. Для звеньев принята нумерация: 3 – примыкает к корпусу; 2 – промежуточное звено; 1 – контактирует с поверхностью.

Одной из важных задач является задача построения области достижимости для ступни ноги робота. Область достижимости ступни определяется длинами звеньев ноги, а также допустимыми углами отклонения, указанными выше [2].

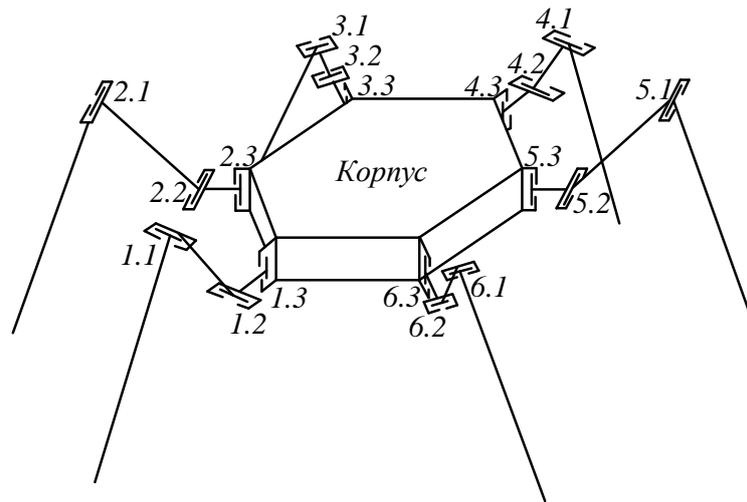


Рис. 4. Условная кинематическая схема шагающего робота

Углы α_1 и α_4 задают возможные движения ступни в плоскости ноги.

Границы допустимой области в этой плоскости могут быть получены благодаря поочередному закреплению одного из углов в предельном положении и изменение второго угла в рамках допустимых значений (рис. 5).

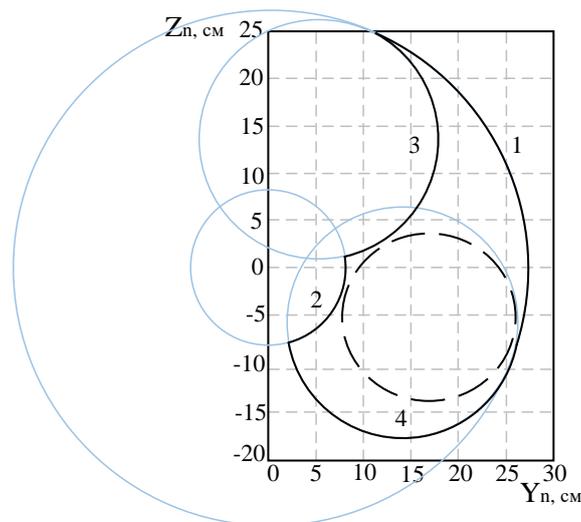


Рис. 5. Разрез области достижимости ступни ноги робота

Область достижимости ступни в плоскости ноги представляет собой криволинейный четырехугольник, стороны которого – дуги окружностей.

Дуга 1 представляет собой траекторию ступни при повороте максимально выпрямленной ноги (угол между бедром и голенью $\alpha_4 = 180^\circ$) вокруг оси X_n в пределах допустимых значений α_1 . Центр соответствующей окружности $Y_n^2 + Z_n^2 = R_1^2$ будет лежать в начале координат, а ее радиус

$$R_1 = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos \alpha_4} \quad (4)$$

Дуга 2 представляет собой траекторию ступни при повороте максимально согнутой ноги (угол между бедром и голенью $\alpha_4 = 30^\circ$) вокруг оси X_n в пределах допустимых значений α_1 . Центр соответствующей окружности $Y_n^2 + Z_n^2 = R_2^2$ также будет лежать в начале координат.

Дуга 3 представляет собой траекторию ступни при сгибании максимально поднятой ноги (угол подъема бедра $\alpha_1 = 70^\circ$) в пределах допустимых значений α_4 . Центр соответствующей окружности

$$(Y_n - Y_{n3})^2 + (Z_n - Z_{n3})^2 = L_1^2 \quad (5)$$

является точкой расположения колена при максимально поднятом бедре.

Дуга 4 представляет собой траекторию ступни при сгибании максимально опущенной ноги (угол подъема бедра $\alpha_1 = -20^\circ$) в пределах допустимых значений α_4 . Центр соответствующей окружности

$$(Y_n - Y_{n4})^2 + (Z_n - Z_{n4})^2 = L_2^2 \quad (6)$$

является точкой расположения колена при максимально опущенном бедре:

Полная область достижимости ступни в трехмерном пространстве формируется поворотом полученного криволинейного четырехугольника вокруг вертикальной оси в пределах допустимых значений α_3 .

Передвижение конечностей должно происходить с минимальными энергетическими затратами, в зоне наиболее комфортной для согласования рабочих и холостых перемещений. Такая зона в модели машины обозначается сферой или эллипсоидом максимального радиуса, вписанными в область достижимости ноги.

Библиографический список

1. Шагающие роботы – теория и основы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://monitorbank.ru/shagayushhie-roboty-teoriya-i-osnovy/> (дата обращения: 05.05.2022).
2. Голубев Ю. Ф., Охоцимский Д. Е. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата. – М. : Наука, 1984. 312 с.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абляев А. Ю.	82, 85, 88, 91	Колов Д. А.	36, 40, 44, 49
Алиев Ф. Ф.	144	Королев Д. А.	28
Амирсейидов Ш. Ш.	139, 144	Котов Г. А.	335
Арефьев Е. В.	233, 237, 240, 244	Краснов А. В.	21
Баландин В. М.	14, 18, 147, 151, 308	Кулешов И. В.	103, 110
Баландина Е. А.	155, 159, 162	Лабаев М. С.	337
Безпрозванный А. Ю.	57	Лаврова М. А.	82
Веселов А. О.	311, 313, 315	Латышев М. В.	54
Волоков Н. Н.	31	Логинов Д. Д.	341, 343
Горбунов Р. В.	226	Мажитов Б. Ж.	131, 166
Григорьев А. А.	317	Митрофанова А. С.	346
Григорьев А. Ал.	229	Михалов М. Д.	57, 61
Грунская Л. В.	82	Михашин Д. А.	114
Грущенко Б. В.	255, 261, 264	Мишулин Ю. Е.	317, 337, 351, 358, 362
Давлатшоев Р. А.	131, 166	Мищенко З. В.	251
Драгомиров С. Г.	94, 99, 103	Мосенцева А. М.	270, 275
Дуванов Д. В.	85	Немонтов В. А.	367, 369, 372, 375, 399, 402
Игнатов М. С.	107, 114	Нуждин Р. В.	57, 61
Исакова К. С.	248	Огнев М. В.	88
Киндеев Е. А.	175, 179, 183, 188	Орлов Д. Ю.	255, 261, 264, 270, 275
Кириллов А. Г.	21, 28	Орлов Ю. А.	293, 297, 299
Кобзев А. А.	320, 323, 326, 330, 346	Павлухина А. В.	282, 287, 290
Козлов К. В.	332	Пантелеев Л. С.	297, 299
Кокарев О. П.	31	Петрушин А. Д.	378
Кокурина Ю. К.	195	Полушин В. О.	233, 237

Ромодановская М. П.	302, 305	Филимонов И. Д.	394
Сейтаков М. Р.	240, 244	Хакимов М. Ф.	82
Смирнов Д. Н.	66, 70, 73, 77	Худякова Е. О.	212, 215, 217, 221, 224
Тихомиров С. М.	82	Чаева М. О.	399, 402
Туманова Н. И.	200, 203, 206	Шарапов А. М.	119, 121, 126
Тюменев В. В.	230	Шкенев Д. Ю.	91
Умнов В. П.	332, 381, 385, 387, 364	Юнусов М. Ю.	131
Фехретдинов С. В.	139, 226		

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXIV Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти Александра Петровича КУНАКОВА

08 – 09 сентября 2022 г.

Издаются в авторской редакции

Авторы публикуемых статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен, географических названий и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации, и заимствованных данных.

Компьютерный набор Е. А. Киндеева
Компьютерная верстка Л. В. Макаровой
Дизайн макета обложки П. А. Некрасова

Подписано в печать 25.12.22.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 23,72. Тираж 40 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.