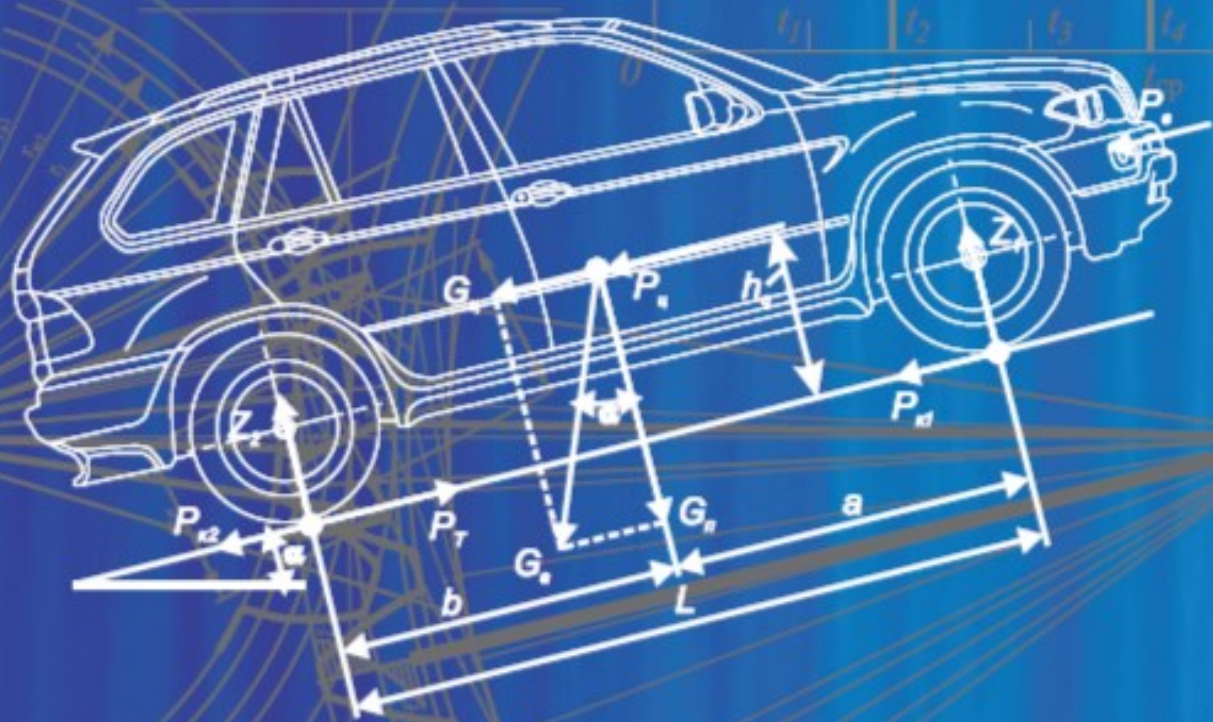




Материалы **XXVI** Международной
научно-практической конференции,
посвященной памяти профессора
Юрия Васильевича Баженова

Актуальные проблемы эксплуатации
автотранспортных средств



21-22 ноября 2024 года
Владимир



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 XXVI Международной научно-практической конференции,
посвящённой памяти профессора Юрия Васильевича Баженова

21 – 22 ноября 2024 г.

Владимир

Электронное издание



Владимир 2024

ISBN 978-5-9984-1713-9

© ВлГУ, 2024

© Коллектив авторов, 2024

УДК 629.113

ББК 39.33

Редакционная коллегия:

Ш. А. Амирсейидов, кандидат технических наук, доцент (*отв. редактор*)
А. Г. Кириллов, кандидат технических наук, доцент (*зам. отв. редактора*)
М. Ю. Баженов, кандидат технических наук, доцент (*член редколлегии*)
А. В. Толков, кандидат технических наук (*член редколлегии*)
Д. Н. Смирнов, кандидат технических наук (*секретарь редколлегии*)

Издаётся по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств [Электронный ресурс] : материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Юрия Васильевича Баженова. 21 – 22 нояб. 2024 г., Владимир / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Ин-т машиностроения и автомобил. трансп. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2024. – 407 с. – ISBN 978-5-9984-1713-9. Электрон. дан. (12,8 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены материалы XXVI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти известного ученого в области надёжности автомобильного транспорта кандидата технических наук, профессора Баженова Юрия Васильевича, которая состоялась 21 – 22 ноября 2024 года на базе кафедры автомобильного транспорта, безопасности и управления качеством ВлГУ.

Издание предназначено для специалистов, работающих в области конструирования, исследования и эксплуатации автотранспортных средств, а также преподавателей, аспирантов и студентов.

ISBN 978-5-9984-1713-9

© ВлГУ, 2024

© Коллектив авторов, 2024

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Уважаемые коллеги!

Вашему вниманию предлагается сборник материалов очередной XXVI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти известного ученого в области надёжности автомобильного транспорта кандидата технических наук, профессора Баженова Юрия Васильевича.

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



Издание включает материалы результатов исследований по совершенствованию технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, надёжности автотранспортных средств, техносферной и автотранспортной безопасности, совершенствованию конструкции ДВС, электронным системам автомобилей, управлению качеством производства и эксплуатации автотранспортных средств. Отражены перспективные направления использования информационных технологий на автомобильном транспорте, представлены исследования возможностей применения на практике интеллектуальных транспортных систем и опыта эксплуатации электромобилей в условиях современного уровня развития инфраструктуры их обслуживания.

Материалы конференции содержат 80 статей, в которых приведены результаты исследований ученых Российской Федерации, Республики Таджикистан, Социалистической Республики Вьетнам.

Председатель оргкомитета
доцент кафедры «Автомобильный транспорт,
безопасность и управление качеством»
Александр Геннадьевич Кириллов

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the end.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «НАДЁЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЭКСПЛУАТАЦИИ»

Ш. Ш. Амирсейидов

Проблема вынужденных и планируемых стоянок в городских условиях 12

А. Е. Баранов

Выбор стратегии зарядки электробуса..... 15

А. Д. Баскаков

Модель многоступенчатого планирования зарядной инфраструктуры парка электробусов..... 20

Е. А. Босов

Пути обеспечения качества и оптимизации системы технического контроля состояния автотранспортных средств 24

Р. В. Горбунов

Анализ конструкций карданных шарниров равных угловых скоростей..... 30

Р. В. Горбунов

Совершенствование маршрутной сети города Владимира в связи с открытием Рпенского проезда 35

И. Д. Зайончевский

К вопросу выбора зарядной станции для электромобилей..... 39

В. И. Ковшов, О. В. Федюшкина, В. А. Максимов, А. А. Солнцев

Проблемы маркировки электробусов при обозначении их модификаций 44

Н. С. Кокурин

Исследование интенсивности движения на перекрестке 49

Д. Н. Лапин, С. В. Левит

Особенности конструкции тормозных систем современных легковых автомобилей 53

В. А. Максимов

Особенности сервисного контракта для подмосковных автобусов..... 59

В. В. Орехов

Результаты оценки износа трансмиссионного масла *VALVOLINE LIGHT & HD ATF-CVT* в процессе эксплуатации городских автобусов..... 66

А. А. Павлов

Исследование износа шин при эксплуатации электромобиля 79

И. М. Попов

Обзор методов диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов, материалов и инструментов обеспечения высокого уровня качества в процессах организации технического обслуживания и ремонта транспортных средств..... 83

А. Ю. Рожков, А. Ю. Шелленбергер

Оценка факторов, влияющих на точность измерения суммарного люфта в рулевом управлении автомобилей..... 87

Т. Р. Сабиров

Обзор методов и средств исследования эксплуатационной надежности тормозной системы автобусов 92

А. В. Сафрончев

Факторы агрессивной среды, влияющие на состояние кузова легкового автомобиля в эксплуатации..... 95

Д. И. Сушков

Битва за нефть..... 102

Д. К. З. Чан, В. А. Максимов, В. Т. Нгуен

Исследование влияния природно-климатических факторов на маршрутный расход топлива автобусов ЛиАЗ-621365 в условиях города Москвы..... 106

А. Ю. Шелленбергер

Анализ трансмиссии электромобилей..... 113

А. Ю. Шелленбергер

Основные способы форсирования бензинового двигателя 117

А. А. Шукин

Особенности конструкции и режимы работы рулевого управления автомобиля с электромеханическим усилителем 123

Секция «БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И В ТЕХНОСФЕРЕ»

Р. А. Алексеев

Обеспечение безопасности пассажиров на автобусных остановках 130

Ш. Ш. Амирсейидов

Повышение пропускной способности перекрестков..... 134

А. Б. Багиров

Пути обеспечения нулевого травматизма и безопасных условий труда
на предприятии 141

М. В. Болачкова

DDOS атаки: описание, сущность, аналитика воздействия 144

Р. А. Давлатшоев, Б. Ж. Мажитов, Б. Нуралиев, О. С. Ниязов

Оценка аварийности на автомобильных дорогах
Республики Таджикистан 151

Н. Л. Кириллов

Вред экологии от электросамокатов 158

Н. С. Кокурин

Анализ загрязнения приземного слоя атмосферы перекрестка
автомобильных дорог 164

Н. С. Кокурин

Составляющие социально-экономического эффекта 167

И. И. Круглов

Кибербезопасность в транспортных системах 171

С. И. Орел

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса
для монтажника стальных и железобетонных конструкций 176

С. И. Орел

Оценка условия труда при термической обработке изделий 180

Д. А. Павлов

Сравнение вреда ионизирующего и лазерного излучений 184

Г. А. Патрикеев

Актуальность воспитания экологического мышления..... 187

У. В. Прокопьева

Идентификация опасных и вредных факторов воздушной среды
на рабочем месте машиниста котельной на твердом топливе..... 192

С. Г. Светушенко

Проблемы тушения и новые требования к поврежденным
аккумуляторным батареям транспортных средств..... 195

О. А. Толков

Исследование светофорного регулирования на перекрестке
улица Почаевская – улица Северная, г. Владимир 205

А. А. Федотов

Рабочее место слесаря по сборке металлоконструкций
компании «ОРИОН-Р»..... 211

Е. А. Шведакова

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса
для монтажника стальных и железобетонных конструкций 215

Е. А. Шведакова

Анализ условий труда на рабочем месте оператора по производству
отделочных материалов на поливинилхлоридной основе 220

Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

М. А. Акимова

Разработка процесса эксплуатационного тестирования
программного обеспечения автотранспортных средств 224

М. А. Акимова

Управление качеством на этапах проектирования автомобилей 229

М. А. Акимова

Воздействие эксплуатационных условий на техническое состояние
автомобилей..... 233

М. А. Акимова

Расчет качества соединения, выполненного с гарантированным
натягом 237

<i>М. С. Бункин</i>	
Система <i>SPC</i> процесса производства панелей кузова автотранспортного средства.....	242
<i>А. М. Воздвиженская</i>	
Разработка методики оптимизации параметров при производстве автомобильных компонентов на основе робастного метода проектирования	248
<i>А. А. Грамотова</i>	
Разработка процесса проектирования и разработки СМК при производстве автомобильных компонентов	254
<i>А. А. Грамотова</i>	
Особенности сертификации музыкальных инструментов.....	259
<i>А. А. Грамотова</i>	
Оценка качества изготовления деталей и соединений	263
<i>Б. В. Грушенко</i>	
Влияние условий эксплуатации на качество и надежность автотранспортных средств, проведение полного факторного эксперимента для выявления корреляций между параметрами.....	267
<i>Б. В. Грушенко</i>	
Разработка рекомендаций и плана внедрения методики 5S в автосервисах.....	272
<i>М. Д. Кожушная</i>	
Разработка процесса управления измерительными системами СМК при эксплуатации автотранспортных средств.....	278
<i>Л. С. Пантелеев</i>	
Экологические аспекты в управлении качеством продукции	283
<i>Л. С. Пантелеев</i>	
Современные подходы к управлению качеством с учетом экологических проблем	287
<i>Л. С. Пантелеев</i>	
Роль управления качеством в поддержании экологической безопасности предприятий.....	292

Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

<i>А. Ю. Абаляев, Л. В. Грунская, С. А. Галактионов, И. Д. Нургалиев, С. А. Тряпкин</i> Снижение вероятности переобучения рекуррентной нейронной сети в задаче прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования	296
<i>Д. С. Белов</i> Установка для статического нагружения шатуна двигателя внутреннего сгорания	299
<i>А. Ю. Гамаюнов</i> Загрязнения в системах жидкостного охлаждения автомобильных двигателей	303
<i>М. А. Грибанов, Д. С. Белов</i> Перспективы применения воздушных турбохолодильных установок.....	307
<i>М. А. Грибанов</i> Термодинамический анализ цикла воздушной холодильной установки.....	311
<i>М. Д. Демидов</i> Лабораторные установки для исследования автомобильных жидкостных насосов и устройств очистки жидкости.....	315
<i>И. В. Кулешов</i> Результаты лабораторных исследований и эксплуатационных испытаний модуля очистки охлаждающей жидкости с автономным насосом	319
<i>Н. В. Чернов</i> Методика исследования пусковых характеристик малоразмерного дизеля.....	323
<i>Н. В. Чернов</i> Результаты исследования пусковых характеристик малоразмерного дизеля.....	327

Секция «АВТОМАТИЗАЦИЯ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА В АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ»

Е. А. Головченко

Использование роботизированных технологий в системах автоматизации складских операций 335

Г. А. Котов

Использование инструментов *Matlab* для исследования динамических характеристик экзоскелета нижних конечностей..... 339

М. С. Лабаев

Анализ в *Matlab* автопилота продольного перемещения для малого БПЛА 344

М. С. Лабаев

Насекомоподобные роботы: последние мировые разработки..... 348

А. М. Лобанов

Разработка макета двухколёсного балансирующего мобильного робота..... 352

Д. Д. Логинов

Расчёт моментов, возникающих в бедренном и коленном суставах при поднятии нижней конечности..... 358

А. Д. Петрушин

Инновационный метод лазерного поверхностного термического упрочнения деталей ответственного назначения для предприятий машиностроительной отрасли 362

А. Ю. Пешехонов

Тормозная система седельного автопоезда с функцией противодействия сносу 366

Ю. С. Потанин

Полуактивный экзоскелет верхних конечностей для обслуживания автотранспортных средств 369

Д. А. Савин

Информационно-измерительная система мобильного робота 373

Д. А. Уткина

Планирование походки транспортной четырёхной шагающей платформы..... 375

Н. И. Хазов

Анализ функций активации нейронов искусственных нейронных сетей, применяемых в интеллектуальных транспортных системах..... 380

М. О Чаева, И. И Красенко

Управление движением транспортной шагающей платформы..... 387

А. В. Шабунин

Разработка конструкции мехатронного устройства экзоскелета нижних конечностей 391

Чжан Шуайбо

Особенности механической обработки твердосплавных материалов 395

НАШИ АВТОРЫ 399

Секция «НАДЁЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЭКСПЛУАТАЦИИ»

УДК 656.13

Ш. Ш. Амирсейидов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **М. В. Латышев** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПРОБЛЕМА ВЫНУЖДЕННЫХ И ПЛАНИРУЕМЫХ СТОЯНОК В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Один из основных негативных факторов, усложняющих организацию движения в городах, – стоянка (остановка) вынужденная или планируемая. Считается, что наземные парковки формируют разорванность инфраструктуры города – привычный вид городского ландшафта дополняется скоплением машин, стоящих как на парковках, так и в других, не предназначенных для этого местах. Из-за нехватки парковочных мест водители нередко оставляют свои автомобили на краю проезжей части, тем самым уменьшая часто небольшую пропускную способность дороги или уезжая от запланированного места стоянки (остановки) на значительное расстояние, тратя при этом лишнее топливо, дополнительно загрязняя окружающую среду. По стандартам Евросоюза проблема парковок в пределах города считается решенной, если местами обеспечены, по крайней мере, 60 % зарегистрированных в городе автомобилей. За рубежом, например, в Швеции, около 15 % улиц городов предназначены для парковки автомобилей [1]. Универсального решения проблемы парковок до настоящего времени не найдено, и это является актуальной проблемой во всех городах. Припаркованное вдоль дороги транспортное средство всегда создает определенные неудобства: вынужденный объезд его движущимися по полосе автомобилями, т.е. создание помех общему движению, в том числе и при выезде с парковки; сужение ширины проезжей части, приводящее к уменьшению скорости движения на городских магистралях. Кроме того, парковки становятся причиной загрязнения воздуха на придомовой территории и, как следствие, ухудшения экологии в городах.

Вынужденная стоянка происходит в транспортных пробках и на перекрестках с малой пропускной способностью, что также ухудшает экологическую обстановку в городе и увеличивает время движения автотранспортных средств.

Основным способом регулирования движения являются светофоры-автоматы, поэтому проблема их оптимальной и эффективной работы стала актуальной. На содержательном уровне алгоритм работы светофора для регулирования дорожного движения заключается в отсчете длительности действия красного и зеленого света, а также в обеспечении требуемой очередности переключений. Поскольку в России до сих пор по-прежнему почти на всех перекрестках дорог в светофорах используется алгоритм с фиксированным (заранее запрограммированным) циклом переключения [2, 3], актуальной становится проблема адаптивного управления движением на таких дорогах.

Для решения проблемы необходимо, во-первых, иметь информацию о скорости и интенсивности движения на полосах дороги на всем ее протяжении в точках, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Во-вторых, на дороге требуется наличие светофоров, расположенных в указанных точках, для регулирования движения по полосам. В-третьих, нужно создать алгоритмы для автоматической системы, управляющей этими светофорами.

Для правильного описания физических явлений, происходящих на транспортной сети, эти алгоритмы должны учитывать информацию о скорости движения транспортных средств на участках дороги между светофорами и интенсивность движения на указанных участках, а также психологию водителей.

В работах [4 – 7] и других описываются различные более сложные и гибкие по сравнению с существующими алгоритмы для автоматического регулирования движения автомобильного транспорта. Однако при исследовании систем управления движением транспорта перекресток представляется в виде прибора (светофора) системы массового обслуживания (СМО), обслуживающего входные потоки заявок (машин). В соответствии с классической теорией СМО время обслуживания заявки – это проезд автомашины через перекресток, а время переналадки прибора – это продолжительность действия желтого сигнала светофора. При таком подходе к решению задачи управления движением транспорта на перекрестке (управление конфликтными транспортными потоками) делается много допущений, которые не адекватны действительно складывающейся дорожной обстановке. Для учета характерных особенностей перекрестков и конкретной картины движения транспорта через них необходимо проводить постоянный сбор информации с транспортной сети и ее обработку в реальном масштабе времени

с целью получения управляющих параметров. При этом нужно иметь информацию не только о количестве и скорости движения транспортных средств по полосам дороги, но и прогнозировать направление движения их через перекресток. По существу, это должна быть автоматическая система управления, об эффективности работы которой следует судить по минимуму суммарного среднего времени проезда определенных по численности групп автомобилей через зону перекрестка, а также по среднеквадратическому отклонению этого времени. При этом эксцесс распределения случайной величины (указанного времени) может стать комплексной оценкой эффективности управления движением транспорта на перекрестке.

Важный момент в процессе повышения средней скорости движения общественного транспорта – по возможности беспрепятственный пропуск этих транспортных единиц через перекресток. Автоматизированная система управления движением автобусов, функционирующая в Оснабрюке (*Osnabrück*) (Германия), производит автоматическое предоставление приоритета движению автобусов на регулируемых перекрестках, что благоприятно сказывается на работе городского транспорта особенно в часы «пик».

Для увеличения средней скорости движения городского транспорта в настоящее время на загруженных автотранспортом участках дорожной сети отводятся полосы для движения общественного транспорта. Чтобы указанное мероприятие проводилось с минимальным ущербом для движения других транспортных средств, желательно сократить до минимума продолжительность работы светофорных фаз (при необходимости в определенные временные промежутки в течение суток), для чего требуется установка дополнительных светофоров, регулирующих движение по полосам.

Список использованных источников

1. N. Oded, Cats Chen, Zhang Albania, *Survey methodology for measuring parking occupancy: Impacts of an on-street parking pricing scheme in an urban center?* *Transp. Polisy*, 2016, 55-63 pp.
2. Неймарк Ю. И., Федоткин М. А. О работе автомата, регулирующего уличное движение на перекрестке // *Автоматика и телемеханика*. – 1966. – № 3. – С. 78-87.
3. Якушев Ю. Ф. Об оптимальном обслуживании конфликтных потоков // *Теория вероятностей и ее применения*. – 1990. – № 1. – С. 161 – 167.

4. Жданов В. С., Саксонов Е. А. Условия существования установившихся режимов в циклических системах массового обслуживания // Автоматика и телемеханика. – 1979. – № 2. – С. 29 – 38.
5. Литвак Н. В., Федоткин М. А. Математическая модель адаптивного управления транспортом с учетом правил дорожного движения и психологии водителей. Деп. в ВИНТИ № 13-B98. 1998. С. 1 – 58.
6. Литвак Н. В., Федоткин М. А. Предельные свойства системы адаптивного управления транспортом с учетом правил дорожного движения и психологии водителей. Деп. в ВИНТИ № 1636-B98. 1998. С. 1 – 51.
7. *Campbel Gerard M. Cyclical queueing systems // Eur. J. Oper. Res.* 1991. V. 51. P. 155 – 167.

УДК 519.245:53.08

А. Е. Баранов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Д. А. Колов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЫБОР СТРАТЕГИИ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОБУСА

В сравнении с личными электромобилями и такси, электробусы имеют особенные эксплуатационные характеристики. Отличительной особенностью является то, что электробусы выполняют регулярные пассажирские перевозки. У электробусов есть жесткие требования к зарядке, иначе они не могут вовремя выполнять свои эксплуатационные задачи из-за низкого заряда аккумулятора. При планировании станций зарядки электробуса необходимо учитывать выбор ее местоположения, а также ее эксплуатационные характеристики и режим зарядки.

В процессе популяризации электробусов важное значение имеет создание вспомогательной зарядной инфраструктуры. В целом можно выделить три стратегии зарядки:

- 1) Станция замены аккумуляторов (рис 1).

Станция замены аккумуляторов применялась на ранней стадии развития электромобилей, поскольку она может мгновенно «заправить» транспортные средства, как традиционная заправочная станция. В режиме замены основными проблемами являются риски безопасности аккумулятора и отказы шасси транспортного средства, вызванные частой заменой. Более того, это требует крупных инвестиций в станции замены и стандартизацию батарей.



Рис. 1. Станция замены аккумуляторов электробусов

Для реализации этой стратегии электробус должен посетить центр замены аккумуляторов, чтобы заменить разряженный аккумулятор на заряженный.

Аккумуляторы обладают уникальными совместимостью и характеристиками, поэтому необходима их стандартизация. Кроме того, аккумулятор должен быть спроектирован таким образом, чтобы на его место в электромобиле можно было установить свежезаряженный аккумулятор.

У метода замены батарей есть недостатки: эта стратегия требует более обширной инфраструктуры, чем другие методы зарядки; проблема права собственности на аккумуляторы, а также проблема стандартизации аккумуляторных батарей. Должны быть стандартизованы, связь, безопасность и номинальная мощность. У владельца электробуса не будет резервной батареи, владельцем батареи будет станция зарядки, а владельцу электробуса придется арендовать батарею, оплатив заряд. Также к недостаткам следует отнести высокие начальные затраты, огромные площади требующиеся для хранения батарей и существование батарей различных уровней зарядки. Не следует забывать и о соблюдении стандартов электробезопасности.

2) Подключаемая зарядная станция (рис. 2).

Зарядку от розетки можно разделить на режим быстрой зарядки и режим медленной зарядки в зависимости от мощности зарядки. В настоящее время на рынке электробусов данная стратегия зарядки доминирует.

Прямое электрическое подключение электробуса к электросети известно, как кондуктивная зарядка. Для зарядки электробусов с использованием проводной зарядки используются внешние зарядные устройства. Внешние зарядные устройства, используются в местах быстрой зарядки и обеспечивают электромобилям более высокую мощность зарядки, что со-

кращает время зарядки. Требования электробезопасности для проводных зарядных станций изложены в стандарте *ISO 17409*. Общество автомобильных инженеров (*SAE*) стандартизировало несколько уровней зарядки электробусов. Эти стандарты предусматривают три уровня заряда для каждого использования переменного и постоянного тока.



Рис. 2. Подключаемая зарядная станция

3) Стратегия беспроводной зарядки. Данную стратегию можно разделить на:

3.1) Стационарная беспроводная зарядка (рис. 3). Зарядка происходит только тогда, когда автомобиль припаркован или простаивает.

3.2) Квазидинамическая беспроводная зарядка (рис. 4). Данная зарядка передает энергию, когда автомобиль движется медленно по полосе заряда.



Рис. 3. Установка беспроводной зарядки



Рис. 4. Квазидинамическая беспроводная зарядка

3.3) Динамическая беспроводная зарядка (рис. 5).

Динамическая беспроводная зарядка может заряжать автомобиль, даже когда он находится в движении. Это самая передовая технология и многообещающее решение для устранения недостатков электробусов, таких как ограниченный запас хода и длительное время зарядки.



Рис. 5. Динамическая беспроводная зарядка

Хотя технология беспроводной зарядки является многообещающей, она еще не развита и не получила широкого распространения. Таким образом, быстрая зарядка от подключаемого модуля наиболее подходящий способ применимый в процессе электрификации общественного транспорта в текущей ситуации. Например, в г. Шэньчжэне (Китай) вся система электробусов, состоящая из 16359 транспортных средств, в качестве источника питания использует проводной режим быстрой зарядки. Стандартная станция быстрой зарядки автобусов в этом городе, имеет 11 этажей и площадь здания 98478 квадратных метров, на которой установлено 660 парковочных мест для электробусов и 237 зарядных устройств. Шэньчжэнь – первый мегаполис в мире, осуществивший полную электрификацию автобусов. В городе имеется только 634 неэлектрических автобусов, зарезервированных на случай чрезвычайной ситуации.

Помимо типичных проблем с размещением объектов, крупномасштабные станции быстрой зарядки неизбежно будут существенно влиять на работу энергосистемы и на нее будут влиять ограничения сети. Станции быстрой зарядки представляют собой крупномасштабные электропотребляющие объекты, влияющие на энергосистему. Значительные зарядные нагрузки могут вызвать отклонение напряжения, гармоническое загрязнение и потерю мощности.

Сравним три схемы зарядки – кондуктивная, индуктивная и с заменой батарей с различных точек зрения. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение производительности различных алгоритмов зарядки

Параметр производительности	Кондуктивная зарядка	Индуктивная зарядка		Замена батареи
		Статический	Динамический	
1	2	3	4	5
Эффективность зарядки	Обычно занимает меньше времени	Сравнительно большее время	Не имеет значения	Очень мало времени
Эффективность методологии	Высокоэффективный	Сравнительно менее эффективен	Сравнительно менее эффективен	Высокоэффективный
Требования к инфраструктуре	Меньше	Относительно высокая	Очень высокая	Очень высокая
Емкость батареи	Относительно высокая	Относительно высокая	Низкий	Относительно высокая
Запас хода после зарядки	Дальность может быть выше, если уровень заряда высокий.	Дальность может быть выше, если уровень заряда высокий	Относительно низко	Дальность может быть выше, если уровень заряда высокий
Владение	Право собственности на аккумулятор принадлежит владельцу автомобиля	Право собственности на аккумулятор принадлежит владельцу автомобиля	Право собственности на аккумулятор принадлежит владельцу автомобиля	Право собственности на аккумулятор принадлежит либо владельцу автомобиля, либо владельцу станции замены
Риск поражения электрическим током	Высокая вероятность поражения электрическим током	Безопаснее, чем два других	Безопаснее, чем два других	Вероятность поражения электрическим током

Подводя итог можно сказать, что в ближайшем будущем в разных странах и в том числе, и в Российской Федерации появится все больше и

больше городов с электробусами, и это исследование направлено на решение крупномасштабной проблемы планирования зарядных станций для электробусов, которые могут обеспечить поддержку и решения по электрификации общественного транспорта.

УДК 519.245:53.08

А. Д. Баскаков (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Д. А. Колов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МОДЕЛЬ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПАРКА ЭЛЕКТРОБУСОВ

Количество электробусов неуклонно растет. Следовательно, для удовлетворения растущего спроса необходимо планирование не только в пространственном, но и во временном измерении. Поскольку развертывание инфраструктуры представляет собой поэтапный процесс и результат планирования каждого этапа влияет на другие этапы. Целью планирования является оптимизация всех этапов с учетом взаимного эффекта между этапами.

Модель планирования многоступенчатой зарядной инфраструктуры определяет места и размеры зарядных станций для электробусов в транспортной сети и энергосистеме на несколько этапов. Целевая функция – минимизировать общую стоимость нескольких этапов (минимизация стоимости оборудования, транспортных расходов и стоимости потерь электроэнергии на всех этапах).

В качестве основного ограничения исследования примем то что, электробусы выполняют фиксированную рабочую смену (рис. 1). Сделаем три предположения:

1) каждые 5 минут установлены как одна единица времени Δt , то весь день общей продолжительностью 1440 минут разбивается на 288 временных интервалов. Мы отмечаем 6:00 утра как первое деление по времени: т.е. $t = 1$;

2) электробусы начинают работать при полностью заряженной батарее;

3) все электробусы заходят или отправляются вовремя, согласно существующему расписанию.

Одна зарядная станция может заряжать электробусы нескольких маршрутов (рис. 2). Зарядная станция позволяет легко удовлетворить потребность в зарядке одного электробуса. Однако, поскольку ресурсы зарядки ограничены, при одновременном въезде на станцию нескольких автобусов возникнет конкуренция за ресурсы зарядки, что требует разумного распределения энергоресурсов в соответствии с последующими рабочими сменами и временем отправления автобусов. То есть количество электробусов, обслуживаемых зарядной станцией единовременно, а общая энергия всех онлайн-зарядных автомобилей никогда не должна превышать верхний предел мощности, доступной на зарядной станции с учетом коэффициента потерь при передаче электроэнергии.

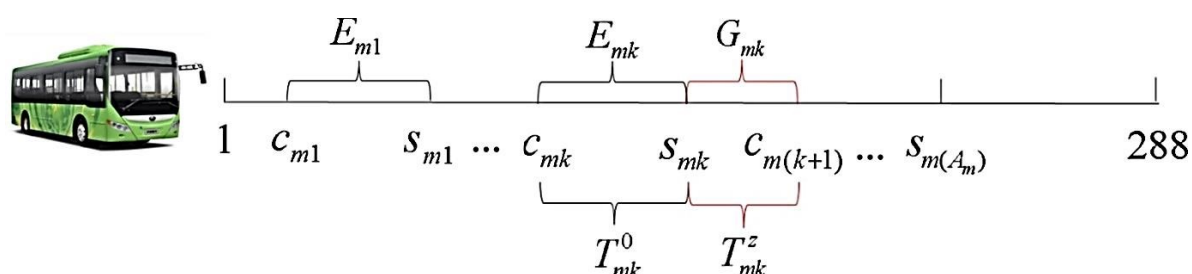


Рис. 1. Маршрутная модель электробуса:

m – набор смен для электробуса; A_m – общее количество смен; K_m – общее количество смен; T_m – временной интервал работы в течении которого автобус не может быть заряжен; S_m – время прибытия; C_m – время выхода; E_m – уровень заряда батареи; G_m – минимальный уровень заряда

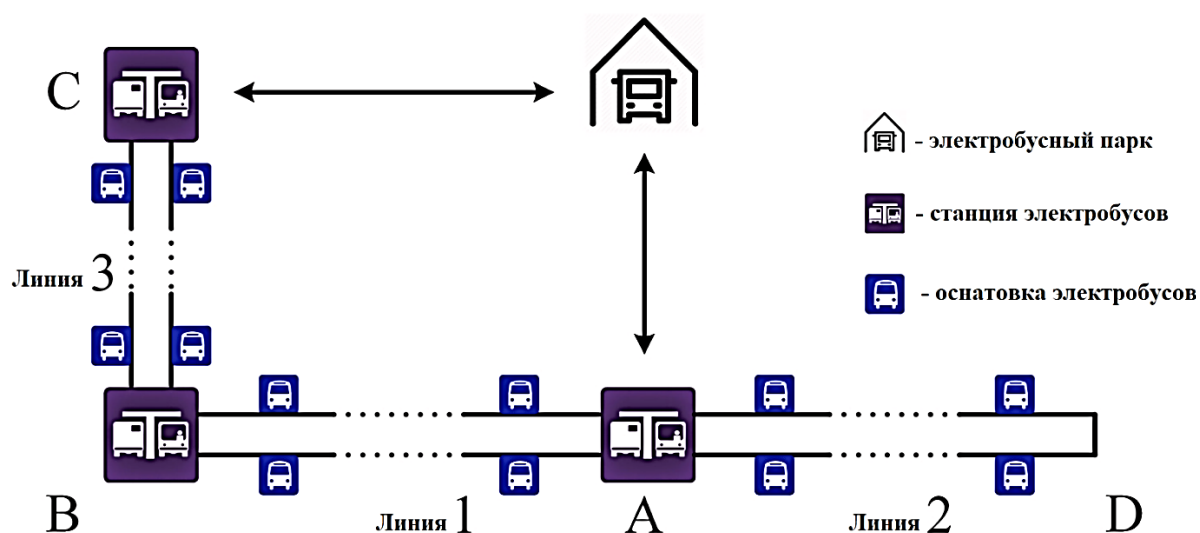


Рис. 2. Пример маршрутной сети электробусов

Модель включает в себя несколько слагаемых.

Первое слагаемое представляет собой сумму фиксированной стоимости выбранных зарядных станций.

Второе слагаемое представляет собой сумму переменных затрат.

Третий член учитывает транспортные расходы, возникающие в результате поездок (пробег электробуса до места зарядки).

Последние два члена вместе представляют собой затраты в электросети, стоимость строительства линий электросети и стоимость потерь электроэнергии.

Первый, второй и четвертый слагаемые представляют собой затраты на оборудование.

Третий и пятый слагаемые – эксплуатационные расходы.

Модель многоэтапного планирования можно рассматривать как модель с неограниченным бюджетом. Имея неограниченный бюджет, модель может построить несколько объектов на ранних стадиях. Эти объекты могут обслуживать потребности, как на ранних, так и на более поздних стадиях. Они строятся заранее, при этом стоимость объекта переносится с более поздних этапов на ранние. Преимущество этого заключается в том, что эксплуатационные расходы, в основном транспортные расходы, связанные с поездками с зарядкой, уменьшаются, поскольку электробусам на ранних этапах предоставляется больше возможностей для зарядки, и они могут двигаться к ближайшим станциям для зарядки.

Модель рассматривает совместную задачу местоположения и мощности зарядных станций и количества зарядных постов, которые будут установлены на каждой станции. Оптимизация размеров одновременно решает вопрос о привязки электробусов к зарядным станциям и определяет распределение зарядных нагрузок по узлам электросети города (рис. 3).

В процессе планирования необходимо проводить совместную оптимизацию транспортной сети и электросети. Учитывая, что рынок электробусов расширяется в том числе и в России, для удовлетворения растущего спроса на зарядку требуется многоэтапное развертывание зарядных устройств.

Предложена пространственно-временную модель, которая может определять места и размеры зарядных станций для электробусов в транспортной сети и энергосистеме на нескольких этапах. В модели применены нелинейные ограничения, связанные с энергосистемой.

Введение большого количества бюджетов на ранних этапах может сэкономить больше средств. Когда бюджет достаточен, можно заранее построить больше объектов, и, следовательно, у электробусов будет больше возможностей для зарядки. Самый интересный вывод заключался в том, что при многоэтапном планировании допускать большой расход средств на строительство может быть более оптимальным решением, чем предотвращать расточительство.

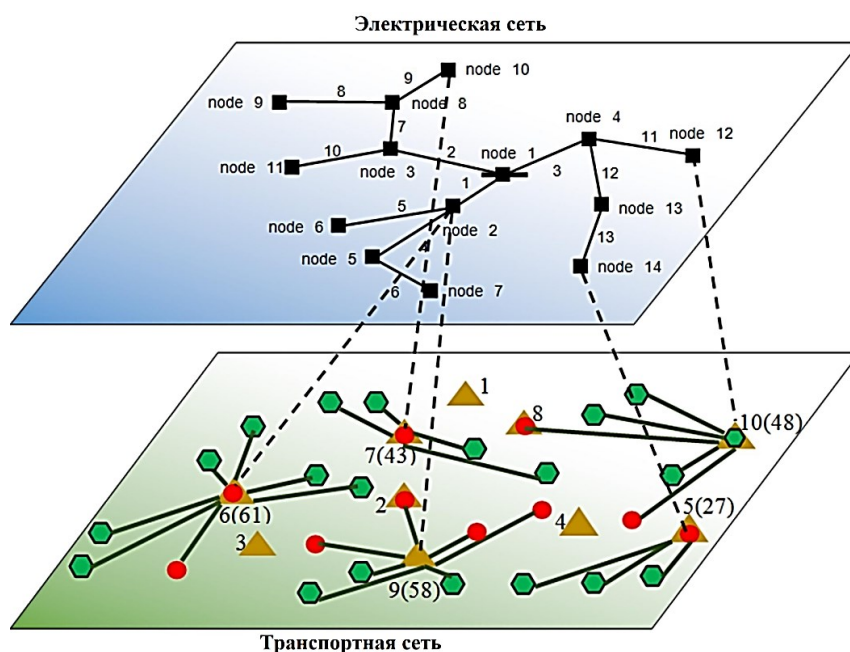


Рис. 3. Реализация инфраструктуры с совмещением транспортной и электрической сети города

В задаче многоэтапного планирования точность информации о будущем спросе имеет решающее значение. Информация о текущем этапе является наиболее точной, тогда как информация о будущих потребностях неопределенна как в отношении количества электробусов, так и в регионах, где они могут быть использованы.

Поскольку правительство контролирует мощность общественного транспорта, рынок электробусов можно прогнозировать благодаря политике, проводимой правительством и его участием. Однако будущее рынка электробусов все еще остается неопределенным.

Модель многоэтапного планирования влечет за собой риск чрезмерных инвестиций, вызванных недостаточным будущим спросом. Одним из направлений работы является точное определение будущих потребностей, а также балансирование затрат и рисков, связанных с

неопределенностью.

Необходимо учесть временной аспект, чтобы провести долгосрочное планирование с учетом постоянно растущего спроса на зарядку электробусов. Необходимо сформировать пространственно-временную модель, определяющую расположение и размеры зарядных станций для электробусов, а также предложить стратегии многоэтапного планирования инфраструктуры.

УДК 656.13

Е. А. Босов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: Д. Ю. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, ученый секретарь-исполнительный директор ВРО МОО «АПК»)

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация: рассмотрена динамика роста автотранспорта и состояние системы технического обслуживания в мире и в России. Предложены пути оптимизация системы технического контроля состояния автотранспортных средств.

Ключевые слова: динамика роста автотранспортных средств; автономные технологии; экологические требования; электромобили; цифровизация; качество обслуживания.

Динамика роста автотранспорта в мире и в России за последнее десятилетие характеризуется несколькими ключевыми тенденциями.

В мире.

– *Разнообразие услуг.* В большинстве стран мира наблюдается устойчивый рост спроса на легковые автомобили, особенно в развивающихся странах, таких как Китай и Индия. Это связано с увеличением доходов населения и улучшением инфраструктуры.

– *Электрификация.* С 2010-х годов наблюдается значительный рост продаж электромобилей. Мировые автопроизводители активно инвестируют в разработку электромобилей и гибридных технологий, что способствует снижению зависимости от ископаемых видов топлива.

– *Автономные технологии.* Продолжается разработка и внедрение автономных транспортных средств, хотя массовый переход на такие технологии еще не произошел.

– *Экологические инициативы.* Многие страны вводят строгие экологические нормы, что приводит к росту интереса к экологически чистым транспортным средствам и альтернативным источникам энергии.

– *Пандемия COVID-19.* В 2020 году пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на рынок, вызвав временное снижение продаж автотранспортных средств, однако в последующие годы наблюдается восстановление и рост.

В России.

– *Падение продаж.* В начале 2010-х годов рынок автомобилей в России показывал рост, но начиная с 2014 года, из-за экономических санкций и падения цен на нефть, наблюдалось снижение продаж.

– *Снижение производства.* В 2022 году российский автопром столкнулся с серьезными проблемами из-за ухода западных компаний и ограничений на импорт комплектующих. Это привело к сокращению объемов производства и дефициту автомобилей.

– *Рост интереса к отечественным маркам.* В условиях ограничений на импорт многие потребители начали обращать внимание на российские автомобили. Государство также поддерживает отечественных производителей через различные субсидии и программы.

– *Электромобили.* Продолжает развиваться рынок электромобилей в России, который хотя и находится на начальной стадии развития, интерес к ним постепенно растет, особенно в крупных городах.

– *Тенденции к цифровизации.* Автопроизводители внедряют цифровые технологии, включая онлайн-продажи и сервисы по подписке.

В целом, динамика роста автотранспорта в мире и в России показывает как позитивные, так и негативные тренды, которые зависят от экономических условий, технологических изменений и экологических инициатив.

Имеет свои особенности и тенденции *состояние системы технического обслуживания* автомобилей в России и в мире. Рассмотрим оба аспекта подробнее.

В мире.

– *Разнообразие услуг.* В большинстве развитых стран система технического обслуживания (ТО) автомобилей включает широкий спектр услуг, таких как регулярные осмотры, диагностика, ремонт, замена расходных материалов и т.д. Существуют как авторизованные сервисные центры, так и независимые мастерские.

– *Цифровизация.* В последние годы наблюдается тенденция к цифровизации услуг ТО. Многие компании внедряют онлайн-запись на обслуживание, мобильные приложения для управления сервисами и диагностики, а также системы мониторинга состояния автомобиля в реальном времени.

– *Качество обслуживания.* В развитых странах мира, стандарты качества обслуживания автомобилей достаточно высоки, что связано с жесткими требованиями к сертификации сервисных центров и квалификации специалистов.

– *Экологические нормы.* В некоторых регионах существуют строгие экологические требования к ТО, что требует от сервисов соблюдения определенных стандартов утилизации отходов и контроля выбросов.

– *Услуги по подписке.* В некоторых странах появляются новые модели обслуживания, включая подписку на услуги ТО, что позволяет владельцам автомобилей получать доступ к ремонту и обслуживанию по фиксированной ежемесячной плате.

В России.

– *Разнообразие сервисов.* В России также существует множество сервисных центров, включая авторизованные и независимые. Однако качество обслуживания может варьироваться в зависимости от региона и конкретного сервиса.

– *Недостаток квалифицированных специалистов.* В некоторых случаях наблюдается нехватка квалифицированных кадров в сфере ТО, что может негативно сказываться на качестве услуг.

– *Цифровизация.* Хотя цифровизация в сфере ТО в России развивается, она еще не достигла таких же уровней, как в западных странах. Однако онлайн-запись на обслуживание и использование мобильных приложений становятся все более популярными.

– *Проблемы с запчастями.* С учетом санкций и ограничений на импорт, многие сервисы сталкиваются с трудностями в обеспечении запасными частями, что может влиять на сроки выполнения работ и стоимость услуг.

– *Государственное регулирование.* В России существуют определенные требования к техническому обслуживанию автомобилей, однако контроль за их соблюдением может быть недостаточным. Тем не менее, государственные программы по утилизации и поддержке отечественного автопрома также влияют на рынок ТО.

– *Рост интереса к электромобилям.* С увеличением числа электромобилей возникает необходимость в специализированных сервисах для их обслуживания, что создает новые возможности для бизнеса.

В целом, система технического обслуживания автомобилей в мире и в России имеет свои сильные и слабые стороны, а также подвержена влиянию экономических условий и технологических изменений.

Из вышеизложенного, можно сделать вывод, что в настоящее время мире наблюдается Рост спроса на автомобили в целом и на электромобили в частности. Постепенно осуществляется переход на автономные транспортные технологии с применением систем искусственного интеллекта. Вводятся строгие экологические требования. Наблюдается восстановление и рост продаж автотранспортных средств. Вместе с тем, в России имеет место некоторое падение продаж автомобилей и снижение отечественного производства. Не хватает квалифицированных специалистов в сфере ТО. Имеются проблемы с запчастями. При этом растет интерес к отечественным маркам и электромобилям. Наблюдается тенденция к цифровизации автотранспортных процессов и систем.

Основываясь на вышеназванных ключевых аспектах, можно сделать предположение о том, что *оптимизация системы технического контроля состояния автотранспортных средств* в России может быть достигнута через несколько ключевых направлений:

1. Автоматизация процессов:

– внедрение автоматизированных систем [1] для автоматизации процессов, таких как проведение техосмотра, учета результатов и др.;

– использование технологий, таких как *IoT* (Интернет вещей), для мониторинга состояния транспортных средств в реальном времени.

2. Улучшение законодательства:

- пересмотр и упрощение нормативных актов, касающихся технического контроля, с целью снижения бюрократических барьеров [2];
- разработка более четких стандартов и требований к техническому состоянию автомобилей.

3. Обучение и повышение квалификации специалистов:

- проведение регулярных тренингов и курсов повышения квалификации для сотрудников станций технического обслуживания;
- внедрение сертификационных программ для специалистов по техосмотру.

4. Развитие инфраструктуры:

- увеличение количества пунктов техосмотра, особенно в удаленных и сельских районах;
- обновление оборудования на существующих станциях техосмотра для повышения точности и скорости диагностики.

5. Промоция безопасного вождения:

- проведение информационных кампаний о важности регулярного технического обслуживания и проверки состояния транспортных средств;
- внедрение программ поощрения для владельцев автомобилей, которые регулярно проходят техосмотр.

6. Использование данных и аналитики:

- сбор и анализ данных о состоянии автопарка, аварийности и причинах неисправностей для выявления проблемных областей [3];
- применение аналитических инструментов для прогнозирования состояния транспортных средств на основе собранной информации [4].

7. Интеграция с другими системами:

- создание единой информационной системы, которая объединяет данные о техосмотре, регистрации транспортных средств, страховании и нарушениях ПДД;
- взаимодействие с государственными органами для обеспечения прозрачности и эффективности контроля.

8. Внедрение новых технологий:

- использование мобильных приложений для записи на техосмотр, получения уведомлений о сроках и результатах;
- применение технологий диагностики, таких как компьютерная диагностика и тестирование на стендах.

9. Внедрение систем управления качеством:

- разработка системы распределения требований для обеспечения качества автотехобслуживания [5];
- создание интегрированных систем менеджмента для оптимизации управления предприятиями автотехобслуживания [6].

Эти меры могут способствовать повышению качества технического контроля, увеличению безопасности на дорогах и снижению числа аварий, связанных с техническими неисправностями транспортных средств.

Список использованных источников

1. 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.
2. Информационная система поддержки процессов менеджмента качества в органах исполнительной власти / Захаров П. Н., Скуба Р. В., Орлов Д. Ю., Трунин Г. А., Посаженников А. А. : Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015616167, 02.06.2015.
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.
4. Прогнозирование износа и определения остаточного ресурса тормозных дисков и колодок автомобилей / Кокарев О. П., Кириллов А. Г., Орлов Д. Ю. : Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020615682, 29.05.2020.
5. Разработка системы распределения требований интегрированной системы управления для обеспечения качества ТО и ремонта автомобилей в функциональных подразделениях предприятий АТО / Орлов Д. Ю., Арефьев Е. В. : Качество. Инновации. Образование. 2012. № 9 (88). С. 68-72.
6. 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.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КАРДАНЫХ ШАРНИРОВ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

История создания карданных валов ссылается аж к III веку до н.э. Карданов подвес был впервые изобретён греческим инженером Филоном Византийским в III веке до н. э. [1].

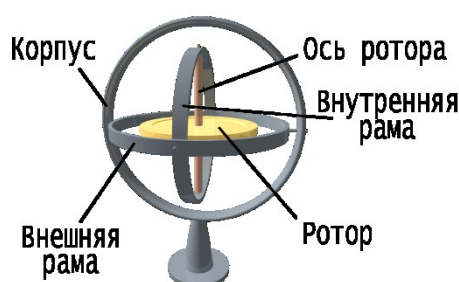


Рис. 1. Карданов подвес

Потом в XVI веке был Джираламо Кардано, но он не патентовал свое изобретение, а лишь описал в своей книге «Хитроумное устройство вещей» описав принципы использования кардана для передачи крутящего момента, этот ученый запустил «новый виток» в развитии рассматриваемого механизма.

Реальные факты использования шарниров в механизмах относятся уже к 17 веку. Кристофер Польхем, шведский ученый и изобретатель, использовал в своих устройствах *Polhemsknut* – практически полный аналог карданного вала. Ну и конечно, нельзя не упомянуть англичанина Роберта Гука – саму крестовину до сих пор называют «шарниром Гука». Блестящий астроном и биолог, Гук, наблюдая за тем, как перемещаются в кардановых подвесах его микроскопы и компасы, предложил использовать его принцип для передачи вращений между валами, расположенными под взаимным углом. После этого карданные передачи стали использоваться в различных сферах машиностроения. А с появлением автомобилей, они пришли и в эту сферу.

Неумолимо надвигался технический прогресс, и шарнир пришелся как нельзя кстати. Его использовали в ткацких станках и мельницах, паровозах и даже велосипедах. Но особую роль карданная передача сыграла

в развитии автомобилестроения. И связано это с именем одного из главных лиц в истории автомобиля – Луи Рено. [4]

Это позволило решить самую главную проблему автомобилей конца 19 века: они очень плохо передвигались по пересеченной местности.

Стремительное развитие и распространение карданной передачи происходило в XX веке. В 20-х годах французский инженер Ж. Грегуар провел исследования на предмет возможности применения в ней ШРУсов. И уже в 30-х годах это поставили на поток: Citroen активно использовала двойные шарниры в своих авто.

Сегодня карданная передача – важный узел, используемый во многих автомобилях (см. рис. 2). Скорость, мощность и крутящий момент в них уже далеко не те, каковыми они были в машинах пионеров автомобилестроения.

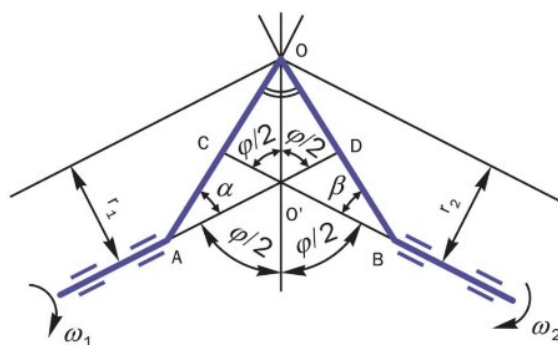


Рис. 2. Схема ШРУСа

Передний привод – компоновка и конструкция трансмиссии автомобиля, при которой создаваемый двигателем крутящий момент передается на передние колёса. Впервые серийно был применён в 1929 году в США на автомобиле *Cord L29*. Массовое распространение получил в 60-е и 70-е годы. В настоящее время является наиболее распространённым, особенно на сравнительно небольших и недорогих автомобилях. [5]

Шарнир равных угловых скоростей (ШРУС), который предназначен для обеспечения передачи крутящего момента при углах поворота от 1° до 70° относительно оси. ШРУСы нашли свое применение в приводах управляемых колёс легковых автомобилей и, реже, задних колес и в приводах передних колёс внедорожников.

Первые попытки реализовать передний привод осуществлялись при помощи обычных карданных шарниров. Однако, если колесо перемещается

в вертикальной плоскости и одновременно является поворотным, наружному шарниру полуоси приходится работать в исключительно тяжелых условиях – с углами 30-35°. А уже при углах, больших 10-12°, в карданной передаче резко увеличиваются потери мощности, к тому же вращение передаётся неравномерно, растёт износ шарнира, быстро изнашиваются шины, а шестерни и валы трансмиссии начинают работать с большими перегрузками. Поэтому потребовался особый шарнир – шарнир равных угловых скоростей, – лишённый таких недостатков, передающий вращение равномерно вне зависимости от угла между соединяемыми валами. Которые подразделяются на следующие виды (см. рис. 3):

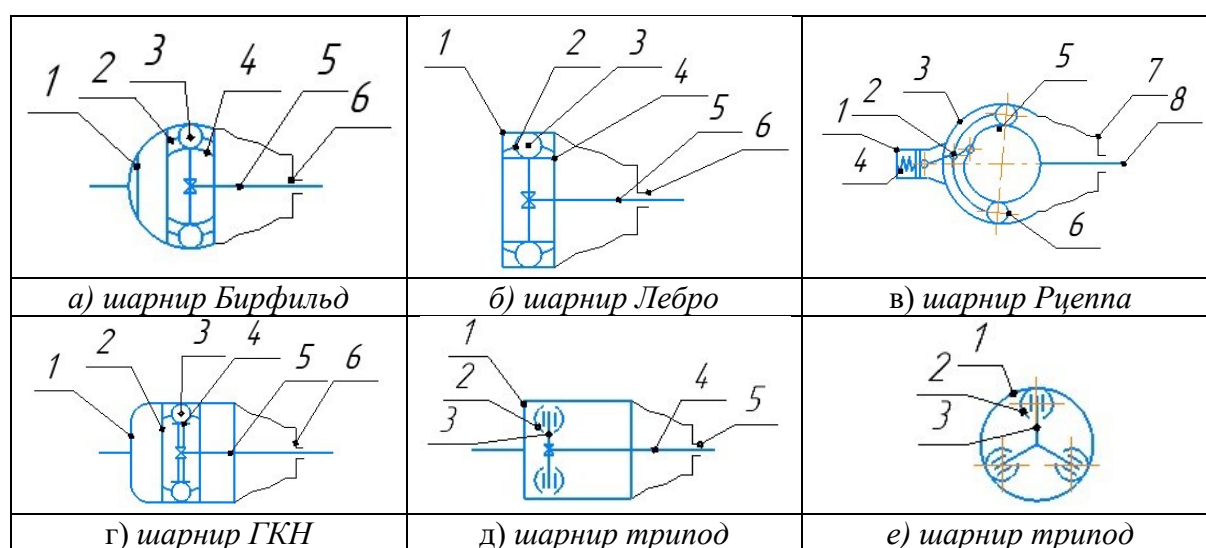


Рис. 3. Схемы шарниров равных угловых скоростей

1а,б,г,д,е – корпус; 2а – сепаратор, 2д,е – ролик; 3а,б,г – шарик, 3 д,е – шип

Сухариковые или кулачковые – были разработаны французом Грегуаром и запатентованы под обозначением «Тракта» в начале 1920-х, в наше время применяются в основном на грузовиках, так как при высоких скоростях вращения вала склонны к перегреву;

Кулачково-дисковые – Урал-375Д и Урал-4320, КрАЗ-255; часть автомобилей ГАЗ-69 и УАЗ-469 до 1993 г.;

Шариковые – «Бендикс-Вейс» (*Bendix-Weiss*) с делительными канавками, «Рцеппа» (*Rzeppa*) с делительными рычажками, «Рцеппа-Бирфильд» со смещёнными делительными канавками, «Рцеппа-Лебро» с непараллельными делительными канавками – наиболее распространены сегодня, первые варианты были разработаны в 1920-е годы. Применяются, например, на ГАЗ-66;

Трипод (*Tripod*) со сферическими роликами и вилкой и Трипод-Уникардан со сферическими роликами – допускают большие осевые перемещения, но при этом – нелинейное изменение скорости при вращении под углом; часто используются как внутренние (то есть – устанавливаются со стороны привода, а не колеса). Используются чаще в задней независимой подвеске и переднем редукторе полноприводных автомобилей, например, *Nissan Terrano*, а также на французском высокоскоростном поезде *TGV*.

Спаренные карданные – представляют собой состыкованные друг с другом два карданных шарнира, которые взаимно компенсируют неравномерность вращения друг друга; применялись редко, например, на ряде американских автомобилей 1920-х годов, вроде *Miller 91* или *Cord L29*, а также французских «Панарах» пятидесятых-шестидесятых годов и ГДР-овских *Wartburg*. В конце 20 века устанавливались на карданные валы американских вседорожников (пример – *Jeep*). В настоящее время применяются на грузовиках, тракторах, строительной технике, электровагонах метрополитена типов *E*, 81-717/714 и др.

Для всех шарнир независимо от конструкции предъявляются одни и те же требования согласно ГОСТ Р 52924-2008. Для обеспечения надежности и работоспособности данной системы необходимо контролировать такие параметры, как вибрация, расход топлива, стук, скрип. Ввиду того что шарниры находятся постоянно в крутильных колебаниях и поступательном движении, а также нахождением в агрессивной среде во время эксплуатации контролировать надежность представляется невозможным. Остается только надеяться на планово-предупредительную систему и производить качественный контроль за состоянием шарниров путем тщательной мойки днища автомобиля и осмотра шарнира на наличие дефектов.

Таблица 1. Карданные шарниры равных угловых скоростей

п/п	Название шарнира	Год появления	Место установки	Угол между валами (max)	КПД шарнира	Преимущество	Недостатки	Модель автомобиля
1	Тип <i>Рцеппа</i>	1927	наружный	37°	95-99%			
2	Бирфильд		наружный	45°	95-99%	Отсутствует делительный рычажок	КПД при $\gamma = 30^\circ$ 0,97 % требуется компенсатор T_c и T_k	УАЗ, ВАЗ-2108
3	ГКН	1986	внутренний	20°	95%	Наименьший вес	При осевом смещении шарики скользят, что снижает КПД	ВАЗ
4	Лебро	1960	Наружный, внутренний	22°		Просты в конструкции, увеличенные углы работы		АЗЛК-2141, <i>LAND, ROVER, BMW</i>
				10°	99%			<i>AUDI, VW</i>
5	Трипод: Жесткий	1989	Наружный	43°	98%	Малые потери при осевом перемещении		<i>AUDI, RENAULT, PEUGEOT</i>
	Универсальный	1989	внутренний	25°	98%			

Список использованных источников

1. Будюкин А. М. Основы работоспособности технических систем: учебное пособие / А. М. Будюкин. – Москва; Вологда Инфра-Инженерия, 2024. – 268 с. ISBN 978-5-9729-17883-9.
2. *Hans-Christoph Seherr-Thoss, Friedrich Schmelz, Erich Aucktor: «Universal Joints and Driveshafts: Analysis, Design, Applications»*, 2006, ISBN 978-3-540-30169-1, p.
3. История создания карданной передачи. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/o/b/572797180633416356/> (дата обращения: 01.09.2024).
4. Передний привод. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Передний_привод (дата обращения: 01.09.2024).

УДК 656.117

Р. В. Горбунов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **Д. Н. Смирнов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА ВЛАДИМИРА В СВЯЗИ С ОТКРЫТИЕМ РПЕНСКОГО ПРОЕЗДА

05 декабря 2023 года во Владимире было открыто движение по Рпенскому проезду. Строительство данной дороги велось с 2020 года благодаря национальному проекту «Безопасные качественные дороги». Протяжённость участка составляет 2,1 км. Стоимость автодороге казне обошлась в 2 753 599 810 рублей. Проезд проходит параллельно улице Большой Нижегородской и обеспечивает подъезды к Городскому центру здоровья, Пенсионному фонду, детскому развлекательному центру «Яркопарк», Городскому бассейну, а также к расположенным вдоль дороги предприятиям. Но до данный момент по Рпенскому проезду не запущен ни один маршрут городского транспорта.

Город Владимир на данный момент обслуживают 6 перевозчиков (АО «Владпассажиртранс», ООО «Виктория», ИП Тимофеев А. В., ООО «Ремонтно-техническая станция», ООО «ЕвроТрансВладимир плюс», ООО «СИТИБАС33»). Ввиду экономических соображений и современных реалиях пускать троллейбусные маршруты по Рпенскому проезду нецелесообразно, поэтому рассматриваются исключительно автобусы или электробусы, которых в нашем городе, к большому сожалению, нет.

С точки зрения доступности к основным местам и достопримечательностям города необходимо ввести в транспортную сеть маршрут через Рпенский проезд, а если быть точнее, то необходимо один маршрут видоизменить, что позволит сэкономить затраты на его создания. Учитывая тот факт, что городская транспортная сеть имеет в основном линейные маршруты, которые проложены в основном по центральным улицам, интересно было бы ввести маршрут кольцевого характера. Который бы соединял центр и район Доброе через Рпенский проезд.

Предполагается видоизменить следующий маршрут:

Маршрут № 1 (32) которой обслуживает компания ООО «Ремонтно-техническая станция» и был открыт 17.05.2006

Протяженность: 20 км. Время в пути: $\approx$ 54 мин.

Первый рейс: 06:00 Последний рейс: 21:10

Интервал движения: $\approx$ 20 мин.

Таблица 1. Карта действующего маршрут № 32

В прямом направлении:	ул. Левино Поле – ул. Диктора Левитана – Школа № 43 – ул. Сущёвская – Областной дворец культуры и искусства – Левитановский сквер – пл. Победы – Рябинка – ул. Чайковского – Черёмушки – ул. Красноармейская – Педагогический институт – Марьинка – ул. Белоконской – ул. Гастелло – Владимирский государственный университет – пл. Ленина – Всполье – Центральный парк – ул. Полины Осипенко – Дом культуры молодёжи – Плавательный бассейн – Князь-Владимирское кладбище – Владимирский химический завод – ул. Дмитрия Погодина – Красносельские бани – ул. Жуковского – ул. 40 лет Октября – ул. Радищева – ул. Безыменского – Универсам – Магазин «Ополье» – Поворот на ул. Куйбышева – ул. Куйбышева – Комбинат «Тепличный» – Завод «Магнетон» – Торговый комплекс «Тандем»
В обратном направлении:	Торговый комплекс «Тандем» – Комбинат «Тепличный» – ул. Куйбышева – Поворот на ул. Куйбышева – Магазин «Ополье» – Универсам – ул. Безыменского – ул. Радищева – ул. 40 лет Октября – ул. Жуковского – Красносельские бани – ул. Дмитрия Погодина – Владимирский химический завод – Князь-Владимирское кладбище – Плавательный бассейн – Дом культуры молодёжи – ул. Полины Осипенко – Рынок «Ополье» – ул. Мира – Всполье – пл. Ленина – Владимирский государственный университет – ул. Гастелло – ул. Белоконской – Марьинка – Педагогический институт – ул. Красноармейская – Черёмушки – ул. Чайковского – пл. Победы – Областной дворец культуры и искусства – ул. Сущёвская – ул. Диктора Левитана – Школа № 43 – ул. Левино Поле

Целесообразно изменить маршрут пустив его через Рпенский проезд, что позволит обеспечить транспортом работников производственных предприятий таких как «ВПО ТОЧМАШ». Также данный маршрут не будет выезжать на Большую Нижегородскую, тем самым обеспечив БДД на участке ул. Жуковского – Красносельский проезд – ул. Погодина. Также целесообразно данный маршрут продлить до Суздальского проспекта. Учитывая данные изменения протяженность данного маршрута составляет в пределах 20 км, что не превышает заложенные средства на обслуживания подвижного состава. На рис. 1 изображена схема маршрута, где зеленым цветом отмечен действующий маршрут, а серым новый. Предложенная схема движения будет интересна как студентам ВлГУ, так и студентам ВлГК имени Д. К. Советкина так, как данный маршрут проходит вдоль данных учебных заведений, а также и старшему поколению. Так же предложенная схема движения позволит предоставить потенциальным пассажирам выбор между автобусами, то есть на остановочных пунктах не будет скопления пассажиров, а в автобусах не будет толпы и соответственно сокращается интервал движения между автобусами транспортной сети города. Для перевозчика данного маршрута есть плюс, который заключается в увеличении пассажиропотока.

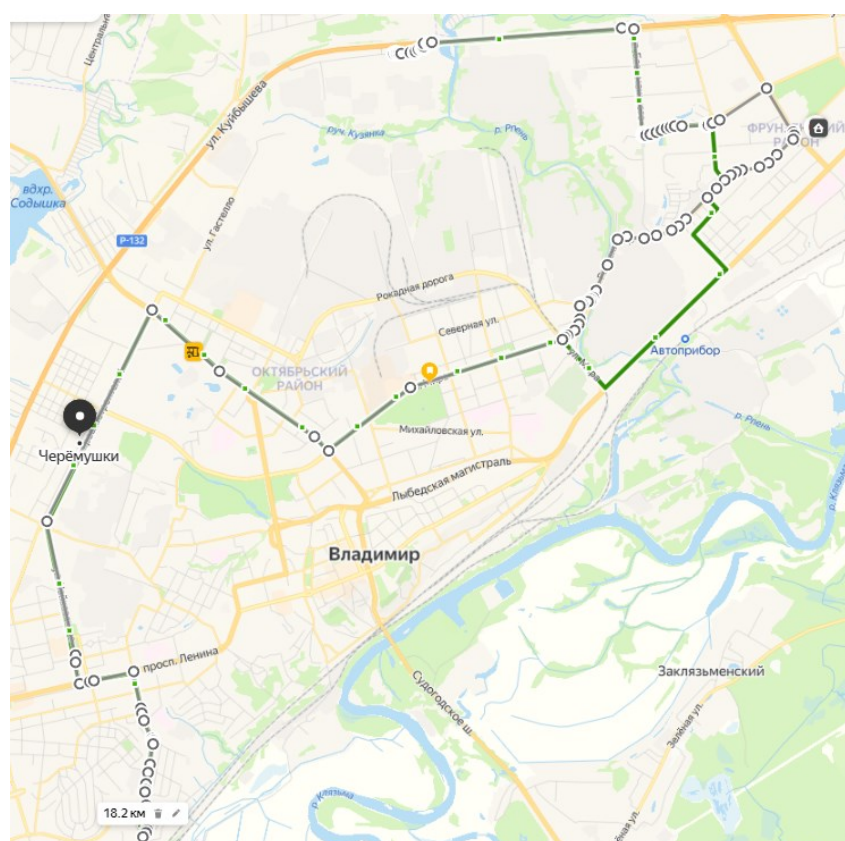


Рис. 1. Схема маршрута

Затраты перевозчиков включают в себя прямые, а также косвенные расходы. В состав прямых расходов при перевозках автобусами входят:

- расходы на оплату труда водителей автобусов и кондукторов;
- отчисления на социальные нужды от величины расходов на оплату труда водителей автобусов и кондукторов;
- расходы на топливо для автобусов;
- расходы на смазочные и прочие эксплуатационные материалы для автобусов;
- расходы на износ и ремонт шин автобусов;
- расходы на техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт автобусов;
- амортизацию автобусов;

В составе косвенных расходов при перевозках автобусами входит:

- накладные расходы;
- управленческие расходы;
- коммерческие расходы.

Величину себестоимости в расчёте на 1 км пробега на маршруте при перевозках автобусами каждой (i -той) марки и модели определяют по формуле:

$$S_{ai\text{ км}} = P_{OT\ i\text{ км}} CP_{OT\ i\text{ км}} P_{T\ i\text{ км}} P_{CM\ i\text{ км}} P_{ш\ i\text{ км}} P_{TO\ i\text{ км}} AM_{i\text{ км}} ПКР_{i\text{ км}}, \quad (1)$$

где: $P_{OT\ i\text{ км}}$ – расходы на оплату труда водителей и кондукторов;

$CP_{OT\ i\text{ км}}$ – отчисления на социальные нужды от величины расходов на оплату труда водителей и кондукторов;

$P_{T\ i\text{ км}}$ – расходы на топливо для автобусов;

$P_{CM\ i\text{ км}}$ – расходы на смазочные и прочие эксплуатационных материалов для автобусов;

$P_{ш\ i\text{ км}}$ – расходы на износ и ремонт шин автобусов;

$P_{TO\ i\text{ км}}$ – расходы на техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт автобусов;

$AM_{i\text{ км}}$ – амортизация автобусов;

$ПКР_{i\text{ км}}$ – величина прочих расходов по обычным видам деятельности в сумме с косвенными расходами.

Список использованных источников

1. Экономика городов-миллионников: право на развитие [Электронный ресурс]. URL: <https://media.strelka-kb.com/gdpcities> (дата обращения 10.11.2024).
2. Бедрина Е. Б., Козлова О. А., Ишуков А. А. Методические вопросы оценки маятниковой миграции населения // *ars administrandi* (искусство управления). 2018 Том 10, № 4 С. 631–648. Doi: 10.17072/2218-9173-2018-4-631-648.
3. Автомобилизация по регионам России [Электронный ресурс]. URL: <https://ruxpert.ru> (дата обращения 11.11.2024).
4. Вукан Вучик. Об антиинициативах для автомобилистов, пользе общественного транспорта и интермодальных городах [Электронный ресурс]. URL: <https://inde.io/article/1076-konspekt-urbanist-vukanvuchik-ob-antiinit-siativah-dlya-avtomobilistov-polze-obschestvennogo-transporta-i-inter-modalnyh-gorodah> (дата обращения 11.11.2024).

УДК 519.245:53.08

И. Д. Зайончевский (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Д. А. Колов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Зарядные станции используют электронные преобразователи, содержащие силовые полупроводниковые элементы, для преобразования напряжения и тока питания. Из-за нелинейности полупроводниковых элементов зарядные станции представляют собой нелинейную нагрузку для электросети и поэтому потребляют из сети искаженный ток, содержащий гармонические составляющие. Спектр и амплитуда гармонических составляющих также зависят от типа используемой зарядной станции. Зарядка электромобилей обычно осуществляется двумя способами:

1) зарядка переменным током, который преобразуется в постоянный ток с помощью зарядного устройства, встроенного в электромобиль. Мощность таких зарядных станций чаще всего составляет 11 кВт или 22 кВт и ограничивается встроенным в электромобиль зарядным устройством.

2) Зарядка постоянным током, который выпрямляется от сети переменного тока в зарядной станции. Постоянный ток заряжает батарею

напрямую, и мощность зарядки не ограничивается встроенным зарядным устройством.

Преобразование переменного тока в постоянный возможно следующими способами:

а) диодный мостовой выпрямитель с пассивным входом. Это самая простая технология с очень низкой стоимостью, как показано на рис. 1. Кроме того, нет необходимости в управляющих драйверах, а значит, их выходное постоянное напряжение постоянно по величине и имеет фиксированную полярность. Этот тип широко используется на рынке как в однофазной, так и в трехфазной конфигурации.

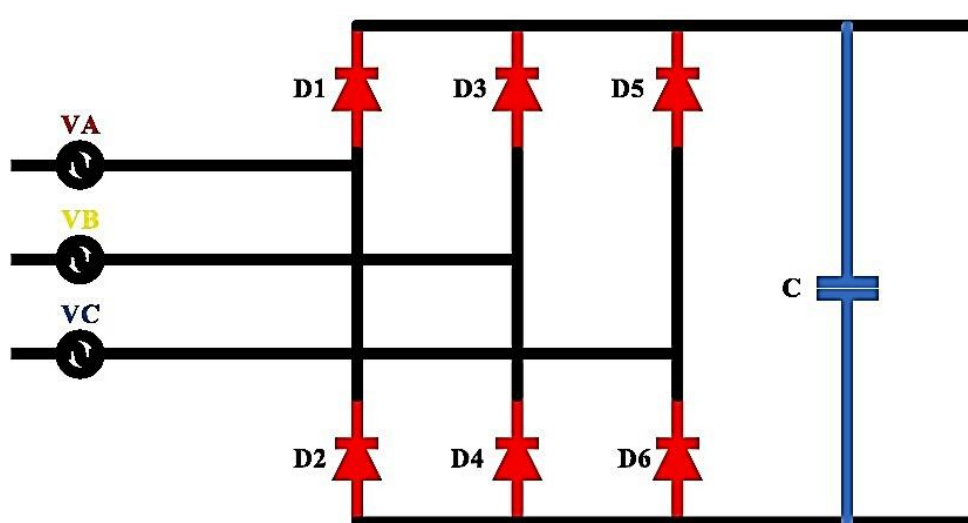


Рис. 1. Пассивный входной диодный мостовой выпрямитель

б) однонаправленный преобразователь понижающего типа. Простой метод регулирования тока при низких значениях напряжения постоянного тока является основным достоинством преобразователя этого типа, реализованного на рис. 2. Таким образом, это подходящее решение для приложений, требующих изменения напряжения постоянного тока. Однако этот метод страдает от высоких уровней потерь проводимости, хотя потери переключения почему-то невелики.

в) активный входной преобразователь ШИМ. Поскольку этот тип преобразователя обеспечивает двунаправленный поток мощности, он считается лучшим решением для гибридных сетей. Кроме того, наблюдается заметное снижение уровня гармоник входных токов, а также улучшение коэффициента мощности при использовании *LCL*-фильтра. Простран-

ственно-векторная модуляция представляет собой простейший классический метод управления в этом преобразователе для управления входным переменным напряжением и регулирования выходного постоянного напряжения при определенных опорных значениях. Конструкция преобразователя этого типа показана на рис. 3.

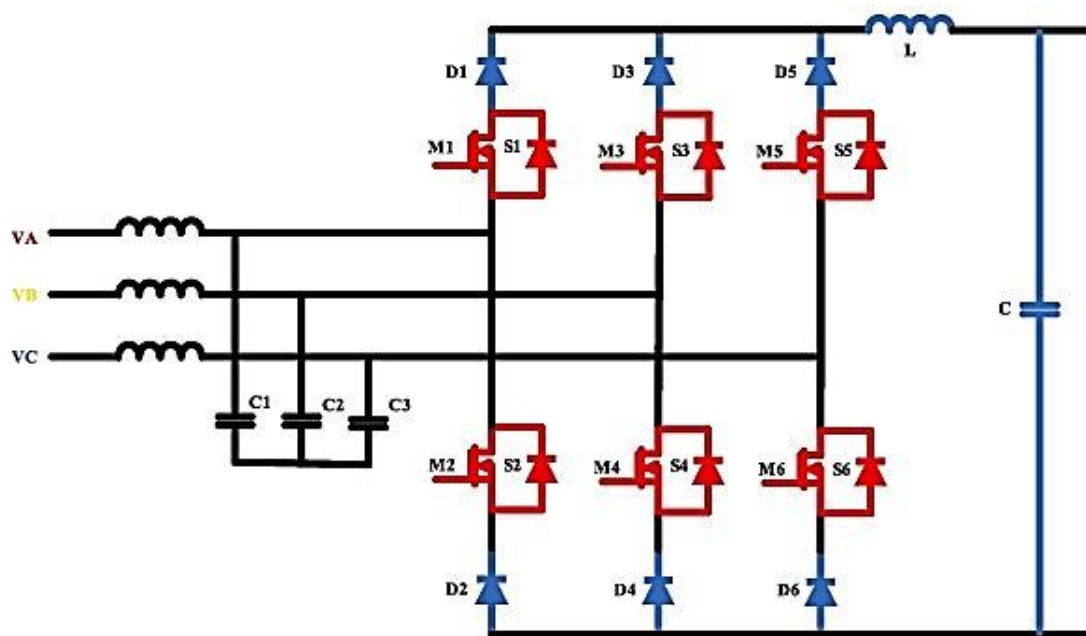


Рис. 2. Однонаправленный преобразователь понижающего типа

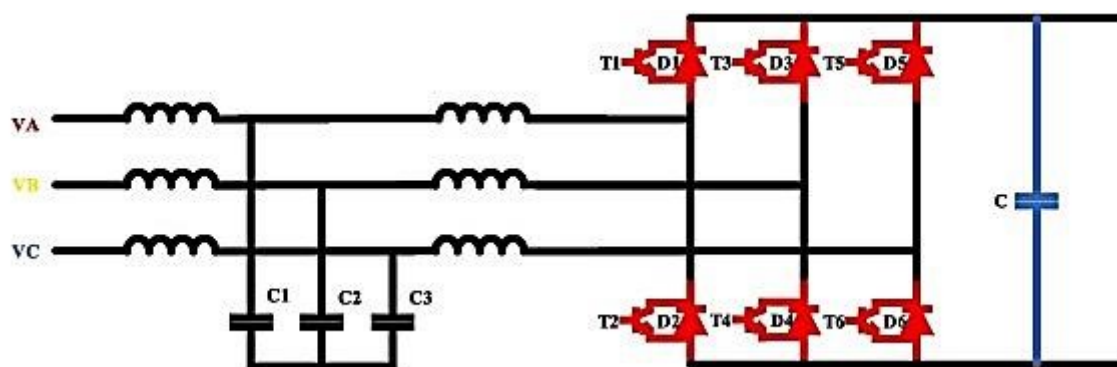


Рис. 3. Активный входной ШИМ-преобразователь

г) конвертер с фиксированной нейтральной точкой. Данный преобразователь, изображенный на рис. 4 является еще одной распространенной конфигурацией преобразователя повышающего типа с устройствами. Они имеют низкий уровень коммутационных потерь, даже если используется больше устройств.

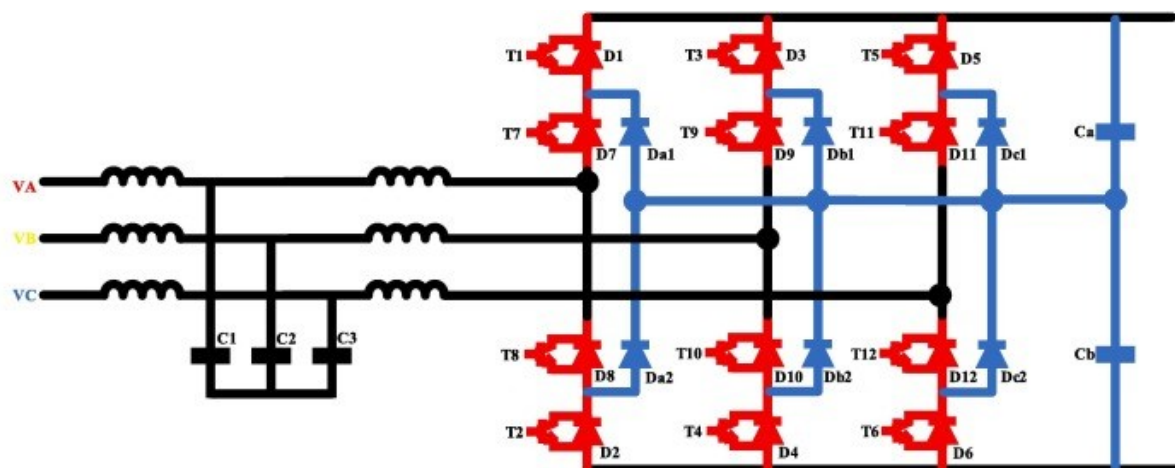


Рис. 4. Преобразователь с нейтральной точкой

Преобразователи постоянного тока используются для интеграции между возобновляемыми источниками энергии и зарядными станциями постоянного тока. В этой архитектуре гальваническая развязка этих преобразователей обязательна для разъединения слотов станций во время работы друг от друга.

Преобразование постоянного тока в постоянный проводят следующим образом:

а) конвертер с одним активным мостом. Этот тип, как показано на рис. 5, использует технологию перехода через нулевое напряжение во время процессов включения; однако оно сопровождается большими потерями в активных ключах в процессах выключения.

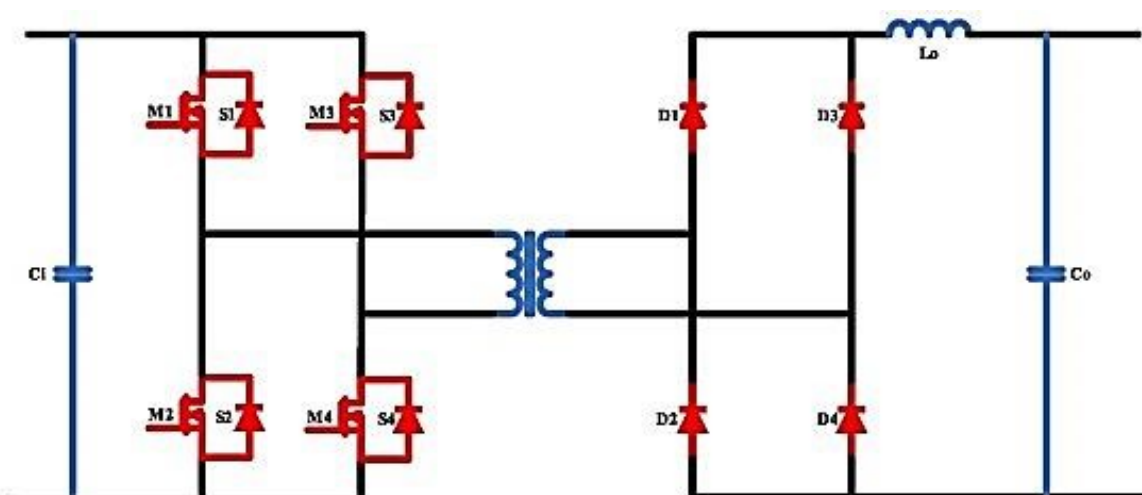


Рис. 5. Активный мостовой преобразователь

б) резонансный преобразователь. Это однонаправленный тип, который работает путем настройки эквивалентного резонансного сопротивления для регулирования выходного напряжения путем изменения частоты переключения, как показано на рис. 6.

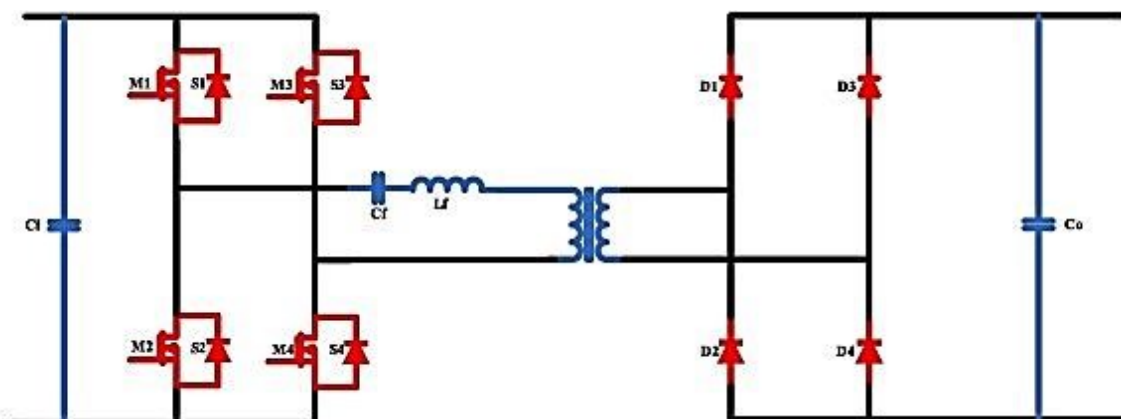


Рис. 6. Резонансный преобразователь

в) конвертер с двойным активным мостом. В исследованиях уделяется внимание данному преобразователю из-за его технических преимуществ перед другими типами, а также его способности работать с функцией двунаправленного потока мощности. Данные преобразователи имеют высокую удельную мощность, высокий КПД, низкую чувствительность к изменению компонентов, а также обладают понижающей и повышающей способностью. В этом отношении поток мощности через преобразователь регулируется путем регулировки фазового сдвига между напряжениями двух сторон с использованием индуктивности рассеяния трансформатора, как показано на рис. 7.

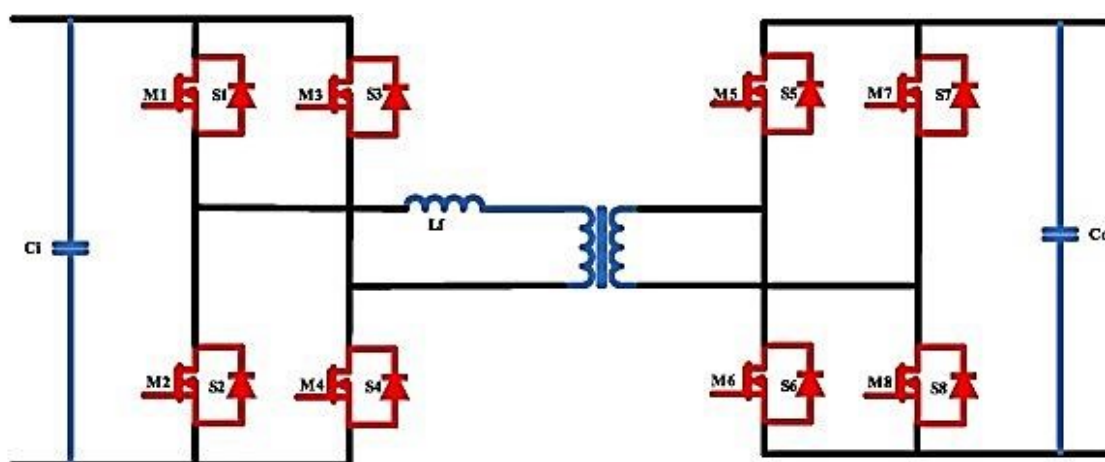


Рис. 7. Двойной активный мостовой преобразователь

Проведем общее сравнение преобразователей по основным показателям (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение преобразователей постоянного тока в зарядных станциях

Топология	Двунаправленность	Достоинства	Недостатки
Конвертер с фиксированной нейтральной точкой	Нет	Возможность масштабирования	Дисбаланс конденсаторов
Активный входной преобразователь ШИМ	Да	Быстрое переключение	Искажение синусоидальной формы
Конвертер с фиксированной нейтральной точкой	Да	Хорошее качество электроэнергии	Неравномерное распределение потерь
Конвертер с одним активным мостом	Нет	Простое управление	Высокие потери переключения
Резонансный преобразователь	Нет	Низкий реактивный ток	Ограниченная управляемость
Конвертер с двойным активным мостом	Да	Широкий выходной диапазон	Собственный реактивный ток

УДК 656.13

***В. И. Ковшов, О. В. Федюшкина, В. А. Максимов, А. А. Солнцев** (Россия, г. Москва, МАДИ)*

ПРОБЛЕМЫ МАРКИРОВКИ ЭЛЕКТРОБУСОВ ПРИ ОБОЗНАЧЕНИИ ИХ МОДИФИКАЦИЙ

В России с 2018 года для перевозки пассажиров начали применяться электробусы, это обусловлено мировыми тенденциями в развитии парка транспортных средств (ТС) и утверждено в транспортной стратегии развития Российской Федерации на период до 2030 г. в качестве целевого показателя, направленного на увеличение доли альтернативных видов топлива в общем топливо-потреблении до 35 % [1].

Электробус – это автобус с электрическим приводом.

В Москве электробусы эксплуатируются с сентября 2018 года. По состоянию на 01.11.2024 года в городе работают свыше двух тысяч электробусов, которые обслуживают более 100 маршрутов. В основном это электробусы марок ЛиАЗ и КамАЗ. Наибольшая их численность приходится на ГУП «Мосгортранс».

Вместе с тем наметился и ряд проблем, связанный с эксплуатацией электробусов. Одна из них состоит в том, что на данный момент отсутствует единообразие в присвоении изготовителями ТС символического обозначения, отражающего каждую конкретную модификацию электробуса.

Данная проблема находит свое отражение как при эксплуатации подвижного состава специализированными предприятиями, так и при идентификации и сертификации транспортных средств организациями, подтверждающими соответствие транспортных средств требованиям безопасности.

Основными частями электробуса являются кузов, электропортальный мост, ходовая часть, пневматическое оборудование, рулевое управление, тормозные системы, электрооборудование, климатическая установка и другие узлы и механизмы.

По расположению механизмов и оборудования электробус конструктивно разделён на кузов и шасси (основное шасси и элементы шасси на крыше) (рис. 1).

В процессе своего развития электробусы разделили на типы и модификации с точки зрения их конструирования, производства и эксплуатации.

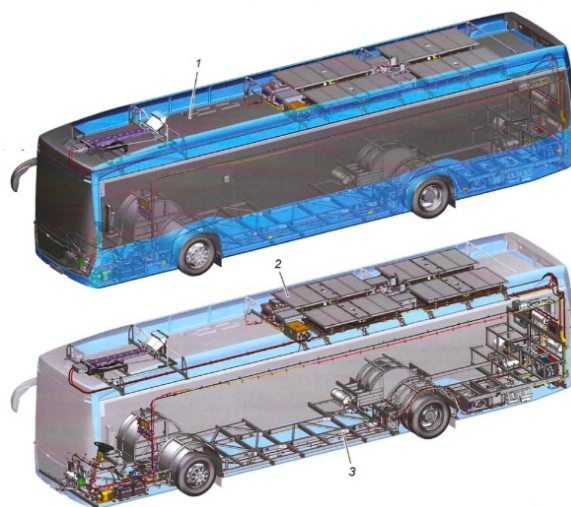


Рис. 1. Общая компоновка электробуса КамАЗ-6282:
1 – кузов; 2 – компоненты шасси; 3 – шасси

Для каждого типа и модификации ТС изготовители разработали свое шасси. Оно для одного и того же типа и модификации ТС идентично по большинству конструкционных параметров и показателей. Электробусы одного и того же типа разных заводов-изготовителей обычно отличаются друг от друга кузовом. Кузов выделяет ТС, отражает его индивидуальность и логотипы того или иного изготовителя. На эту часть транспортного средства

чаще всего обращает внимание потребитель и останавливает свой выбор. Шасси, как правило, спрятано от глаз потребителя.

Приведем сравнительную таблицу модельного ряда электробусов, эксплуатирующихся в городе Москве (табл. 1).

Электробус КамАЗ-6282 и его модификации, изготавливается в исполнении «У» (умеренный климат) по ГОСТ 15150-69 [2]. Он рассчитан на эксплуатацию при температурах окружающего воздуха от минус 40 до плюс 40 °С, относительной влажности воздуха до 75 % при температуре плюс 15 °С, запыленности до 1,0 г/м³, скорости ветра до 20 м/с и в районах, расположенных на высоте до 1200 м над уровнем моря.

Электробус ЛиАЗ-6274 и его модификации предназначен для городских пассажирских перевозок по дорогам с усовершенствованным покрытием I и II категории. Электробус ЛиАЗ-6274 (как и КамАЗ-6282) комплектуется кузовом несущей конструкции вагонной компоновки, имеет низкое расположение пола (низкопольный), что обеспечивает удобство посадки и высадки пассажиров и сокращает время остановок. Каркас кузова – цельно-металлический. Электробусы рассчитаны на эксплуатацию в районах с умеренным климатом, согласно ГОСТ Р 50992-2019 [3].

Опыт эксплуатации электробусов показывает, что они имеют малый запас хода (табл. 1) и требуют частых подзарядок. Подзарядка выполняется, как правило, после каждого рейса. Время подзарядки колеблется обычно в интервале от 5 до 15 мин. Его, как правило, не хватает для восстановления необходимого уровня емкости тяговой аккумуляторной батареи (ТАКБ), а это сказывается на качестве выполнения следующего запланированного по расписанию рейса.

Таким образом, объем потребляемой за рейс энергии ТАКБ может существенно варьироваться у каждой модификации электробуса.

Одним из нормативных документов, содержащих требования к маркировке подвижного состава, в том числе в отношении их модификации, является отраслевая норма ОН 025 270-66 «Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными предприятиями» [5]. Данный документ рекомендательный характер. Поэтому отечественные автозаводы, выпускающие электробусы, в основном не придерживаются её при символьной индексации модификаций вновь выпускаемых ТС (табл. 1).

Таблица 1. Модификации электробусов

Наименование параметра	КамАЗ-6282-3902204 РЭ	КамАЗ-6282-39022053 РЭ	ЛиАЗ-6274-3902010 РЭ	ЛиАЗ-6274-3902010 РЭ	ЛиАЗ- 6274-3902010-00 ИС	ЛиАЗ-6274-3902010-00 РЭ
1	2	3	4	5	6	7
Колесная формула	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2
Габаритные размеры, мм:						
- длина	12400	12400	12420	12420	12420	12420
- ширина	2985	2985	2550	2550	2550	2550
- высота	3260	3374	3380	3380	3380	3380
Пассажироместимость, чел.: общая/сидячих мест	85/35	85/35	85/30	85/30	85/30	85/30
Масса электробуса в снаряженном состоянии, кг	12200	12200	12220	12220	12220	12220
Максимальная скорость движения электробуса), км/ч, не менее	70	80	70	70	70	70
Электродвигатель	Н.д.	Н.д.	Переменного тока, асинхронный, трехфазный	Переменного тока, асинхронный, трехфазный	Переменного тока, синхронный, трехфазный	Переменного тока, синхронный, трехфазный
Модель тяговой батареи	Н.д.	Н.д.	<i>Microvast LpTO</i>	<i>ForseePower Pulse 15</i>	<i>Microvast MpCO</i>	<i>Microvast MpCO</i>
Номинальное напряжение батареи, В	Н.д.	Н.д.	556,6	635	621,6	621,6
Энергия батарей, кВт·ч	80	161	77,9	73	201,4	201,4
Масса батарейного блока, кг	Н.д.	Н.д.	770	260	505	505
Запаса хода при полной заряженной аккумуляторной батарее ёмкостью 80 кВт·ч (пробег на одной зарядке) при скорости 60 км/ч), км, не менее	65 при АКБ 80 кВт ч	140 при АКБ 161 кВт ч	80	70	Не менее 200 км с учетом рекуперированной энергии	Ёмкость батареи 499 кВт*ч до 330
Ведущий мост	Н.д.	Электропортальный ZF AVE-130	Электропортальный ZF AVE-130	Электропортальный ZF AVE-130	Электропортальный Hande Axle, HDE260	Электропортальный Hande Axle, HDE260
Максимальный угол подъема, преодолеваемый электробусом технически допустимой максимальной массы, %, не мене	12	12	12	12	12	12
Колеса	8,25-22,5	8,25-22,5	8,25-22,5	8,25-22,5	8,25-22,5	8,25-22,5
Шины бескамерные	270/70R22,5	270/70R22,5	270/70R22,5	270/70R22,5	270/70R22,5	270/70R22,5
Время ультрабыстрой зарядки с помощью токоприёмника не менее 95 % (при силе тока не более 500 А), минут, не более	45	45	15	15	Н.д.	15
Внешний габаритный радиус поворота электробуса по переднему буферу, м, не более	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Тип подогревателя	жидкостной	электрический	жидкостной	жидкостной	Электрический, SZN-ID-D, производства "Songz", 2 шт., мощностью 14 кВт	Электрический, SZN-ID-D, производства "Songz", 2 шт., мощностью 14 кВт

Проведя анализ системы обозначений подвижного состава, приведенной в ОН 025 270-66, можно сделать вывод о том, что система обозначений электробусов КамАЗ и ЛиАЗ не отражает наличие конструктивных особенностей модификаций транспортных средств (табл. 1). Это затрудняет их практическое использование при организации перевозок пассажиров.

С точки зрения авторов, целесообразно придерживаться общепринятых обозначений ТС. Это позволит унифицировать систему маркировки подвижного состава автомобильного транспорта.

Список использованных источников

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [Электронный ресурс]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozm-na-period-do-2035-goda> (дата обращения: 10.11.2024).
2. ГОСТ 15150-69. «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».
3. ГОСТ Р 50992-2019. Автомобильные транспортные средства. Климатическая безопасность. Технические требования и методы испытаний.
4. Гадельшин Т. К., Гадельшин Д. Т. Параметрическая унификация конструктивных параметров автомобиля при его конструировании и производстве. Известия МГТУ «МАМИ» № 1(5). – 2008. – С. 12-20.
5. ОН 025 270-66. Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными предприятиями.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

Объект исследования – пересечение улиц Мира и Горького города Владимир, регулируемый перекресток, рассматриваемые транспортные потоки в 3 полосы (прямо, направо, налево).

В вечерние часы возникают заторы (пробки). Кроме того, пересечение характеризуется высоким уровнем аварийности.

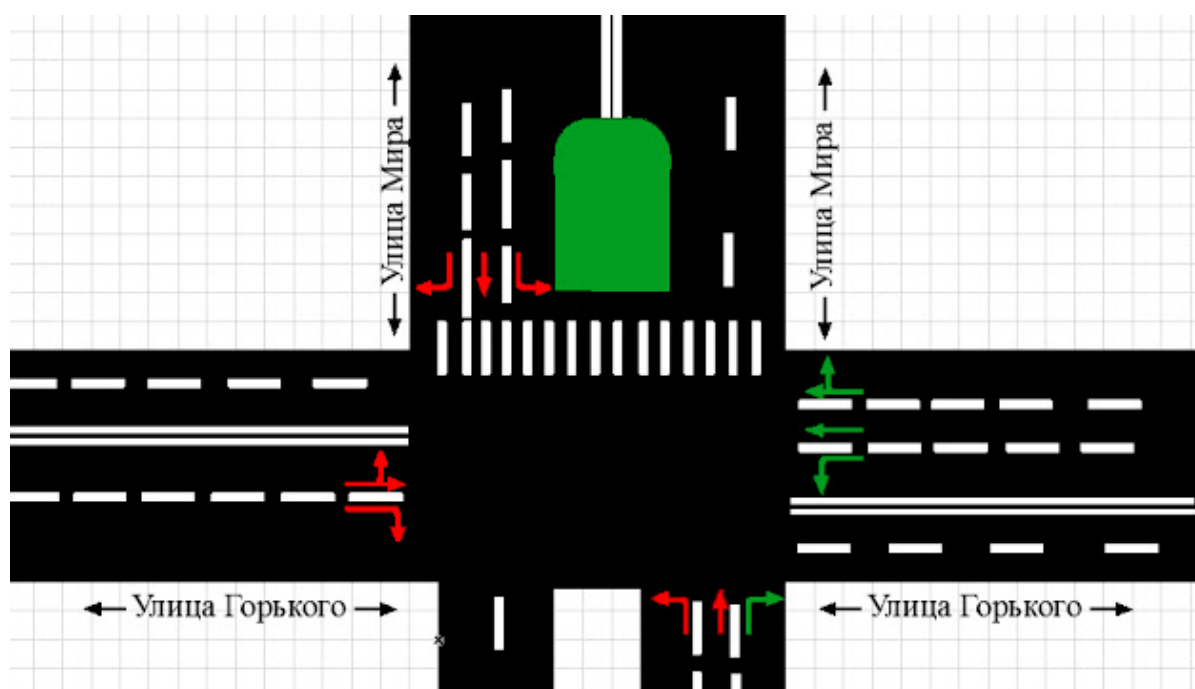


Рис. 1. Перекресток ул. Мира – ул. Горького (город Владимир)

Интенсивность транспортного потока – это число транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности принимают 1 час.

Исследование транспортных проводилось в утреннее, дневное и вечернее время суток с 7.00 до 21.00 часов (каждый нечётный час). Наблюдения проводились в разные рабочие дни недели. Замеры проводились с использованием видеонаблюдения. В результате проведенных исследований получили данные об интенсивности движения транспортных потоков по

трем полосам движения (с учетом дневной неравномерности). По этим расчётам были построены графики суточной интенсивности (рисунки).

$$I = \frac{3600 \cdot x}{G},$$

где x – количество автомобилей, проезжающих в 1 фазу зелёного света;

y – количество автомобилей, проезжающих за час в зелёную фазу светофора;

G – время работы зелёной фазы светофора;

C – длительность цикла зелёной фазы в час;

I – интенсивность движения 1 полосы в час.

Таблица 1. Данные об интенсивности движения на перекрестке в зависимости от времени суток (обработка статистических наблюдений)

x y	G		C	7:00		9:00		11:00		13:00		15:00		G	C	17:00		19:00		21:00	
I				12	278	15	348	15	348	19	441	18	418			19	447	16	376	13	305
Вперёд	30	697		1440	1800	1800	2280	2160	33	776,49		2072	1745	1418							
Вправо	70	1626	22	511	15	348	13	301	10	232	14	325	73	1717,69	23	541	22	517	6	141	
			1131	771	668	514	720	1134	1084	295											
Влево	33	767	13	301	11	255	13	301	10	232	11	255	33	776,49	9	211	10	235	4	94	
			1418	1200	1418	1090	1200	981	1090	436											

$\varphi_1 \approx 23,23$ и $\varphi_2 \approx 23,53$ – число фаз зелёного света светофора в час (до и после 16:00 соответственно).

Как можно задать функцию и статистические экспериментальные данные?

- 1) Словесный способ;
- 2) Аналитический способ – через формулы;
- 3) Табличный способ – помогает быстро определить конкретные значения;
- 4) Графический способ – наглядно.

Виды диаграмм:

- линейный график;
- линейчатая диаграмма (гистограмма, столбчатая диаграмма);
- круговая диаграмма;
- точечная диаграмма;
- цилиндрическая диаграмма.

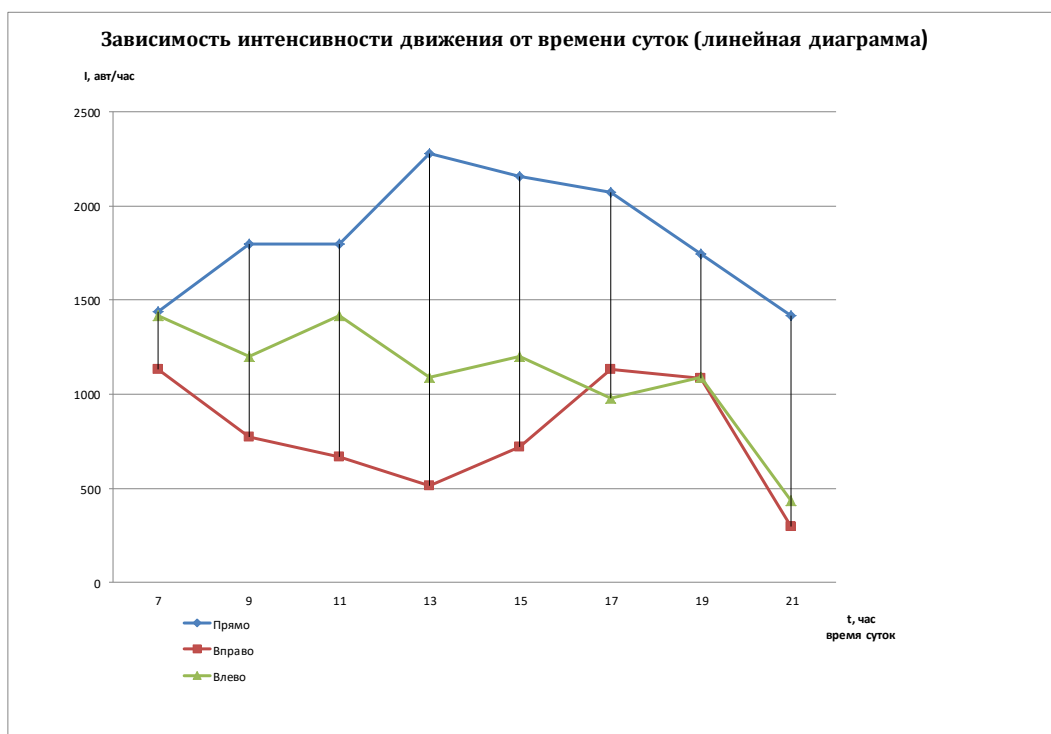


Рис. 2. Зависимость интенсивности движения от времени суток (линейная диаграмма)

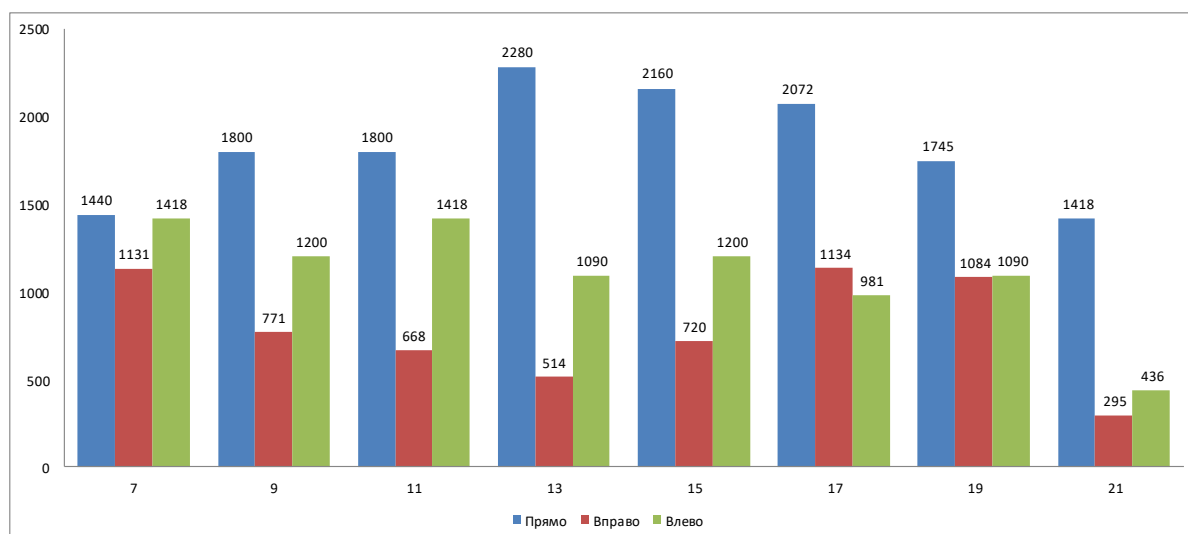


Рис. 3. Зависимость интенсивности движения от времени суток (гистограмма)

По горизонтальной оси (OX) – время суток в часах;
 По вертикальной оси (OY) – интенсивность движения полос (авт./ч)
 Для круговой диаграммы выберем «срез» времени, соответствующий 13:00.

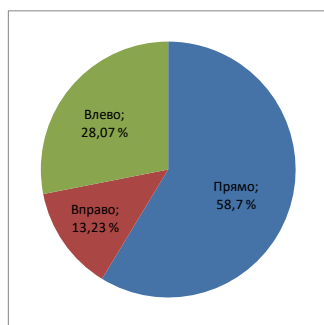


**Рис. 4. Распределение направлений движений автомобилей
(круговая диаграмма)**

Расчёты: $2280 + 514 + 1090 = 3884$ примем за 100%.

Прямо: $(2280 \cdot 100) / 3884 \approx 58,7\%$

Вправо: $(514 \cdot 100) / 3884 \approx 13,23\%$

Влево: $(1090 \cdot 100) / 3884 \approx 28,07\%$

Выводы:

На графиках интенсивности видно, что наибольшая интенсивность будет наблюдаться в дневные часы при движении прямо, в утренние часы налево и в вечерние часы пик направо. На данном перекрестке происходит большое количество мелких и крупных ДТП.

Для прогнозирования потока автомобилей, прибывающих к перекрёстку, хорошо подходит пуассоновское распределение.

Список использованных источников

1. Аземша, С. А. «Организация движения на регулируемых перекрестках». – Гомель : БелГУТ, 2007.
2. Живоглядов, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков / В. Г. Живоглядов. – Ростов- н/Д. : Издательство журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2005. – 1082 с.
3. Основы логистики / П. А. Дроздов. – Мн. : Изд-во Гревцова, 2008. – 208 с.
4. Логистика / А. А. Канке, И.П. Кошечая. – М. : Изд-во Инфа-М, 2007. – 384 с.
5. Линейное программирование / К. Н. Лунгу. – М. : Изд-во Физматлит, 2005.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Тормозная система (ТС) является одной из ключевых компонентов любого автомобиля, и её роль в обеспечении безопасности транспортного средства трудно переоценить. Этот важный элемент не только обеспечивает контроль и стабильность движения, но и играет критическую роль в предотвращении аварий и обеспечении общей безопасности на дорогах.

ТС система предназначена для управления движением автомобиля, обеспечивая водителю возможность точного и безопасного управления скоростью. Важность её правильной работы проявляется в различных ситуациях на дороге, начиная от обычного торможения на светофоре и заканчивая экстренными маневрами, предотвращающими столкновения и аварии.

Данная статья призвана рассмотреть особенности конструкции и функциональности ТС системы современных легковых автомобилей, а также проанализировать их влияние на общую безопасность движения. Важно понимать, что эта система не только обеспечивает снижение скорости, но и влияет на маневренность и предотвращение потенциальных аварийных ситуаций.

Далее будут рассмотрены технические аспекты ТС, их разновидности, инновации и тенденции в развитии. Анализ этих аспектов позволит лучше понять, как современные тормозные системы способствуют повышению безопасности автомобильного движения.

Тормозные механизмы современных легковых автомобилей

ТС современных легковых автомобилей представляют собой сложные и тщательно разработанные механизмы, обеспечивающие надежное и безопасное торможение. Два основных типа ТС, применяемых в автомобилях - гидравлические и пневматические, представляют собой эффективные технологии, каждая из которых имеет свои особенности. ТС современных легковых автомобилей гидравлические и обычно используют дисковые и барабанные тормоза, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. Роль этих тормозных механизмов в структуре ТС крайне важна для обеспечения эффективного и безопасного торможения (рис. 1).

Дисковые тормоза являются одними из наиболее распространенных тормозных систем, применяемых на передних колесах современных легковых автомобилей. Они состоят из тормозного диска, тормозных колодок и механизмов их активации.

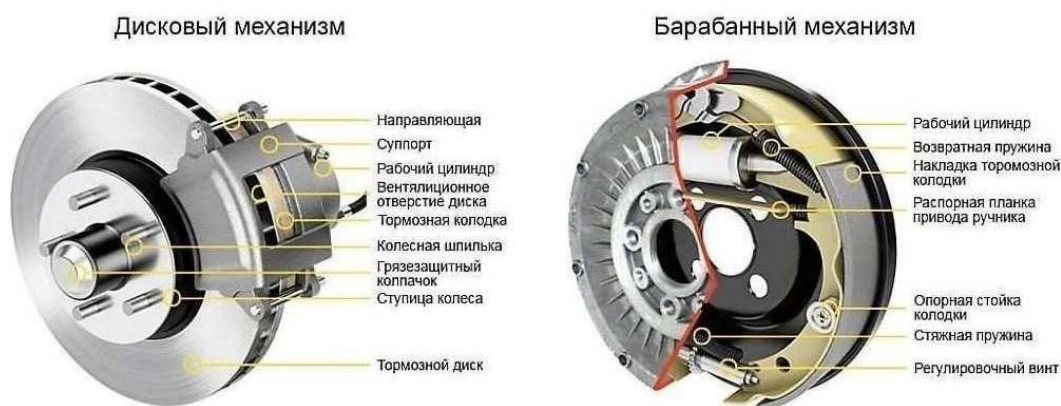


Рис. 1. Элементы конструкции колесных тормозных механизмов легковых автомобилей

Барабанные тормоза устанавливаются чаще всего на задних колесах, хотя некоторые автомобили также могут иметь их на передних колесах. Эта система включает в себя барабан, тормозные колодки и механизмы активации.

Выбор между дисковыми и барабанными тормозами зависит от конструкции и назначения автомобиля. Многие современные автомобили используют комбинированные системы с дисковыми тормозами спереди и барабанными сзади, обеспечивая оптимальное сочетание эффективности и надежности в различных условиях эксплуатации.

Использование технологии *ABS* (антиблокировочной системы) и *ESP* (системы курсовой стабилизации).

С развитием технологий и стремительным прогрессом в автомобильной индустрии ТС современных легковых автомобилей стали оснащаться инновационными технологиями для повышения безопасности и управляемости. Две из таких ключевых технологий – *ABS* (антиблокировочная система) и *ESP* (система курсовой стабилизации) – рассматриваются как неотъемлемые компоненты современных тормозных механизмов.

Система *ABS* (рис. 2) предназначена на предотвращение блокировки колес во время торможения для улучшения управляемости и сокращения тормозного пути. Система *ABS* использует датчики, измеряющие скорость вращения каждого колеса. Если система обнаруживает начало блокировки колеса, она регулирует тормозное давление в приводе на данном колесе. Система способна регулировать давление на каждом колесе индивидуально, что позволяет водителю поддерживать управляемость даже в критических ситуациях. Одно из преимуществ *ABS* – предотвращение заноса и улучшение управляемости автомобиля в условиях снижения сцепления колеса с дорогой, таких как ледяные или мокрые дороги.

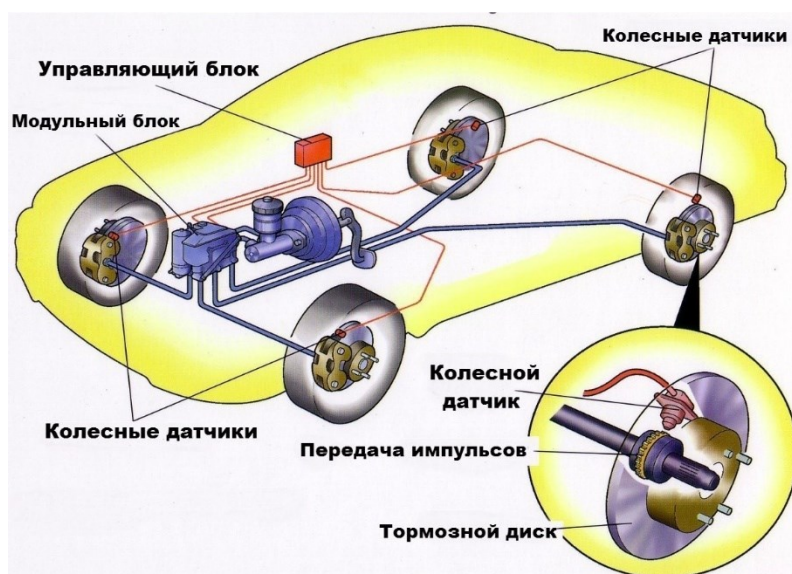


Рис. 2. Элементы конструкции систем *ABS* и *ESP*

Система *ESP* предназначена на предотвращение потери устойчивости автомобиля во время движения, особенно при резких маневрах. *ESP* использует датчики, измеряющие параметры, такие как угол поворота, направление движения и динамические характеристики автомобиля. В случае обнаружения потери устойчивости, система активирует тормоза на отдельных колесах, помогая восстановить управление. *ESP* также может регулировать мощность двигателя для предотвращения заноса. Основным преимуществом этой системы – существенно повышать безопасность при активных маневрах, таких как уход от заноса или предотвращение опрокидывания.

Объединение технологий *ABS* и *ESP* в тормозных системах современных легковых автомобилей создает комплексный подход к обеспечению безопасности водителя и пассажиров. Эти инновации не только улучшают

тормозную эффективность, но и обеспечивают стабильность и управляемость автомобиля в разнообразных условиях эксплуатации.

Новейшие технологии в тормозных системах

В современных автомобильных технологиях эволюция не остановлена, и тормозные системы стали предметом интенсивных инноваций. Одной из важнейших тенденций в этой области является внедрение электроники для повышения эффективности тормозной системы. Давайте рассмотрим, какие новейшие технологии используются для усовершенствования этого ключевого элемента автомобильной безопасности.

1. Электронные тормозные системы – (*EBS*) [1]. Электронное управление *EBS* включает электронные блоки управления, которые координируют действия всех элементов тормозной системы.

Для системы антиблокировки *ABS EBS* обеспечивает более точное управление *ABS*, предотвращая блокировку колес в различных условиях дороги.

2. Регенеративные тормоза. Особенности конструкции обеспечивают преобразование энергии. Эта технология позволяет использовать энергию, выделяемую при торможении, для зарядки аккумулятора. Регенеративные тормоза повышают энергетическую эффективность транспортного средства в целом и снижают износ традиционных тормозных механизмов.

3. Системы электронной стабилизации (*ESP*).

ESP использует сенсоры и электронные блоки управления для контроля над транспортным средством в экстремальных ситуациях. Система активно вмешивается, чтобы предотвратить потерю сцепления и улучшить управляемость при торможении.

4. Автоматизированные тормозные системы для управляемых прицепов.

Эти системы автоматически регулируют тормоза на прицепах, улучшая стабильность и предотвращая опасные ситуации. Электроника позволяет создать согласованные тормозные действия на тягаче и на прицепе.

Новейшие технологии в тормозных системах, базирующиеся на электронике, не только повышают безопасность и эффективность, но и создают более комфортное вождение. Эти инновации становятся стандартом в автомобильной индустрии, подчеркивая стремление к высоким стандартам безопасности и современной технологии.

Инновационные материалы в производстве тормозных колодок и дисков

Современные технологии в автомобильной промышленности не ограничиваются только электроникой; они также охватывают инновации в материалах, используемых для изготовления ключевых элементов тормозных систем.

1. Карбоно-керамические тормозные диски.

Высокая термическая стойкость карбоно-керамических дисков делает их способными выдерживать высокие температуры, что особенно важно при интенсивном использовании тормозов на высоких скоростях. При этом дополнительно, имея низкий удельный вес материала, карбоно-керамические тормозные диски снижают нагрузку на подвеску и улучшает общую динамику автомобиля. Дополнительно карбоно-керамика обладает высокой износостойкостью, что гарантирует долгий срок службы тормозных дисков.

2. Композитные тормозные колодки.

Использование композитных материалов в тормозных колодках позволяет эффективнее отводить тепло, предотвращая их перегрев. Композитные колодки обеспечивают стабильное торможение с минимальным износом, что увеличивает срок их службы и снижает частоту замены.

3. Термостойкие металлические сплавы:

Металлические сплавы, устойчивые к высоким температурам, используются для создания дисков, обеспечивая стабильную работу тормозов даже при интенсивной езде. Эффективный отвод тепла снижает вероятность перегрева тормозного механизма и повышает эффективность торможения.

4. Нанотехнологии в составе тормозных материалов:

Наночастицы в материалах для тормозных колодок обеспечивают максимальную адгезию к поверхности диска, улучшая сцепление и контроль при торможении. Использование нанотехнологий помогает снизить шум и вибрации при торможении, обеспечивая более комфортное вождение.

Эти инновационные материалы не только повышают работоспособность тормозных систем, но и обеспечивают более долгий срок службы, что существенно снижает затраты на их техническое обслуживание. Индустрия автомобилестроения продолжает стремиться к совершенствованию материалов, делая автомобильные тормозные системы более эффективными, безопасными и экологически дружелюбными [2].

Технологии энергорекуперации и регенеративного торможения

Современные технологии в автомобильной индустрии стремятся не только к повышению безопасности и эффективности, но и к улучшению экологических показателей. Технологии энергорекуперации и регенеративного торможения представляют собой инновационные методы, направленные на повышение эффективности использования энергии и снижение негативного воздействия автомобилей на окружающую среду.

1. Энергорекуперация – это технология, позволяющая восстанавливать и использовать энергию, которая обычно теряется при торможении. Система энергорекуперации преобразует кинетическую энергию, выделяемую при торможении, в электрическую, которая затем используется для зарядки аккумулятора. Это особенно актуально в гибридных и электрических автомобилях.

2. Регенеративное торможение – это способность трансформации кинетической энергии движущегося автомобиля в электрическую энергию при помощи электрического двигателя. При торможении электродвигатель выступает в роли генератора, преобразуя движение автомобиля в электрическую энергию, которая может быть использована для поддержки движения или хранения в аккумуляторе.

Внедрение технологий энергорекуперации и регенеративного торможения активно способствует созданию более устойчивых и эффективных автомобильных тормозных систем. Эти инновации не только улучшают производительность, но и делают вклад в снижение негативного воздействия автомобилей на окружающую среду. [3]

В заключение аналитического обзора современных ТС легковых автомобилей необходимо подчеркнуть критическую роль правильного обслуживания и регулярной проверки данных систем. Безопасность и долговечность автомобиля напрямую зависят от исправности его тормозной системы [4]. ТС – неотъемлемая часть безопасности и функциональности автомобиля. Правильное ее обслуживание – залог долговечности транспортного средства и безопасности его эксплуатации. Исходя из этого, рекомендуется владельцам автомобилей следить за состоянием тормозов и проводить регулярные проверки для обеспечения безопасности своей езды и увеличения срока службы автомобиля. [5]

Список использованных источников

1. Система *ESP* в автомобилях: принцип работы и важность для безопасности. [Электронный ресурс]. URL: <https://autoperfection.ru/sistema-esp-v-avtomobilyah-printsip-raboty-i-vazhnost-dlya-bezopasnosti/> (дата обращения 21.11.2024).
2. Что за металл на тормозных дисках. [Электронный ресурс]. URL: <https://yourknives.ru/metall/cto-za-metall-na-tormoznyx-diskax> (дата обращения 21.11.2024).
3. Устройство электромобилей: какой принцип работы? [Электронный ресурс]. URL: <https://e-auto.in.ua/ru/ustrojstvo-elektromobilej-kakoj-princip-raboty/> (дата обращения 21.11.2024).
4. Анализ состояния современных тормозных систем автомобилей. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/16577914/page:2/> (дата обращения 21.11.2024).
5. Важность регулярного технического обслуживания для продления срока службы вашего автомобиля. [Электронный ресурс]. URL: <https://cmeservice.ru/stati/vazhnost-regulyarnogo-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-dlya-prodleniya-sroka-sluzhby-vashego-avtomobilya/> (дата обращения 21.11.2024).

УДК 656.13.05

В. А. Максимов (Россия, г. Москва, МАДИ)

ОСОБЕННОСТИ СЕРВИСНОГО КОНТРАКТА ДЛЯ ПОДМОСКОВНЫХ АВТОБУСОВ

В последнее время активно начала развиваться практика технического обслуживания (ТО) и ремонта транспортных средств (ТС) наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ) по сервисным контрактам.

В Москве в 2016 году на него были переведены 436 автобусов 17 автобусного парка ГУП «Мосгортранс». Назывался данный документ «контракт жизненного цикла». Он был заключен между ГУП «Мосгортранс» и ООО «Русские Автобусы – Группа ГАЗ».

Контракт жизненного цикла (КЖЦ) – это контракт, предусматривающий закупку товара или работы (в том числе при необходимости проектирование, конструирование объекта, который должен быть создан в резуль-

тате выполнения работы), последующие обслуживание, ремонт и при необходимости эксплуатацию и (или) утилизацию поставленного товара или созданного в результате выполнения работы объекта [1].

Переход начался в третьем квартале 2016 года, по нему стали работать 436 автобусов ЛиАЗ трех модификаций. В то же время на базе 17-ого автобусного парка был открыт сервисный центр «Группы ГАЗ», в которую входит завод ЛиАЗ.

Сервисный центр был укомплектован квалифицированными работниками, основанная часть которых прошла дополнительное обучение по особенностям ТО и ремонта автобусов ЛиАЗ с использованием нового технологического оборудования. В основном это были бывшие автослесари и инженерно-технические работники 17-го автобусного парка ГУП «Мосгортранс». Снабжение запасными частями осуществлялось «Группой ГАЗ». Далее указанные хозяйственные отношения были применены в других филиалах ГУП «Мосгортранс».

Принципиальная схема взаимодействия хозяйствующих субъектов при реализации КЖЦ представлена на рис. 1 [2].

Основной обязанностью Заказчика (филиала ГУП «Мосгортранс») является контроль качества выполненных работ и организация сервисных платежей за оказанные услуги и выполненные работы по договору.

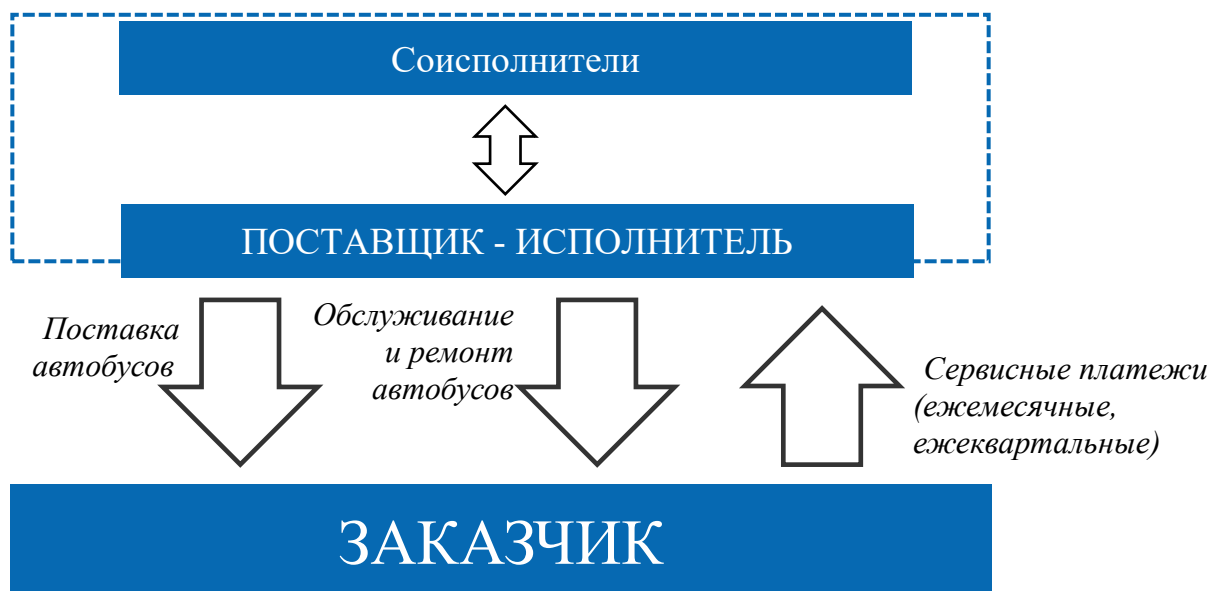


Рис. 1. Принципиальная схема взаимодействия хозяйствующих субъектов при реализации КЖЦ

Все вопросы, связанные с организацией и проведением технического обслуживания (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО) и ремонта (текущий, капитальный по естественному износу) ТС возлагаются на Исполнителя (ООО «РУССКИЕ АВТОБУСЫ – СЕРВИСНАЯ КОМПАНИЯ»), в том числе снабжение запасными частями, горюче-смазочными материалами (за исключением моторного топлива), вывоз отходов от производства и т.д.

Исключение составляет ремонт, который потребовался в следствие дорожно-транспортных происшествий (ДТП), нарушений правил эксплуатации транспортного средства со стороны водителя предприятия и действий третьих лиц. Данный ремонт не входит в тариф КЖЦ, он рассчитывается и оплачивается отдельно.

Услуги по ТО и ремонту ТС, оказываемые Исполнителем, должны удовлетворять технологиям по ТО и ремонту заводов производителей транспортных средств, узлов и агрегатов, а также нормативным документам Заказчика.

С 2022 года начали работать сервисные контракты, оказывающие услуги по ТО и ремонту автобусов ЛиАЗ в Московской области.

Осенью 2022 года между АО «МОСТРАНСАВТО» (далее – Заказчик) и ООО «Русские Автобусы – Группа ГАЗ» (далее – Исполнитель) были заключены два договора на выполнение работ по техническому обслуживанию (сервис) и текущему ремонту 659 автобусов модели ЛиАЗ-529265-03 и 110 автобусов модели ЛиАЗ-429260 на общую сумму порядка 250 млн руб.

АО «МОСТРАНСАВТО» – основной оператор по перевозке пассажиров наземным транспортом в Московской области.

ООО «Русские Автобусы – Группа ГАЗ» – официальный дилер ООО «Ликийский автобусный завод», производителя автобусов марки ЛиАЗ.

Договоры были заключены по результатам открытых конкурсов в рамках федерального закона «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» от 18.07.2011 № 223-ФЗ.

Это были пилотные проекты для АО «МОСТРАНСАВТО» рассчитанные только на 1 год.

Заказчик предоставляет доступ к помещениям Исполнителю для выполнения работ в рамках сервисного контракта.

Исполнитель компенсирует расходы Заказчику на коммунальные услуги (электроэнергия, отопление, водоснабжение и водоотведение) в соответствии с тарифами Московской области.

Исполнителю давалось 60 календарных дней (2 месяца) на запуск сервисного контракта:

- подбор персонала;
- закупку запасных частей и создание неснижаемого запаса на складе;
- закупку оборудования и инструмента;
- ремонт зоны ТО, цехов, складов, которые будут задействованы в рамках исполнения договора;
- прочие действия, связанные с заключением договора (клининговые компании, вывоз мусора и т.д.)

Схема взаимодействия Исполнителя и Заказчика при организации технического обслуживания и ремонта ТС представлена на рис. 2.

Для проведения ТО необходимы специализированные производственные подразделения.

Организацией работ по техническому обслуживанию в сервисном центре занимается техническая служба.

В рамках сервисного контракта (СК) будут выполняться работы по ТО-1, ТО-2 и СТО автобусов.

Все операции по ТО-1, ТО-2, СТО, а также дополнительные операции технического обслуживания в зависимости от наработки на отказ автобусов будут выполняться в строгом соответствии с заводскими технологиями:

- технология ТО: Автобус ЛиАЗ-429260 с силовым агрегатом ЯМЗ – ZF (экологический класс 5), г. Ликино-Дулево, 2016 г.

- технология ТО: Автобус ЛиАЗ-529265-03 с двигателем ЯМЗ-53633.1000175-03 (экологический класс 5), 529265-3902010-03 ИС, г. Ликино-Дулево, 2019 г.

Все запасные части и расходные материалы, которые будут использоваться в рамках СК автобусов должны быть новыми и отвечать требованиям Решения Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств», а также и иным руководящим документам, действующим на территории Российской Федерации.

Все автобусы, переданные на СК, являются гарантийными, поэтому Исполнитель несет ответственность за сохранение гарантийных обязательств производителя и/или представителя производителя перед Заказчиком.

Основные технические характеристики автобусов АО «МОСТРА-САВТО» переданных на сервисный контракт представлены в табл. 1.

Расчетная стоимость сервиса автобусов моделей ЛиАЗ-429260 и ЛиАЗ-529265-03 АО «МОСТРАНСАВТО» представлена в табл. 2.

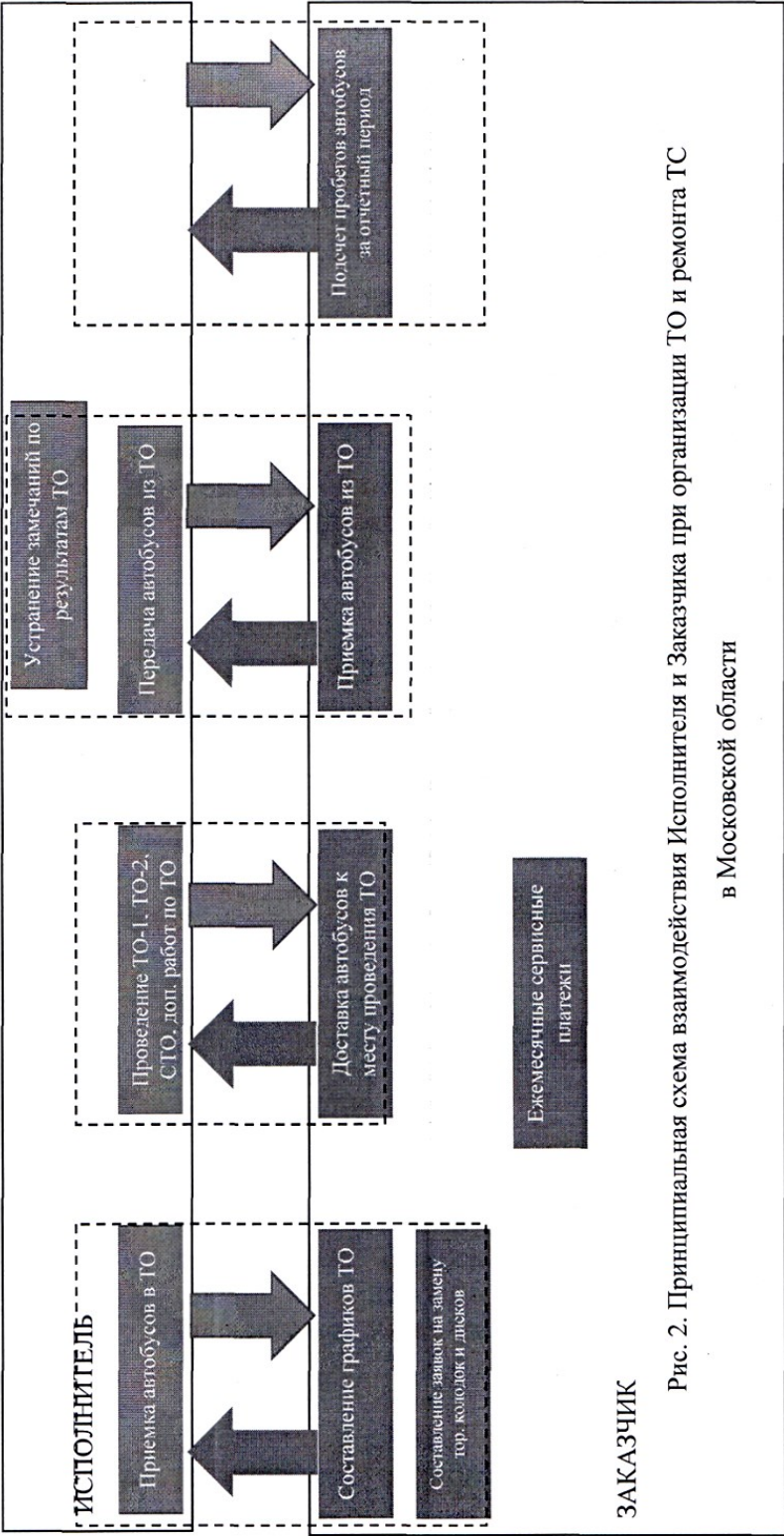


Рис. 2. Принципиальная схема взаимодействия Исполнителя и Заказчика при организации ТО и ремонта ТС в Московской области

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ СЕРВИСНОГО КОНТРАКТА

По своей сути данные договоры можно назвать сервисными контрактами, в виду следующего:

1. Все 769 автобусов марки ЛиАЗ находятся на гарантии и в гарантийный период эксплуатации ответственность за восстановление работоспособного состояния (ремонт) автобусов несет производитель и/или официальный представитель производителя (дистрибьютер, дилер или субдилер);

2. Ответственность за сервис (техническое обслуживание), то есть за поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии теперь несет Исполнитель;

3. Текущий ремонт, связанный с естественным износом таких деталей как тормозные колодки и тормозные диски тоже возлагается на Исполнителя;

Таблица 1. Основные характеристики автобусов

№ п/п	Наименование	ЛиАЗ-429260	ЛиАЗ-529265-03
1.	Год выпуска	2022	2020
2.	Класс автобуса	Средний класс	Большой класс
3.	Марка и модель ДВС	ЯМЗ-53403	ЯМЗ-53633
4.	Периодичность замены масла в ДВС, км	30 000	30 000
5.	Марка и модель коробки передач	<i>ZF Ecolife</i> , серия 6 <i>AP</i> 1000 В	<i>ZF Ecolife</i> , серия 6 <i>AP</i> 1400 В
6.	Периодичность замены масла в коробке передач, км	180 000 но не реже 1 раза в 3 года	180 000 но не реже 1 раза в 3 года
7.	Марка и модель ведущего (заднего) моста	ZF AV-110 /900/70	RAVA
8.	Периодичность замены масла в ведущем (заднем) мосту, км	150 000 но не реже 1 раза в 3 года	60 000
9.	Периодичность ТО-1, км	15 000	15 000
10.	Периодичность ТО-2, км	20 000	30 000
11.	Периодичность СТО	2 раза в год (весна, осень)	2 раза в год (весна, осень)
12.	Количество, ед.	110	659

4. Все работы выполняются на территории Заказчика, то есть Заказчик предоставляет доступ Исполнителю к производственным помещениям;

5. Исполнитель инвестирует собственные денежные средства в производственно-техническую базу Заказчика для качественного выполнения работ;

6. Оплата выполненных работ за ТО и ремонт производится ежемесячно из расчета пробега 769 автобусов и стоимости 1 км пробега.

Таблица 2. Стоимость выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту автобусов за 1 км. пробега

Наименование объекта закупки	Общая стоимость, руб./км, с НДС
Выполнение работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту автобусов модели ЛиАЗ-529265-03	4,01
Выполнение работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту автобусов модели ЛиАЗ-429260	3,35

ПРЕИМУЩЕСТВА СЕРВИСНОГО КОНТРАКТА ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА

1) Происходит четкое разделение обязанностей. Исполнитель оказывает услуги по сервису, Заказчик полностью сосредотачивает свои силы на основном виде деятельности перевозке пассажиров;

2) Происходит повышение качества выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автобусов за счет привлечения обученных высококвалифицированных узконаправленных специалистов со своим оборудованием и инструментом;

3) У Заказчика решается вопрос с текучестью кадров рабочих специальностей;

4) У Заказчика решается вопрос с длительной закупкой горюче-смазочных материалов, деталей и расходных материалов в текущих условиях рынка и 223-ФЗ;

5) Всю ответственность за работоспособное состояние автобусов в рамках технической эксплуатации перед производителем теперь несет Исполнитель;

6) Заказчик привлекает инвестиции в свою производственно-техническую базу.

Данные СК были реализованы в сервисном центре, организованном в городе Подольске. Их успешная апробация в 2022-2023 годах позволила

продолжить развивать полученный производственный опыт по ТО и ремонту автобусов и тиражировать его при организации сервисных центров в других подмосковных городах, таких как Сергиев Посад, Коломна и Солнечногорск.

Список использованных источников

1. ФЗ № 44 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
2. Максимов В. А. К вопросу организации обслуживания автобусов по контракту жизненного цикла. Актуальные проблемы эксплуатации АТС: материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф. 21-22 ноября 2019 г., Владимир/под общ. ред. проф. Ю. В. Баженова; Владим. гос. Ун-т: им. А.Г. и Н.Г. Столетовых – Владимир, Изд-во ВлГУ, 2019. – С. 96-104.
3. Газета «За отличный рейс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/press_center/corporate_newspaper/October_2016.pdf (дата обращения 10.11.2016).
4. Газета «За отличный рейс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/press_center/corporate_newspaper/January_2017.pdf (дата обращения 01.01.2017).

УДК 656.1/.5

В. В. Орехов (Россия, г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ, аспирант)

Научный руководитель: **В. Г. Назаркин** (Россия, г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИЗНОСА ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА *VALVOLINE LIGHT & HD ATF-CVT* В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

Аннотация. Рассмотрена проблема деградации физико-химических (ФХ) параметров трансмиссионного масла *Valvoline Light & HD ATF-CVT* (*Valvoline ATF*), характеризующих ее эксплуатационные свойства. Деградация данного масла исследовалась в процессе ресурсных испытаний при подконтрольной эксплуатации гидромеханической коробки передач (ГМКП) *ZF Ecoliaif 6AP1700B (ZF)* на городском автобусе *VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 (VOLGABUS 627102)*, 2022 года выпуска в условиях мегаполиса. Ресурсные испытания проводились с конца осени 2022 года по

начало осени 2023 года, за данный период масло отработало полный цикл браковочной нормы – 60 000 км, согласно технической документации от завода изготовителя ГМКП ZF.

Для оценки деградации масла применялись основные аккумулирующие ФХ параметры, такие как кинематическая вязкость, кислотное число, содержанию механических примесей и воды, концентрации активных элементов присадок и продуктов износа металлов и т.д.

В настоящее время в технической эксплуатации транспортных средств имеется недостаточно информации о изменениях основных ФХ параметров трансмиссионных масел для ГМКП автобусов, которые эксплуатируются на городских маршрутах в крупных агломерациях России. Особенно не хватает данных об эмпирических зависимостях, полученных в ходе ресурсных испытаний. Поэтому дальнейшие исследования в этой области становятся особенно актуальными.

В работе представлено описание, примененных методов испытаний для определения ФХ параметров трансмиссионного масла. Приведён перечень испытательного оборудования и средств измерений ФХ параметров трансмиссионного масла, изложены полученные результаты лабораторных испытаний проб испытываемого трансмиссионного масла.

Ключевые слова: автобус; агрегат трансмиссии; гидромеханическая коробка передач; трансмиссионное масло; эмпирические зависимости.

Изучение вопросов эффективности применения смазочных масел является актуальной задачей при эксплуатации транспортных средств. Эффективное использование трансмиссионных масел определяется в том числе рациональными сроками замены [1].

Масло для ГМКП работает в исключительно жестких условиях эксплуатации, так как оно помимо функции смазывания и отведения тепла характерных для масел механических коробках передач (МКП), ещё выполняет функции включения / переключения передач создаваемым давлением, а также воспринимает и передаёт постоянно изменяющийся крутящий момент от двигателя на другие элементы ГМКП и трансмиссии автобуса в целом. Оно играет ключевую роль в процессе термостатирования, влияя на тепловой режим работы ГМКП, быстро принимая и отводя тепловую энергию.

Высокое значение тепловой энергии возникает вследствие динамической нагрузки, в момент включения фрикционной муфты сцепления и переключения фрикционных тормозных муфт, в следствии резкого изменения

частот вращения с увеличением крутящего момента. В процессе режимов работы внутренние вращающиеся детали ГМКП подвергаются высоким удельным давлениям, скоростям скольжения и высоким температурам в контактирующих поверхностях, что может привести к образованию питингов износа в узлах трения, таких как элементы фрикционных муфты, зубья цилиндрических и конических шестерен.

В последние годы, при эксплуатации городских автобусов выявляется нерациональность данных значений. Следовательно, дальнейшие исследования в данной области приобретают особую актуальность.

Для определения рациональных сроков замены масла необходимо иметь полное представление существующей корреляционной связи между ФХ параметрами масла и техническим состоянием агрегата. Сущность данной связи устанавливается в процессе проведения ресурсных испытаний, на подконтрольном агрегате трансмиссии при выполнении штатной транспортной работы транспортного средства. В рамках испытаний проводится мониторинг состояния работающего масла в агрегате, результаты которого позволят реализовать на основании выявленных критериев рациональное планирование и проведение технических процедур по замене масла, исходя из фактического его состояния, а не только согласно требованиям нормативно-технической документации.

Основной целью данной оценки было выявление и определение закономерностей основных ФХ параметров трансмиссионного масла *Valvoline ATF* при эксплуатации ГМКП *ZF* автобуса *VOLGABUS* от пробега (наработки) в условиях города.

Объектом исследования является трансмиссионное масло *Valvoline ATF*, которое содержит присадки, обладающие антизадирными, противоизносными, депрессорными и антипенными свойствами, и предназначено для смазывания передаточных узлов тяжелонагруженных агрегатов транспортных средств. В 2022 году масло *Valvoline ATF* являлось основной маркой смазочного материала, заправляемого в ГМКП *ZF* на сборочном заводе автобусов *VOLGABUS*.

Исследования проводились при подконтрольной эксплуатации автобуса особо большого класса *VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 (VOLGABUS 627102)* до установленной наработки 60 000 км, требующей замены масла *Valvoline ATF*, от завода изготовителя автобуса.

Общий вид подконтрольного автобуса *VOLGABUS 627102* представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид подконтрольного автобуса *VOLGABUS 627102*

Автобусы *VOLGABUS* с ГМКП *ZF* массово эксплуатируются на автомобильных транспортных предприятиях пассажирского автомобильного транспорта. На маршрутах крупных городских агломераций России.

Подконтрольные ресурсные испытания проводились на базе подвижного состава Санкт-Петербургского государственного унитарного предприятия пассажирского автомобильного транспорта СПб ГУП «Пассажиравтотранс» (ГУП ПАТ). В процессе данных испытаний отбор проб исследуемого объекта проводился на территории Автобусного парка №2 – филиала ГУП ПАТ. Общая наработка подконтрольного автобуса *VOLGABUS 627102* на конец испытаний составила 60 020 км.

Общий вид приборной панели автобуса *VOLGABUS 627102* на конец подконтрольных испытаний представлен на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид приборной панели автобуса *Volgabus 627102* на конец подконтрольных испытаний

В процессе подконтрольных испытаний из ГМКП проводился своевременный отбор проб исследуемого масла в соответствии с ГОСТ 2517-2012 через каждые 15 000 км наработки. Пробы отбирались через маслозаливную трубку. Затем отобранное масло направлялось в Санкт-Петербургский филиал испытательного центра АО «СЖС Восток Лимитед» для проведения лабораторных испытаний по измерению основных ФХ параметров.

Методы испытаний основных ФХ параметров трансмиссионного масла *Valvoline ATF* представлено в табл.1.

Таблица 1. Методы испытаний основных ФХ параметров трансмиссионного масла *Valvoline ATF*

Наименование параметра	Сущность метода испытаний
1. Состояние масла	
Кинематическая вязкость при 100°C, (мм ² /с)	ASTM D445–06
Кинематическая вязкость при 40°C, (мм ² /с)	
Индекс вязкости	ASTM D2270–10
Общее кислотное число, (мгКОН/г)	ASTM D664–18
Температура застывания, (°C)	ГОСТ 20287–91 (метод Б)
Температура вспышки в открытом тигле, (°C)	ASTM D92–18
Плотность 15 °C, (кг/м ³)	ASTM D4052–22
Коррозия медной пластинки, (балл)	ASTM D 130–10
2. Загрязнение масла	
Содержание воды (КФ), (%)	ASTM D6304–07
3. Индикаторы износа деталей, загрязнение масла, концентрация присадок, состояние масла	
Содержание твердых осадков, (%массе)	ASTM D473–22
Содержание серы (массовая доля серы), (%массе)	ASTM D 4294–10
Элементная спектрометрия (21 химический элемент), (мг/кг)	ASTM D 5185–18
ИК спектроскопия -Фурье, поглощение (А) и волновое число (см ⁻¹)	ASTM E2412–23

При оценке ФХ параметра масла *Valvoline ATF* за итоговый результат испытаний принимали среднее арифметическое значение двух последовательных серий измерений, или значения в соответствии с требованиями метода испытаний.

Исходя из полученных данных, были построены графики, отображающие эмпирическую зависимость ФХ параметров масла *Valvoline ATF* от наработки ГМКП ZF на автобусе *VOLGABUS 627102*.

Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 100 °C от наработки представлена на рис. 3.

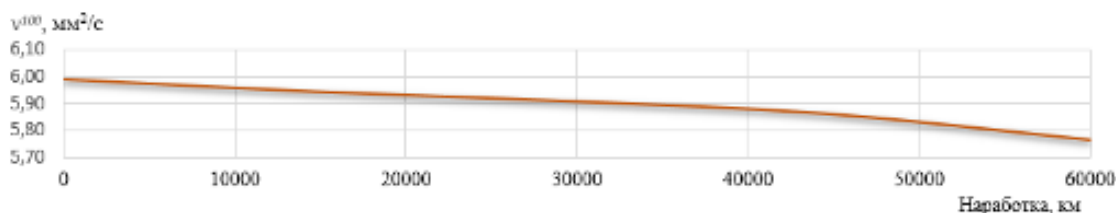


Рис. 3. Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 100 °C от наработки

Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 40 °С от наработки представлена на рис. 4.

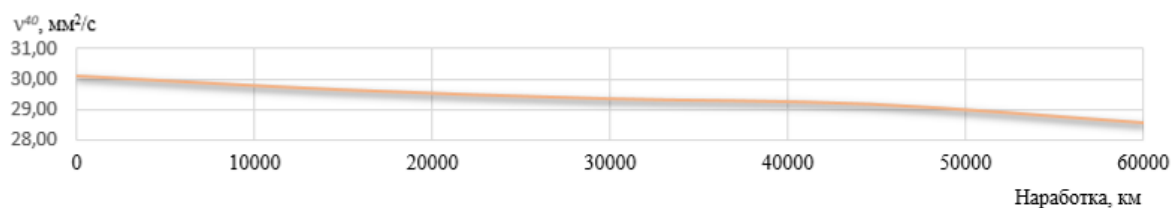


Рис. 4. Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 40 °С от наработки

Зависимость изменения индекса вязкости представлена на рис. 5.

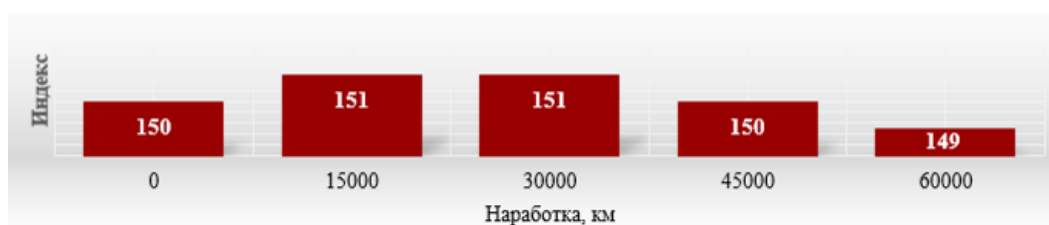


Рис. 5. Зависимость изменения индекса вязкости

Кинематическая вязкость при температуре 40 °С к этапу завершения испытаний снизилось на 5 % и составила 28,57 мм²/с, значение кинематической вязкости при температуре 100 °С снизилось на 4 % и составило 5,77 мм²/с, следовательно, снизился показатель индекса вязкости на 1 пункт. Данное снижение является допустимым для данного масла за исследуемый интервал испытаний, однако для ГМКП ZF данные значения кинематической вязкости меньше на 50 % и индекс вязкости меньше на 20-25 пунктов, что является критическим значением для дальнейшей эксплуатации данного агрегата.

Вероятно, уменьшение кинематической вязкости масла обусловлено механическим разрушением рецептурных компонентов, предназначенных для повышения индекса вязкости. В работах [2] сказано, что приблизительной браковочной нормой данного параметра масла являться отклонение от номинального значения от 15 до 30 %.

Зависимость изменения температурных параметров трансмиссионного масла представлена на рис. 6.

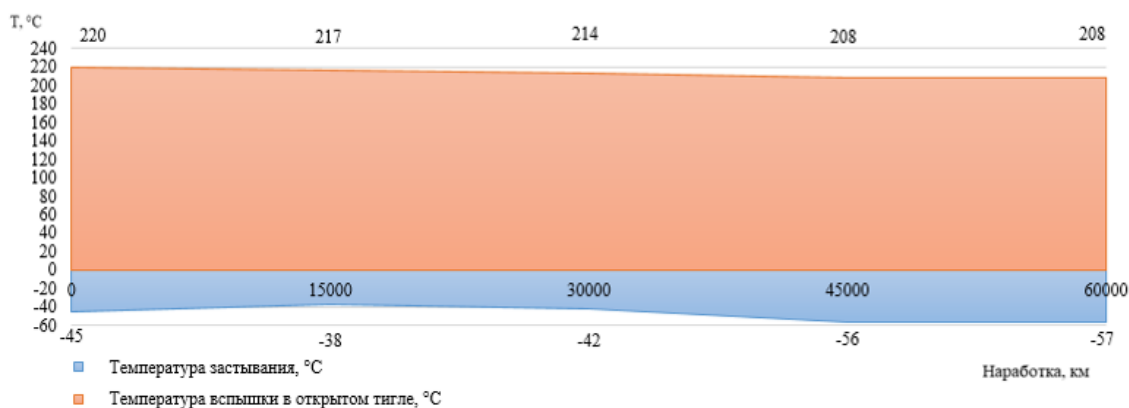


Рис. 6. Зависимость изменения температурных параметров трансмиссионного масла

Улучшение низкотемпературных параметров в процессе испытаний связано с добавлением в компонентный состав масла депрессорной присадки полиметакрилатного типа, срабатывание которой приводит к повышению температуры застывания. Снижение температуры вспышки на 6% связано с накоплением концентрации продуктов окисления масла и износа контактирующих поверхностей деталей трения. В соответствии с «ТР ТС 030/2012. Технический регламент Таможенного союза. О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям» предельное значение данного параметра – не менее 135 °C [3].

Зависимость изменения плотности представлена на рис.7.

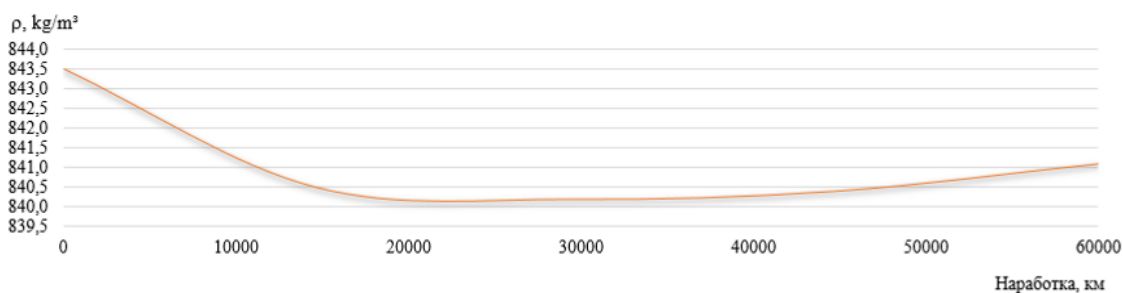


Рис. 7. Зависимость изменения плотности

Значение плотности масла через 30 000 км наработки снизилось на 0,4 % и составила 840,2 кг/м³, а к завершению испытаний увеличилось до 841,1 кг/м³. Снижение плотности масла в первой половине испытаний, связано с процессом механической деструкции модификатора вязкости нового масла, а последующий рост до завершения испытаний связан с накоплением воды, элементов износа деталей и нерастворимых твёрдых осадков, о чём свидетельствует динамика параметров O_n и ρ .

С уменьшением плотности возрастает вероятность образования обильной пены, в то время как устойчивость объема пены ухудшается. Кроме того, введение комплекса присадок в рецептуру масла может увеличить риск образования пены, поэтому дополнительно добавляют противопенные присадки, чтобы стабилизировать и предотвратить этот процесс.

Возникновение большого объема масляной пены является первым признаком критического снижения значения плотности масла и накопления высокой концентрации воды в масле [4].

Зависимость изменения кислотного числа представлена на рис. 8.

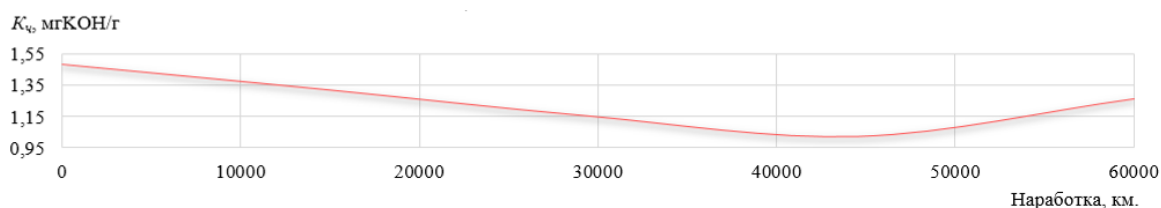


Рис. 8. Зависимость изменения кислотного числа

Чтобы определить степень срабатывания противозадирных и противоизносных присадок или степень окисления масла применяют такой параметр, как кислотное число [5]. Следует отметить, что высокое значение кислотного числа в новом трансмиссионном масле связано с присутствием противозадирных и противоизносных присадок, а также с внедрением в состав масла антиокислительной присадки, которая повышает кислотное число нового масла.

Значение кислотного числа исследуемого масла к 45 000 км наработки снизилось до 1,02 мг КОН/г, а к завершению испытаний увеличилось до 1,26 мг КОН/г. Снижение кислотного числа свидетельствует о сокращении концентрации активных элементов противозадирной и противоизносной присадки, а дальнейшее увеличение данного параметра характеризует срабатывание антиокислительной присадки, что характерно для трансмиссионных масел ГМКП. Браковочной нормой данного параметра масла являются превышение значения – более 3-4 мг КОН/г.

Зависимость изменения концентрации элементов износа деталей ГМКП представлена на рис. 9.

Анализ зависимости изменения концентрации элементов износа деталей в масле показывает, что в ГМКП *ZF Ecoliaif 6AP1700B* в процессе эксплуатации накапливаются частицы металлов: железо (*Fe*), медь (*Cu*) и алюминий (*Al*). В большей степени накапливаются железные (*Fe*) и медные (*Cu*)

частицы износа, контактирующих поверхностей трения (контакт зубьев шестерен, зон трения в игольчатых подшипниках, зон трения деталей фрикционных муфт и гидротрансформатора). Предельно допустимая концентрация железа (Fe) в масле для ГМКП составляет 60-70 ppm [6]. По результатам лабораторных отчётов к 15 000 км наработки значение железа (Fe) составило 60 ppm , а к завершению испытаний 264 ppm , превысив предельное значение в 2,8 раза. Данный рост концентрации характеризует неисправность контактирующихся поверхностей трения или несоответствие смазывающих свойства масла для данного агрегата трансмиссии.

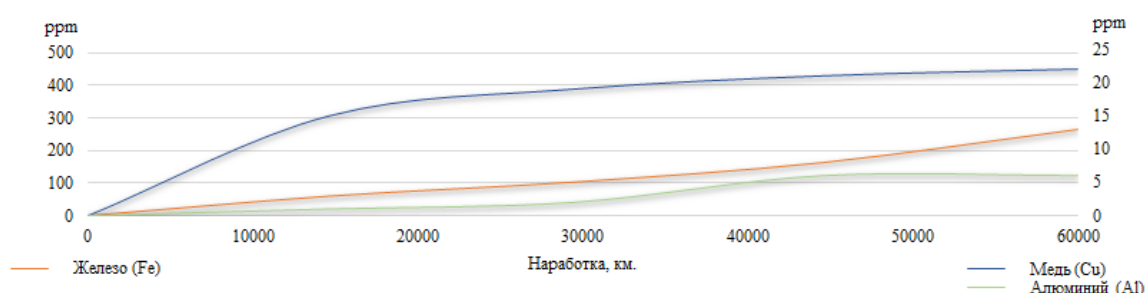


Рис. 9. Зависимость изменения концентрации элементов износа деталей ГМКП

Концентрация меди (Cu) к завершению испытаний составила 20 ppm , а алюминия (Al) – 5 ppm .

Зависимость изменения содержания доли нерастворимых твердых осадков в трансмиссионном масле представлена на рис. 10.

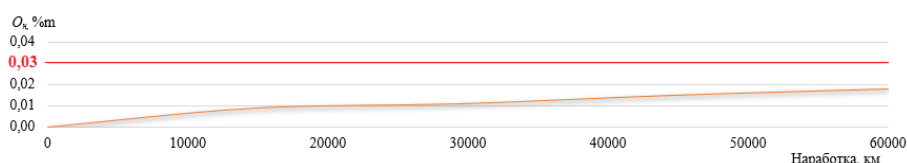


Рис. 10. Зависимость изменения содержания доли нерастворимых твердых осадков в трансмиссионном масле

Зависимость изменения содержания доли нерастворимых твердых осадков в масле показывает, что до 15 000 км наработки значения показателя резко выросло до 0,01 % m , а затем наступил этап стабилизации и плавного роста. Увеличение в начале ресурсных испытаний вызвано интенсивным процессом окисления термически неустойчивых углеводородов.

На деталях и в картере ГМКП накапливаются мелкие не фильтруемые осадки и шламы, что характеризует увеличение значения параметра в процессе эксплуатационных испытаний. К окончанию испытаний

зафиксированно максимальное значение содержания доли нерасвоимых твердых осадков в масле – 0,018 % *m*. Браковочной нормой данного параметра являться превышение значения – более 0,03 % *m* [7].

Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения трансмиссионного масла представлена на рис. 11.

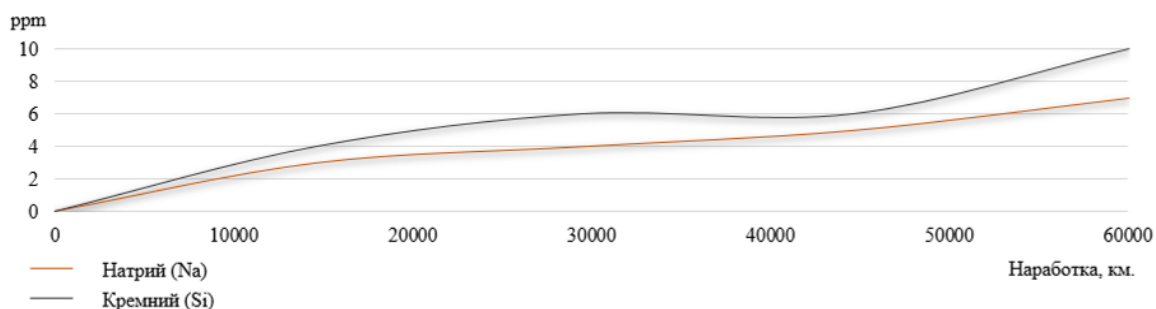


Рис. 11. Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения трансмиссионного масла

Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения масла показывает, что в ГМКП *ZF Ecoliaif 6AP1700B* в процессе эксплуатации накапливаются частицы кремния (*Si*) и натрия (*Na*). К завершению испытаний концентрация данных элементов составила: кремния (*Si*) – 10 *ppm* и натрия (*Na*) – 7 *ppm*. Полученные концентрации не характеризуют аномальной степени загрязнения. Концентрация кремния повышается при попадании в масло дорожно-песчаной пыли, а натрия при попадании в масло охлаждающей жидкости (антифриза).

Зависимость изменения содержания доли воды в трансмиссионном масле представлена на рис. 12.

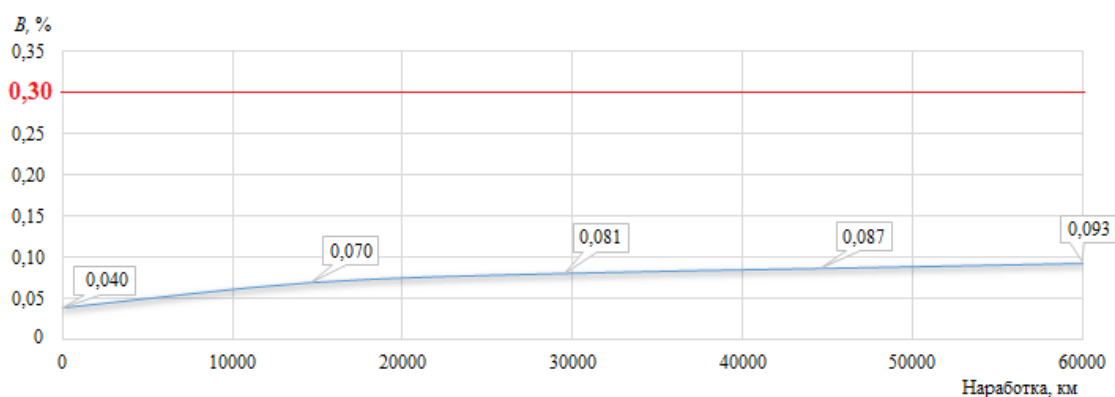


Рис. 12. Зависимость изменения содержания доли воды в трансмиссионном масле

Изменение концентрации воды в масле показывает, что уже в начале испытаний в новом масле присутствовало 0,04 % и после 60 000 км наработки значения показателя выросло до 0,093 %. Браковочной нормой данного параметра является превышение значения – более 0,3 % [7].

Превышение содержания воды в трансмиссионном масле для ГМКП свыше 0,3 % может вызвать различные негативные последствия, такие как образование пены, появление осадков, быстрое окисление масла из-за гидролиза, а также повышенный износ деталей из-за коррозии и механических повреждений ввиду разрывов масляной пленки и падения давления.

Зависимость изменения концентрации активных элементов присадок в трансмиссионном масле представлена на рис. 13.

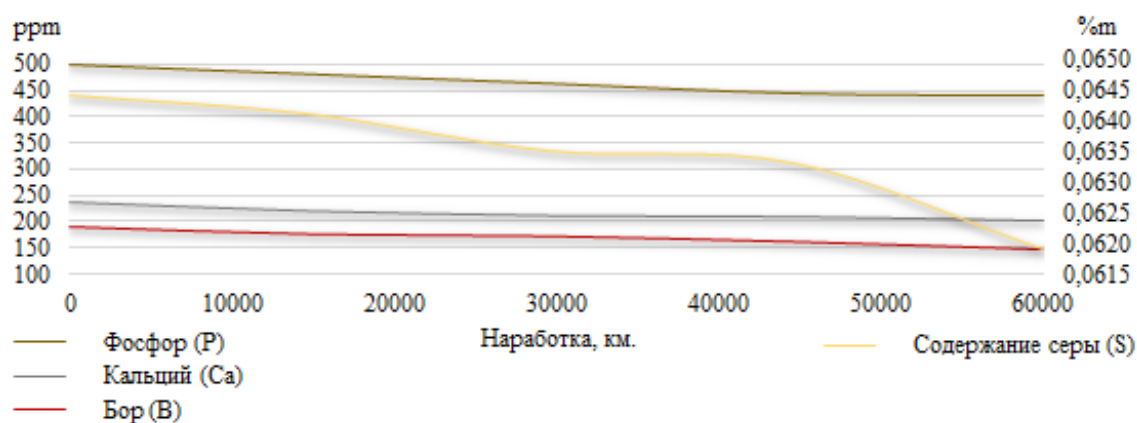


Рис. 13. Зависимость изменения концентрации активных элементов присадок в трансмиссионном масле

Из полученного графика изменения концентрации активных элементов присадок в трансмиссионном масле *Valvoline ATF* видно, что в рецептуре данного масла использованы следующие активные элементы: фосфор (P) с серой (S) – противозадирная и противоизносная присадка, кальций (Ca) как моюще-диспергирующая присадка и бор (B) как противоизносная присадка.

Концентрация активных элементов присадок (S), (P) и (B) в масле снизилась незначительно после 60 000 км наработки. Массовая доля серы (S), фосфора (P) и бора (B) помогает определить содержание в масле антизадирной и противоизносной присадки. В процессе работы масла происходит истощение данных активных элементов, что наглядно подтверждено на графике.

Полученная динамика изменения концентрации активных элементов присадок не характеризует аномального их истощения за 60 000 км наработки в ГМКП *Ecoliaif 6AP1700B*. Браковочные нормы для данных активных элементов присадок масел, работающих в ГМКП *ZF Ecoliaif 6AP1700B* на автобусах следующие: фосфор (P) – 100 ppm, сера (S) – 0,045 % т, кальций (Ca) – 25 ppm и бор (B) – 50 ppm.

Сравнительный анализ инфракрасных спектров нового и использованного трансмиссионного масла представлен на рис. 14.

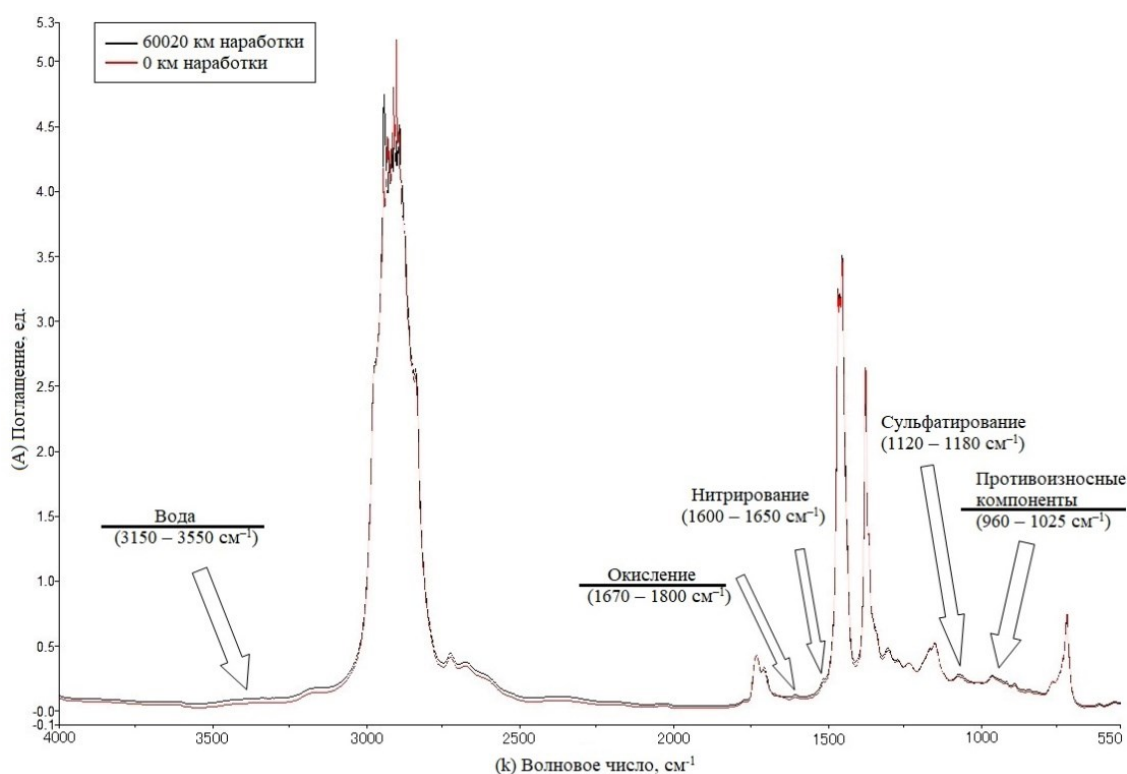


Рис. 14. Сравнительный анализ инфракрасных спектров нового и использованного трансмиссионного масла

Испытания трансмиссионного масла методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, также позволяет оценить степень загрязнения (накапливающейся воды) и разрушения противоизносных присадок, а также интенсивность протекающих химических изменений (окисление, нитрирование, сульфатирование).

Полученный сравнительный график подтверждает часть рассмотренных выше основных ФХ параметров.

Результаты проведенных исследований подтвердили закономерности изменения основных ФХ параметров трансмиссионного масла *Valvoline*

Light & HD ATF-CVT, используемого в ГМКП – *ZF Ecoliaif 6AP1700B* комплектуемое на городские автобусы особо большого класса – *VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18* при подконтрольной эксплуатации в условиях городской транспортной работы.

Также установлено, что снижение концентрации доли активных элементов присадок не превышает аномального их истощения. Их концентрация находится в пределах допустимой нормы, однако концентрация элементов противозадирных и противоизносных присадок в процессе испытаний не предотвратило критический и недопустимый рост износа деталей, содержащих железо (*Fe*), по причине низкой кинематической вязкости испытуемого масла для ГМКП *ZF Ecoliaif 6AP1700B*.

Таким образом, результаты проведенных подконтрольных испытаний, подтверждают необходимость разработки корректирующего коэффициента сервисного интервала замены трансмиссионного масла, который учитывает фактическое состояние масла в процессе городской эксплуатации автобуса. Такой коэффициент играет ключевую роль в поддержании надежности работы ГМКП.

Важно отметить, что нормы сервисных интервалов замены трансмиссионного масла устанавливаются заводами-производителями агрегатов трансмиссии при введении в эксплуатацию новых конструкций данных агрегатов. И, как правило, долгие годы установленные нормы остаются неизменными, даже при непрерывном совершенствовании их конструкций и технологий изготовления, а также и смазочных материалов. Поэтому технический прогресс требует постоянного уточнения и корректирования норм сервисных интервалов замены масел в процессе эксплуатации.

Список использованных источников

1. Кудинов В. И., Обоснование возможности увеличения нормативных сроков службы масел для гидромеханических передач: на прим. масла «А» для ГМП автобуса ЛиАЗ-677: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Киев. автомоб.-дор. ин-т им. 60-летия Великой Окт. соц. революции. – Киев, 1987. – 16 с.
2. Джерихов В. Б., Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. II. Масла и смазки. – Санкт-Петербургский гос. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2009. – 256 с. ISBN 978-5-9227-0135-8.

3. Сафонов А. С., Химмотология горюче-смазочных материалов / Сафонов А. С., Ушаков А. И., Гришин В. В. – Санкт-Петербург: НПИКЦ, 2007. – 488 с. *ISBN 5-902253-07-1*.
4. Балтенас Р. Трансмиссионные масла. Пластичные смазки / Р. Балтенас, А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, В. Шергалис / СПб: ООО «Изд-во ДНК», 2001. – 208 с. *ISBN 5-7624-0056-5*.
5. Рудник Л. Р., Присадки к смазочным материалам. Свойства и применение / Л. Р. Рудник; пер. с англ. яз. 2-го изд. (*Lubricant Additives: Chemistry and Applications*) под ред. А. М. Данилова. Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2013. – 928 с. *ISBN 978-5-918884-051-1*.
6. Фитч Дж., Анализ масел. Основы и применение / Дж. Фитч, Д. Тройер; Пер. с англ. яз. 2-го изд. под ред. Е. А. Новикова, М. В. Кирюхина. – СПб Профессия, 2015. – 166 с. *ISBN 978-5-91884-064-1*.
7. Верещагин В. И., Методы контроля и результаты исследования состояния трансмиссионных и моторных масел при их окислении и триботехнических испытаниях: монография / В. И. Верещагин, В. С. Янович, Б. И. Ковальский [и др.]. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 208 с. *ISBN 978-5-7638-3679-0*.

УДК 656.138

А. А. Павлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **А. Г. Кириллов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ШИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Электромобили становятся всё более популярным видом транспорта, благодаря своим экологическим преимуществам и эффективности использования энергии. Однако, как и любые другие транспортные средства, они требуют регулярного технического обслуживания и замены изношенных деталей. Одним из наиболее важных аспектов эксплуатации электромобилей является состояние шин, так как от них зависит безопасность и управляемость транспортного средства. В этой статье мы рассмотрим основные факторы, влияющие на износ шин электромобилей, а также методы его оценки и контроля.

Исследование износа шин электромобилей (ЭМ) представляется главенствующей темой множества исследований, что объясняется постепенным увеличением количества используемых электромобилей, в результате чего возникает необходимость понимания специфических факторов, влияющих на их эксплуатационные характеристики. Износ шин – это один из ключевых аспектов, напрямую влияющих на безопасность, экономическую эффективность и общую производительность транспортных средств.

Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и эффективности эксплуатации электромобилей, что невозможно без понимания процессов износа шин и разработки мер по его снижению.

В предлагаемой статье проведем исследование факторов, влияющих на износ шин при эксплуатации электромобилей, и разработка рекомендаций по оптимизации этого процесса, для достижения которой предполагается необходимым проанализировать особенности эксплуатации электромобилей [4], изучить основные факторы, влияющие на износ шин, и предложить актуальные способы продления срока службы шин электромобилей.

В отличие от традиционных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания электромобили обладают явными отличительными особенностями, влияющими на износ шин:

- момент вращения. Электромобили имеют высокий момент вращения с нуля, что может приводить к более быстрому износу шин при резких ускорениях, что требует наличия наиболее прочных и устойчивых к износу шин;
- вес автомобиля. Электромобили, как правило, тяжелее бензиновых аналогов в связи с наличием батарей, что способствует наибольшему давлению на шины и, как следствие, более быстрому износу;
- длительность торможения. Для электромобилей характерно использование рекуперативного торможения, способного изменить динамику износа шин, однако, при его недостаточной эффективности может произойти увеличение износа.

Электромобили в отличии от своих традиционных предшественников имеют с момента старта высокий крутящий момент, следовательно, если водитель излишне сильно будет давить на педаль акселератора, то это приведет к пробуксовке и скорейшему износу шин.

Наиболее распространенными факторами, влияющими на износ шин электромобилей, являются следующие показатели:

- тип дорожного покрытия. Асфальт, бетон, гравий, грунтовые дороги – все эти типы покрытий имеют особенности, способные влиять на износ шин. Например, асфальт и бетон обеспечивают более гладкую поверхность, что снижает износ шин, в то время как гравий и грунтовые дороги могут вызывать более быстрый износ из-за неровностей и абразивных частиц;

- стиль вождения. Агрессивный стиль вождения с резкими ускорениями и торможениями может привести к более быстрому износу шин, что объяснимо, поскольку при резких манёврах шины испытывают большие нагрузки, что приводит к их ускоренному износу;

- вес электромобиля. Вес электромобиля также влияет на износ шин. Более тяжёлые электромобили создают большую нагрузку на шины, что приводит к более быстрому износу по сравнению с традиционным автомобилем [1];

- техническое состояние электромобиля. Неисправности подвески, рулевого управления и других систем электромобиля могут привести к неправильному распределению нагрузки на шины, к их неравномерному износу.

В связи с приведенными факторами целесообразно обратить внимание на процесс выбора шин для электромобилей, при проведении которого водитель способен самостоятельно увеличить срок эксплуатации шин. При анализе рынка шин для электромобилей следует учитывать состав резины, способный минимизировать износ и обеспечить хорошее сцепление и управляемость автомобиля; дизайн протектора, поскольку оптимизированный рисунок протектора может помочь улучшить сцепление [2], а также снизить тормозной путь, что актуально для электромобилей.

С учетом приведенных особенностей и факторов, влияющих на износ шин электромобилей, в качестве способов продления срока службы шин на электромобилях предлагаются следующие:

- использование адаптивного вождения. Водители могут оптимизировать свои привычки вождения, избегая резких ускорений и торможений, что поможет снизить уровень износа шин и улучшить общую эффективность использования энергии;

- выбор качественных шин. Шины, разработанные для электромобилей, как правило, имеют более жёсткие боковины и специализированный рисунок протектора, что помогает снизить сопротивление качению и улучшить сцепление на дороге;

- мониторинг состояния шин. Современные технологии позволяют использовать датчики для автоматического мониторинга состояния шин и давления [3];

- аппаратная блокировка пробуксовки. Данное действие поможет как начинающим, так и опытным водителям не прибегать к пробуксовке по неаккуратности или неопытности и тем самым продлит срок службы шин.

В заключение необходимо подчеркнуть, что износ шин является важным аспектом эксплуатации электромобилей, влияющим на безопасность и управляемость транспортного средства. С пониманием специфических факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики ЭМ, возрастает необходимость в детальном анализе механизма износа шин, который непосредственно затрагивает вопросы безопасности, экономической эффективности и общей производительности данных автомобилей.

Для оптимизации процесса эксплуатации необходимо учитывать особенности, влияющие на износ шин, анализировать факторы влияния и использовать предложенные актуальные способы продления срока службы шин электромобилей. Регулярное техническое обслуживание и замена изношенных шин помогут обеспечить безопасность и эффективность использования электромобилей. Учитывая быстрое развитие технологий, усовершенствование материалов и конструкции шин становится возможным улучшение их эксплуатационных характеристик.

Список использованных источников

1. Борс Н. И., Муратов Д. Ш., Пимукова Л. А. Электромобили как транспорт будущего // Итоги 2015 года: идеи, достижения. – 2015. – С. 105-108.
2. Голохваст К. С., Чернышев В. В., Угай С. М. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) // Экология человека. – 2016. – №. 1. – С. 9-14.
3. Новожилов Д. А., Цыганков А. Д., Кириллов П. А., Смирнов Д. Н. Анализ рабочих элементов системы мониторинга износа протектора автомобильных шин // В сборнике: Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А. Н. Новикова. 2020. – С. 305-309.
4. Иовлева Е. Л., Филиппова Н. А. Функционирование электромобиля в условиях крайнего севера// В сборнике: Прогрессивные технологии в

транспортных системах. Материалы XVII международной научно-практической конференции. Оренбург, 2022. – С. 232-237.

УДК 656.13

И. М. Попов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **Д. Ю. Орлов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ, ученый секретарь-исполнительный директор ВРО МОО «АПК»)

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ, АГРЕГАТОВ, МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация: рассмотрены ключевые аспекты диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов. Проведен обзор соответствующих методов и инструментов, обеспечивающих высокий уровень качества в процессах организации технического обслуживания и ремонта транспортных средств

Ключевые слова: диагностирование; техническое состояние автомобилей; методы и инструменты обеспечения высокого уровня качества

Диагностирование технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов является важной частью процесса эксплуатации и обслуживания транспортных средств. Оно необходимо по нескольким ключевым причинам.

1. Обеспечение безопасности

– *Предотвращение аварий.* Регулярная диагностика помогает выявить потенциальные неисправности, которые могут привести к авариям или другим опасным ситуациям на дороге.

– *Безопасность пассажиров.* Поддержание исправности всех систем автомобиля гарантирует безопасность как водителя, так и пассажиров.

2. Увеличение срока службы автомобиля

– *Раннее выявление проблем.* Диагностика позволяет обнаружить и устранить неисправности на ранних стадиях, что может предотвратить более серьезные поломки и продлить срок службы автомобиля.

– *Сохранение работоспособности агрегатов.* Регулярное обслуживание и диагностика агрегатов помогают поддерживать их в хорошем состоянии.

3. Экономия средств

– *Снижение затрат на ремонт.* Профилактическая диагностика может помочь избежать дорогостоящих ремонтов, выявляя проблемы до того, как они станут критическими.

– *Оптимизация расхода топлива.* Исправные системы автомобиля работают более эффективно, что может снизить расход топлива и, следовательно, эксплуатационные расходы.

4. Повышение надежности

– *Уверенность в работе автомобиля.* Регулярная диагностика дает владельцам уверенность в том, что их транспортное средство находится в исправном состоянии и готово к эксплуатации.

– *Снижение вероятности поломок в пути.* Обнаружение и устранение проблем заранее помогает избежать неожиданных поломок во время поездок.

5. Соответствие стандартам и нормам

– *Соблюдение законодательства.* В некоторых странах и регионах существуют обязательные проверки технического состояния автомобилей для соответствия определенным стандартам безопасности и экологии.

– *Сертификация и страхование.* Для получения страховки или прохождения техосмотра может потребоваться подтверждение исправности автомобиля.

6. Оценка состояния материалов

– *Проверка качества.* Диагностика материалов и компонентов (например, кузовных деталей, тормозных колодок) позволяет оценить их состояние и выявить признаки износа или повреждения.

– *Планирование замены.* Знание состояния материалов помогает планировать их замену, что важно для поддержания общего состояния автомобиля.

Таким образом, диагностика технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов играет ключевую роль в обеспечении безопасности, надежности и экономической эффективности эксплуатации транспортных

средств. Регулярное диагностирование позволяет избежать множества проблем и обеспечивает долгосрочное использование автомобиля без значительных затрат на ремонт и обслуживание.

Рассмотрим методы диагностики технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов, а также инструментов, обеспечивающих высокий уровень качества в процессах организации технического обслуживания и ремонта транспортных средств.

1. Методы диагностики

Визуальный осмотр. Первичный метод, основанный на визуальной оценке состояния автомобиля и его компонентов. Преимуществом является быстрый и доступный способ выявления явных повреждений или износа, а недостатком - ограниченная точность, не позволяющая обнаружить скрытые дефекты.

Диагностика с использованием специализированного оборудования.

– *Компьютерная диагностика.* Использование сканеров для считывания кодов ошибок из ЭБУ (электронного блока управления). Анализ данных о работе систем автомобиля (двигатель, трансмиссия, *ABS* и т.д.).

– *Электронные стенды.* Проверка работы тормозной системы, подвески и других агрегатов на специализированных стендах.

Неразрушающий контроль

– *Ультразвуковая диагностика.* Применяется для выявления внутренних дефектов материалов (трещин, пустот).

– *Рентгенографический контроль.* Используется для анализа сварных швов и других критически важных соединений.

– *Магнитный и капиллярный контроль.* Методы, позволяющие обнаруживать поверхностные дефекты на металлических деталях.

Испытания в условиях эксплуатации

– *Динамические испытания.* Оценка работы автомобиля в реальных условиях (например, тест-драйвы) для выявления проблем, не заметных при статической диагностике.

2. Агрегаты и материалы

Технические жидкости. Регулярный анализ состояния масла, охлаждающей жидкости и других технических жидкостей на наличие загрязнений и соответствие стандартам.

Запчасти и компоненты. Оценка качества запасных частей через сертификацию и проверку соответствия стандартам (например, ISO).

3. Инструменты и оборудование

Сканеры и диагностические приборы. Современные диагностические сканеры позволяют быстро получать информацию о состоянии систем автомобиля и выявлять неисправности.

Стенды для диагностики. Специализированные стенды для проверки тормозов, подвески и других систем обеспечивают точные измерения и диагностику.

Измерительные инструменты. Микрометры, штангенциркули, манометры и другие инструменты для точного измерения параметров деталей и узлов.

4. Обеспечение высокого уровня качества

Стандартизация и сертификация процессов. Внедрение стандартов качества (например, ISO 9001) в процессы технического обслуживания и ремонта [1].

Обучение персонала. Регулярное повышение квалификации сотрудников для освоения новых технологий и методов диагностики.

Внедрение системы управления качеством. Создание системы обеспечения и контроля качества на всех этапах обслуживания и ремонта, включая документирование всех операций [2, 3].

Использование современных технологий и программного обеспечения. Применение технологий машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа данных о состоянии автомобилей и предсказания возможных неисправностей [4, 5].

В заключении можно отметить, что эффективная диагностика технического состояния автомобилей требует комплексного подхода, включающего разнообразные методы и инструменты. Важно не только выявлять неисправности, но и обеспечивать высокий уровень качества на всех этапах технического обслуживания и ремонта, что достигается через стандартизацию процессов, обучение персонала и внедрение современных технологий.

Список использованных источников

1. 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.

2. Разработка системы распределения требований интегрированной системы управления для обеспечения качества ТО и ремонта автомобилей в функциональных подразделениях предприятий АТО / Орлов Д. Ю., Арефьев Е. В. : Качество. Инновации. Образование. 2012. № 9 (88). С. 68-72.
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.
4. 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.
5. 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.

УДК 629.3.018.2

*А. Ю. Рожков, А. Ю. Шелленбергер (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)
Научный руководитель: Р. В. Нуссдин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ СУММАРНОГО ЛЮФТА В РУЛЕВОМ УПРАВЛЕНИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Суммарный люфт в рулевом управлении (РУ) – параметр, оказывающий влияние на безопасность дорожного движения. Предельные значения суммарного люфта указаны в нормативных документах [1, 2 и др.], и должны быть определены производителями транспортных средств в эксплуатационной документации. Контроль величины суммарного люфта обязателен при проведении технического осмотра колесных транспортных средств (КТС) [3], а также может иметь место в технологических процессах контроля технического состояния перед выпуском автомобиля на линию, диагностирования и технического обслуживания.

Методика проверки суммарного люфта РУ изложена в ГОСТ 33997-2019 [2]. Согласно данной методики колеса КТС должны находиться на

опорной поверхности, давление в шинах должно соответствовать установленному производителем в эксплуатационной документации. Допускается проверять суммарный люфт по каждому колесу отдельно или только по одному дальнему от рулевой колонки. Погрешность измерений суммарного люфта не должна превышать $0,5^\circ$. Датчик, фиксирующий начало поворота управляемого колеса, должен располагаться на удалении не менее 150 мм от центра обода колеса, а моментом начала поворота управляемого колеса считается его поворот на угол $0,06^\circ \pm 0,01^\circ$. При проверке автомобиля, оборудованного усилителем РУ, двигатель должен работать. [2]

При этом в методике проверки не содержатся требования к параметрам шероховатости или сцепным свойствам опорной поверхности. Указанные условия могут влиять на достоверность результатов контроля суммарного люфта РУ. Таким образом, в представленном исследовании ставится задача оценить влияние условий измерения, в частности, параметров сцепления шин с опорной поверхностью и работы усилителя рулевого управления и на величину суммарного люфта РУ. Дополнительно сравниваются результаты измерения, выполненные с использованием двух приборов – ИСЛ-М (научно-производственная фирма «МЕТА») и ИСЛ-401М (ЗАО «Лесса»).

Представленные приборы соответствуют требованиям ГОСТ 33997-2016 по погрешности измерения, но различаются методами фиксации момента начала поворота. Прибор ИСЛ-401М фиксирует начало поворота управляемого колеса с помощью механического датчика, и в руководстве по эксплуатации указан угол регистрации начала поворота управляемого колеса, соответствующий требованиям ГОСТ 33997-2016. В ИСЛ-М для этой цели использован индуктивный датчик, а в руководстве по эксплуатации угол регистрации начала поворота управляемого колеса либо аналогичный параметр не указан.

Для проведения эксперимента были выбраны произвольные автомобили, давление в шинах устанавливалось в соответствии с рекомендациями руководства по эксплуатации. В ходе эксперимента не ставилась задача, по оценке состояния рулевого управления.

Эксперимент состоял из двух частей. В первой части измерялись значения суммарного люфта с помощью приборов ИСЛ-401М и ИСЛ-М на автомобилях ВАЗ-2194 (с работающим и отключенным усилителем) и ВАЗ - 2105. Измерения проводились на опорной поверхности, покрытой керамогранитной плиткой. Результаты эксперимента приведены в таблице 1 и показаны на рис. 1 и 2.

Таблица 1. Средние значения измерений суммарного люфта РУ, град.

Автомобиль	Усилитель работает		Усилитель отключен*	
	ИСЛ-М	ИСЛ-401М	ИСЛ-М	ИСЛ-401М
ВАЗ-2194	3,2	3	3,3	6,2
ВАЗ-2105	--	--	18,3	23,0

Примечание. * - в отношении автомобиля ВАЗ-2105 понимать как отсутствует.

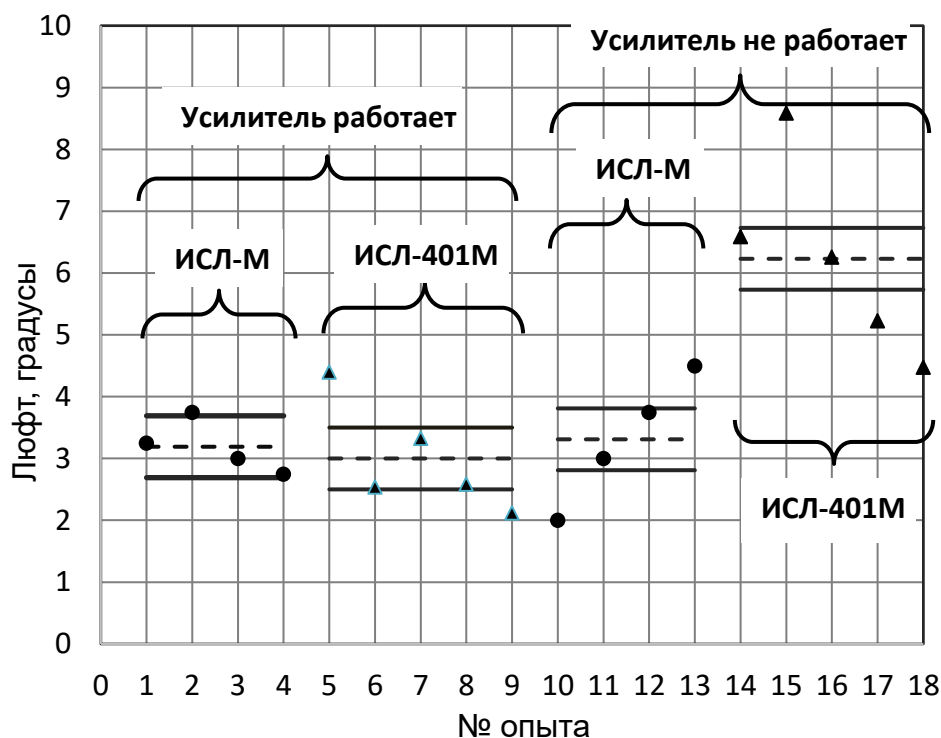


Рис. 1. Результаты измерений суммарного люфта РУ на автомобиле ВАЗ-2194 с работающим и отключенным усилителем. Пунктирными линиями обозначены средние значения по группе измерений, сплошными линиями – границы погрешностей измерений, маркерами (точками) – измеренные значения суммарного люфта

Результаты первой части эксперимента показывают, что суммарный люфт РУ автомобиля ВАЗ-2194 при не работающем усилителе может отличаться от аналогичного значения при работающем усилителе более чем на 50% по отношению к наибольшему среднему значению (относительная разность средних значений). В рассматриваемом случае это обусловлено большей нагрузкой на рулевой вал при отключенном усилителе. Разброс измеренных значений существенно превышает оговоренную ГОСТ 33997-2016 погрешность измерений для ИСЛ-401М во всех сериях опытов, для ИСЛ-М в случае отключенного усилителя на автомобиле ВАЗ-2194.

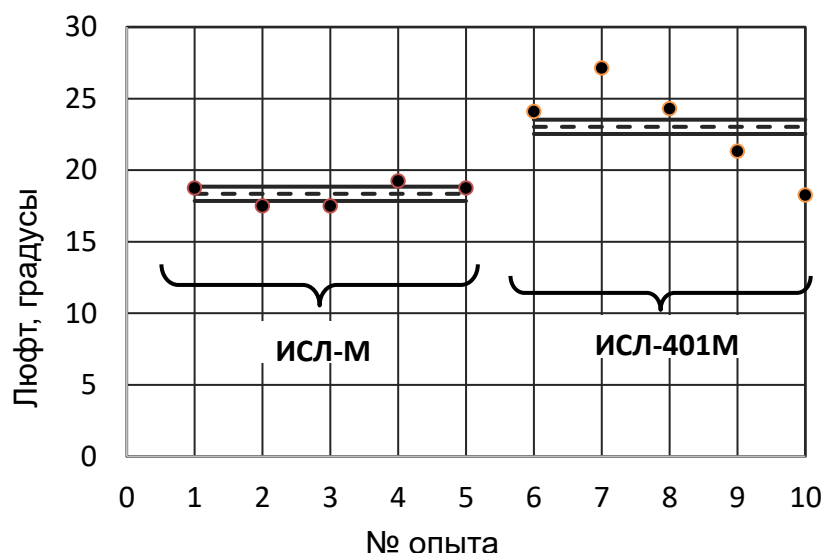


Рис. 2. Результаты измерений суммарного люфта рулевого управления на автомобиле ВАЗ-2105. Обозначения соответствуют принятым на рис. 1

Результаты измерений суммарного люфта РУ на автомобиле ВАЗ-2105 показывают, что при больших значениях измеряемого параметра относительная разность показаний приборов составляет 18,5 %, что в области предельно допустимых значений может отрицательно сказываться на достоверности результатов контроля.

При работе с приборами были выявлены определенные их недостатки и особенности отображения информации, которые также могут влиять на результаты измерений. Результаты измерения прибором ИСЛ-М отображаются дискретно с шагом 0,25 градуса, что при малых углах дает существенную погрешность измерения. Индуктивный датчик прибора ИСЛ-М не чувствителен к алюминиевым колесным дискам, что требует в этом случае применения дополнительной стальной накладки.

Прибор ИСЛ-401М требует дополнительной фиксации при установке на твердой гладкой поверхности – возможно смещение прибора при измерении. Механический датчик чувствителен к установке относительно колеса, что приводит к разбросу результатов измерений.

Во второй части эксперимента определялась связь результатов измерений с характеристиками опорной поверхности. Измерялась величина суммарного люфта РУ автомобиля *Renault Logan* с работающим усилителем при нахождении его на асфальтовой площадке и на плиточном полу (гладкий керамогранит). Для измерений использовался прибор ИСЛ-М, как имеющий меньшую вариативность результатов измерений. Результаты экспе-

римента показаны на рис. 3. Средние значения суммарного люфта РУ составили $4,1^\circ$ на асфальте и $3,1^\circ$ на плиточном полу. Относительная разность средних значений параметра составила 24,6 %.

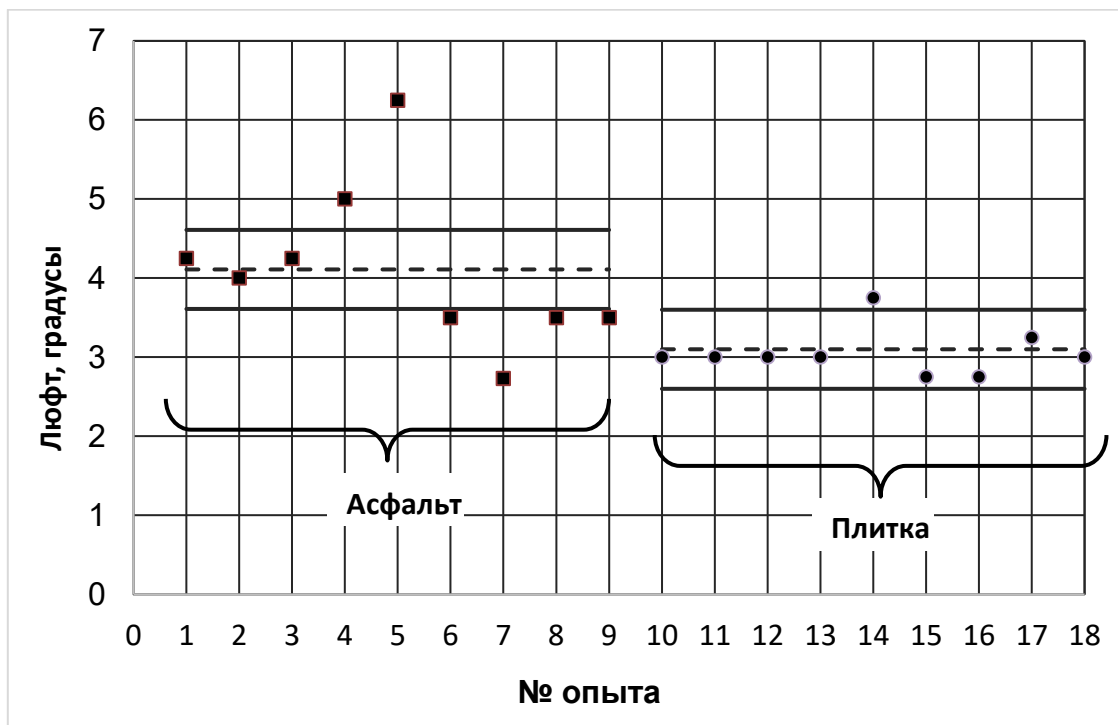


Рис. 3. Результаты измерений суммарного люфта РУ на автомобиле *Renault Logan*. Обозначения соответствуют принятым на рис. 1

По результатам проведенного исследования установлено, что внешние факторы, не связанные с техническим состоянием автомобиля, могут существенно влиять на результаты контроля суммарного люфта РУ. С целью повышения достоверности результатов контроля необходимо дорабатывать методику измерения суммарного люфта РУ, изложенную в ГОСТ 33997-2016. В частности, требуется задать характеристику опорной поверхности по коэффициенту сцепления.

Производителям приборов для измерения суммарного люфта РУ следует проводить работы по обеспечению заявленной точности измерения, а в случае с индуктивными датчиками начала поворота управляемого колеса требуется обеспечить их чувствительность к алюминиевым и магниевым сплавам без использования дополнительных накладных элементов.

Список использованных источников

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности транспортных средств» (с изменениями на 21 апреля 2023 года) – *Текст : электронный // URL: https://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_19/tr-ts-0182011/?ysclid=m21jdkuwb212927503* (дата обращения 09.10.2024).
2. ГОСТ 33997-2016 Колесные транспортные средства. Требования безопасности в эксплуатации и методы проверки. – *Текст : электронный // URL: <https://sudact.ru/law/gost-33997-2016-mezhgosudarstvennyi-standart-kolesnye-transportnye-sredstva/gost-33997-2016/?ysclid=m21jphkh8o31406460>* (дата обращения 09.10.2024).
3. Правила проведения технического осмотра транспортных средств (в ред. Постановлений Правительства РФ [от 30.01.2021 N 89](#), [от 09.03.2022 N 306](#), [от 09.12.2023 N 2092](#)) – *Текст : электронный // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=461968&ysclid=m21jks7vga591202764>* (дата обращения 09.10.2024).

УДК 656.13

Т. Р. Сабиров (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: Д. Ю. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, ученый секретарь-исполнительный директор ВРО МОО «АПК»)

ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОБУСОВ

Аннотация: показана роль тормозной системы автобусов в обеспечении безопасности и эффективности его эксплуатации. Рассмотрены методы и средства исследования эксплуатационной надежности тормозной системы.

Ключевые слова: тормозная система автобусов; эксплуатационная надежность тормозной системы; методы и средства исследования эксплуатационной надежности

Тормозная система автобуса играет критически важную роль в обеспечении *безопасности и эффективности* его эксплуатации. Вот несколько ключевых аспектов важности тормозной системы:

Безопасность пассажиров. Основная функция тормозной системы — это обеспечение безопасной остановки транспортного средства. Эффективные тормоза позволяют водителю контролировать скорость и предотвращать аварии, особенно в условиях интенсивного движения или на сложных участках дороги.

Управляемость. Хорошая тормозная система способствует лучшей управляемости автобуса. При резком торможении или маневрировании водителю необходимо иметь возможность быстро и безопасно остановить автобус, чтобы избежать столкновений.

Снижение риска аварий. Эффективные тормоза помогают снизить риск аварий, особенно в экстренных ситуациях. Это включает в себя возможность быстрого реагирования на неожиданные препятствия или изменения дорожной обстановки.

Комфорт пассажиров. Хорошо настроенная тормозная система обеспечивает плавное торможение, что повышает комфорт пассажиров. Резкие остановки могут вызвать дискомфорт и даже травмы у находящихся внутри автобуса.

Техническое состояние и обслуживание. Регулярное техническое обслуживание тормозной системы является обязательным для обеспечения ее надежности. Изношенные или неисправные тормоза могут привести к серьезным последствиям, поэтому их проверка должна быть частью регулярного обслуживания автобуса.

Соблюдение законодательства. В большинстве стран существуют строгие нормы и правила, касающиеся состояния тормозных систем транспортных средств. Соблюдение этих норм является обязательным для законной эксплуатации автобусов.

Экономия топлива. Эффективная тормозная система может способствовать более экономичному расходу топлива. Плавное торможение и использование рекуперативного торможения (в электрических и гибридных автобусах) могут снизить расход топлива.

Таким образом, тормозная система является одним из самых важных компонентов автобуса, влияющим на безопасность, комфорт и эффективность его эксплуатации.

Исследование эксплуатационной надежности тормозной системы автобусов включает в себя различные методы и средства, направленные на оценку их эффективности, безопасности и долговечности. Приведем некоторые из них.

Статистические методы

- *Анализ аварийности.* Сбор и анализ данных о ДТП, связанных с неисправностями тормозной системы, для выявления закономерностей и причин.
- *Мониторинг отказов.* Ведение статистики о частоте и типах отказов тормозных систем в процессе эксплуатации [1].

Испытания и тестирование

- *Лабораторные испытания.* Проведение испытаний тормозных компонентов (дисков, колодок, гидравлических систем) в лабораторных условиях для оценки их характеристик.
- *Полевые испытания.* Тестирование автобусов в реальных условиях эксплуатации для оценки работы тормозной системы в различных ситуациях (разные нагрузки, дорожные условия).

Моделирование и симуляция

- *Компьютерное моделирование.* Использование программного обеспечения для создания моделей тормозных систем и их поведения под различными условиями (например, при различных скоростях и нагрузках).
- *Симуляция отказов.* Моделирование различных сценариев отказов тормозной системы для оценки влияния на безопасность.

Методы контроля и диагностики

- *Визуальный осмотр.* Регулярная проверка состояния тормозных компонентов на наличие износа, трещин или других повреждений.
- *Динамическая диагностика.* Использование специализированного оборудования для измерения параметров работы тормозной системы (например, давления в системе, температуры).
- *Контроль за состоянием тормозных колодок и дисков.* Измерение толщины колодок, проверка состояния тормозных дисков [2].

Анализ жизненного цикла

- *Оценка долговечности.* Исследование сроков службы различных компонентов тормозной системы и факторов, влияющих на их износ [3].
- *Экономический анализ.* Оценка стоимости обслуживания и ремонта тормозной системы в процессе эксплуатации.

Использование современных технологий

- *Системы мониторинга в реальном времени.* Установка датчиков, которые отслеживают состояние тормозной системы в режиме реального времени и сообщают о возможных неисправностях.

– *Интеллектуальные системы помощи водителю (ADAS)*. Использование технологий, которые помогают водителю избегать аварийных ситуаций и контролировать работу тормозной системы.

Обратная связь от водителей

– *Анкеты и опросы*. Сбор мнений водителей о работе тормозной системы, проблемах и особенностях эксплуатации [4].

Вышеназванные методы и средства позволяют комплексно оценивать эксплуатационную надежность тормозной системы автобусов, выявлять проблемы и разрабатывать рекомендации по их улучшению.

Список использованных источников

1. 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.
2. 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.
3. Прогнозирование износа и определения остаточного ресурса тормозных дисков и колодок автомобилей / Кокарев О. П., Кириллов А. Г., Орлов Д. Ю. : Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020615682, 29.05.2020.
4. 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 656.138, 656.131

А. В. Сафрончев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: А. Г. Кириллов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ФАКТОРЫ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Актуальность выбранной темы заключается в том, что понимание факторов агрессивной среды, влияющих на состояние кузова легкового ав-

томобиля в процессе эксплуатации, является критически важным для владельцев автомобилей, автосервисов и производителей. Автомобили подвергаются различным агрессивным воздействиям во время ежедневного использования, таким как соляные реагенты на дорогах зимой, воздействие погодных условий, химические реакции с окружающей средой, а также механические повреждения.

Понимание этих факторов помогает разработать эффективные методы защиты кузова автомобиля и продлить его срок службы. Кроме того, данная тема актуальна с точки зрения экологии и устойчивого развития, так как защита кузова от агрессивных воздействий помогает уменьшить количество отходов и необходимость в ремонте или замене деталей автомобиля, что в свою очередь сокращает эксплуатационные затраты и негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, изучение факторов агрессивной среды и их влияния на кузов легковых автомобилей является актуальной и важной задачей, имеющей практическое и научное значение.

«Изнашивание, эрозия, потери – это автоматическое уничтожение металлов и сплавов в результате физико-химического, электрохимического или химического воздействия на окружающую среду. Разрушение из-за химических причин не называется изнашиванием, а характеризуется терминами «коррозия», «подтверждение», «растрата». Причиной изнашивания служит тепловая неустойчивость конструкционных материалов к действию веществ, находящихся в контакте с ними окружающей средой». [1]

Изнашивание является значительной угрозой для кузова. Если не принимать надлежащих мер своевременно, в будущем, изнашивание может привести к его непригодности.

Источником образования коррозионных процессов является сам кузов, так как изготавливается он из металла, структура которого в значительной степени подвержена окислительным процессам. Поэтому большинство владельцев автомобилей, с определенной периодичностью, сталкиваются с подобными проблемами. Для предотвращения перехода мелких очагов в более значительные, проводится постоянное наблюдение за состоянием лакокрасочного покрытия кузова. Наиболее подверженные части кузова автомобиля коррозии представлены на рис. 1.



Рис. 1. Части кузова наиболее подвергающиеся коррозии

Одним из обязательных условий при эксплуатации автомобиля является выполнение планового технического осмотра. При осмотре лакокрасочного покрытия на наличие повреждений, даже незначительные царапины или сколы нейтрализуются немедленно. Если к этому не принимать должного внимания, скорость износа кузова автомобиля значительно увеличивается. Пример образования коррозии на крыле автомобиля приведён на рис. 2. Восстановление участка кузова с развившимся очагом разрушения представляет собой достаточно сложную задачу.

Первичные формы повреждения кузова автомобиля включают в себя различные виды окислительных процессов [3, 4]. Местная окислительная реакция представляет собой порчу с пятнистым характером, прогрессирующую на ограниченном участке, что можно рассматривать как начальный этап более серьезных последствий. Общая окислительная реакция, с другой стороны, подразумевает значительное распространение ржавчины по металлической поверхности, с высоким уровнем разрушения. В области ремонта автомобилей, окислительные процессы коррозии имеют различные проявления, и каждому типу окисления присущи индивидуальные характеристики негативного воздействия на металлическую поверхность или идентичные компоненты.



Рис. 2. Пример образования коррозии на крыле автомобиля

При решении проблемы самостоятельно важно обладать необходимыми знаниями о причинах появления ржавчины и ее особенностях. Наличие соответствующей информации позволяет предотвратить формирование новых очагов порчи путем регулярного технического осмотра с учетом ключевых аспектов его проведения.

Химическое воздействие также может быть источником разрушения кузова (рис. 3). Подобный тип разрушения подразумевает активное вмешательство в структуру корпуса транспортного средства химических элементов из внешней среды.



Рис. 3. Воздействие коррозии на кузов

Еще одним источником разрушительных процессов является электрохимическое воздействие [6]. Основным источником электрохимической коррозии является вода, содержащая различные примеси химического свойства. Попадание этих веществ происходит в процессе изменения погоды, такого как дождь или резкое потепление. В результате происходит начальный этап окисления металлической поверхности [2].

Чтобы сохранить должную работоспособность транспортного средства, необходимо проводить техническое обслуживание на постоянной основе. Важно устранять обнаруженные очаги развития на корню [5]. Для удаления последствий коррозии и восстановления поверхности используются различные средства, доступные не только профессионалам, но и в автомобильных магазинах.

Цинкнаполненные грунты, вдобавок к темной степени непрозрачности, создают пленку, которая отлично переносит резкие изменения температуры, что позволяет сохранить поверхность автомобиля в первозданном состоянии на длительный промежуток времени. Как правило, применение такого защитного средства распространено у автомобилистов, часто меняющих транспортные средства. На стальные элементы ещё до момента штамповки наносят цинк или алюминий. Кроме наличия оксидной плёнки, эти металлы также отличаются меньшей электроотрицательностью. Когда разрушается внешний слой лакокрасочного покрытия, образуется гальваническая пара. В таком случае именно слой цинка или алюминия принимает на себя разрушения, временно защищая сталь.

Положительные характеристики данного метода защиты способствуют сопротивлению электрохимическому типу разрушения, который является наиболее распространенным. Процесс цинкования, в большинстве случаев, выполняется в процессе производства автомобиля, прямо на заводе. Сущность этого процесса заключается в погружении корпуса будущего автомобиля в ванну с жидким цинком.

Кристаллизация цинкового покрытия обеспечивает качественную защиту основному металлу. Таким образом, при возникновении повреждений в первую очередь страдает слой цинка. Лишь затем подвергается разрушительному воздействию основной металл. Замедление процесса разрушения позволяет своевременно принимать меры.

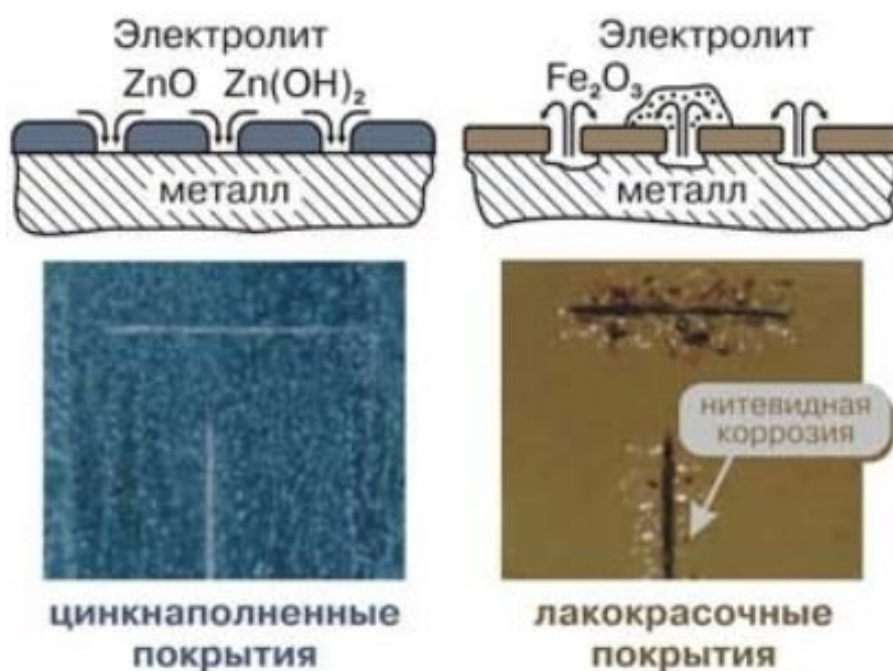


Рис. 4. Особенности механизма защитного действия цинкнаполненных и лакокрасочных покрытий

Использование защитных грунтовок для кузовов автомобилей представляет собой один из наиболее распространенных подходов. Популярность грунтовок обусловлена их невысокой ценой и простотой использования.



Рис. 5. Нанесение грунта

Со временем, после высыхания, грунтовка начинает обладать изолирующими свойствами, помимо своей основной функции. Применение грунтовки перед покраской является обычной практикой.

Этот метод обеспечивает комплексную защиту, которая помогает предотвратить коррозию металла под воздействием влаги и кислорода. Однако, ржавчина может все же проникнуть, несмотря на защиту. Грунтовка может замедлить процесс коррозии, но не исключить его полностью. Если не уделять должного внимания лакокрасочному слою, со временем начнут проявляться признаки разрушения.

Защита с помощью краски. Краски, широко используемые автолюбителями, помимо улучшения внешнего вида, обеспечивают эффективную защиту от воздействия окружающей среды. Однако, восстановление поврежденных участков при помощи краски требует определенного мастерства, так как неправильно нанесенная краска будет заметна.

Поэтому восстановление поврежденного слоя требует выполнения ряда процедур и правильного выбора краски. Она должна соответствовать требованиям прочности, хорошо взаимодействовать с грунтовкой и быть безопасной. В большинстве случаев, восстановленная поверхность сохраняет свои хорошие качества на длительный период времени.

Процесс защиты от коррозии требует определенных знаний и опыта. Важно правильно выбрать материалы и методы их применения.

Список использованных источников

1. Синельников А.Ф. Кузова легковых автомобилей: Обслуживание и ремонт. М. : Транспорт, 1995 г. – 256 с.
2. Технология изготовления автомобильных кузовов/под ред. Горячего Д. В. – М. : Машиностроение, 1979.
3. Шемякин А. В., Фадеев И. В., Успенский И. А., Юхин И. А., Садетдинов Ш. В. Новый ингибитор коррозии в составе лакокрасочных покрытий кузовов автомобилей / Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 2. С. 168-175.
4. Денисов Ив. В. Методика расчета общей вероятности безотказной работы системы «кузов легкового автомобиля» / В сборнике: Прогрессивные технологии в транспортных системах: Евразийское сотрудничество. Сборник материалов XV международной научно-практической конференции. Оренбург, 2020. С. 232-237.
5. Басков В. Н., Гребенников А. С., Гребенников С. А., Косарева А. В. Коррозия автомобилей: классификация причин, методы и периодичность контроля / В сборнике: Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта. Сборник научных трудов, посвященный 85-летию кафедры ЭАТиС МАДИ, по материалам 79-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. 2021. С. 261-267.

6. Барабошкин И. В., Ратников А. С. Обзор методов противокоррозионной защиты кузова автомобиля / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 8-2 (19-2). С. 46-50.

УДК 930.24

Д. И. Сушков (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

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

БИТВА ЗА НЕФТЬ

Все знают, какую большую роль в мировой экономике играет нефть. А ведь битвы нефтяников за мировой рынок сбыта начались ещё в XIX веке. Тогда российская нефтяная промышленность вступила в схватку с американцами.

Первое упоминание о нефти в России относится к концу XVI века, когда с берегов реки Ухты (ныне – Республика Коми) в Москву была привезена «горючая вода». В тех местах нефть иногда выходит на поверхность, и в 1746 году на одном из таких естественных источников рудознатец Фёдор Прядунов основал первый в России нефтяной промысел.

Однако предприятие, затерянное в глухой тайге, оказалось малопродуктивным, и в 1782 году было закрыто. Освоение этого месторождения было возобновлено только в начале XX века, а до той поры вся российская нефтедобыча сосредоточивалась на юге страны.

В начале XIX века в состав России вошла значительная часть Северного Кавказа, в том числе Бакинское ханство. Окрестности города Баку издавна славились источниками нефти, просачивавшейся из расселин в земле и скалах. Из бакинских месторождений купцы везли нефть в соседние страны, где её использовали главным образом для светильников, а также для лечения кожных болезней.

При сжигании в чистом виде нефть сильно дымит и неприятно пахнет, поэтому уже с X века её нередко кустарным способом перегоняли, получая вещество похожее на керосин. На Руси его заправляли в лампы, горевшие перед иконами в церквях, монастырях и жилых домах.

В 1823 году братья Дубинины построили на территории современной Северной Осетии, где также имелись выходы нефти на поверхность, первую

в мире нефтеперегонную установку. Качество производимого на ней керосина было настолько высоким, что за создание этой установки император Николай I наградил старшего из братьев серебряной медалью.

Тем не менее, потребление керосина долгое время оставалось незначительным, а получавшийся при перегонке мазут вообще не знали, как использовать – его попросту выбрасывали. Не находил применения и такой побочный продукт, как бензин – легковоспламеняющийся, а потому пожароопасный. Всё изменилось во второй половине XIX века, когда появилась керосиновая лампа. Простая и дешёвая, очень скоро стала широко популярной, что вызвало стремительный рост спроса на керосин.

Предприятие братьев Дубининых просуществовало до 1848 года и сгорело в результате нападения горцев. Ещё ранее, в 1837 году, заработал нефтеперегонный завод, построенный в окрестностях Баку горным инженером Николаем Воскобойниковым. Но с началом «керосинового бума» его мощности явно не хватало для удовлетворения растущего покупательского спроса, поэтому на российский рынок хлынул поток американского керосина.

В 1860 году один из богатейших людей России того времени – Василий Кокорев – построил в 30 километрах от Баку нефтеперегонный завод производительностью 1600 тонн керосина в год. На первых порах предприятие было убыточным, но Кокорев не опустил руки и для устранения недостатков пригласил известного учёного Дмитрия Менделеева. В результате завод стал приносить прибыль.

Нефтеперегонные заводы в Бакинском районе стали расти как грибы после дождя: в 1872 году их насчитывалось 57, а в начале 80-х годов – уже около 200. В основном это были мелкие и средние предприятия, создававшиеся в ответ на растущие запросы рынка, которые теперь уже не ограничивались одним керосином.

Во-первых, в дело пошёл мазут. Изобретённая в 1867 году форсунка для распыления жидкого топлива позволила использовать его в паровых котлах. Кроме того, из мазута научились получать смазочные масла, необходимые для работы станков и механизмов.

Во-вторых, нашлось применение бензину. В последнем десятилетии XIX века он стал востребованным в результате изобретения бензинового двигателя. Наконец, на рубеже веков появился дизельный двигатель, и появилась потребность в дизельном топливе.

Для производства этих нефтепродуктов необходимо было всё большее количество нефти.

До середины XIX века нефть добывали из колодцев, которые представляли собой ямы глубиной до 25-30 метров. Эти ямы заливали водой, нефть просачивалась из нефтеносных слоёв и, будучи более лёгкой, всплывала на поверхность. Её собирали черпаками и вёдрами.

Таким примитивным способом обеспечить сырьём быстро растущую нефтеперерабатывающую промышленность было, конечно же, невозможно. Для этого требовалось принципиально иное техническое решение. И оно было найдено. В 1847 году бакинские нефтяники пробурили первую в мире пробную скважину, на 12 лет опередив своих американских коллег.

Доставкой нефти на нефтеперегонные заводы на протяжении нескольких десятилетий занимались местные жители, перевозившие её в бурдюках и бочках на вьючных ослах и телегах. Процесс этот был медленным и дорогостоящим, поэтому в 1878 году братья Нобель (промышленники шведского происхождения) построили первый в России нефтепровод. Его длина составляла 9 километров. В результате стоимость доставки нефти снизилась в 20 раз, а нефтепровод окупился за один год.

Нобели усовершенствовали транспортировку не только нефти, но и нефтепродуктов. До этого их разливали в бочки, грузили на баржи и сначала по Каспию, а затем по Волге везли во внутренние районы России. Бочки стоили недёшево и быстро выходили из строя, а погрузочно-разгрузочные работы занимали много времени. Чтобы сэкономить время и деньги, Людвиг Нобель спроектировал и построил первый танкер, который в 1878 году совершил свой первый рейс – из Баку в Астрахань. Хотя это было сравнительно небольшое судно длиной 56 метров, его использование значительно уменьшило расходы на транспортировку. В короткий срок Нобели обзавелись целой флотилией танкеров и сетью трубопроводов. Их примеру старались следовать и другие нефтепромышленники.

В 1879 году братья Нобель основали акционерное общество «Бранобель». Путём внедрения технических новшеств уже к 1885 году они снизили стоимость керосина в восемь раз, одновременно наращивая объёмы производства. К концу XIX века «Бранобель» стал крупнейшей российской нефтяной компанией.

Основными конкурентами Нобелей были две крупные компании российских промышленников армянского происхождения – «Каспийское товарищество» братьев Гукасовых и торговое общество Александра Манташева.

С ними конкурировали «Бакинское нефтяное общество», основанное Василием Кокоревым, и акционерное общество «Нефть».

Но главными соперниками братьев Нобель стали представители французского и американского капитала – Ротшильды и Рокфеллеры. Началась не шуточная борьба – настоящие нефтяные войны.

В 1883 году завершилось строительство железной дороги, соединившей Баку с черноморскими портами. Для российских нефтепромышленников открылся кратчайший путь на мировой рынок, но французские банкиры Ротшильды, кредитовавшие это строительство, получили льготы в бакинском нефтяном бизнесе. В 1886 году они основали «Каспийско-Черноморскую нефтяную компанию», приобрели промыслы в окрестностях Баку и, обладая большими финансовыми возможностями, в обмен на дешёвые кредиты стали скупать у мелких и средних предприятий керосин по заниженным ценам. «Бранобель» таких возможностей не имело и постепенно сдавало позиции.

Непростая ситуация сложилась и на мировом рынке. В 1895 году владелец американской компании «Стандарт Ойл» Джон Рокфеллер предложил поделить его так, чтобы США достались три четверти, а Российской империи – оставшаяся часть. Российское правительство ответило отказом, и тогда Рокфеллер стал снижать цены, вытесняя российских конкурентов.

Тем не менее, к началу XX века Российская империя, опередив США, вышла на первое место в мире по добыче нефти. Но ненадолго, так как вскоре разразился мировой экономический кризис 1900 – 1903 годов, переросший в Российской империи в длительную депрессию, а затем грянула Русско-японская война. Примечательно, что Ротшильды предоставили Японской империи неограниченный кредит, а для российских предпринимателей, в том числе нефтепромышленников, фактически его закрыли. Это привело к разорению небольших предприятий и их продаже за бесценок иностранцам. Так в российскую нефтяную отрасль, наряду с французским, проник английский, голландский и бельгийский капиталы.

Наконец, в 1905 году началась революция, в значительной мере спонсировавшаяся Рокфеллерами. На бакинских промыслах сгорело около полутора тысяч нефтяных вышек, вышли из строя почти две трети скважин, многие из них долгое время оставались заброшенными.

В результате вплоть до 1917 года нефтедобыча в Российской империи оставалась на одном уровне, тогда как в США она увеличилась в два раза. После революции российская нефтяная промышленность, уже на половину

принадлежавшая иностранцам, была национализирована, а добыча нефти достигла уровня 1900 года только к концу 1920-х годов.

УДК 656.132

Д. К. З. Чан, В. А. Максимов (Москва, МАДИ), В. Т. Нгуен (Ханой, МТА)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МАРШРУТНЫЙ РАСХОД ТОПЛИВА АВТОБУСОВ ЛиАЗ-621365 В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

По данным Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы пассажиропоток в столице РФ постоянно увеличивается. В сентябре 2024 года он достиг 14,88 млн поездок в сутки [1]. Из них 51,6 % приходилось на поездки в метро и по московскому центральному кольцу (МЦК), 28,8 % – на наземный городской пассажирский транспорт (НГПТ), 9,9 % – на поездки в такси [1], 8,8 % – на поездки по московским центральным диаметрам (МЦД).

Городские автобусы, входящие в систему НГПТ – весьма энергоемкая составляющая. Они потребляют значительное количество моторного топлива. У автотранспортных предприятий (АТП), эксплуатирующих городские дизельные автобусы, затраты на топливо превышают 15 % от общих эксплуатационных расходов.

В настоящее время важным становится проведение исследования, направленного на изучение процессов использования энергетических ресурсов и выявление объективных факторов, влияющих на расход топлива городских автобусов в эксплуатации, и учёта их значения при нормировании расхода топлива для снижения затрат на топливо на АТП.

Факторы, влияющие на расход топлива городских автобусов, исследованы отечественными и зарубежными учеными. Анализ литературных источников показал, что существует 5 групп факторов, влияющих на маршрутный расход топлива городских автобусов [2-5 и др.]: группа конструктивных факторов, группа эксплуатационных факторов, группа природно-климатических факторов, группа технологических факторов и группа организационных факторов.

В результате экспертизы [5] было установлено, что: среди 5 вышеперечисленных групп факторов существенное влияние на расход топлива городских автобусов оказывает группа погодно-климатических

факторов, занимающая 3-е место среди групп факторов по уровню влияния. Их вклад был оценен экспертами в 20 % [5].

Для дальнейшей оценки влияния природно-климатических факторов на расход топлива были проведены более детальные исследования на модификации автобусом ЛиАЗ-621365, работающие в условиях города Москвы. Данные транспортные средства (ТС) является одной из модификаций, широко используемых ГУП «Мосгортранс» для перевозки пассажиров на городских маршрутах. В выбранном для проведения эксперимента филиале ГУП «Мосгортранс» эти ТС составили более 38 % от количества линейных машин.

В ходе проведения исследования были использованы данные современных информационных систем учёта работы городских автобусов и база данных (БД) природно-климатических условий города Москвы. В данной работе используются статистические данные (рис. 1) из следующих информационных систем:

- Единая автоматизированная система управления финансово-хозяйственной деятельностью (ЕАСУ ФХД) на базе *SAP R/3*;
- Комплекс систем управления пассажирским транспортом (КСУПТ);
- База данных (БД) «*Visual Crossing Weather*».

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Гаражный f	Дата	Табельный f	Пробег	Выдано	При выезде	При возвращении	Расход по норме	Расход фактический	Экономия	Модификация
30614	44200	3004169	0	0	400	400	0	0	0	ЛиАЗ 621365
30614	44206	3004103	0	0	400	400	0	0	0	ЛиАЗ 621365
30660	44197	3004365	238,61	150	440	440	167,73	150	17,73	ЛиАЗ 621365
30660	44198	3004899	238,61	130	440	440	168	130	38	ЛиАЗ 621365
30660	44199	3004365	238,61	140	440	440	167,42	140	27,42	ЛиАЗ 621365
30660	44202	3004365	238,61	140	440	440	172,73	140	32,73	ЛиАЗ 621365
30660	44203	3004365	238,61	140	440	440	173,37	140	33,37	ЛиАЗ 621365
30660	44206	3004365	265,32	150	440	430	188,66	160	28,66	ЛиАЗ 621365
30660	44207	3004365	229,41	150	430	400	168,36	180	-11,64	ЛиАЗ 621365
30660	44208	3004365	157,74	151	400	430	127,67	121	6,67	ЛиАЗ 621365
30660	44209	3004365	209,37	150	430	440	160,57	140	20,57	ЛиАЗ 621365
30660	44211	3004365	182,66	160	440	400	146,69	200	-53,31	ЛиАЗ 621365
30660	44213	3004365	238,61	360	400	430	188,46	330	-141,54	ЛиАЗ 621365
30660	44214	3004365	191,08	200,1	430	430	159,55	200,1	-40,55	ЛиАЗ 621365
30660	44215	3004365	191,03	160	430	430	155,7	160	-4,3	ЛиАЗ 621365
30660	44216	3004365	191,08	150	430	430	154,46	150	4,46	ЛиАЗ 621365
30660	44217	3004365	158,48	160	430	430	132,21	160	-27,79	ЛиАЗ 621365
30660	44218	3004365	164,37	0	430	290	125,64	140	-14,36	ЛиАЗ 621365
30660	44220	3004365	238,61	290	290	440	164,51	140	24,51	ЛиАЗ 621365
30660	44221	3004365	191,08	130	440	440	137,78	130	7,78	ЛиАЗ 621365
30660	44222	3004365	181,88	120	440	440	132,76	120	12,76	ЛиАЗ 621365
30660	44223	3004365	191,08	100	440	400	140,63	140	0,63	ЛиАЗ 621365

Рис. 1. Статистические данные эксплуатации автобусов из системы КСУПТ (фрагмент)

В качестве исследуемых природно-климатических факторов были выбраны следующие: средняя температура окружающего воздуха, давление над уровнем моря, относительная влажность воздуха, количество дождевых осадков, величина снежного покрова. Важность их влияния на расход

топлива городских автобусов оценивалась с помощью коэффициента детерминации однофакторных регрессионных моделей.

Объектом исследования являлись низкопольные автобусы ЛиАЗ-621365. Выбран интервал наблюдений с января 2023-ого по декабрь 2023-ого года для того, чтобы на расход топлива сильно влияли природно-климатические условия (температура окружающего воздуха, снежный покров и т.д.). Результаты наблюдений усредняются для каждого дня для каждого подконтрольного маршрута. В конечном итоге каждая точка наблюдения представляет собой среднесуточный показатель расхода топлива автобусов в л/100 км на определённом маршруте движения.

Статистический анализ начинался с предварительной обработки собранных данных и исключения грубых ошибок; определения необходимого объёма выборки для получения достоверных оценок регрессионного анализа; проведения проверки исследуемых переменных на нормальность с помощью критерия согласия Колмогорова-Смирнова. Эти работы были выполнены с помощью компьютерной программы «*Statsoft STATISTICA 10.0*». Результаты проверки показали, что полученные данные по расходу топлива на городских маршрутах автобусами ЛиАЗ-621365 состоят из 260 наблюдений и удовлетворяют условию репрезентативности и достоверности.

Проверка значимости влияния природно-климатических факторов на маршрутный расход топлива, была проведена при помощи математического аппарата однофакторного регрессионного анализа. При этом по каждому предварительно отобранному фактору были построены модели полинома 2-й степени, линейного и экспоненциального видов, чтобы получить наиболее близкую по адекватности модель.

Модель зависимости расхода топлива автобусов ЛиАЗ-621365 от средней температуры окружающего воздуха представлены на рис. 2.

Анализ полученных однофакторных моделей показывает, что данная модель практически близка по адекватности исходным данным (коэффициент детерминации $R^2 = 0,6705$). Для проверки модели на адекватность также применялся критерий Фишера, а для проверки на точность использовался t-критерий (p -значении $< 0,05$) [4]. Результаты проверки показывают, что коэффициенты находятся в пределах допустимого уровня и модель можно считать адекватной исследуемым данным (рис. 3).

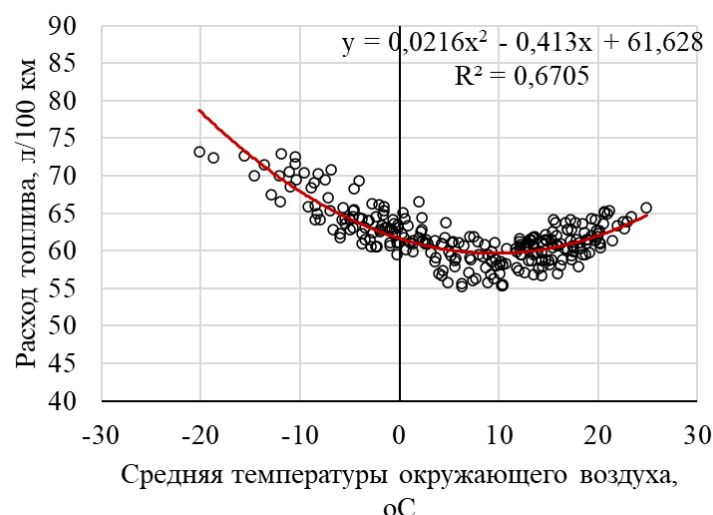


Рис. 2. Диаграмма зависимости расхода топлива городских автобусов ЛиАЗ-621365 от средней температуры окружающего воздуха

Regression Summary for Dependent Variable: Var2 (Spreadshe						
R= ,81886932 R²= ,67054696 Adjusted R²= ,66798312						
F(2,257)=261,54 p<0,0000 Std.Error of estimate: 2,0379						
N=260	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(257)	p-value
Intercept			61,62766	0,180407	341,6033	0,000000
Var1	-1,15970	0,050762	-0,41300	0,018078	-22,8461	0,000000
V1**2	0,86026	0,050762	0,02155	0,001272	16,9471	0,000000

Рис. 3. Статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от средней температуры окружающего воздуха

Аналогичным образом были построены и проанализированы модели для других природно-климатических факторов.

Модель зависимости расхода топлива автобусов ЛиАЗ-621365 от давления над уровнем моря имеет вид (рис. 4).

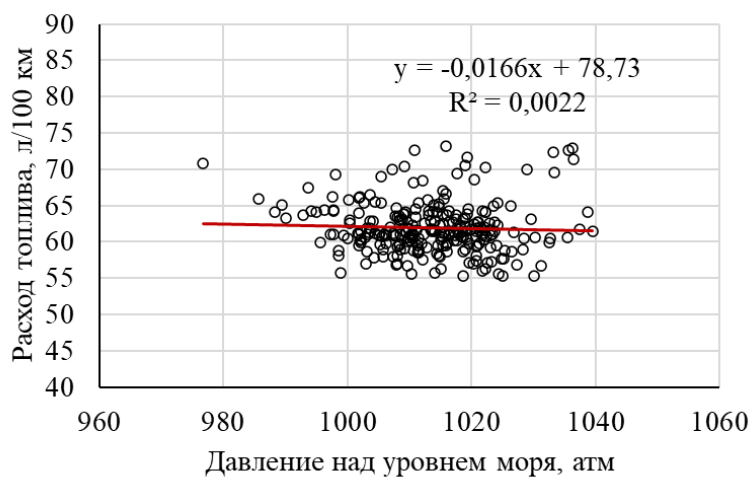
Полученная зависимость не является адекватной исследуемым данным, поскольку коэффициент детерминации $R^2 = 0,0022$.

На рис. 5 представлены связи расхода топлива автобусов ЛиАЗ-621365 от относительной влажности воздуха.

Полученная однофакторная модель имеет коэффициент детерминации (R^2), равный 0,074, что говорит об ее неадекватности.

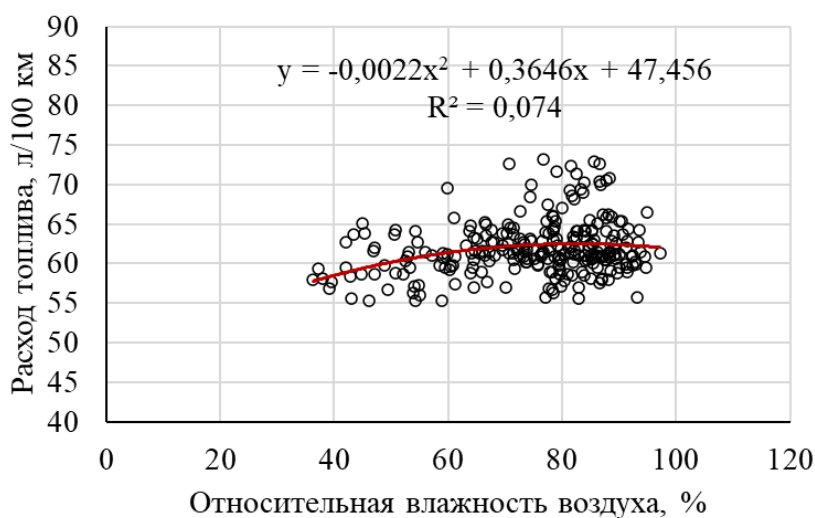
На рис. 6. представлены связи расхода топлива автобусов ЛиАЗ-621365 от количества дождевых осадков.

Статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от количества дождевых осадков показывают, что коэффициент детерминации (R^2) равный 0,014 и коэффициент регрессии квадрата количества дождевых осадков является незначимыми (p -значении = 0,38 > 0,05). Поэтому модель не допускалась к практическому применению.



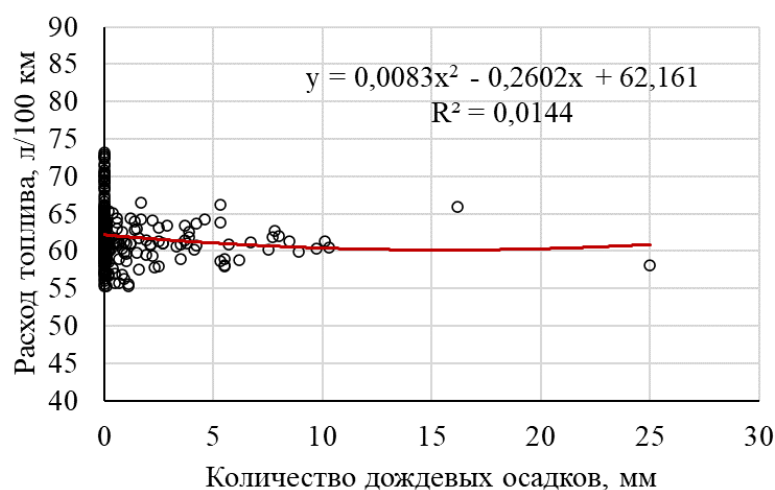
Regression Summary for Dependent Variable: Q (3.sta)						
R= ,04684159 R²= ,00219413 Adjusted R²= -----						
F(1,258)=,56733 p<,45201 Std.Error of estimate: 3,5396						
N=260	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(258)	p-value
Intercept			78,73016	22,28651	3,532637	0,000487
D	-0,046842	0,062189	-0,01656	0,02199	-0,753214	0,452008

Рис. 4. Зависимости и статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от давления над уровнем моря



Regression Summary for Dependent Variable: Q (3.sta)						
R= ,27198348 R²= ,07397502 Adjusted R²= ,06676860						
F(2,257)=10,265 p<,00005 Std.Error of estimate: 3,4166						
N=260	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(257)	p-value
Intercept			47,45626	4,641221	10,22495	0,000000
Do am	1,43368	0,542301	0,36462	0,137922	2,64370	0,008705
V3**2	-1,20398	0,542301	-0,00221	0,000995	-2,22014	0,027282

Рис.5. Зависимости и статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от относительной влажности воздуха



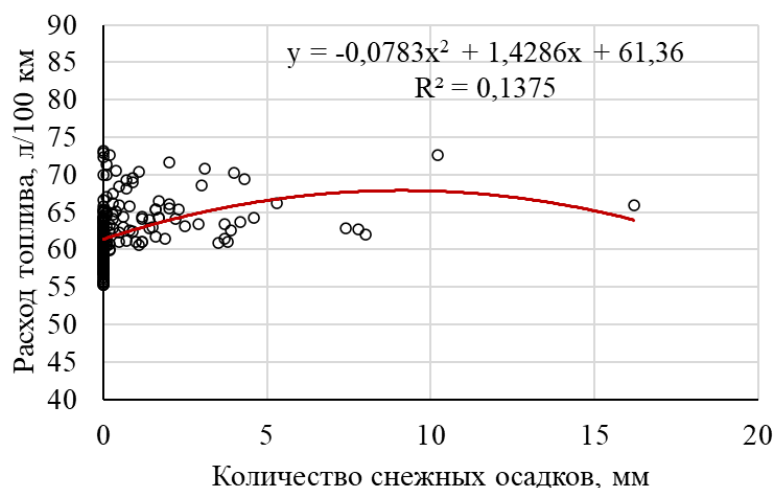
Regression Summary for Dependent Variable: Q (3. sta)						
R= ,11981584 R²= ,01435584 Adjusted R²= ,00668545						
F(2,257)=1,8716 p<,15597 Std.Error of estimate: 3,5248						
N=260	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(257)	p-value
Intercept			62,16112	0,246555	252,1186	0,000000
luong mua	-0,196617	0,119803	-0,26017	0,158525	-1,6412	0,101986
V5**2	0,104860	0,119803	0,00835	0,009540	0,8753	0,382246

Рис.6. Зависимости и статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от количества дождевых осадков

Модель зависимости расхода топлива автобусов ЛиАЗ-621365 от количества снежных осадков имеет вид (рис. 7).

Статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от количества снежных осадков показывают, что коэффициент детерминации (R^2) равный 0,137 является незначимым. Поэтому модель не допускалась к практическому применению.

Таким образом, среди исследуемых природно-климатических факторов наиболее значимое влияние на расход топлива автобусов ЛиАЗ-621365 на городских маршрутах оказывает значение средней температуры окружающего воздуха. Другие исследуемые факторы – давление над уровнем моря, относительная влажность воздуха, количество дождевых и снеговых осадков имеют слабые связи с расходом топлива на маршруте городских автобусов данной модификации.



Regression Summary for Dependent Variable: Q (3.sta)						
R= ,37077888 R²= ,13747698 Adjusted R²= ,13076474						
F(2,257)=20,482 p<,00000 Std.Error of estimate: 3,2973						
N=260	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(257)	p-value
Intercept			61,36048	0,224184	273,7064	0,000000
luong tuyet	0,677108	0,120466	1,42857	0,254159	5,6208	0,000000
V4**2	-0,416337	0,120466	-0,07833	0,022665	-3,4561	0,000641

Рис. 7. Зависимости и статистические характеристики модели расхода топлива автобуса ЛиАЗ-621365 от количества снежных осадков

Список использованных источников

1. Зачем Москва строит транспортную инфраструктуру ускоренными темпами? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/gorod/moscow2030/articles/zachem-moskva-stroit-transportnuyu-infrastrukturu-uskorennyimi-tempami>. (дата обращения: 29.10.2024).
2. Суматохин, Д. Г. Повышение эффективности разработки индивидуальных маршрутных норм расхода топлива для городских автобусов: дисс. ... канд. техн. наук.: 05.22.10 / Д. Г. Суматохин. – М. : Московский государственный индустриальный университет 2012. – 207 с.
3. Конин, И. В. Разработка метода оценки сложности автобусных маршрутов: дисс. ... канд. техн. наук.: 05.22.10 / И. В. Конин. – М. : МАДИ (ТУ) 1993. – 232 с.
4. Влияние природно-климатических факторов на расход топлива городских автобусов ЛиАЗ-529222 и ЛиАЗ-621322 / В. А. Максимов, В. Т. Нгуен // Вестник МАДИ – М. 2022. – №3 (70). – С. 8-16.
5. Максимов, В. А. Количественная оценка факторов, влияющих на маршрутный расход топлива городских автобусов / В. А. Максимов, Д. К. З.

Чан, В. Т. Нгуен // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2024. – № 7. – С. 59-66. – DOI 10.36535/0236-1914-2024-07-11. – EDN USUMCV.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619050 Российская Федерация. Программа расчёта фактических значений параметров работы городских автобусов: № 2023618441: заявл. 04.05.2023: опубл. 04.05.2023 / В. А. Максимов, В. Т. Нгуен; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

УДК 629.3.022

А. Ю. Шелленбергер (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: В. А. Немков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ ТРАНСМИССИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В 2020 году только один из каждых 25 проданных в мире автомобилей оснащался электрической силовой установкой, тогда как в 2023-м этот показатель достиг одного из пяти. По данным Международного энергетического агентства (МЭА) за три года спрос на электромобили в мировом масштабе увеличился в пять раз.

Трансмиссия электромобиля существенно отличается от трансмиссии автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС): в ней отсутствуют такие узлы, как сцепление и классическая коробка переключения передач.

Аналогом электромобилей можно считать троллейбусы, активно использующиеся в крупных городах, а также электробусы, приходящие на смену последним. Их основное различие – троллейбус получает электрическую энергию из городской сети, что означает отсутствие в необходимости сходить с линии для подзарядки. Электробус же, в свою очередь, оснащён аккумуляторными батареями, что увеличивает его мобильность относительно троллейбуса. Однако батареи снижают грузоподъёмность электробуса и требуют довольно частой подзарядки.

В трансмиссии троллейбуса крутящий момент ($M_{кр}$) передаётся от электродвигателя через карданную передачу на задний ведущий мост (см. рис. 1, а). Ведущий мост включает в себя двойную разнесённую главную передачу (центральную гипоидную и колёсную планетарного типа),

симметричный дифференциал и полуоси. Такая конструкция давала возможность использования ведущего моста грузовых автомобилей с целью унификации.

Также к электромобилям можно отнести карьерные самосвалы грузоподъёмностью свыше 75 тонн. Источником электроэнергии в них служит генераторная установка, приводимая в действие дизельным ДВС. Силовые электродвигатели установлены непосредственно в ведущих колёсах и передают на них $M_{кр}$ через двойную планетарную передачу (см. рис. 1, б), встроенную в ступицу колеса. Двойная планетарная передача позволяет увеличить ресурс редуктора, а также повысить максимальный передаваемый через него крутящий момент.

Современные автомобилестроительные компании предлагают несколько вариантов трансмиссий с прямым или редукторным сообщением. К основным видам трансмиссий электромобилей относятся:

- прямая передача (мотор-колесо)** – вал электродвигателя соединяется с ведущими колёсами через планетарную передачу;

- одноступенчатый редуктор (фиксированная передача)** – вал соединён с колёсами через редуктор с неизменным передаточным числом;

- многоступенчатая коробка передач (КП)** – по принципу действия практически не отличается от КП автомобилей с ДВС, но имеет меньшее количество ступеней.

Прямая передача (см. рис. 1, в) используется на двигателях, которые устанавливаются непосредственно на колёсах автомобиля. При прямой передаче $M_{кр}$ поступает через планетарный механизм сразу на ведущие колёса и управляется исключительно электроникой. Скорость вращения колёс определяется силой тока на катушках электромоторов. В автомобиле таких двигателей 2 (на моделях с моно-приводом) или 4 (на моделях с полным приводом).

Основной недостаток прямой передачи – слабая динамика на высоких оборотах за счёт снижения $M_{кр}$. Также автомобиль будет хуже показывать себя при движении по бездорожью, в гору, с полной загрузкой. При этом вся нагрузка ложится непосредственно на электродвигатели и аккумуляторную батарею, что будет приводить к перегреву, ускоренному износу, а в критических ситуациях даже к возгораниям и выходу из строя. Основные преимущества – простота конструкции и меньшие затраты на техническое обслуживание.

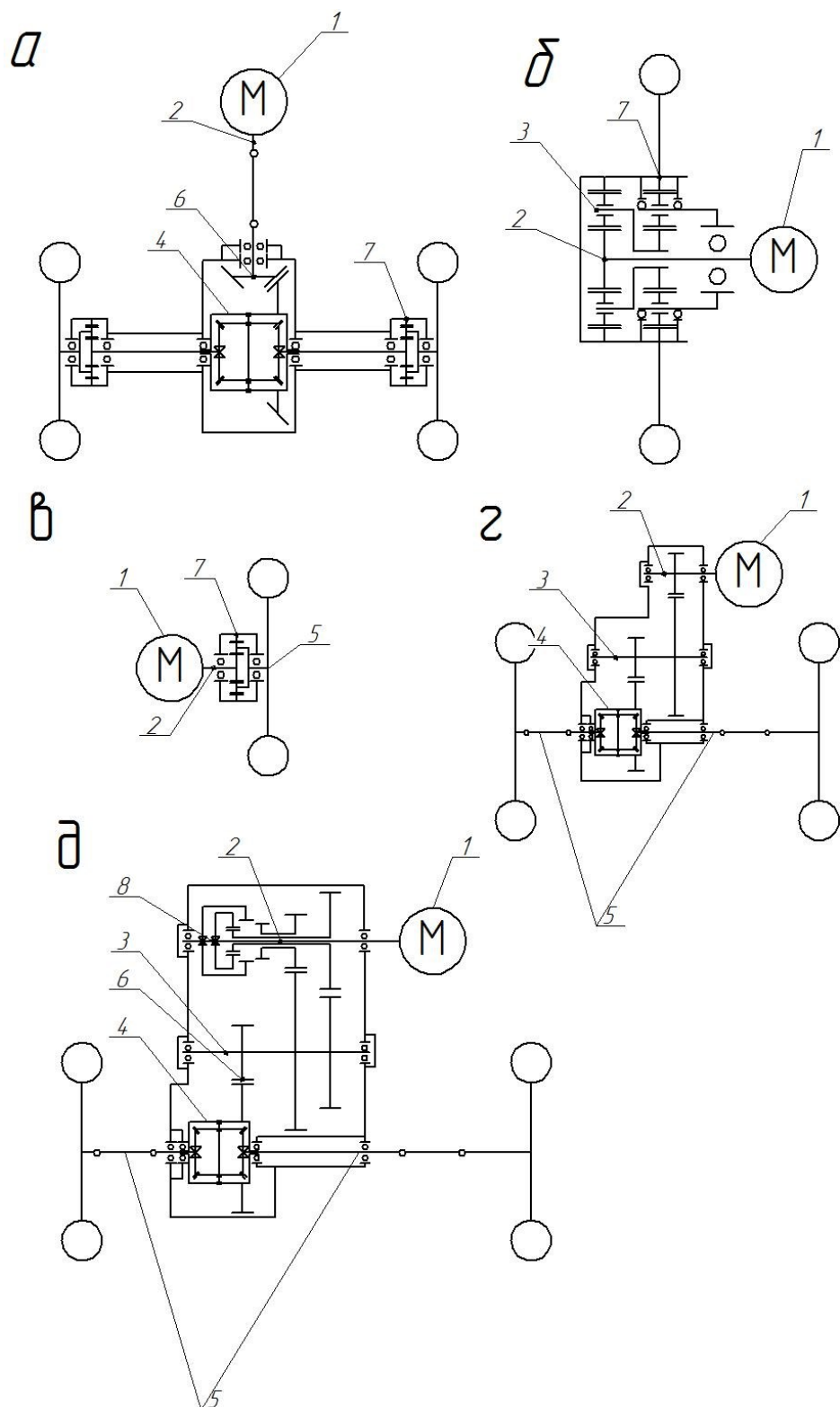


Рис. 1. Схемы трансмиссий электромобилей:
а – трансмиссия троллейбуса, **б** – мотор-колесо самосвала БелАЗ-75131,
в – мотор-колесо легкового электромобиля, **г** – одноступенчатый редуктор,
д – многоступенчатый редуктор: 1 – электромотор, 2 – выходной вал электромотора,
3 – промежуточный вал, 4 – дифференциал, 5 – приводные валы, 6 – главная
передача, 7 – планетарная передача, 8 – механизм переключения передач

Одноступенчатый редуктор (см. рис. 1, г) – распространённый вид трансмиссии на электромобилях, так как при относительной простоте и надёжности обеспечивает хороший КПД. Основные элементы передачи:

- вал электродвигателя – ведущий, на который подаётся крутящий момент;

- промежуточный вал с дополнительной шестерней переходного диаметра;

- главная передача;

- межколёсный дифференциал, распределяющий $M_{кр}$ на приводные валы ведущих колёс.

Наиболее распространённые передаточные числа в редукторах электромобилей – 4:1 и 8:1. Это позволяет электромобилю эффективнее преодолевать подъёмы, двигаться загруженным, по бездорожью, а также улучшает динамику.

Как и в автомобилях с ДВС, многоступенчатая КП электромобиля позволяет более полно использовать $M_{кр}$ двигателя. Такие коробки используются в электромобилях реже. Преимущественно их устанавливают под заказ или на пикапы, минивэны и внедорожники. Также ими часто комплектуются спортивные электромобили, участвующие в соревнованиях. Такая КП обеспечивает более эффективное управление крутящим моментом на высоких скоростях, когда борьба идёт за доли секунд. В спортивном автомобиле главное – это быстрое ускорение и максимальная скорость. Для этого на начальном этапе нужно высокое передаточное число, а после быстрого набора скорости – низкое.

Для грузового транспорта важна не скорость, а крутящий момент и высокое передаточное число. Поэтому при движении в тяжёлых дорожных условиях выбирается пониженная передача, обеспечивающая минимальную скорость движения при максимальной силе тяги на ведущих колёсах. Таким образом, многоступенчатая КП в электромобиле снимает нагрузки с силовых компонентов и позволяет достигать более высокой скорости, сохраняя средние обороты двигателя. При этом также достигается некоторая экономия энергии батарей, за счёт чего может быть увеличен и пробег на одной зарядке.

Немецкая компания ZF представила двухступенчатую коробку передач для электромобилей (см. рис. 1, д), автоматически включающую повышенную передачу при достижении определённой скорости. Коробка

состоит из пары ведущих шестерен, свободно вращающихся на первичном валу, механизма переключения и двух шестерен ведомого вала.

Однако применение многоступенчатой КП существенно повышает цену электромобиля, усложняет его производство и увеличивает расходы на обслуживание.

Список использованных источников

1. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В. Е. Ютт, В. И. Строганов. – М. : МАДИ, 2016. – 108 с.
2. Энтони Джутон, Ксавье Рейн, Валери Совант-Мойно, Франсуа Орсини, Кристель Сабер, Седдик Бача, Оливье Бету, Эрик Лабуре Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура / пер. с франц. В. И. Петровичева – М. : ДМК Пресс, 2022. – 440 с.: ил.
3. Кашкаров, А. П. Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог / А. П. Кашкаров. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 92 с.
4. *Lotus Eletre* – характеристики, обзор и фото | *Moscow Tesla Club*: [Электронный ресурс]. URL: <https://moscowteslaclub.ru/lotus-eletre/> (дата обращения: 18.10.2024).
5. КАРЬЕРНЫЙ САМОСВАЛ БЕЛАЗ-75131 и его модификации. Руководство по ремонту. 7513-3902080 РС / Республика Беларусь : РУПП «Белорусский автомобильный завод», 2007. – 208 с.

УДК 629.3.016.8

А. Ю. Шелленбергер (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Д. Н. Смирнов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ФОРСИРОВАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

В современных условиях ужесточения норм экологичности, а также всё набирающего темпы роста технологического прогресса, возможность эксплуатировать двигатель с максимально раскрытым потенциалом постоянно уменьшается. Да и производители зачастую снижают мощностные показатели своих двигателей в угоду требованиям экологичности, что означает неполную реализацию потенциала конкретного двигателя. Серийные

автомобили, в большинстве своём, рассчитаны на поездки в городском режиме, где преобладает движение на низких и средних оборотах. Также легковой автомобиль рассчитан на периодическую перевозку грузов, что дополнительно сдвигает рабочий диапазон оборотов двигателя в сторону более низких.

Индикаторный КПД в основном зависит от степени сжатия ε и состава горючей смеси α , причем наибольший КПД, а значит, и экономичность двигателя достигаются при $\alpha \approx 1,1$. Однако, максимальный КПД не означает максимальную мощность. Было установлено, что максимальная мощность двигателя достигается при $\alpha = 0,85...0,90$ (см. рис. 1, а). При данном составе горючей смеси обеспечивается наивысшая скорость её сгорания (см. рис. 1, б) [3].

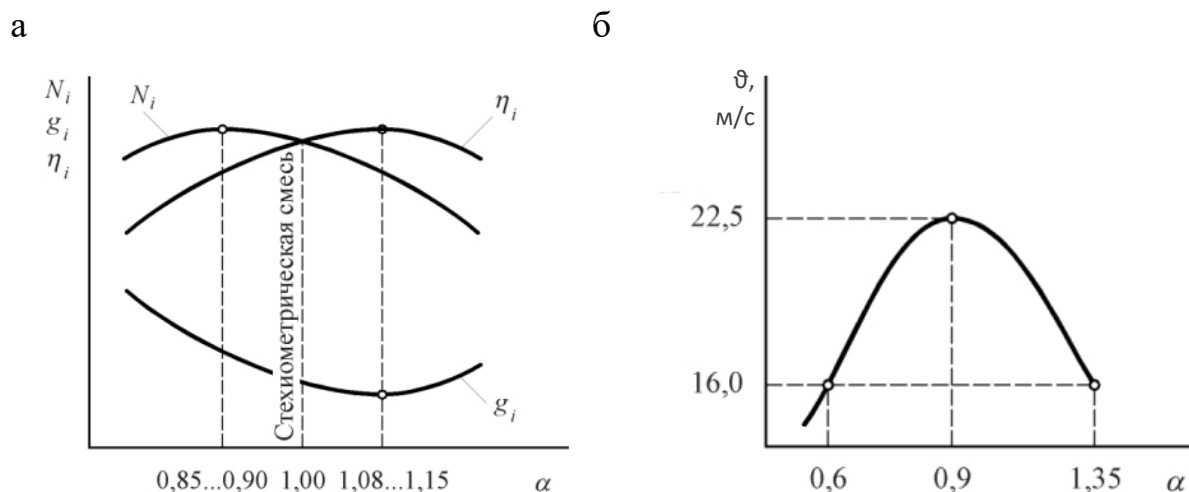


Рис. 1. Влияние состава смеси на индикаторные показатели двигателя (а) и на скорость сгорания (б). N_i – мощность двигателя; g_i – удельный расход топлива; η_i – КПД

При подготовке автомобиля к соревнованиям, когда движение на низких оборотах практически отсутствует, предпочтение отдаётся повышению мощности и крутящего момента, что достигается за счёт тех или иных способов, основные из которых и будут рассмотрены в данной статье. Так как дизели являются низкооборотистыми и имеют низкую в сравнении с бензиновыми аналогами литровую мощность, особенности их форсировки рассматриваться не будут.

Основные пути повышения мощности двигателей – увеличение потока топливо-воздушной смеси через двигатель и снижение потерь на трение и инерцию. Достигается это следующими методами:

- увеличение рабочего объёма;

- повышение точности изготовления и подгонки деталей друг к другу;
- доработки ГБЦ;
- изменение фаз газораспределения;
- доработки систем выпуска и впуска;
- применение наддува;
- изменение программы управления двигателем;
- впрыск закиси азота в цилиндры двигателя.

Самым первым методом повышения мощности двигателя является увеличение рабочего объёма. Достигается это двумя способами – установкой поршней увеличенного диаметра или увеличением его хода, за счёт установки коленчатого вала с бóльшим диаметром кривошипа. Однако этот способ связан с увеличением массы двигателя при практически неизменном КПД, что довольно сильно ограничивает область применения данного способа.

Подгонка деталей друг к другу заключается, в основном, в устранении дефектов производства и селективной сборке с соблюдением всех установленных допусков и зазоров; также сюда относится балансировка коленчатого вала и подгонка деталей шатунно-поршневой группы (ШПГ) по весу, что в условиях серийного производства довольно проблематично обеспечить. Однако даже здесь есть место для творчества – можно, помимо удаления дефектов изготовления, также снять слой материала с движущихся деталей, что позволит их облегчить и снизить механические и инерционные потери. Этот способ форсировки, помимо увеличения максимальной мощности, также позволяет увеличить ресурс двигателя. Так, например, непараллельность отверстий в головках шатуна может снизить ресурс двигателя до 2,25 раз [5]. Однако здесь следует подходить со знанием, где ещё можно снять лишний слой металла, а где это приведёт лишь к снижению ресурса детали.

К доработкам ГБЦ относятся, в основном, повышение степени сжатия за счёт уменьшения объёма камеры сгорания либо за счёт применения поршней с вытеснителями, увеличение диаметра впускных и выпускных каналов и доработки клапанного механизма. Здесь необходимо учитывать большое количество факторов: например, бездумное увеличение диаметра каналов может привести к ухудшению наполнения цилиндров за счёт снижения скорости потока.

Перед началом работы с клапанным механизмом, необходимо определиться с параметрами распределительного вала (или же валов), так как от

профиля кулачка будет зависеть ход клапана, а следовательно, и ход сжатия клапанной пружины. Помимо этого, пружина также должна иметь достаточную жёсткость, дабы на высоких оборотах обеспечить быстрое закрытие клапана, а также снизить вероятность зависания клапана и в худшем случае – его самопроизвольного рассухаривания. Иной вариант избавления от зависания клапанов – снижение инерции за счёт облегчения подвижных элементов клапанного механизма.

Ещё одно направление доработки ГБЦ – улучшение наполнения цилиндров за счёт увеличения диаметров каналов в ГБЦ, а также сёдел и клапанов. Сюда же относится укорачивание выступающего в канал конца направляющей втулки, а также правильная нарезка фасок сёдел со строгим соблюдением всех размеров, углов фасок, а также соосности фасок и отверстий в направляющих втулках, что обеспечит герметичность клапана и долгий срок службы.

При сборке и настройке двигателя, большое внимание уделяется фазам газораспределения – их основные параметры задаются характеристикой распределительного вала, однако моменты начала и конца должны быть выставлены с предельной точностью. Для этого в приводе распределительных валов устанавливаются шестерни с возможностью регулировки положения распределительного вала относительно коленчатого, т.н. «разрезные» шестерни. Выставление положения распределительных валов проводят по величинам перекрытия клапанов в ВМТ такта выпуска поршня. Пользуются при этом, в основном, рекомендациями изготовителя валов, однако опытные настройщики могут вычислить собственные значения перекрытий под конкретный мотор, чем выиграют ещё некоторое количество мощности.

Если же в исходном двигателе была установлена система изменения фаз газораспределения, её оставляют без изменений либо, при наличии электронного управления, изменяют программу управления под новые характеристики двигателя.

Доработки ГБЦ тесно связаны с изменением систем впуска и выпуска. Здесь уже важны не только диаметры труб, но также их длина и форма. В некоторых случаях, вместо впускного коллектора устанавливается многодроссельный впуск, обеспечивающий быстрое наполнение цилиндров свежим зарядом, а также практически не создающий сопротивление движению воздуха. При установке же коллектора с одним дроссельным узлом, важен объём ресивера, диаметр дроссельной заслонки и сопротивление впускного

тракта до заслонки – в частности, большую роль играет сопротивление воздушного фильтра. Длинные и с небольшими диаметрами коллекторы улучшают крутящий момент на низких оборотах и уменьшают мощность на высоких оборотах. И наоборот, короткие каналы с большими сечениями улучшают мощность на высоких оборотах.

Также важна температура поступающего в цилиндры воздуха, для снижения которой забор воздуха делается в удалении от моторного отсека, т.н. «холодный впуск». Самым распространённым решением является забор воздуха через передний бампер, что также обеспечивает создание инерционного наддува набегающим потоком воздуха.

Для обеспечения стехиометрического соотношения смеси, при увеличении количества поступающего воздуха необходимо также повысить количество впрыскиваемого топлива. Достигается это установкой форсунок повышенной производительности, повышением рабочего давления в топливной рампе, повышением производительности бензонасоса и изменением длительности открытия форсунок программно.

Увеличение количества смеси, поступающей в цилиндры, означает увеличение количества отработанных газов. Штатная система выпуска уже не способна справиться с этим количеством. Плюс под новые характеристики двигателя необходимо рассчитывать выпускной коллектор и подбирать его конфигурацию так, чтобы газы из разных цилиндров не только не мешали друг другу, но и наоборот, создавали разрежение в трубах соседних цилиндров, что обеспечивало бы более полную продувку камеры сгорания в момент перекрытия клапанов.

Применение наддува является радикальным решением, поэтому в соревнованиях этот момент жёстко регламентирован. Здесь есть два варианта – установка турбины, приводимой отработанными газами, либо компрессора, приводимого механически от коленчатого вала двигателя; второй вариант состоит в увеличении уже имеющегося давления наддува на двигателе.

Вариант с наддувом является достаточно затратным, так как мощность двигателя значительно возрастает, что приводит к снижению ресурса трансмиссии, а в некоторых случаях – к её непригодности для использования с данным двигателем.

В непосредственном окружении двигателя подвергается изменениям или заново проектируется и изготавливается передача силового потока от

двигателя к трансмиссии (в основном сцепление, однако коробка передач и главная передача с полуосями также могут подвергнуться изменениям).

В последнее время всё большее распространение получает такой способ форсировки двигателя, как изменение программы блока управления двигателем. В условиях массового производства, как было сказано ранее, обеспечить полную идентичность выпускаемых двигателей невозможно, в связи с чем даже два изготовленных на одном заводе в одну и ту же смену двигателя будут иметь небольшое расхождение по выходным параметрам. Это означает, что и стандартная программа управления двигателем является усреднённой, чтобы все выпускаемые двигатели имели минимальное расхождение с заявленной характеристикой. Также свой вклад в снижение потенциала двигателя вносят всё ужесточающиеся нормы токсичности отработанных газов, принуждающие производителей обеднять смесь, поступающую в цилиндры двигателя. Как видно из рисунка 1, обеднение смеси вызывает снижение мощности. Следовательно, корректировка состава топливной смеси позволяет повысить мощность двигателя без какого-либо вмешательства в механическую часть двигателя.

Впрыск закиси азота, наравне с установкой наддува, является радикальным решением увеличения мощности за счёт оптимизации процесса сгорания смеси в цилиндрах двигателя. Данный способ достаточно сильно нагружает двигатель, в связи с чем его применение целесообразно лишь в случаях отсутствия каких-либо ограничений по мощности двигателя, а также при наличии возможности реализовать эту мощность на ведущих колёсах автомобиля. Основным видом соревнований, где это возможно – драгрейсинг.

И всё же, несмотря на такое разнообразие методов повышения мощности двигателя, при подготовке автомобиля к соревнованиям механики ограничены требованиями технического регламента, изменяющимися в зависимости от типа и класса соревнований. Это означает, что некоторые доработки в конкретном соревновании запрещены, некоторые обязательны, а некоторые носят рекомендательный характер. В таких условиях техническая победа в соревновании достаётся той команде, которая смогла ближе всех подойти к черте дозволенного.

Список использованных источников

1. Как увеличить мощность двигателя. Методы увеличения мощности двигателя: Подбор распредел. вала. Усовершенствование головки блока цилиндров. Регулировка зажигания : Практик. руководство. - [Батайск (Рост. обл.) : ПОНЧиК, 2003] (Ростов н/Д : Тип. ООО АНТ). – 130 с. : ил.
2. В. Н. Степанов Тюнинг автомобильных двигателей: СПб., Алфамер, 2000. – 82 с.: ил
3. Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
4. Сингуринди Э. Г. Подготовка автомобильных двигателей к соревнованиям. М. Изд-во ДОСААФ, 1974 160 с. с ил.
5. В. П. Иванов, А. П. Кастрюк Влияние качества ремонта двигателей на их долговечность. Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2012. – № 3.

УДК 656.138

А. А. Щукин (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: А. Г. Кириллов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ

Надежность рулевого управления (РУ) является одним из ключевых факторов, определяющих безопасность и комфорт вождения автомобиля. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с широким внедрением электроусилителей руля (ЭУР), существенно меняющих конструкцию и режимы работы рулевого управления [1]. Несмотря на значительное количество исследований в данной области [2-5], многие вопросы, связанные с адекватной оценкой структурной надежности ЭУР, остаются открытыми.

Анализ литературы показывает, что существующие подходы к анализу надежности рулевого управления [2, 3] не в полной мере учитывают специфику конструкции и условий работы ЭУР. В частности, нерешенными

остаются вопросы взаимовлияния механической и электронной подсистем ЭУР [4], адекватного описания режимов нагружения [5], оценки параметров модели по результатам испытаний. Указанные проблемы обуславливают актуальность разработки специализированных моделей и методик анализа структурной надежности ЭУР.

Отличительной особенностью системного подхода является комплексный учет конструктивных и эксплуатационных факторов, влияющих на надежность ЭУР, за счет построения уточненных моделей механической и электронной подсистем. Это позволяет повысить адекватность оценки показателей надежности и эффективность мероприятий по ее обеспечению. Элементы конструкции РУ автомобиля *Volkswagen Tiguan* с ЭМУ представлены на рис. 1 [6].

В схему системы управления ЭМУ входят следующие элементы : блок управления усилителем РУ, датчик оборотов двигателя (блок управления двигателем), блок управления электроники рулевой колонки, датчик угла поворота рулевого колеса, датчик момента поворота рулевого колеса, датчики частоты вращения колес (сигнал скорости), блок управления *ABS*, диагностический интерфейс шин данных, блок управления комбинацией приборов (контрольная лампа усилителя РУ), двигатель электромеханического усилителя РУ, шина *CAN*.

Управление ЭМУ производится в зависимости от скорости движения автомобиля по параметрическому полю, записанному в программе в памяти блока управления усилителя на заводе-изготовителе в зависимости от весового состояния. Для примера на рисунке 2 [6] представлено параметрическое поле для пяти уровней скоростей и двух весовых состояний автомобиля.

Усилитель РУ включается в работу в момент начала поворота РК водителем. При этом закручивается торсионный стержень, соединенный валом-шестерней рулевой колонки. Датчик момента поворота РК измеряет по углу закручивания стержня величину приложенного момента и передает информацию в БУ. Датчик угла поворота даёт текущее значение угла поворота РК. БУ в зависимости от полученной информации, скорости автомобиля, числа оборотов двигателя и параметрической характеристики, заложенной в БУ, определяет величину необходимого поддерживающего усилия и включает электродвигатель. Поддержка усилия для привода рулевого управления осуществляется посредством гайки на циркулирующих шариках с приводом от зубчатого ремня. Привод данной гайки осуществляется

от электродвигателя посредством зубчатого ремня. Сумма усилия, прилагаемого к рулевому колесу, и силы поддержки от электродвигателя даёт результирующее усилие, которое прилагается к зубчатой рейке.

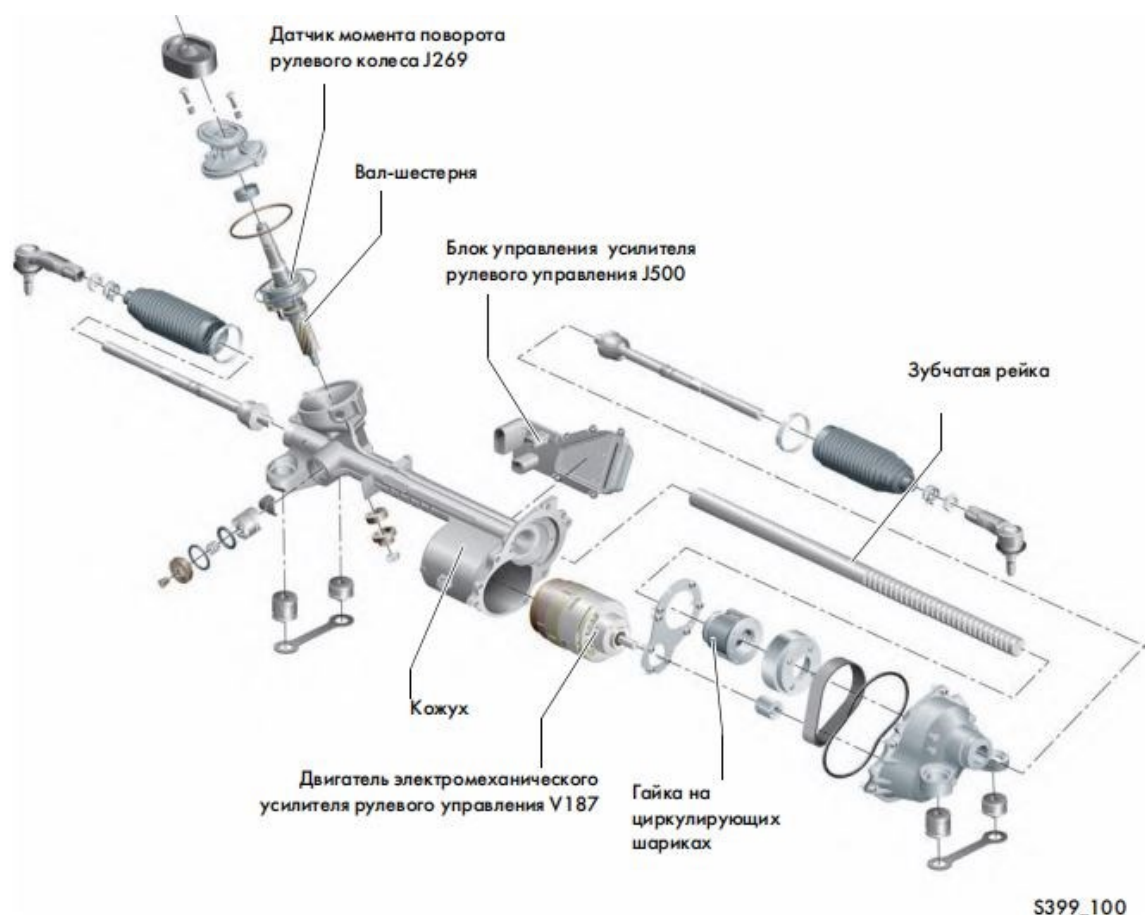


Рис. 1. Элементы конструкции электромеханического усилителя рулевого управления *Volkswagen Tiguan*

Рассмотрим работу РМ с ЭМУ в двух режимах: при большом крутящем моменте на рулевом колесе (например, при парковке) и в движении (например, при скорости 50 км/ч согласно «прошитому» параметрическому полю).

При парковке (рис. 3 [6] величина усилий имитируется толщиной стрелок) водитель поворачивает рулевое колесо с большой силой. Торсионный стержень закручивается. Датчик момента поворота рулевого колеса обнаруживает это закручивание и сообщает БУ, что к рулевому колесу приложен большой крутящий момент. Датчик угла поворота сообщает о большом значении угла поворота рулевого колеса. БУ в зависимости от величины мо-

мента поворота рулевого колеса, скорости автомобиля 0 км/ч, числа оборотов двигателя (> 500 об/мин), большого угла поворота рулевого колеса и скорости вращения, а также от параметрической характеристики, заложенной в блоке управления для $v = 0$ км/ч, определяет, что необходимо значительное поддерживающее усилие, и включает электродвигатель. Таким образом, парковка происходит при наибольшем поддерживающем усилии со стороны усилителя рулевого управления. Сумма силы от момента на рулевом колесе и максимальной силы поддержки от электродвигателя даёт результирующее усилие, прилагаемое к рулевой рейке при парковке.

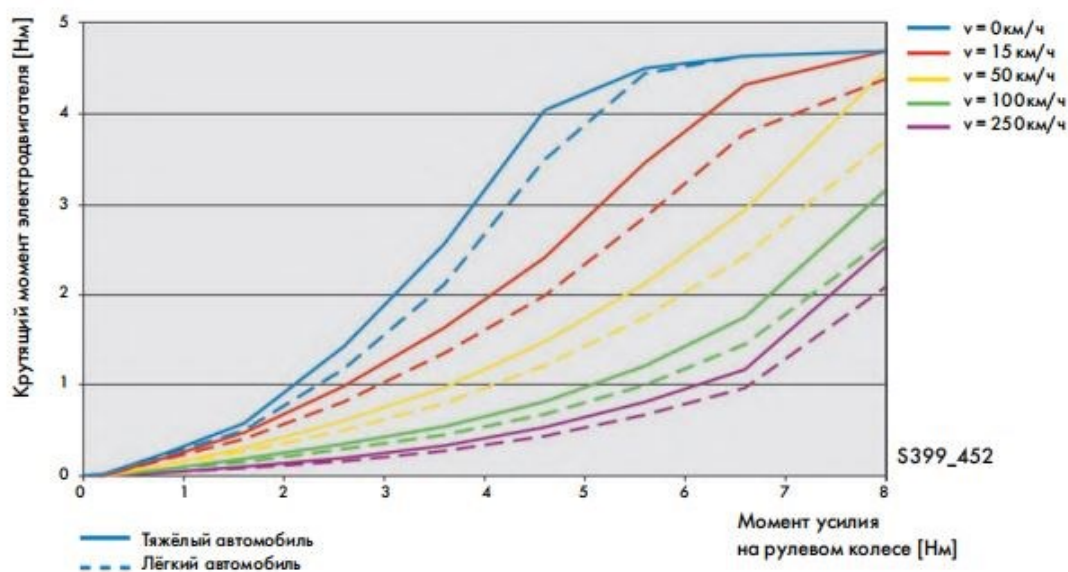


Рис. 2. Параметрическое поле блока управления ЭМУ РУ

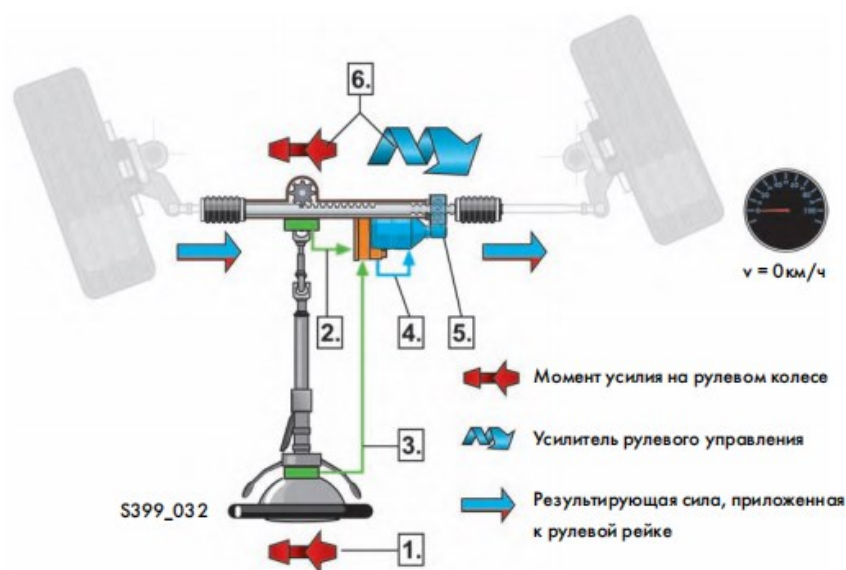


Рис. 3. Работа рулевого механизма с ЭМУ при большом моменте на РК

При движении по кривой траектории, в условиях города, например, (рис. 4 [6]) водитель поворачивает рулевое колесо. Торсионный стержень закручивается. Датчик момента поворота рулевого колеса обнаруживает это закручивание и сообщает БУ, что к рулевому колесу приложен крутящий момент средней величины. Датчик угла поворота сообщает о среднем значении угла поворота рулевого колеса. БУ управления определяет, исходя из среднего значения крутящего момента на РК, скорости автомобиля 50 км/ч, среднего значения угла поворота, скорости вращения колес и заложенной в блоке управления характеристики для $v = 50$ км/ч, что требуется средняя величина поддержки усилия на руле, и включает электродвигатель на соответствующую мощность. Таким образом, при движении по кривой траектории, например в городских условиях, через ремennую передачу на гайку передаётся среднее поддерживающее усилие. Сумма силы от момента на рулевом колесе и силы от этой поддержки средней величины от электродвигателя даёт результирующее усилие, прилагаемое к рулевой рейке при движении по кривой траектории в городских условиях.

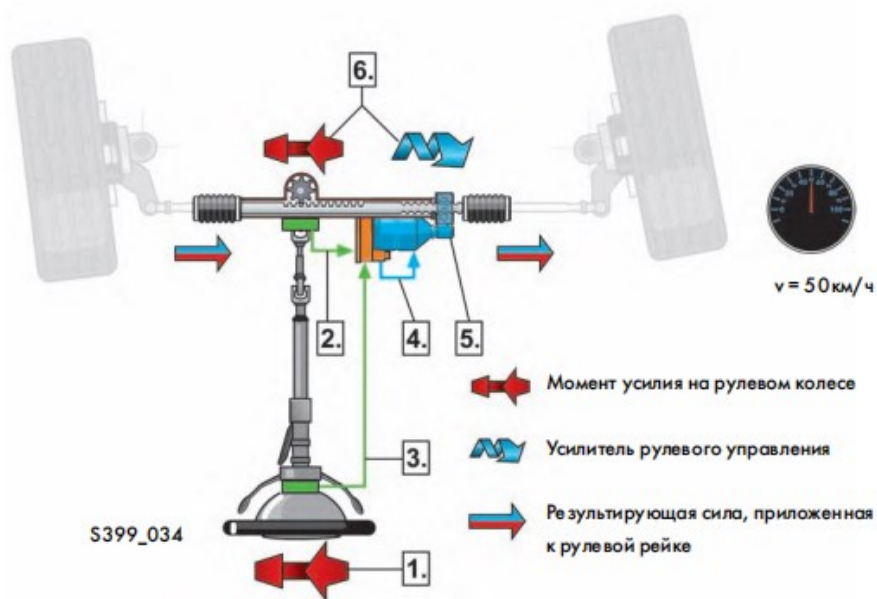


Рис. 4. Работа рулевого механизма с ЭМУ при средних нагрузках

При движении на автомагистрали, где наблюдается устойчивое движение с повышенной скоростью в относительно прямолинейном движении, блок управления определяет, исходя из небольшого значения крутящего момента на рулевом колесе, скорости автомобиля 100 км/ч, небольшого значе-

ния угла поворота РК, скорости вращения РК и заложенной в блоке управления характеристики для $v = 100$ км/ч небольшое усилие помощи водителю и включает электродвигатель на соответствующую мощность.

При ослаблении воздействия водителем на РК во время движения по криволинейной траектории, торсионный стержень закручивается на меньший угол. При снижении усилия на руле, а также при уменьшении угла поворота и скорости вращения РК производится перерасчёт надлежащей скорости возврата РК. Она сравнивается с фактической угловой скоростью его вращения и на основе их сравнения определяется возвращающий момент на управляемом колесе. Вследствие геометрии подвески при повороте управляемых колёс возникают возвращающие силы. Из-за трения в рулевом механизме и в деталях подвески этих сил зачастую недостаточно, чтобы вернуть колёса в прямое положение. На основе оценки крутящего момента на рулевом колесе, скорости автомобиля, числа оборотов двигателя, угла поворота, скорости вращения рулевого колеса и заложенной в блоке управления характеристики блок управления вычисляет требуемый для возврата в обратное положение крутящий момент электродвигателя. Двигатель включается и создаёт дополнительное усилие, помогающее вернуть колёса в прямое положение.

В каждом случае работы ЭМУ стабилизацию его усилия на рейке рулевого механизма обеспечивается гайкой на циркулирующих шариках (рис. 1).

РУ с ЭМУ дополнительно позволяет «снять нагрузку» с РК при необходимости постоянной корректировке водителем прямолинейного курса (на пример, при боковом ветре). На основе оценки крутящего момента на рулевом колесе, скорости автомобиля, числа оборотов двигателя, угла поворота РК, скорости вращения РК и заложенной в блоке управления характеристики блок управления вычисляет требуемый для корректировки прямолинейного движения крутящий момент электродвигателя. Двигатель включается, и автомобиль возвращается к прямолинейному движению. Водителю не нужно больше подруливать. Таким образом ЭМУ способствует стабилизации движения и обеспечивает необходимый уровень безопасности транспортного средства.

В перспективе для разработки математической модели надежности РУ с ЭМУ необходимо использовать методы структурного и функционального анализа [7]. Структура модели при этом должна быть определена путем де-

композиции рулевого управления на механическую и электронную подсистемы. Модель механической подсистемы должна описывать кинематику и динамику РУ. Модель электронной подсистемы должна базироваться на методе построения структурных схем и обеспечить оценку надежности с учетом комбинаций отказов элементов.

Список использованных источников

1. *Badiru A. B., Osisanya S. O. Project Management for the Oil and Gas Industry: A World System Approach. CRC Press, 2016. 554 p.*
2. *Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability. Springer, 2021. 492 p.*
3. *Ding S.X. Data-driven Design of Fault Diagnosis and Fault-tolerant Control Systems. Springer, 2018. 374 p.*
4. *Eti M.C., Ogaji S.O.T., Probert S.D. Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture // Applied Energy. 2016. Vol. 83. Iss. 11. P. 1235-1248.*
5. *Fujikawa T., Yamada S., Kato O., Nomura Y. Development of a Next-generation Electric Power Steering System. SAE Technical Paper 2021-01-0419. 2021. 8 p.*
6. Электромеханический усилитель рулевого управления с приводом, параллельным оси рулевой рейки (АРА) – URL : https://vwts.ru/steering/el_meh_us_apr_rus.pdf (дата обращения 22.11.2024)
7. Чемакин Л. А. Электромеханические усилители рулевого управления автомобилей ВАЗ / Электроника и электрооборудование транспорта. 2004. № 2. С. 11-15

УДК 625:656

Р. А. Алексеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ НА АВТОБУСНЫХ ОСТАНОВКАХ

Безопасность пешеходов и пассажиров в зонах остановок общественного транспорта зависит особенностей технического устройства остановочных пунктов и от поведения самих пассажиров и пешеходов. Поскольку ДТП в районе остановок в основном происходят с участием пешеходов, то необходимо учитывать особенности их поведения, способные спровоцировать аварийную ситуацию. Основным видом ДТП в районе автобусных остановок является наезд на пешехода как вышедшего на проезжую часть, так и стоящего на остановке. Остановочный пункт городского пассажирского транспорта общего пользования должен содержать следующие обязательные элементы: остановочная площадка; посадочная площадка; заездной «карман»; боковая разделительная полоса; тротуары и пешеходные дорожки; закрытый или открытый (навес) павильон ожидания; урны для мусора, скамейки; освещение; пешеходный переход; технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, разметки, ограждения); информационные табло с расписанием. Общими требованиями к размещению элементов оборудования являются: соответствие месту остановки автобуса; размещение, не препятствующее входу или выходу пассажиров, движению пешеходов; обеспечение условий безопасности; обеспечение оптимальной видимости транспортных средств, знаков дорожного движения и информационных знаков (указателей) остановочного пункта. Остановочный пункт должен быть оборудован дорожными знаками, разметкой, светофорами и ограждениями. Остановки, из которых осуществляется отправление более чем 100 пассажиров в сутки обустраиваются защитными средствами от атмосферных осадков (остановочными павильонами), если это позволяют земельные участки, примыкающие к остановочному пункту. Павильон может быть закрытого или открытого типа. Закрытый павильон должен иметь стены, доходящие до перекрытия павильона не менее чем с трех

сторон. Открытый павильон имеет стены, не достигающие до перекрытия, или не более двух стен.

Наиболее тяжелые последствия имеют ДТП, когда вылетевшая с проезжей части машина сбивает людей на автобусных остановках. Виновник аварии может находиться в состоянии алкогольного опьянения, автомобиль может потерять управление по техническим причинам, не исключена возможность террористического акта. Поэтому решить эту проблему, воздействуя только на водителей, не представляется возможным.

Единственное, что может помочь в подобных случаях – это физическое препятствие. Оно представляет собой конструкцию, которая состоит из металлического столбика определенной формы с такой фундаментной частью, которая удерживает автомобиль. Это недорогая и несложная конструкция, способная удержать легковой автомобиль, движущийся со скоростью 90 км/ч. Такие столбики высотой около метра надо устанавливать через каждые полтора метра. В случаях, когда по тем или иным причинам требуется повышенная защита, автобусную остановку оборудуют дополнительно специальными железобетонными конструкциями.

Развитые страны с небольшой опасностью террористических актов с применением транспортных средств (например, Соединённые Штаты Америки) либо не используют защитные конструкции, либо ограничиваются ограждениями в виде металлических или бетонных столбов для защиты пешеходов от наезда потерявшего управление транспортного средства (см. рис. 1).



Рис. 1. Защитные бетонные столбы в США

К защите пешеходов на автобусных остановках Япония подошла оригинально, перевернув остановку и сделав её опорные части защитой от

наезда автомобиля. Чаще всего автобусные остановки в Японии имеют пешеходные ограждения, не способные противостоять движущемуся с высокой скоростью автомобилю (см. рис. 2).



Рис. 2. Перевернутая остановка в Японии

В Германии так же могут защищать автобусные остановки, но прочность этой защиты не высока. Эти столбики призваны скорее формировать организованный поток пешеходов и автомобилю, движущемуся со скоростью 60 км/ч не составит особого труда снести такие ограждающие конструкции. Большая часть автобусных остановок в Германии не имеют защитного ограждения (см. рис. 3).



Рис. 3. Не защищенная остановка в Германии

В Сингапуре почти все автобусные остановки оборудованы средствами защиты. Для защиты остановок в Сингапуре применяются стальные столбики, сделанные из конструкционной стали и бетона высотой 1 м, и установленными на расстоянии между друг другом около 2 м. Их основная функция состоит в поглощении прямого воздействия неконтролируемого

транспортного средства. Стальные столбики имеют светоотражающую полосу жёлтого цвета с чёрными стрелками для предупреждения водителей о наличии автобусных остановок, особенно в темное время суток (см. рис. 4).



Рис. 4. Защищенная остановка в Сингапуре

Израиль претерпел не мало террористических атак, и некоторые из них происходили на автобусных остановках. Террористы на полном ходу врезаются в пешеходов, ожидающих автобус на остановках городов. В связи с этим Израиль принимает шаги для защиты своих граждан на автобусных остановках, при помощи установки барьера безопасности и стальных столбов (см. рис. 5).



Рис. 5. Защищенная от терактов остановка в Израиле

Защитные ограждения на автобусных остановках в России не нашли широкого распространения. Большая часть автобусных остановок не имеет каких-либо защитных конструкций. Однако, наиболее опасные автобусные

остановки в ряде городов Российской Федерации имеют стальные защитные конструкции.

УДК 656.13

Ш. Ш. Амирсейидов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **Е. А. Оленев** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕКРЕСТКОВ

Для сокращения времени движения по городу необходимо в первую очередь обеспечивать высокую пропускную способность перекрестков. При существующих правилах дорожного движения (ПДД) при прочих равных условиях невозможно увеличить число проезжающих перекресток автомобилей, нужны новые инновационные решения. Рассмотрим некоторые из них.

Первое такое решение заключается в предварительном (до разрешающего сигнала) освобождении перекрестка от транспортных средств, которые намереваются делать разворот, а также пропускать транспортные средства через перекресток на красный сигнал светофора, не создавая при этом помех переходящим дорогу пешеходам, т. е. водителю в этом случае нужно руководствоваться правилом проезда нерегулируемого пешеходного перехода [1, 2].

Рассмотрим схему, отражающую указанный способ регулирования движения транспортных средств на перекрестке транспортных магистралей 1 и 2, имеющих соответственно полосы 3, 4, 5 и 6, 7, предназначенные для проезда перекрестка соответственно налево, прямо, направо и прямо; и прямо, направо и прямо, а также границы 8, 9, разделяющие транспортные потоки противоположных направлений, и границу 10, отделяющую в зоне перекрестка (за пересечением) крайнюю правую полосу 5 от средней полосы 4 (рис. 1). На перекрестке установлен светофор 11 для регулирования движения транспортных средств и пешеходов (групп пешеходов) 12.

Предположим, что для магистралей 1, 2 соответственно включены красный (K_1) и зеленый (Z_2) сигналы светофора 11. Транспортные средства движутся из полос 6, 7 в прямом направлении и/или поворачивают из полосы 7 направо, не имея возможности из-за границы 10 (сплошной линии в зоне перекрестка) перестроиться на полосы 4, 3. Поэтому для транспортных

средств, находящихся на полосе 3 магистрали 1 и желающих развернуться, отсутствует расчетная (предполагаемая) помеха их движению. Поэтому включают красный (K_1) сигнал светофора 11 в мигающий режим, разрешающий им разворот (со своего места остановки, не доезжая до перекрестка), который не мешает пешеходам переходить проезжую часть.

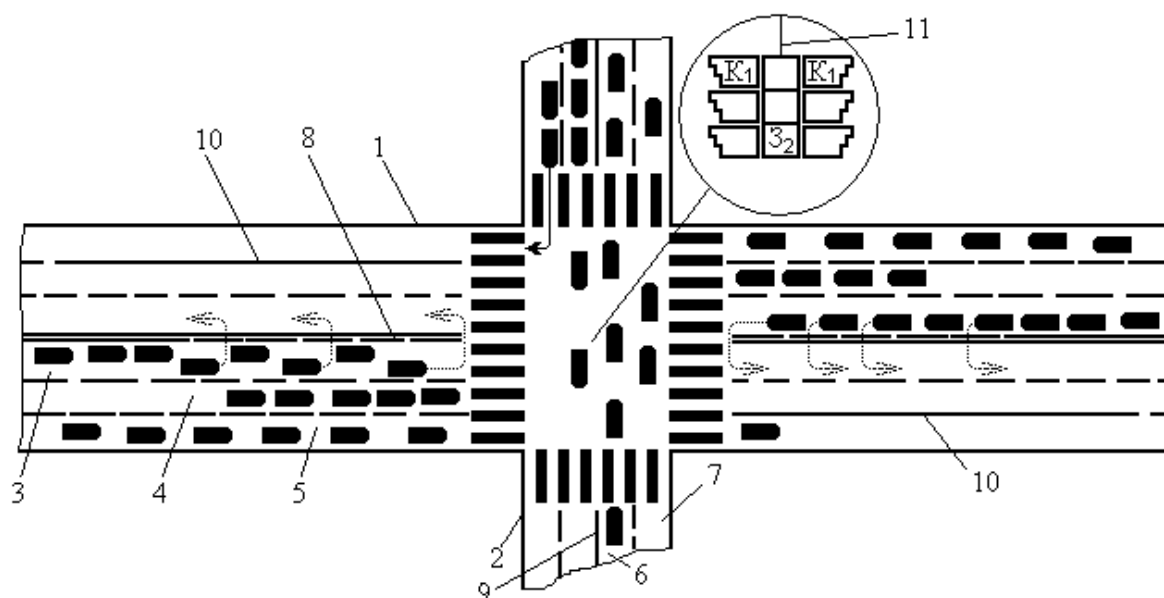


Рис. 1. Схема движения транспортных средств на перекрестке при отсутствии помех

После ухода разворачивающихся транспортных средств, очередь на проезд перекрестка уменьшается. Кроме того, у разворачивающегося на перекрестке обычным способом автомобиля скорость движения уменьшается практически до нуля, что задерживает проезд следующих за ним автомобилей, поэтому вывод заранее (до начала движения через перекресток) из очереди разворачивающихся автомобилей увеличивает скорость движения транспортных средств через перекресток, что повышает пропускную способность последнего.

Суть второго решения заключается в предварительном накоплении до перекрестка транспортных средств, поворачивающих налево (направо), чтобы освободить место для транспортных средств приоритетного движения (прямо) на перекрестке [3, 2].

Перекресток содержит первую и вторую магистрали 1, 2, имеющие соответственно полосы 3, 4, 5 и 6, 7, предназначенные для проезда перекрестка соответственно налево, прямо, направо и прямо, направо, а также

границы 8, 9, разделяющие транспортные потоки противоположных направлений (рис. 2.).

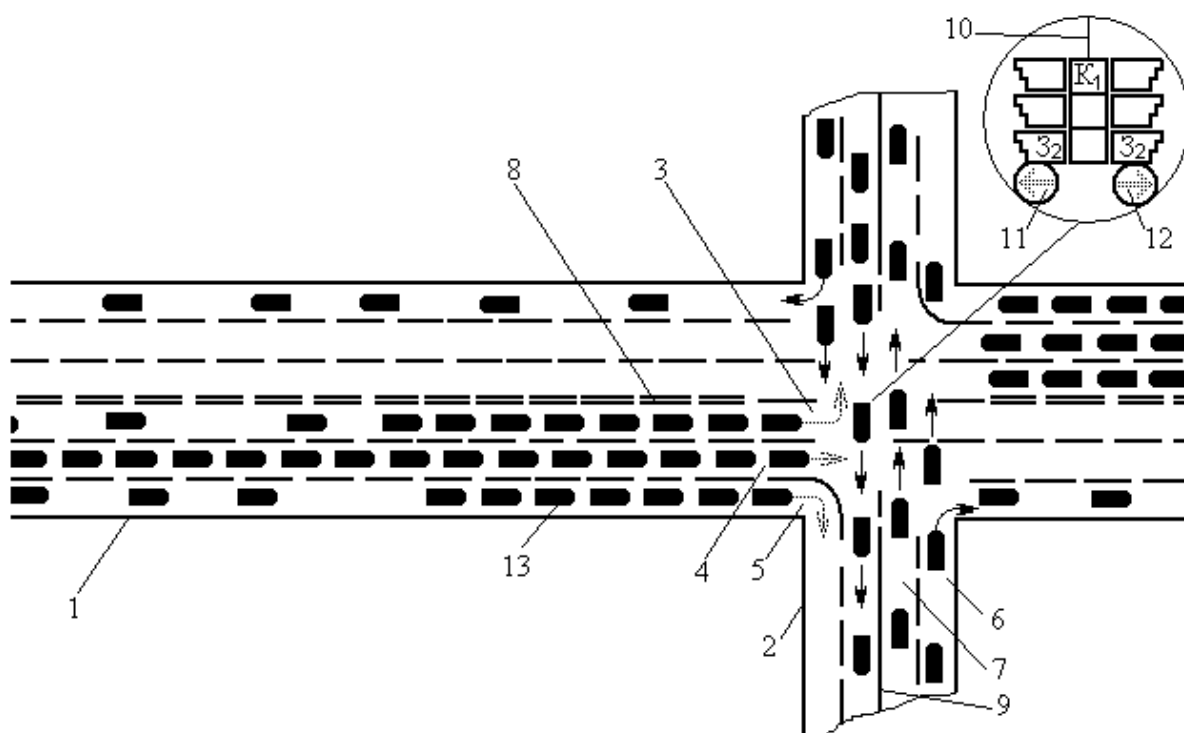


Рис. 2. Схема движения транспортных средств на перекрестке двух магистралей

На перекрестке установлен светофор 10 с дополнительными секциями в виде стрелки 11, разрешающей поворот налево, и стрелки 12, позволяющей транспортным средствам 13 ехать направо. До перекрестка (рис. 3) на полосах 3, 4, 5 соответственно размещены дополнительные светофоры 14, 15, 16 с табличками 17, указывающими направление движения через перекресток, причем светофор 15 снабжен стрелочными указателями 18, 19, указывающими полосу, на которую необходимо перестроиться. Граница может быть сделана в виде полосы 20 с меньшим приоритетом.

Предположим, что на магистраль 1 распространяется красный (K_1), а на магистраль 2 – зеленый ($З_2$) сигналы светофора 10, при этом стрелки 11, 12 выключены.

Обычно в этом случае транспортные средства 13 по полосе 7 движутся в прямом направлении, по полосе 6 – прямо и направо, а на полосах 3, 4, 5 накапливаются транспортные средства готовые при включении разрешающего сигнала осуществить проезд перекрестка соответственно налево, прямо и направо (на рисунке эти направления показаны пунктирными стрелками на полосах).

Для устранения описанного явления и повышения пропускной способности перекрестка до него устанавливают накопительные светофоры 14 – 16, при этом при тех же исходных сигналах светофора 10 посредством светофоров 14 и 16 вырабатывают красные, а светофором 15 и стрелочными указателями 18, 19 – зеленые сигналы (рис. 3).

В результате этого у светофоров 14, 16 будут формироваться группы из транспортных средств, водители которых намереваются проехать перекресток соответственно налево и направо. При этом на участке магистрали 1, расположенном между дополнительными светофорами 14 – 16 и светофором 10, полосы 3 и 5 окажутся свободными. Благодаря этому на них, а также на полосе 4 (в соответствии с зелеными сигналами светофора 15 и стрелочных указателей 18, 19) формируют наибольшую по численности группу из транспортных средств, водители которых будут потом проезжать перекресток прямо. В результате в данном случае длина очереди из автомобилей, водители которых собираются проезжать перекресток прямо, уменьшится в три раза. Поскольку зависимость времени разъезда очереди от ее длины является величиной нелинейной, то это время будет более чем в три раза меньше по сравнению со случаем, когда вся очередь находилась бы на одной полосе 4. Это способствует беспрепятственному движению транспортных средств в прямом направлении по левой полосе. Кроме того, сокращается расстояние, которое следует преодолеть транспортному средству, чтобы миновать перекресток, что, в свою очередь, требует меньшего интервала между встречными транспортными средствами, позволяющего совершить поворот.

Предоставляют первоочередность проезда наибольшей группе транспортных средств для чего включают красный сигнал (K_2) для магистрали 2 и зеленый ($З_1$) для магистрали 1 (рис. 4).

Транспортные средства со всех полос (3 – 5) начинают проезд перекрестка в прямом направлении в одинаковых условиях для движения и, проехав перекресток, продолжают (не перестраиваясь) продолжать движение в прямом направлении, благодаря чему обеспечивается быстрый разъезд этой группы транспортных средств. Заметим, что в это время пешеходы могут переходить магистраль 2, не создавая помех движению.

Спустя некоторое время включают зеленый сигнал на светофорах 14, 16 и выключают зеленый сигнал (или включают красный) стрелочных указателей 18, 19 (рис. 5). На освободившихся полосах 3, 5 (на участке между светофорами 14, 16 и уезжающими в прямом направлении автомобилями) начинают разъезд очередей групп меньшей численности, водители которых намереваются выполнять поворот налево и направо. При этом водители транспортных средств, движущихся по полосе 4, согласно зеленому сигналу

светофора 15 могут двигаться только прямо и не имеют права перестраиваться на полосы 3 и 5. Благодаря этому не создаются помехи транспортным средствам, ускоряющимся по полосам 3 и 5.

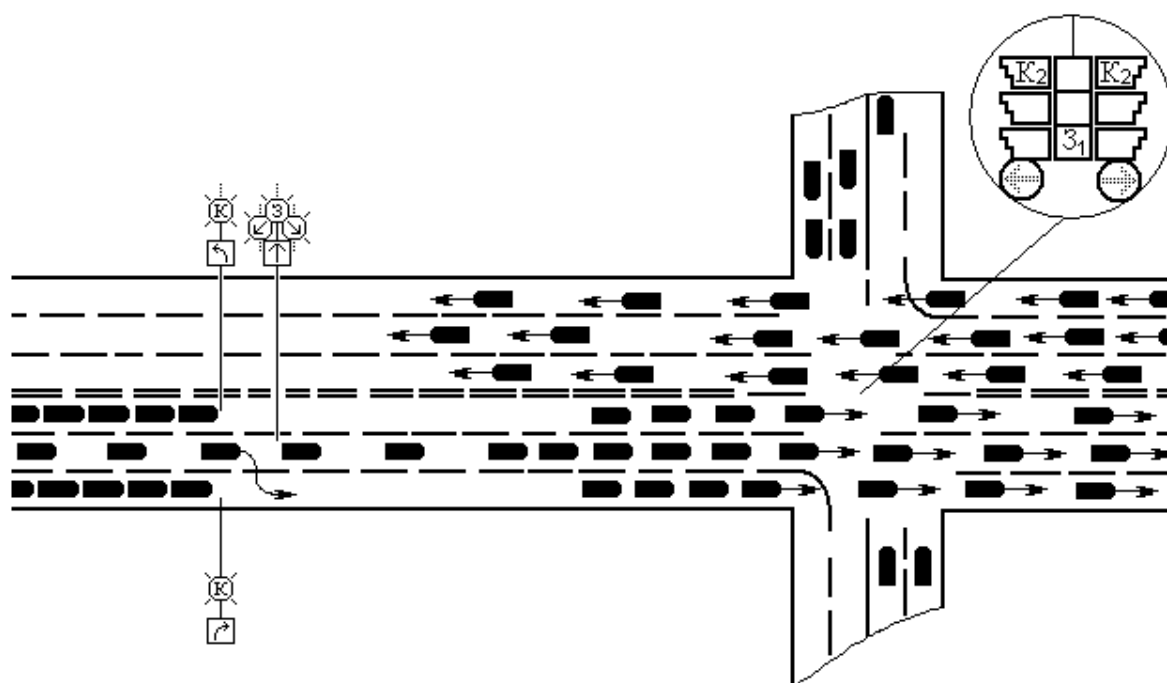


Рис. 4. Схема разъезда очереди из транспортных средств наибольшей группы

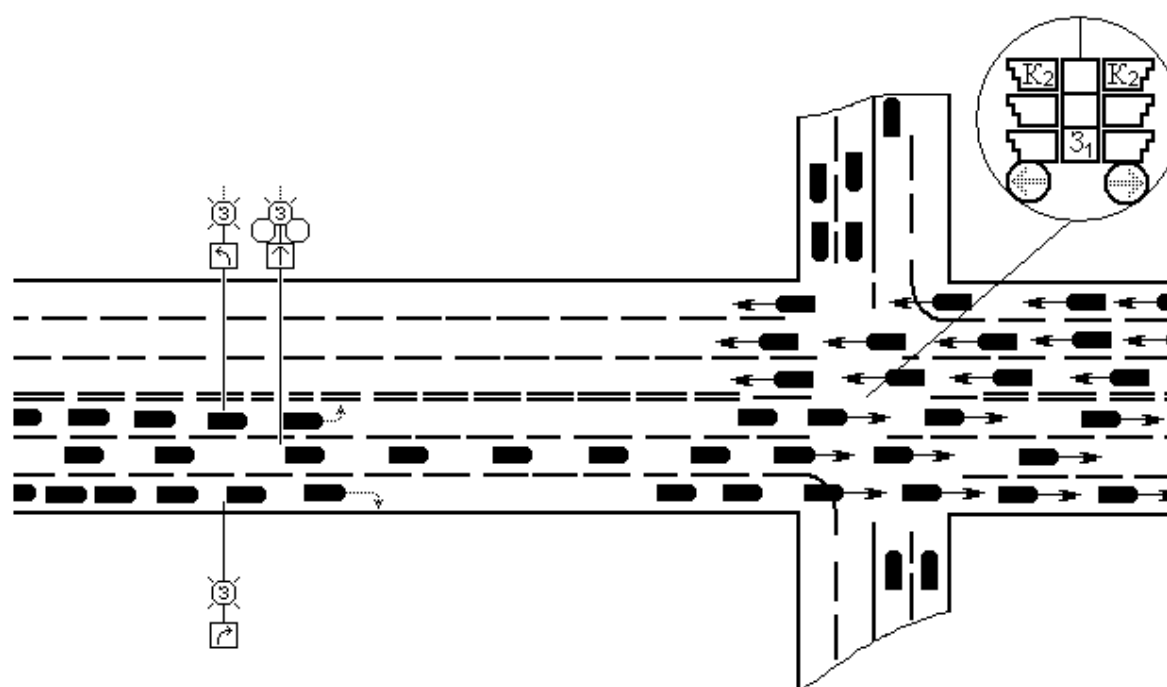


Рис. 5. Схема разъезда очереди из транспортных средств группы меньшей численности

The diagram illustrates a traffic intersection. On the left, a road with multiple lanes leads into a roundabout. A car is shown entering the roundabout from the left. The roundabout has three lanes, each with a traffic light labeled K1, K2, and K2. A callout shows the layout of the roundabout lanes. To the right of the roundabout, a road leads to a signalized intersection with a traffic light labeled K3. The intersection has a crosswalk and a pedestrian crossing. A car is shown entering the intersection from the left. The diagram also shows a car entering the intersection from the bottom. The intersection has a crosswalk and a pedestrian crossing. A car is shown entering the intersection from the bottom. The intersection has a crosswalk and a pedestrian crossing.

Указанная схема регулирования движения на перекрестке значительно увеличит его пропускную способность.

1. Способ регулирования движения транспортных средств на перекрестке транспортных магистралей. Пат. 2608123 Рос. Федерация: МПК G08G 1/08 / Оленев Е. А.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ). – № 2015124211; заявлено 22.06.2015; опубликовано 13.01.2017, Бюл. № 2.
2. Оленев Е. А., Оленев С. Е., Амирсейидов Ш. А. Организация движения на магистралях и в городах. Учебник / Е. А. Оленев, С. Е. Оленев, Ш. А.

Амирсейидов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-9984-1807-5.

3. Способ регулирования движения на перекрестке. Пат. 2442219 Рос. Федерация: МПК G08G 1/08 / Оленев Е. А., Оленев С. Е.; патентообладатели Оленев Е. А., Оленев С. Е. – № 2010144496/11; заявлено 29.10.2010; опубликовано 10.02.2012, Бюл. № 4.

УДК 331.453

А. Б. Багиров (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НУЛЕВОГО ТРАВМАТИЗМА И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Работа, которую можно считать достойной является работой свободной от рисков и опасностей. Такая работа будет большим плюсом для того, чтобы повысить производительность труда. На настоящий момент условия труда очень быстро меняются. Руководителям нужно стараться быстро отзываться на новые вызовы, возникающие в области охраны и безопасности. Сейчас разрабатывается план по переходу от выявления причин, которые способствовали негативной ситуации, к профилактике в области охраны труда. Для внедрения в жизнь этой задачи нужно: на законодательном уровне принять систему по предупреждению травм на производстве и профзаболеваниям, внедрять на производстве культуру безопасного труда, стремиться соблюдать правила нулевого травматизма. Эти правила являются самыми перспективными, потому что предотвратить травмы и болезни проще. Поэтому была разработана Концепция нулевого травматизма. Она должна улучшить показатели производственных смертей и травм и улучшить саму систему охраны труда. В эту концепцию входят пожарная, экологическая и промышленная безопасность, контроль на производстве и охрану труда. Основу этой концепции составляют золотые правила нулевого травматизма. В них входят основные методы охраны труда, а также безопасность на рабочих местах.

Базовые элементы этой концепции и положения ТК РФ входят в систему по управлению охраной труда. Предприятия самостоятельно могут включаться в программу нулевого травматизма и следовать ряду положений. Рассмотрим подробнее эти положения.

1. Функционирование системы управления определяется руководителем, что в итоге формирует эффективность производства в целом согласно ст. 26 ТК РФ. Ст. 226 ТК РФ говорит, что должностные лица должны выделять средства на создание безопасных условий труда. Для реализации нужно уметь разбираться в вопросах, связанных с созданием не безопасных условий труда необходимо совершенствование уровня профессионализма в области ОТ, как указано в ст. 225 ТК РФ.

2. Включает выявление профессиональных рисков. А это значит разработка комплекса аналитических мероприятий, который разрешает спрогнозировать возможность получения каких-либо дополнительных доходов или величину ущерба от происходящей рискованной ситуации и сразу же обозначить правила на принятие мер по предотвращению риска.

Основные требования к анализу рисков:

- разработка карты идентификации (для оценки и управление рисками);
- если параметры риска изменились, или появилось что-то новое, требуется провести внеплановый пересмотр;
- руководители структурных подразделений Администрации и филиалов Общества обеспечивают доведение информации о рисках до подчиненного персонала и, при необходимости, Контрагентов;
- при заполнении карт, риски обязаны расставить по степени приоритетности

3. Нужно планировать, разрабатывать и внедрять СУОТ. Это помогает обеспечивать безопасность труда на производстве. В Эти мероприятия входят: система правления рисками, улучшение условий труда, финансовые и человеческие ресурсы для внедрения этих мероприятий. Сначала анализируются исходные данные. Далее составляется перечень мероприятий, которые должны улучшить условия труда и уменьшать риски. Этот перечень принимается на один год. В конце года оцениваются итоги по внедрению этих мер, и далее создается новый документ на следующий календарный год, это обозначено в части 3 статьи 226 ТК РФ.

4. Разработать систему безопасности и гигиены труда. Для этого каждому руководителю организации или предприятия в штате у которого работает более пятидесяти сотрудников, согласно статье 217 ТК РФ [5] необходимо создать службу, которая занимается охраной труда, возможно так же просто иметь в штате организации обученного специалиста по охране труда.

Руководитель должен обеспечить контроль за соблюдением требуемых условий труда на предприятии, как указано в части второй статьи 26 ТК РФ [5].

5. Руководителю нужно обеспечивать безопасность и гигиену на рабочих местах. Обязательное условие работы без аварий – безопасные помещения, станки и оборудование на рабочих местах. Важно уделить внимание опасным работам, при выполнении которых надо соблюдать дополнительные мероприятия. К таким работам можно допускать лиц старше 18 лет, это указано в части 1 статьи 265 ТК РФ) [5], для допуска к опасным работам необходимо пройти медицинскую комиссию (часть 1, часть 7 статья 213 ТК РФ) [5], необходимо пройти специальное обучение (часть 3 статья 225 ТК РФ) [5]. На всякой рабочей операции оборудование, станки и приспособления должны быть безопасными и важно не допустить воздействия вредных факторов на здоровье сотрудников.

6. Необходимость профессионального роста. Главным принципом создания безопасности на производстве является учёба, новые знания, получение новых профессиональных знаний. Так как в современном мире всё очень быстро меняется, то профессиональные знания сотрудников нуждаются в постоянном обновлении. Для это нужны профессиональные переподготовки, получение новых знаний и не только рядовыми сотрудниками, но и руководителями. Поэтому как указано в статье 26 ТК РФ [5] работодатель должен обеспечивать обучение на рабочих местах безопасным способам выполнения работ, так же должно проводиться мероприятия для получения навыков оказания первой медицинской помощи для получивших травмы на производстве, необходимо для начинающих специалистов проводить инструктаж по охране труда и стажировку и для всех работников проводить проверку знаний по охране труда.

Таким образом, создание системы управления охраной труда (СУОТ). способствует соблюдению норм по охране труда, учитывает нюансы профессиональной деятельности, достижения научно-технического прогресса, реализацию требований НПА по охране труда способствует обеспечение безопасности производственных процессов, реализации программы нулевого травматизма.

Список использованных источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 19 декабря 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2023 года) Кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ.

УДК 519.245:53.08

М. В. Болачкова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

DDoS атаки: описание, сущность, аналитика воздействия

DDoS атака – это распределенная, масштабная скоординированная попытка затопления сети огромным количеством пакетов, с которыми жертве трудно справиться, и, следовательно, жертва становится неспособной предоставлять услуги своему законному пользователю, а также производительность сети значительно ухудшается. Эта атака истощает ресурсы жертвенной сети, такие как пропускная способность, память, вычислительная мощность и т. д. Система, которая подвергается атаке или чьи службы подвергаются атаке, называется «первичной жертвой», а с другой стороны, «вторичными жертвами» являются системы, которые используются для инициирования атак. Эти вторичные жертвы предоставляют злоумышленнику возможность провести более мощную *DDoS* атаку, поскольку сложно отследить настоящего злоумышленника. Злоумышленники постоянно модифицируют свои инструменты, чтобы обойти эти системы безопасности [1].

При *DDoS* атаке злоумышленник выбирает скомпрометированную машину, т. е. те машины, которые имеют уязвимости, а сеть скомпрометированных машин называется ботнетом. Эти ботнеты дополнительно инструктируются выполнять команды, чтобы потреблять все доступные ресурсы в системе жертвы. В настоящее время атаки осуществляются двумя различными методами. Первый метод заключается в отправке вредоносных пакетов, заражённых вирусами или червями, как запущенные приложения, и называется атакой на уязвимости. Другой широко распространённый метод заключается в ослаблении системы жертвы путём исчерпания её ресурсов, таких как пропускная способность ввода-вывода, производительность базы данных, ЦП, память и другие критически важные компоненты. В 1990-

х годах такие атаки были обнаружены и постепенно превратились в серьёзную проблему для интернет-сообщества.

Характеристики *DDoS* атак

1) Разрушительное/ухудшающее воздействие

При атаке жертва либо полностью прекращает предоставление услуг клиентам, либо качество этих услуг значительно снижается. Это означает, что несмотря на атаку, некоторые сервисы могут оставаться доступными, хотя их производительность ухудшается.

2) Эксплуатация уязвимости

Сеть машин, контролируемая основным злоумышленником, отправляет запросы на ресурсы системы жертвы, чтобы истощить её вычислительные и сетевые ресурсы.

3) Динамическая скорость атаки

Злоумышленник может атаковать с постоянной скоростью, отправляя огромный поток запросов для быстрого вывода сайта из строя, или с переменной скоростью, используя пакеты с разной длиной запросов, что замедляет воздействие, но также истощает ресурсы жертвы.

4) Автоматизированные инструменты

Атаки могут проводиться с помощью различных инструментов, которые варьируются от ручных до полуавтоматических и полностью автоматизированных, в зависимости от уровня подготовки и средств злоумышленника.

Компоненты *DDoS* атак

На рис. 1 показаны компоненты *DDoS* атаки, где злоумышленник запускает атаку, выбирая уязвимую систему. Затем агенты используют ботнет для истощения ресурсов системы жертвы [3].

1) Главный организатор/планировщик: первоначальный злоумышленник, который определяет причины, время, методы и исполнителей атаки.

2) Контроллер/обработчик: координатор, действующий от имени исходного злоумышленника. Это может быть одна или несколько машин, которые управляют другими устройствами для выполнения *DDoS* атаки.

3) Агенты/Зомби/Ботнеты: агенты, также называемые подчинёнными или демонами атак, представляют собой программы, которые непосредственно выполняют атаку на жертву. Эти программы обычно размещаются на хост-компьютерах и воздействуют как на целевые машины, так и на сами хосты. Это упрощает злоумышленнику доступ и проникновение в хост-компьютеры.

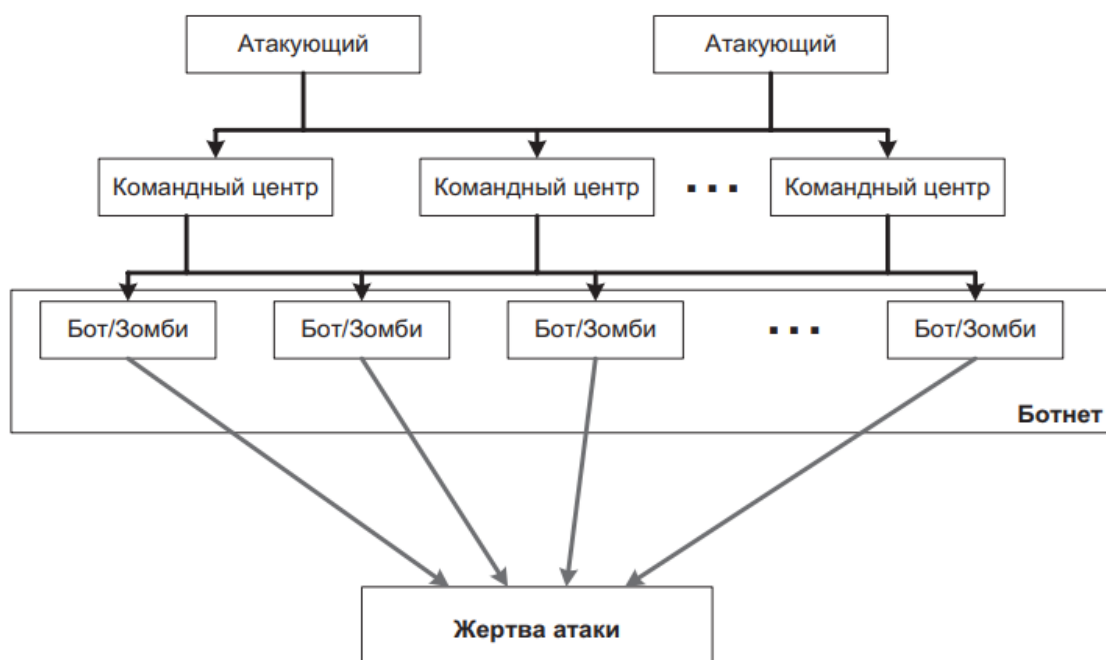


Рис. 1. Компоненты DDoS атак

4) Жертва/Цель – это целевой хост, который был выбран для получения основного удара атаки.

DDoS атака происходит поэтапно. Злоумышленник привлекает компьютеры-агенты, автоматически сканируя их на наличие уязвимостей в системе безопасности. Обнаруженные уязвимости используются для взлома и заражения устройств вредоносным кодом. Этот процесс обычно автоматизирован, и заражённые компьютеры могут привлекать новых агентов.

Методы профилактики DDoS атак

С течением времени DDoS атаки стали более технологически сложными, что усложняет их обнаружение. Однако существуют различные меры безопасности, которые можно применить для повышения безопасности и надежности как самой сети, так и её окружения.

1) Фильтрация маршрутизаторов: этот метод включает в себя проверку всех пакетов, входящих в сеть или выходящих из нее. Данный защитный механизм помогает защитить сеть от доминирующих воздействий и собственного несанкционированного доступа со стороны злоумышленников. Его можно использовать для защиты от DDoS атак в облачных условиях. Для реализации этой меры необходимо установить фильтрацию входящих и исходящих пакетов на всех маршрутизаторах.

2) Отключение неактивных служб: если в системе работают неиспользуемые службы, такие как *UDP*, рекомендуется включить их, чтобы снизить риск несанкционированного доступа и атак.

3) Использование обновлений безопасности: во избежание применения типа «отказ в обслуживании», хост-компьютеры должны быть обновлены с соблюдением последних исправлений безопасности и методов. Например, в случае атаки *SYN Flood* принимаются следующие меры: увеличивается размер очереди соединений, уменьшается время ожидания трехстороннего рукопожатия и применяются исправления программного обеспечения поставщика для обнаружения и обхода проблемы.

4) Смена *IP*-адресов: для предотвращения *DDoS* атак можно изменить *IP*-адрес компьютера жертвами, заменив его на заранее определенный диапазон *IP*-адресов, что сделает старый адрес недействительным.

5) Отключение широковещательной *IP*-рассылки: доминирующая часть такого действия заключается в том, что злоумышленник может использовать соединение с низкой пропускной способностью для перегрузочных соединений с высокой пропускной способностью. Количество пакетов, отправляемых злоумышленником, умножается на коэффициент, равный количеству хостов за маршрутизатором, которые отвечают на эхо-пакеты *ICMP*. Поэтому отключение широковещательной *IP*-рассылки может помочь защититься от *DDoS* атаки.

Методы обнаружения *DDoS* атак представлены на рис. 2 [4].

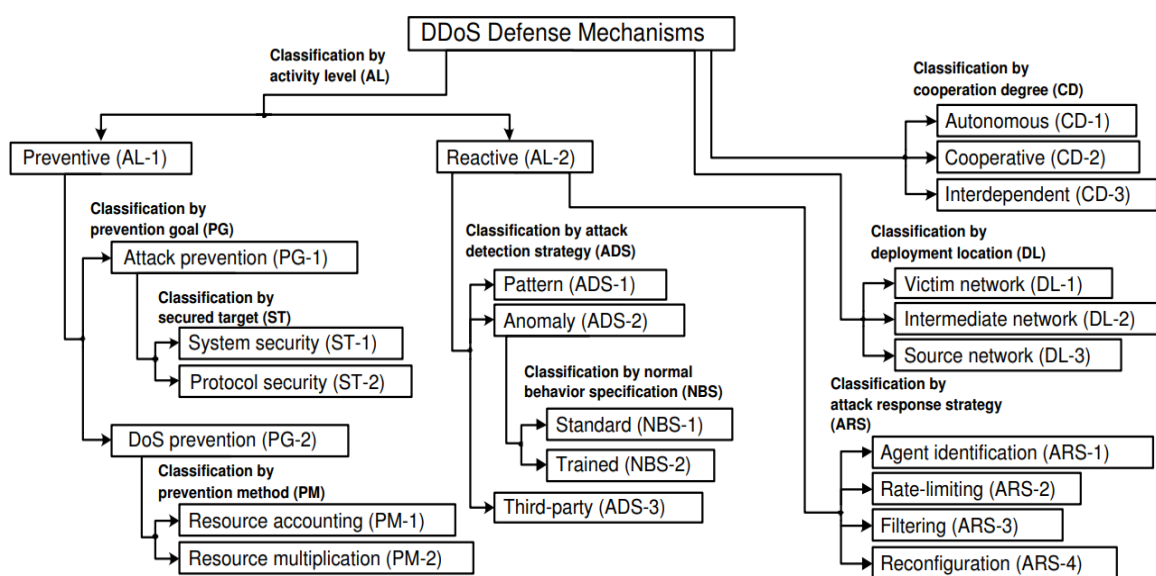


Рис. 2. Методы обнаружения *DDoS* атак

Пассивное обнаружение – это метод, при котором анализ осуществляется на основе журналов событий после завершения действий злоумышленника. Обнаружение может быть оперативным, если удастся выявить атаку в процессе её выполнения.

Проактивное обнаружение, в свою очередь, предполагает выявление атаки до того, как она достигнет целевой системы или нанесет ущерб сервисам. В зависимости от активности определение категории выглядит следующим образом.

1) Основанный на сигнатурах – этот метод требует предварительного знания сигнатурной атаки. *SNORT* – система обнаружения и предотвращения вторжений, определения сетевого трафика и анализа потенциальных воздействий на основе сигнатур и аномалий, представляет собой один из двух широко применяемых подходов к сигнатурному обнаружению.

2) Основанный на аномалиях – этот метод рассматривает любой входящий трафик, который отклоняется от нормального профиля, как аномалию. Для реализации *DDoS* атаки необходимо сначала установить нормальное поведение хоста, а затем соблюдать меры предосторожности от этого поведения.

Общая проблема всех систем обнаружения вторжений на основе аномалий заключается в сложности учёта всех типов нормального поведения трафика. Это может привести к тому, что нормальный трафик будет ошибочно классифицирован как атакующий, вызывая ложные срабатывания. Чтобы снизить их количество используют различные параметры для создания более точных профилей нормального трафика, однако это может увеличить вычислительные затраты на обнаружение атак.

3) Гибридное обнаружение атак:

Гибридный метод обнаружения атак сочетает сильные стороны обоих подходов. Это позволяет достичь высокой точности, минимизировать ложные срабатывания и отрицательные результаты, а также повысить уровень кибербезопасности. Однако, несмотря на снижение количества ложных срабатываний, гибридный подход усложняет процесс и увеличивает затраты на его внедрение.

4) Обнаружение третьей стороной: механизмы, основанные на обнаружении третьей стороной, не выполняют процесс выявления атак самостоятельно, а полагаются на внешние источники, которые уведомляют о возникновении атаки.

Методы защиты от *DDoS* атак и смягчение их последствий

Техника защиты и смягчение последствий подразумевают, что полностью предотвратить или остановить *DDoS* атаку невозможно. Поэтому цель этих методов заключается в минимизации воздействия атаки и обеспечении оптимального уровня обслуживания для легитимных пользователей, пока поставщик услуг продолжает испытывать атаку.

Классификации устойчивости к атакам и методов смягчения, следующие:

1) Избыточное выделение ресурсов. Для противодействия таким атакам используется значительное количество ресурсов, включая высокоскоростное соединение с машиной-жертвой, пул серверов с балансировкой нагрузки и дополнительные маршрутизаторы.

2) Управление очередями маршрутизатора. Методы управления очередями маршрутизатора направлены на снижение воздействия атак или перегрузок, не гарантируя при этом справедливое распределение ресурсов между различными потоками трафика.

3) Планирование трафика маршрутизатора. Алгоритмы планирования трафика маршрутизатора уменьшают влияние перегрузок или атак и регулируют поток данных, однако они могут быть слишком затратными с точки зрения задержек и мониторинга состояния.

4) Целевой роуминг. Активные серверы заранее изменяют своё местоположение среди распределённых однородных серверов, чтобы минимизировать или устранить влияние *DDoS* атак.

Анализ количества *DDoS* атак

На основании открытых источников было проведено исследование количества *DDoS* атак за год, и был составлен график динамики за последние 5 лет. В 2019 было зафиксировано 896114 атак, в 2021 количество *DDoS* атак составило 1084298, в 2022 году составило 1255573, а в 2023 количество атак возросло до 2266198. Динамика представлена на рис. 3.

В настоящее время *DDoS*-атаки представляют собой одну из самых значительных и актуальных угроз в области сетевой безопасности. Они нацелены на доступность интернета, беспроводных сетей и других инфраструктур.

Существующие механизмы защиты от *DDoS*-атак недостаточны, и по-прежнему имеется множество уязвимых компьютеров в сети, которые могут быть скомпрометированы для проведения масштабной скоординированной *DDoS*-атаки.



Рис. 3. График динамики DDoS атак за 5 лет

В последние годы транспортный сектор прошёл цифровую трансформацию, что значительно сказалось как на эффективности работы, так и на удобстве пассажиров. Однако с внедрением новых информационных технологий отрасль становится всё более уязвимой для различных киберугроз, способных нарушить работу отдельных компаний и негативно сказаться на экономике государства в целом. Важно помнить, что технологии должны проектироваться и интегрироваться с учётом принципов информационной безопасности, поскольку усложнение информационных систем увеличивает количество потенциальных киберугроз. Именно поэтому необходимо внедрять защиту от DDoS атак в любую систему.

Список использованных источников

1. Gupta B. B., Joshi R. C., Misra M. *Defending against distributed denial of service attacks: issues and challenges* // *Information Security Journal: A Global Perspective*. – 2009. – Т. 18. – №. 5. – С. 224-247.
2. Tripathi S. et al. *Hadoop based defense solution to handle distributed denial of service (ddos) attacks*. – 2013.
3. Ковалев Д. А. Классификация методов проведения DDoS-атак // *Мир транспорта*. – 2013. – №. 1. – С. 130-134.
4. Mirkovic J., Reiher P. *A taxonomy of DDoS attack and DDoS defense mechanisms* // *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. – 2004. – Т. 34. – №. 2. – С. 39-53.

ОЦЕНКА АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

При нынешнем темпе автомобилизации проблема гарантии безопасности автомобильного движения рассматривается в различных странах как одна из ключевых государственных задач. Это обусловлено большими человеческими потерями и финансовыми убытками в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на автомобильных дорогах.

Опыт эксплуатации автомобилей показывает, что увеличение их количества неизменно сопровождается ростом дорожно-транспортных происшествий. Известно, что безопасность дорожного движения определяется надежностью функционирования системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС) в целом и надежностью каждой из её составляющих. Сбой в работе хотя бы одного элемента данной системы может привести к дорожно-транспортному происшествию. Можно уверенно сказать, что существующий темп ускорение НТП в области автомобилестроения затронуло всю систему «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» и в первую очередь привело к усложнению повышения уровня безопасности движения на автомобильных дорогах. На сегодняшний день нарастающий дисбаланс между числом автотранспортных средств (АТС), состоянием дорожной и технической инфраструктуры, а также качеством управления транспортом и культурой поведения участников дорожного движения оказывает значительное влияние на продолжающийся рост аварийности на автомобильном транспорте. Следует отметить, что на уровень и тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах наряду с отмеченными факторами, также немаловажную роль играет сложность рельефа местности и дорожное условие, т.е. отдельное или совместное влияние двух последних элементов системы ВАДС. Управляя автомобилем в сложных, особенно горных и высокогорных условиях, водитель обычно выбирает режим движения исходя из двух критериев: минимальной затраты времени и обеспечение максимальной безопасности движения. Эти критерии, особенно в сложных горных условиях, противоречивы, так как увеличение

скорости передвижения (для уменьшения затраты времени) всегда порождает проблему обеспечения безопасности этого процесса и является основной причиной ДТП, а также их тяжести.

В связи с этим, при эксплуатации автомобильного транспорта в горных условиях для обеспечения безопасности движения водителям зачастую приходится снижать скорость передвижения и доставки груза до такой степени, что теряется сама суть автомобильных перевозок. Это также приводит к увеличению интенсивности движения и возникновению заторов.

В свете вышеизложенного, техническая эксплуатация автомобильного транспорта в сложных горных и высокогорных условиях Республики Таджикистан имеет свои специфические особенности и трудности. Поэтому задача обеспечения безопасности дорожного движения в этих условиях должна быть включена в перечень приоритетных государственных задач.

Важность данной проблемы обосновывается тем, что на территории Республики Таджикистан, где более 93 % составляют горы, использование автомобилей является не только экономически целесообразным, но и зачастую единственно возможным средством передвижения. Автомобильный транспорт занимает доминирующее место в Единой транспортной системе страны, обеспечивая более 90 % перевозок народнохозяйственных грузов и пассажиров.

Данное состояние не могло не привести к увеличению парка автомобильного транспорта в нашей республике, темпы роста которого за последние годы превосходят развитие других сфер транспортной инфраструктуры страны (рис. 1).

Известно, что интенсивное увеличение количества автомобильного транспорта, наряду с положительным социальным и экономическим значением, без принятия соответствующих мер может привести к росту негативных последствий автомобилизации, среди которых основными являются дорожно-транспортные происшествия (ДТП).

На рис. 2 представлены итоги исследования уровня аварийности на автодорогах страны, основанные на официальных данных УГАИ МВД Республики Таджикистан (РТ) за 2014 – 2023 годы.

Согласно анализу аварийности, в 2023 году в республике было зарегистрировано 1111 дорожно-транспортных происшествий, в результате которых погибли 519 человек и 1179 человек получили ранения. В сравнении с 2022 годом количество дорожно-транспортных происшествий в 2023

году увеличилось на 0,014 %, число погибших возросло на 25 %, а количество раненых уменьшилось на 0,015 %.

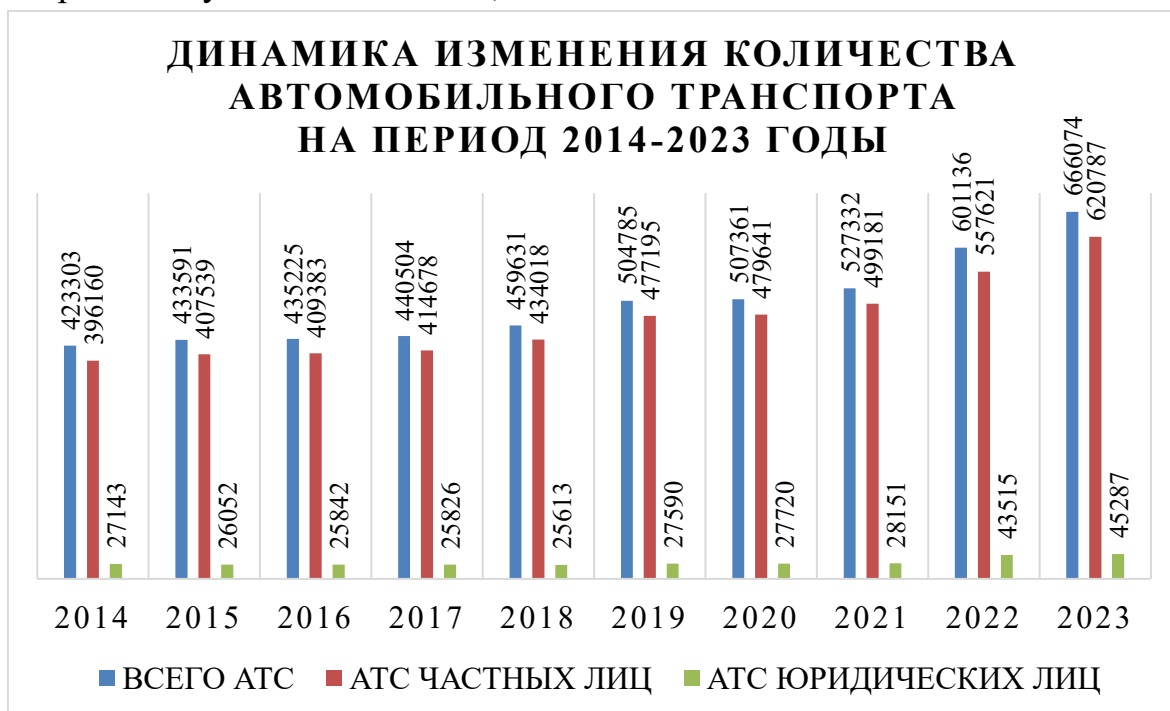


Рис. 1. Динамика изменения количества автомобильного транспорта в Республике Таджикистан за 2014 – 2023 годы

С целью определения степени аварийности и их тяжести был проведен сравнительный анализ количества ДТП в РТ и Российской Федерации (РФ). Динамика аварийности на автомобильных дорогах РФ представлена на рис. 3.

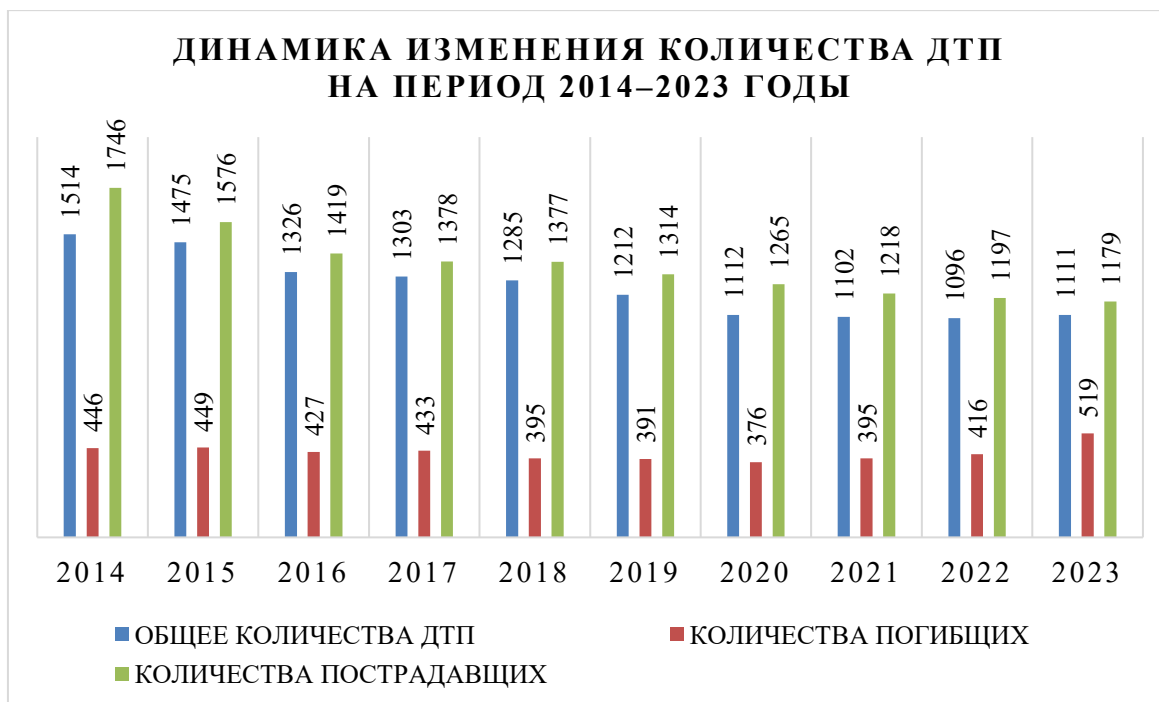


Рис. 2. Динамика изменения количества ДТП в РТ за 2014 – 2023 годы

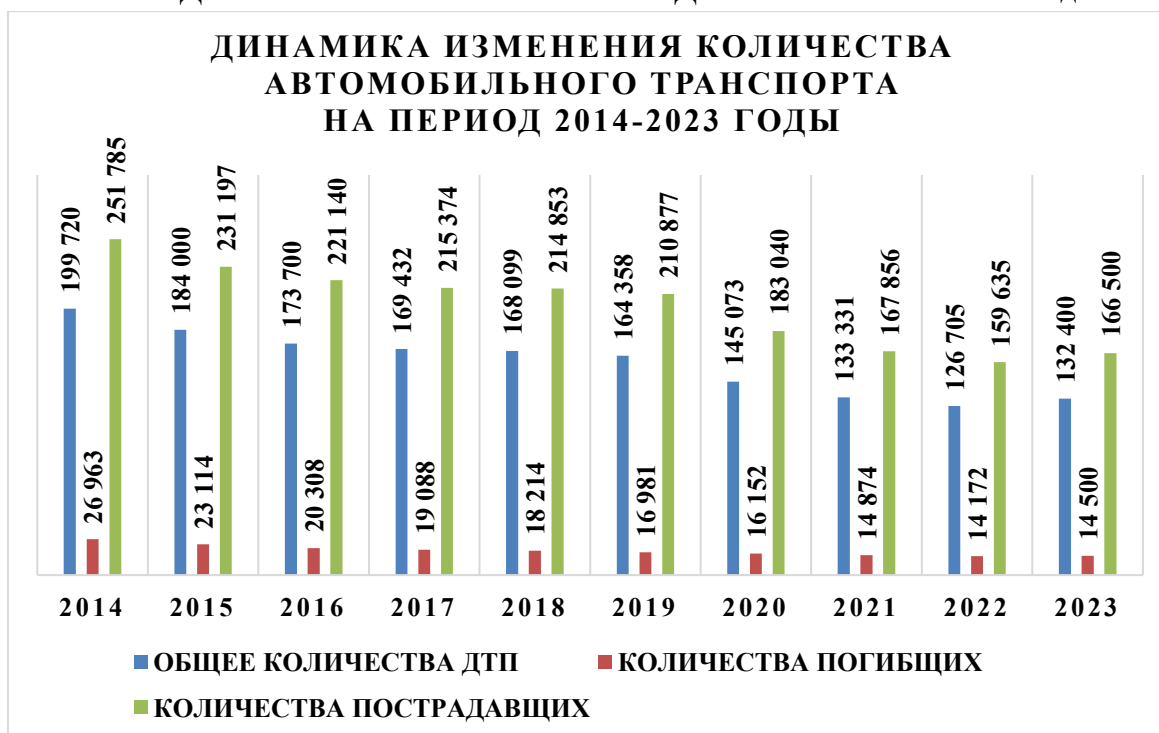


Рис. 3. Динамика изменения количества ДТП на автомобильных дорогах РФ за период 2014 – 2023 годы

Анализ статистических данных показывает, что в горных условиях дорожно-транспортные происшествия характеризуются высокой степенью тяжести последствий. Для более полного понимания последствий дорожно-

транспортных происшествий и сопоставления уровней аварийности в Республике Таджикистан и Российской Федерации были использованы удельные показатели:

$$\text{а) количество погибших на 100 ДТП } q_n = n_n * 100 / N_{\text{ДТП}}; \quad (1.1)$$

$$\text{б) количество раненых на 100 ДТП } q_p = n_p * 100 / N_{\text{ДТП}}, \quad (1.2)$$

где n_n и n_p – количество, соответственно, погибших и раненных; $N_{\text{ДТП}}$ – количество ДТП [1].

Анализ результатов табл. 1 показывает, что в Таджикистане количество погибших на 100 дорожно-транспортных происшествий в 3,02 раза превышает аналогичный показатель в Российской Федерации (см. рис. 4).

Изучение причин ДТП демонстрирует, что некоторые происшествия происходят из-за неудовлетворительного технического состояния автотранспортных средств и плохих дорожных условий. Согласно официальной статистике, доля ДТП, вызванных неудовлетворительным техническим состоянием, составляет около 1 % от общего числа аварий, тогда как из-за плохих дорожных условий – 8 %. Это объясняется тем, что более половины автомобилей, попавших в ДТП, имели серьёзные повреждения, что часто затрудняло получение точных данных о техническом состоянии транспортных средств на месте происшествия.

Таблица 1. Результаты аварийности в Республике Таджикистан и Российской Федерации за период 2014 – 2023 годы

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Общее количество ДТП (РФ)	199720	184000	173700	169432	168099	164358	145073	133331	126705	132400
количества погибших (РФ)	26963	23114	20308	19088	18214	16981	16152	14874	14172	14500
общее количество ДТП (РТ)	1514	1475	1326	1303	1285	1212	1112	1102	1096	1111
количества погибших (РТ)	446	449	427	433	395	391	376	395	416	519
Количество погибших на 100 ДТП в РФ	13,50	12,56	11,69	11,26	10,83	10,33	11,13	11,16	11,18	10,95
Количество погибших на 100 ДТП в РТ	29,45	30,44	32,20	33,23	30,74	32,26	33,81	35,84	37,96	46,71



Рис. 4. Количество погибших на 100 ДТП в Республике Таджикистан и Российской Федерации

Дорожно-транспортные происшествия, вызванные плохим состоянием дорог в горных условиях Таджикистана, обусловлены следующими факторами: низким сцеплением (45 %), плохой видимостью (26 %), неровностями дорожного покрытия (4 %), дефектами покрытия (3 %) и другими причинами. В табл. 2 представлено распределение дорожно-транспортных происшествий в Таджикистане с участием различных типов транспортных средств по техническим причинам.

Тормозные системы составляют 47 % от общего числа ДТП, вызванных техническими неисправностями автотранспортных средств.

Таким образом, чтобы значительно уменьшить количество ДТП, вызванных техническими неисправностями автотранспортных средств, необходимо повысить надежность тормозных систем при эксплуатации.

Таким образом, аварийность на дорогах и улицах страны остаётся высокой и может быть отнесена к наиболее серьёзным социально-экономическим проблемам.

Содержание проблемы безопасности дорожного движения и важность ее решения состоят из ряда компонентов материального и психологического характера. Главным из них являются жертвы дорожно-транспортных происшествий. В условиях Республики Таджикистан количество погибших на 100 ДТП более чем в три раза превышает аналогичный показатель в Российской Федерации.

Таблица 2. Распределение ДТП по техническим неисправностям систем и механизмов АТС

Системы и механизмы	Типы АТС		
	<i>грузовые</i>	<i>легковые</i>	<i>автобусы</i>
Тормозные системы	39	34	30
Рулевое управление	12	14	18
Колеса	10	7	9
Шины	5	23	10
Система освещения	14	13	10
Иное	20	8	23

Решение проблемы безопасности дорожного движения требует проведения комплексных мероприятий и включает в себя:

- совершенствование первоначальной подготовки и систематическое повышение квалификации водителей;
- повышение требований к конструктивной безопасности автомобилей и их техническому состоянию в условиях эксплуатации;
- организацию и оперативное управление движением, включая активное и пассивное регулирование;
- своевременную информацию водителей о постоянных и меняющихся условиях движения по дороге (туман, гололед, ремонтируемые участки) установкой знаков, оповещением в печати, по радио и телевидению, изданием маршрутных карт с указанием опасных мест;
- совершенствование медицинской и технической помощи при дорожно-транспортных происшествиях;
- учет особенностей восприятия водителями дорожных условий в проектировании дорог и организации дорожного движения;
- обучение населения вопросам безопасности движения;
- совершенствование методов расследования дорожно-транспортных происшествий и разработку объективных методов оценки причин возникновения происшествий;
- поддержание службой ремонта и содержания дорог транспортно-эксплуатационных качеств дороги;
- решение задач социологического характера – создание благоприятных условий труда и быта водителей.

Список использованных источников

1. Турсунов А. А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Душанбе, Маориф ва Фарханг 2003. – 356 с.

2. Турсунов А. А. Проблемы технической эксплуатации автомобилей в горных условиях / Проблемы качества и эксплуатации АТС: Сб.- Пенза: ПГАСА, 2002. – С. 31-39.
3. Турсунов А. А. Оценка уровня адаптации автомобилей к условиям эксплуатации / Автотранспортный комплекс. Проблемы и перспективы развития: Сб.- Москва: МАДИ (ГТУ), 2000. – С.138-140.
4. Ежегодный аналитический отчет УГАИ Республики Таджикистан о состоянии аварийности на автомобильных дорогах РТ. Душанбе. 2023 г.

УДК 62-519

Н. Л. Кириллов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВРЕД ЭКОЛОГИИ ОТ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ

В наше время электросамокат, довольно популярное средство передвижение на короткие дистанции. Зачастую его используют в городской местности, чтобы быстрее и без лишних физических усилий преодолеть расстояние, которое можно пройти пешком. Но что из себя представляет электросамокат. По сути своей, это тот же самокат, только с некоторыми основными отличиями. Это наличие аккумулятора, тормозной системы, ручки или кнопки привода в движение (акселератор) и амортизаторов. На некоторых моделях есть дополнительные функции, такие как фары, сигналы и дисплей с информацией о скорости, уровне заряда батареи и других параметрах.

В статье хотелось бы подробно уделить внимание аккумуляторам.

В электросамокате есть несколько видов батарей, выделим две основные:

- Свинцовые
- Литиевые (Литий-ионные)

Свинцовые аккумуляторы

Свинцовые аккумуляторы пользуются меньшим спросом нежели литиевые, но про них тоже стоит упомянуть.

Плюсы свинцовых аккумуляторов для пользователя:

- Дешевый

- Хорошо себя показывает при низких температурах

Минусы:

- Большой вес
- Долгая зарядка
- Небольшая энергоёмкость

В принципе, свинцовые аккумуляторы и свинец, как легирующий элемент уступают место более прогрессивным технологиям. И про вред свинца для здоровья человека сказано не мало, благодаря работам Роберта Паттерсона.

Всё началось с изобретения **тетраэтилсвинца (ТЭЛ)** (рис. 1) в 1921 году Томасом Миджли и Чарльзом Кеттерингом.

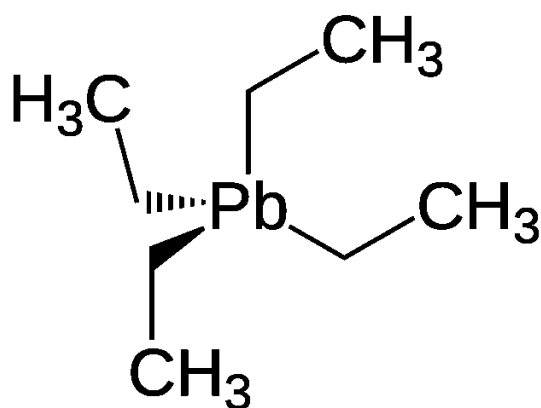


Рис. 1. Формула тетраэтилсвинца

Изобретен он был как присадка для повышения октанового числа у бензина. Всего несколько грамм добавленного свинца в галлон бензина избавляли ДВС от несвоевременной детонации. В тот исторический период тетраэтилсвинец являлся весьма доступным, экономически выгодным и значимым продуктом для автомобильных концернов. Это было обусловлено доступностью и низкой стоимостью свинца, который использовался в различных областях, таких как производство краски, труб, пуль и многих других изделий. Кроме того, бензин с добавлением тетраэтилсвинца успешно заменял спирт в работе двигателей внутреннего сгорания (в то время в США действовал сухой закон, и эта страна являлась ведущим производителем автомобилей), и экономил нефть (На тот момент все думали, что нефть скоро закончится).

Спустя время, после смертей, приобретённых психических расстройств и отравлений сотрудников завода компании «Ethyl

Corporation» летучей жидкостью, тетраэтилсвинцом, Миджли докладывает Кеттерингу о сложившейся ситуации на предприятии, и Кеттеринг, как президент предприятия убеждает Миджли в том, что дело не в свинце, а в технике безопасности. Кеттеринг нанял токсиколога Роберта Кеха, чтобы он всё уладил. Но главная проблема заключалась в том, что про смерти и отравление на заводе узнала пресса, и чтобы ситуация не вышла из-под контроля, Кех вышел на публику и убедил людей в том, что прямых доказательств вреда свинца нету ввёл обязательное обучение сотрудников при работе с тетраэтилсвинцом, переделал вентиляцию в предприятии, разработал и внедрил специальную форму одежды для сотрудников, которая защищала кожу от контакта с химикатами. Под кураторством «*General Motors*», которой принадлежал завод по производству тетраэтилсвинца, Кех создал лабораторию для изучения влияния тетраэтилсвинца на организм человека. Юристы и руководители компании сами решали, какие результаты исследований обнародовать, а какие засекретить.

Первые результаты исследований выявили, что у каждого сотрудника завода был повышенный уровень свинца в крови, вне зависимости от того, непосредственно ли он работал с токсичными элементами или же занимался уборкой территории соседних цехов. Это позволило Кеху сделать вывод о том, что наличие свинца в крови человека является вполне обыденным явлением.

Однако, если это явление является обыденным, то должен существовать определённый уровень содержания свинца в крови, который можно считать нормой. В результате исследования было установлено значение этой нормы – 80 мг/100 мл крови. Однако обоснование этого значения не было представлено.

После этого исследования пресса потеряла интерес к этиловому бензину, и он стал частью мирового производства.

В это время Клэр Паттерсон – американский геофизик, проводил масс-спектральный анализ, чтобы узнать возраст земли, но у него не выходило по причине огромного количества свинца, которой был по всюду. В дальнейшем была собрана экспедиция результаты, которой показали, что запредельное кол-во свинца появилась недавно.

Интересный факт из исследований Паттерсона:

«После изучения останков древних людей обнаружилось, что по сравнению со скелетом современника количество свинца больше в 600 раз».

Спустя некоторое время изучения возможных причин, Паттерсон сделал вывод, что это из-за тетраэтилсвинца.

Было доказано, что:

- уровень свинца в крови людей связан с уровнем преступности.
- в Детройте уровень свинца был самым высоким, что привело к высокому уровню преступности.
- после ограничений уровень свинца в крови начал падать.

Борьба за запрет тетраэтилсвинца была долгой и трудной, но в конечном итоге увенчалась успехом. С 1970-х годов начался процесс отказа от тетраэтилсвинца.

В связи с тем, что тетраэтилсвинец является высокотоксичным веществом и может загрязнять окружающую среду, его использование в качестве присадки к автомобильному топливу было прекращено.

Кроме того, появление каталитических нейтрализаторов в современных автомобилях сделало применение тетраэтилсвинца нецелесообразным, поскольку это вещество может привести к выходу из строя таких устройств.

Однако тетраэтилсвинец всё ещё используется в авиационном бензине и топливе для некоторых гоночных двигателей.

Также тетраэтилсвинец применяется в авиационном топливе для поршневых винтомоторных самолётов, в том числе в США.

В наши дни вместо тетраэтилсвинца используются более безопасные, но всё ещё токсичные высокооктановые присадки, такие как ферроцен или метил-трет-бутиловый эфир. В некоторых странах в качестве присадки применяют этанол, который также обладает высоким октановым числом.

Литиевые аккумуляторы

Литий-ионные аккумуляторы используются в электрокарах и современной электронике, в том числе и в электросамокатах.

Литий – ключевой элемент в современных аккумуляторах, его спрос и добыча растут экспоненциально, литий в современном мире – это подобный нефти в XIX веке продукт.

Добыча лития производится по двум путям:

1. Из пород, обогащённых литием.
2. Из солончаков, в которых большой концентрат лития.

Концентрация лития в солончаках может варьироваться, средняя, минимальная и максимальная концентрация лития составляет примерно 1 400, 900 и 7 000 мг/л соответственно.

Для того, чтобы получить 1 тонну лития потребуется 250 тонн породы.

Если же добыча реализована на солончаке, то нужно переработать 750 тонн соляного раствора для 1 тонны лития. При этом, литий можно очистить от примесей только химическим путём. Это значит, что породу, из которой достали литий, больше никак использовать нельзя, при чём остатки переработки никак не утилизируют. Добавим к этому то, что для добычи 1 тонны лития так же нужно испарить 1900 тонн пресной воды.

К примеру, в Чили, где развёрнуто одно из самых масштабных производств лития, жителям, даже в период, когда нет засухи, не хватает для бытовых нужд пресной воды.

В литий-ионном аккумуляторе, помимо лития, присутствует также кобальт. Однако практически весь кобальт добывается в шахтах Конго, где в основном эксплуатируется детский труд.

Что стоит улучшить и над чем задуматься.

Все, наверное, слышали, что 1 выкинутая пальчиковая батарейка отравляет сколько-то метров. Согласно источникам, одна пальчиковая батарейка отравляет 20 м² земли. В связи с этим возникает закономерный вопрос о том, как следует утилизировать отработавшие свой срок элементы питания. До тех пор, пока человечество не разработает экологически безопасный метод утилизации батареек, их приходится подвергать сжиганию, то есть использовать пирометаллургический. Батарейку полностью сжечь нельзя, и остатки сожжённых батареек, просто закапывают в землю. Или же используют гидрометаллургический метод, растворяют содержимое батареек в химикатах, но не гидрометаллургический, не пирометаллургический методы не могут быть использованы в промышленных масштабах. Идея повторного использования предполагает создание циклической системы потребления, в которой все материалы и ресурсы подвергаются переработке, а не выбрасываются после первого применения, к примеру, как это сделано с алюминиевыми банками. Но идея переработки аккумуляторов натывается в то, что перед утилизацией нужно разобрать, а разные производители используют разные материалы и методы для сборки аккумуляторов, и разобрать аккумулятор при помощи роботизированной конструкции невозможно, так как они все разные. Поэтому разборка аккумуляторов осуществляется человеком, и опасность заключается в том, что при разборке можно с лёгкостью получить химический ожёг, отравление, удар током и многое другое.

Возвращаясь к методам переработки, стоит отметить, что ни один из методов не даст чистого сырья для производства. Для того чтобы избавиться от примесей, на производстве необходимо осуществить как минимум одну

процедуру очистки, что, в свою очередь, повышает стоимость переработанных аккумуляторов и они в несколько раз дороже изготовленных с нуля.

В 2023 году численность проданных электросамокатов в России составляет около 333 тысячи экземпляров. Это означает, что к 2028 году, нас ждёт 666 тонн не утилизируемых аккумуляторов, только с электросамокатов. Если дополнительно взять цифры с электромобилей, то к 2028 году нас ждёт порядка 200 000 тонн не утилизируемых аккумуляторов.

Развитие электротранспорта должно идти рука об руку с развитием возобновляемой энергетики, что, собственно, сегодня и происходит. Очищение структуры генерации неизбежно ведет к снижению углеродного следа производства чего бы то ни было, в том числе и литий-ионных аккумуляторов.

Список использованных источников

1. Тетраэтилсвинец – Википедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тетраэтилсвинец> (дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.
2. Райли Лукас, *The Most Important Scientist You've Never Heard Of*. [Электронный ресурс] / Лукас Райли – URL: <https://www.mentalfloss.com/article/94569/clair-patterson-scientist-who-determined-age-earth-and-then-saved-it> (дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.
3. *Environmental impacts of lithium-ion batteries*. [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impacts_of_lithium-ion_batteries (дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.
4. *The Environmental Impact of Lithium Batteries* – IER. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.instituteforenergyresearch.org/renewable/the-environmental-impact-of-lithium-batteries/> (дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.
5. Келли, Джарод С.; Ванг, Майкл; Дай, Цян; Уинджоби, Олумиде, *Energy, greenhouse gas, and water life cycle analysis of lithium carbonate and lithium hydroxide monohydrate from brine and ore resources and their use in lithium ion battery cathodes and lithium ion batteries*. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921003712> (дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.

УДК 632.151

Н. С. Кокурин (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Ю. К. Кокурина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПЕРЕКРЕСТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Необходимо учитывать то, что в городских условиях автомобильный транспорт совершает постоянные разгоны и торможения, двигаясь с различной скоростью на различных участках автомагистрали. Согласно методике, расчет выбросов следующих вредных веществ: углеводороды (CH); оксид углерода (CO); оксид азота NO_x ; формальдегид; диоксид серы (SO_2); сажа; соединения свинца; бензапирен и др.

В районе перекрёстка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счёт торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автодороги участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

При расчётной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Рассмотрим на примере количество выбросов автомобилей на перекрёстке ул. Мира – ул. Горького города Владимира. Рассчитаем выбросы различных загрязняющих веществ за час, сутки, год. Данные о количестве автомобилей на перекрёстке «в очереди» на запрещающий сигнал светофора были сняты 22 мая 2024 г. в 18:00.

Направление «влево»: запрещающий сигнал действует 120 с из 153 с цикла (47 мин./ч). Количество машин в очереди – 16.

Направление «прямо» по сигналу светофора аналогично направлению «влево». Количество машин в очереди – 20.

Направление «вправо»: запрещающий сигнал светофора действует 80 с из 153 с цикла (31,4 мин./ч). Количество машин в очереди – 5.

Таблица 1. Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрёстка *M' pik*

Наименование категории автомобилей	№ категории	Выброс, г/мин						
		CO	NO _x (в пересчёте на NO ₂)	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)пирен
Легковые	I	0,3	0,01	0,04	0,01	0,3 · 10 ⁻²	0,3 · 10 ⁻³	0,15 · 10 ⁻⁶
Автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т	II	1,8	0,03	0,20	0,03	0,6 · 10 ⁻²	0,9 · 10 ⁻³	0,4 · 10 ⁻⁶
Грузовые от 3,5 до 12 т	III	1,3	0,10	0,50	0,22	1,0 · 10 ⁻²	2,3 · 10 ⁻³	1,0 · 10 ⁻⁶
Грузовые свыше 12 т	IV	2,5	0,13	0,80	0,45	1,2 · 10 ⁻²	3,5 · 10 ⁻³	1,2 · 10 ⁻⁶
Автобусы свыше 3,5 т	V	1,1	0,10	0,52	0,20	1,0 · 10 ⁻²	2,3 · 10 ⁻³	0,9 · 10 ⁻⁶

Из всех категорий автомобилей рассмотрим автомобили 1 категории (легковые автомобили).

1) CO – оксид углерода (при вдыхании связывается с гемоглобином крови что сказывается на центральную нервную систему, вызывает головокружение, головную боль, чувство усталости и замедленную реакцию, вызывает болезнь сердца – стенокардию).

$$16 \cdot 0,3 \cdot 47 = 225,6 \text{ г/ч} - \text{«влево»}$$

$$20 \cdot 0,3 \cdot 47 = 282 \text{ г/ч} - \text{«прямо»}$$

$$5 \cdot 0,3 \cdot 31,4 = 47,1 \text{ г/ч} - \text{«вправо»}$$

$$225,6 + 282 + 47,1 = 554,7 \text{ г/ч} - \text{на перекрёстке за час}$$

$$554,7 \cdot 24 = 1332,8 \text{ г/сутки} - \text{на перекрёстке за сутки}$$

$$1332,8 \cdot 365 = 4859172 \text{ г/год} = 4859,172 \text{ кг/год} - \text{на перекрёстке за год}$$

2) CH – углеводород (раздражают глаза, слизистую и дыхательные пути, провоцируют головную боль, тошноту и рвоту).

$$16 \cdot 0,04 \cdot 47 + 20 \cdot 0,04 \cdot 47 + 5 \cdot 0,04 \cdot 31,4 = 0,04 \cdot (752 + 940 + 157) = 0,04 \cdot 1849 = 73,96 \text{ г/ч} = 1775,04 \text{ г/сутки} = 647889,6 \text{ г/год} = 647,9 \text{ кг/год}.$$

3) NO_x – оксид азота (являются одними из наиболее токсичных компонентов, раздражающе воздействуют на слизистые оболочки глаз, носа, разрушают легкие человека).

$$16 \cdot 0,01 \cdot 47 + 20 \cdot 0,01 \cdot 47 + 5 \cdot 0,01 \cdot 31,4 = 0,01 \cdot (752 + 940 + 157) = 0,01 \cdot 1849 = 18,49 \text{ г/ч} = 443,76 \text{ г/сутки} = 161972,4 \text{ г/год} = 161,97 \text{ кг/год}.$$

4) Сажа – аналогично оксиду углерода. 161,97 кг/год

5) SO_2 – диоксид серы (вызывает раздражение глаз и дыхательных путей, а также приводит к ухудшению функции лёгких).

$$16 \cdot 0,003 \cdot 47 + 20 \cdot 0,003 \cdot 47 + 5 \cdot 0,003 \cdot 31,4 = 0,003 \cdot (752 + 940 + 157) = 0,003 \cdot 1849 = 5,547 \text{ г/ч} = 133,128 \text{ г/сутки} = 48591,72 \text{ г/год} = 148,6 \text{ кг/год}.$$

6) Формальдегид (раздражающие вещества, которые вызывают кашель, зуд и жжение в глазах, головную боль и тошноту).

$$16 \cdot 0,0003 \cdot 47 + 20 \cdot 0,0003 \cdot 47 + 5 \cdot 0,0003 \cdot 31,4 = 0,0003 \cdot (752 + 940 + 157) = 0,0003 \cdot 1849 = 0,5547 \text{ г/ч} = 13,3128 \text{ г/сутки} = 4859,172 \text{ г/год} = 14,86 \text{ кг/год}.$$

Таблица 2. Выбросы загрязняющих веществ в зоне перекрёстка при запрещающем сигнале светофора (в %)

CO	81,0 %
CH	10,8 %
NO_x	2,7 %
сажа	2,7 %
SO_2	2,5 %
формальдегид	0,2 %
другие	0,1 %

Вывод.

Мною был проведен анализ загрязнения приземного слоя атмосферы автомобильной дороги г. Владимира (перекресток ул. Мира – ул. Горького). Исследование показало наличие в воздухе исследуемого перекрестка повышение концентраций CO (оксида углерода) и CH (углеводорода).

Список использованных источников

1. Онищенко, Г. Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека / Г. Г. Онищенко // Иммунология. – 2006. – Т. 27. – № 6. – С. 352-356.
2. Транспорт и окружающая среда / М. М. Болбас [и др.]. – М. : Технопринт, 2003. – 262 с.
3. Денисов, В. И. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В. И. Денисов, В. А. Рогалев. – СПб. : МАПЭБ, 2005. – С 312.
4. Балакин, В. В. Методика оценки загрязнения атмосферного воздуха на улично-дорожной сети города / В. В. Балакин // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России : материалы V междунар. науч.-

техн. конф., 21-23 мая 2008 г., Пенза. : в 2 ч. – Пенза : ПГУАС, 2008. – Ч. 2. – С. 184-189.

5. Бурков, В. Н. Экологическая безопасность / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 92 с.

УДК 632.151

Н. С. Кокурин (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Ю. К. Кокурина** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СОСТАВЛЯЮЩИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Поскольку сегодня загруженность улично-дорожной сети близка к критической, появляется необходимость формирования организационно-технических мероприятий, которые направлены на повышение эффективности использования автомобилей в условиях ограниченности ресурсов.

Предполагается, что экономический эффект мероприятий в области эффективного использования автомобилей определяется за счет сокращения времени доставки грузов и пассажиров, повышения качества транспортного обслуживания, уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и экономических издержек на транспортное обслуживание, а также снижения количества ДТП.

Факторами, оказывающими повышение экономического эффекта, являются:

- скорости движения транспортных средств;
- количество и продолжительность транспортных задержек на пути следования;
- затраты на транспортное обслуживание;
- качество транспортного обслуживания населения;
- экологичность;
- безопасность дорожного движения и т. д.

Оценка социально-экономических эффектов рассматривается как для участков улично-дорожной сети (далее – УДС) или автомобильной дороги, на которых планируется к реализации выбранное мероприятие (комплекс мероприятий) по ОДД, так и на смежных участках УДС, на которых может наблюдаться изменение условий и режимов движения транспортных потоков, связанное с реализацией данного мероприятия (комплекса мероприя-

тий). Протяженность зоны действия (влияния) реализуемых проектных решений определяется посредством натурных наблюдений в «час пик» или транспортного моделирования.

Необходимые для проведения расчетов социально-экономического эффекта исходные данные о составе транспортного потока, интенсивности и скорости движения, получают путем проведения обследований транспортных потоков (оценка исходной ситуации) или транспортного моделирования. Прочие необходимые для расчетов показатели определяются на основе официальной и общедоступной статистической информации.

Экологический эффект от реализации мероприятий по ОДД определяется путем стоимостной оценки снижения количества выбросов загрязняющих веществ от транспортного потока.

Транспорт является одной из ведущих отраслей народном хозяйстве. Любые нарушения в перевозочном процессе сказываются на экономических показателях работы транспорта и всего народного хозяйства в целом. Поэтому социально-экономический эффект от работы транспорта имеет различные составляющие, включая потери от неэффективной организации транспортного процесса, потери от непроизводительных простоев, от воздействия на экологическую среду обитания самого человека и многие другие.

Суммарная величина стоимостной оценки экономического эффекта $S_{(j)}$ включает в себя основные показатели:

- транспортные $\Theta_{\text{тр}}$;
- нетранспортные $\Theta_{\text{нетр}}$;
- от системы В-А-Д-С $\Theta_{\text{ВАДС}}$ и др.

$$S_{(j)} = \Theta_{\text{тр}(j)} + \Theta_{\text{нетр}(j)} + \Theta_{\text{ВАДС}(j)}. \quad (1)$$

Транспортные показатели включают в себя экономический эффект от мероприятий на общественном городском пассажирском транспорте ($\Theta_{\text{пасс}}$), грузовом транспорте ($\Theta_{\text{гр}}$) и легковом транспорте ($\Theta_{\text{л}}$).

$$\Theta_{\text{тр}(j)} = \Theta_{\text{пасс}(j)} + \Theta_{\text{гр}(j)} + \Theta_{\text{л}(j)}. \quad (2)$$

Эффект от транспортных показателей достигается путем изменения скоростного режима, влияющего на эффективность использования автомобилей.

Эффект на пассажирском транспорте получается главным образом:

- от сокращения времени пользования ТС в связи с увеличением скорости движения из-за разгрузки УДС, что приводит к уменьшению интервалов движения транспорта;

- повышения коэффициента использования транспорта пассажирами в связи с увеличением скорости движения и сокращением интервалов движения транспорта и др.

Эффект на грузовом транспорте складывается:

- от сокращения времени доставки и соответственно автомобиле-часов работы автомобилей при заданном количестве транспортной работы, в связи с повышением эксплуатационной скорости движения;

- уменьшение необходимого количества ТС для выполнения транспортной работы за счет увеличения эксплуатационной скорости и уменьшения времени доставки и др.

Эффект на легковом транспорте состоит:

- из увеличения дохода, в связи с сокращением времени в пути пользователей легкового транспорта, а также таксомоторного и ведомственного;

- увеличение дохода при таксомоторных перевозках за счет увеличения скорости движения и др.

Нетранспортный эффект зависит от потерь товарно-материальных ценностей в процессе перевозки, скоропортящихся грузов, количества ДТП и т. д. Эффект по комплексу системы В-А-Д-С состоит:

- из снижения переменных нормативных затрат автомобилей (расход топлива) в связи со скоростным режимом;

- снижение затрат на ГСМ, ремонт и восстановление шин, ТО и ТР, амортизационным отчислениям;

- снижение загрязнения окружающей среды отработавшими газами и уменьшение шумового воздействия, обусловленного изменением скорости движения и др.

Помимо загрязнения воздуха шум от автомобилей является опасным параметрическим загрязнителем окружающей среды. Многие люди в городах с развитой УДС и высокими показателями транспортного потока испытывают воздействие шума более 65 дБА, при этом предельно допустимый уровень (ПДУ) согласно СН 2.24/2.1.8.562-96 считается 55 дБА для территории вблизи жилых домов. Шум оказывает отрицательное воздействие на нервную систему человека, приводит к сердечно-сосудистым и желудочно-кишечным заболеваниям. Человеческий организм способен переносить без последствий в течение долгого времени шумовое воздействие в 20 – 25 дБА,

в случае, когда человек находится в больном состоянии, ощущает действие шума в 30 дБА.

Существует множество способов снижения шумового загрязнения от автомобилей на пути его распространения. Эти способы в большинстве случаев, базируются на детерминированном подходе. При этом некоторые ученые придерживаются иного мнения, считают, что неприемлемо использовать в различных моделях только средние показатели характеристик шумового воздействия без учета их средних квадратических отклонения и коэффициентов вариации.

Шумовая характеристика транспортного потока подразумевает уровень звука, который устанавливается в 7,5 м от оси первой полосы проезжей части и на высоте 1,5 м от поверхности земли.

Учитывая условия движения транспортного потока по УДС города, шумовая характеристика устанавливается для периода с 7-00 до 23-00.

Уровень звука рассчитывается в зависимости от показателей транспортного потока, в частности от интенсивности движения транспортного потока в целом в часы пик, средней скорости движения, а также доли грузового и пассажирского транспорта в транспортном потоке.

Анализ шумовых характеристик позволяет оценить вероятность возникновения шумового загрязнения от автомобильного транспорта.

На основе этого можно назначать необходимые мероприятия для снижения шумового воздействия на окружающую среду и человека от движения транспортного потока по дорогам города.

Список использованных источников

1. Транспорт и окружающая среда / М. М. Болбас [и др.]. – М. : Техно-принт, 2003. – 262 с.
2. Денисов, В. И. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В. И. Денисов, В. А. Рогалев. – СПб. : МАПЭБ, 2005. – С. 312.
3. Балакин, В. В. Методика оценки загрязнения атмосферного воздуха на улично-дорожной сети города / В. В. Балакин // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России : материалы V междунар. науч.-техн. конф., 21-23 мая 2008 г., Пенза. : в 2 ч. – Пенза : ПГУАС, 2008. – Ч. 2. – С. 184-189.
4. Бурков, В. Н. Экологическая безопасность / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин А. В. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 92 с.

5. Корнилова, А. Д. Социально-экономические эффекты от развития транспортной инфраструктуры / А. Д. Корнилова, К. А. Бабенчук // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 7 – 2. – С. 176-183.

УДК 62-519

И. И. Круглов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

С каждым годом информационные технологии всё больше и больше проникают в нашу повседневную жизнь. Использование новых технологий можно увидеть повсеместно, в том числе и в сфере транспорта. Создаются беспилотные такси, умные дороги, онлайн платформы для каршеринга и др. Все эти технологии заставляют окунуться в атмосферу будущего, которого люди ждали долгое время. Как бы хорошо всё это не звучало, но за новыми технологиями следуют и новые проблемы. Столкновение беспилотных автомобилей, сбой в работе умной дороги, утечка данных из приложения каршеринга в сеть. Всё это является следствием такого явления, как кибератаки. В данной статье рассматривается, что такое кибератаки и как они влияют на транспортные системы.

Перед тем как углубиться в тему кибербезопасности в транспортных системах необходимо рассмотреть традиционный транспорт для перевозок груза и пассажиров. Основными видами транспорта являются:

- автомобильный;
- железнодорожный;
- воздушный;
- водный;
- трубопроводный.

Кратко рассмотрим каждый из них. Автомобильный транспорт – это вид транспорта, используемый для перевозок пассажиров и груза по безрельсовым путям. Самый распространённый вид перевозок, но далеко не самый быстрый и экологичный. Автомобильные перевозки составляют примерно 7 % от всех перевозок.

Железнодорожный транспорт – это вид транспорта, используемый для перевозок пассажиров и груза по рельсовым путям. Такой вид транспорта

способен перевозить достаточно большое количество груза и пассажиров на большие расстояния. Хорошо подходит для регулярных перевозок и поставок, однако требует значительное число денежных средств.

Воздушный транспорт – это вид транспорта, используемый для перевозок пассажиров и груза по воздушному пространству. Самый быстрый способ перевозки большого количества груза и пассажиров, но данный способ транспортировки ещё более затратный, чем железнодорожные перевозки.

Водный транспорт – это вид транспорта, используемый для перевозок пассажиров и груза по воде. Рассматриваемый вид транспорта хорошо подходит для международных перевозок. В отличие от других видов транспорта занимает много времени на транспортировку.

Трубопроводный транспорт – это транспортировка жидкого или газообразного сырья по трубопроводу. Такой способ подходит для бесперебойной подачи жидкого или газообразного сырья нефтепродуктов и газа в разные по удалённости точки, однако данный способ требует больших финансовых затрат.

С течением времени для высокой производительности, оптимизации и упрощения многих процессов в транспортные системы постепенно начали внедряться информационные технологии, такие как интернет вещей (*IoT*), умные транспортные системы, платформы совместного пользования и другие. Новые технологии вдохнули жизнь в традиционные транспортные системы и расширили горизонты их использования. Для общего понимания картины необходимо разобраться с данными нововведениями.

Интернет вещей (*IoT*) – это устройство, связанное с облачными сервисами и позволяющее осуществлять мониторинг того или иного процесса, собирая и анализируя данные. Интернет вещей имеет большой спектр применения, связанный со сферой транспорта. Такая технология используется, например, для мониторинга состояния автомобиля. На автомобиле располагаются различные датчики, которые отвечают каждый за свой процесс и, исходя из собранных ими данных, можно оценить техническое состояние автомобиля. Ещё одним ярким примером является управление логистикой. Исходя из информации, которую предоставляют датчики, отслеживающие местоположение автомобиля, есть возможность рассчитывать точное время доставки.

На данный момент существует некоторая технология, называемая умной транспортной системой. Умная транспортная система – это система, в

которую подключены современные информационно-коммуникационные технологии для наиболее оптимального управления транспортными потоками. Данная технология позволяет наиболее эффективно управлять дорогами для уменьшения скопления транспортных средств, а также делает дорожное движение безопасным. Умная дорога может включать в себя такие ключевые моменты, как автоматизированные транспортные средства, автономные транспортные средства, беспилотники и инфраструктура дороги. Автоматизированные транспортные средства представляют собой транспортные средства, в которых предусмотрено выполнение особо важных функций, обеспечивающие безопасность водителю, без его участия. Автономные транспортные средства передвигаются самостоятельно, используя при этом датчики, установленные на своём борту. Беспилотники схожи с автономными транспортными средствами, но при всём при этом они ещё и не имеют водителя. Под инфраструктурой на данной дороге понимается совокупность технических средств, каналов связи, контролирующих устройств и так далее.

Из новых технологий для транспортных систем также применяются платформы совместного пользования. Такие платформы позволяют приобрести в аренду интересующее транспортное средство на срок от нескольких минут до нескольких дней. Данная технология облегчает жизни людям, не имеющим своего личного транспортного средства. Используя такие платформы, можно сэкономить расходы на общественном транспорте, ведь каршеринг бывает порой дешевле, чем поездки на общественном транспорте. Так же такой способ передвижения наиболее комфортен. Помимо каршеринга ещё существуют байкшеринг и кикшеринг. Байкшеринг – это краткосрочная аренда велосипеда, а кикшеринг – это краткосрочная аренда электросамоката. Такой вид транспорта находится на данный момент на пике популярности, так как для управления этими видами транспортного средства не нужно наличие водительского удостоверения, в отличие от каршеринга. На самокате и велосипеде можно добраться быстрее из-за отсутствия пробок.

В вышеперечисленных технологиях довольно много плюсов. Все подходы направлены на улучшение жизни людей, но что произойдёт, если информационные системы вдруг выйдут из строя по разному ряду причин. Существуют такие типы угроз как вирусы и различные вредоносные ПО, хакерские атаки, уязвимости в ПО.

Многие современные транспортные системы полагаются на современные технологии, но часто забывается тот факт, что такие системы могут быть подвержены кибератакам. Вышеупомянутые атаки способны нарушать работу транспортных систем подменяя или используя ложные данные, переводят управление на компьютеры хакеров, которые затем используют это в своих целях, а также такие атаки и вовсе могут разрушить систему.

Нельзя исключать вред различных вирусов и вредоносного ПО. Вирусы способны проникать в системы не заметно и начинают действовать сразу после внедрения. Вирусы имеют потенциал уничтожать фрагменты или целиком файлы, подменять данные, считывать все данные на другое устройство.

Из-за киберугроз, грозящие транспортным системам, предполагаются различные варианты развития событий. Уязвимость системы может вызывать беспокойство у пользователей. Если система подвержена кибератакам, то у людей созревает мысль об опасности. Если система уязвима, значит, она опасна, поэтому будет сокращено число пользователей. Кроме того, данные о пользователях, точках назначения, грузе, транспорте могут быть использованы злоумышленниками и принести как физический, так и моральный вред людям. Можно проиллюстрировать это следующим примером. Имеется умная дорога, которая без проблем распределяет транспортные потоки. И в один момент злоумышленники получают доступ к системе этой дороги. Они нарушают распределение потоков и на участке образуются скопления транспортных средств. Возможны также аварийные ситуации из-за высокой плотности транспорта. Ещё одним примером является использование платформы совместного пользования. При использовании услуг каршеринга необходимо зарегистрироваться в приложении. Для регистрации необходимы личные данные пользователя. Если приложение не безопасно, то при кибератаке данные пользователя могут быть украдены и использованы в корыстных целях злоумышленников.

Самым опасным из предполагаемых последствий кибератак на транспортные системы является физический вред для человека. Примеров на эту тему можно привести великое множество. Используем следующий пример. Некий человек изъявил желание воспользоваться такси с автономным управлением. После воздействия злоумышленников датчики и контролеры, расположенные внутри и снаружи автомобиля вышли из строя и привели к аварийной ситуации с возможным летальным исходом.

Ситуации, которые продемонстрировали результат кибератак, направляют на мысль: а кто виноват в данной ситуации? Законодательные акты большинства стран предусматривают уголовную ответственность за несанкционированный доступ к информационным системам, удаление данных и других преступлений в сфере информационных технологий. Если будет совершена кибератака на систему управления транспортом, то все причастные к этому преступлению будут привлечены к уголовной ответственности. Даже если атака была совершена из другого государства, все исполнители преступления будут наказаны в соответствии с законом. Для преследования таких преступников многие страны вступают в сотрудничество по этому вопросу.

Чтобы предотвратить влияние кибератак на транспортные системы, необходимо ввести определённые стандарты и требования к безопасности таких систем, которые помогут укрепить безопасность. Также благоприятно на вопрос безопасности повлиял бы аудит и надзор за системами безопасности компаний, осуществляющие перевозки. Такие проверки помогали бы выявлять слабые места систем и ставили бы цель устранить выявленные недочёты.

Из-за брешей в безопасности транспортных систем может пострадать жизнь человека. Чтобы минимизировать риск возникновения травм и опасностей для человека необходимо не только создать меры по проверке и тестированию информационных систем, но также сохранять бдительность самому пользователю этих транспортных систем. Например, при использовании какого-либо приложения для каршеринга хорошей практикой было бы проверять стандарты безопасности, которыми пользуется данная компания. При обнаружении сомнительных данных стоит отказаться от пользования услуг этой компании и выбрать альтернативный вариант.

Кибербезопасность в транспортных системах является важной областью, которая требует особого внимания, как со стороны государства, так и со стороны компаний, реализующие транспортные перевозки. В первую очередь при укреплении кибербезопасности снижается риск травмоопасности для человека. Безопасность людей должна быть во главе всего. Укрепление прочности информационных систем в транспортных системах становится первостепенной задачей. Эффективная защита включает в себя комплексный подход, который состоит из множества разных аспектов. Только благодаря тщательной защите можно гарантировать безопасность всем пользователям транспортных систем.

Список использованных источников

1. Агеев С. В. Кибербезопасность и защита информации в транспортной системе России. – Москва: Научный мир, 2021. – 256с.
2. Власов И. П. Киберугрозы в транспорте: теория и практика. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 312с.
3. Что такое кибербезопасность. [Электронный ресурс] // *kaspersky*. URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-cyber-security> (дата обращения: 15.10.2024).

УДК 35.088.2

С. И. Орел (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студентка)

Научный руководитель: **Е. А. Киндеев** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПО НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ МОНТАЖНИКА СТАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Оценка условий труда по напряженности трудового процесса во время проведения специальной оценки условий труда проводится по следующим показателям [1, 2]:

1) плотность световых, звуковых сигналов и сообщений в среднем за один час работы, которые поступают как со специальных устройств (видеотерминалов, сигнальных устройств, шкал приборов), так и при речевом сообщении, в том числе по средствам связи;

2) количество наблюдаемых одновременно производственных объектов;

3) работа, связанная с оптическими приборами (в процентах от времени рабочей смены);

4) нагрузка на голосовой аппарат (общее количество часов, наговариваемое в неделю);

5) монотонность нагрузок (количество элементов (приемов), которые необходимы для осуществления простого задания или в операциях, которые повторяются многократно; время активных действий; монотонность производственной обстановки).

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) по напряженности трудового процесса осуществляется на основании с табл. 1.

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса по плотности сигналов и сообщений в среднем за 1 ч работы проводится путем подсчета количества воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений, распоряжений).

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса по числу производственных объектов, которые наблюдаются одновременно, проводится путем оценки объема внимания (от 4 до 8 несвязанных объектов) и его распределения (способности сразу одновременно сосредотачивать внимание на нескольких объектах или действиях). Оценка условий труда выполняется по данному показателю только в тех случаях, когда после получения информации одновременно от всех объектов наблюдения надлежит совершение определенных действий по управлению технологическим процессом.

Если информация может быть получена путем последовательного переключения внимания с объекта на объект и имеется необходимое количество времени до принятия решения и (или) выполнения действий, а работник обычно переходит от распределения к переключению внимания, то такая работа по показателю числа производственных объектов, наблюдаемых одновременно, не оценивается.

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса во время работы, связанной с оптическими приборами (в процентах от продолжительности рабочего дня или смены), выполняется на основе хронометражных наблюдений.

**Таблица 1. Отнесение условий труда к классу (подклассу)
условий труда по напряженности трудового процесса**

Название показателя напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
сенсорные нагрузки				
плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы, ед.	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
сенсорные нагрузки				
число производственных объектов, наблюдаемых одновременно, ед.	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
работа, связанная с оптическими приборами (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
нагрузка на голосовой аппарат (общее количество часов, наговариваемое в неделю), ч	до 16	до 20	до 25	более 25
монотонные нагрузки				
число элементов (приемов), которые необходимы для осуществления простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в % от времени смены), ч	менее 75	76 – 80	81 – 90	более 90

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса во время нагрузки на голосовой аппарат работника (общее количество часов, наговариваемое в неделю) выполняется с учетом продолжительности речевых нагрузок на основе хронометражных наблюдений или экспертным путем с помощью опроса работников и их непосредственных руководителей.

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса во время монотонных нагрузок проводится с учетом числа элементов (приемов), которые необходимы для выполнения простого задания или многократно повторяющихся операций (единиц), и продолжительности осуществления простых производственных заданий или повторяющихся операций, времени активных действий, а так же монотонности производственной обстановки.

Класс (подкласс) условий труда определяется по показателю напряженности трудового процесса, который имеет наиболее высокий класс (подкласс) условий труда.

**Таблица 2. Итоги оценки условий труда
с учетом напряженности трудового процесса**

Название показателя напряженности условий труда	Класс условий труда
плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы, ед.	2 (допустимый)
нагрузка на голосовой аппарат (общее количество часов, наговариваемое в неделю), ч	2 (оптимальный)
число производственных объектов, наблюдаемых одновременно, ед.	1 (оптимальный)
число элементов (приемов), которые необходимы для выполнения простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	2 (оптимальный)
монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в % от времени смены), ч	1 (оптимальный)

Таким образом, рабочее место монтажника по монтажу стальных и железобетонных конструкций 2-го разряда [3] при оценке условий труда с учетом напряженности трудового процесса относится к классу 2 (допустимый).

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
2. Приказ министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».
3. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС).

УДК 331.453

С. И. Орел (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА УСЛОВИЯ ТРУДА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ

Обеспечение безопасных условий труда в термическом цехе – один из базовых показателей соблюдения мер защиты работающих от возможного действия опасных и вредных факторов.

При термической обработке выделяют на три этапа:

Первый этап – отжиг. На этом этапе нужно уложить детали в контейнер. Далее уложить контейнер с деталями на порог печи. Прогреть в вакуумной печи при $t = 800-900\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 120 мин. Выгрузить деталь из печи. И сдать на проверку ОТК.

Второй этап – закалка. Следует загрузить детали в печь. Прогреть в электрокамерной печи 30 мин. при $t = 860\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Выгрузить детали из печи. Погрузить в охлаждающий бак. Выгрузить детали из охлаждающего бака. Промыть детали в ванне. Выгрузить на пол.

Третий этап – отпуск. На этом этапе следует загрузить детали в печь. Прогреть в электрокамерной печи 90 мин. $t = 530\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Выгрузить детали из печи на пол. После происходит охлаждение деталей на воздухе самопроизвольно. Контроль ОТК.

Технологический процесс при термообработке, структурная схема которого представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурно-логическая схема технологического процесса на рабочем месте термиста

Для реализации описываемого технологического процесса используется оборудование:

- масляные ванны
- камерные термические печи:
 - Н-30
 - СНО-2.12.4/10И2
 - KWS-20

- Соляная ванна В-5391 с раствором хлорида натрия
- Хлорбариевая ванна В-5391
- Установка ТВЧ (ЛВЗ-67)

У термиста на рабочем месте в цехе режим труда и отдыха: продолжительность рабочего дня – 8 ч; время на отдых и личные надобности в течение рабочего дня – 50 мин.; Обеденный перерыв – 30 мин. Таким образом, рабочее время соответствует ТК РФ, не более сорока часов в неделю.

Результаты исследования технологического процесса на наличие вредных и опасных и факторов на рабочем месте идентифицированы химический фактор, АПДФ, шум, микроклимат, тяжесть трудового процесса.

Идентифицированные факторы требуют более подробного инструментального анализа. Результаты анализа воздуха рабочей зоны приведены в табл. 1. Инструментальные исследования показали, что химический фактор не превышает нормативное значение, поэтому класс условий труда равен 2.

Таблица 1. Результаты анализа воздуха рабочей зоны

Химический фактора	Результат измерений	Требование НПА	КУТ	Время воздействия, %**
Углерод оксид** (угарный газ; углерода окись), мг/м ³	<10	20	2	100

Аэрозоли преимущественного фиброгенного действия не превышают нормативное значение, поэтому класс условий труда 2. Показания фактического состояния условий труда представлены в табл. 2.

Инструментальные исследования акустического фактора показали, что нормативное значение уровня шума на рабочем месте не превышено. Таким образом по этому фактору условия труда допустимые, класса 2. Показания фактического состояния условий труда по уровню шума представлены в табл. 3.

Таблица 2. Показания фактического состояния условий труда

АПДФ	Результат измерений	Требование НПА	КУТ	Время воздействия, %**
Алюминий и его сплавы /в пересчёте на алюминий/, X1, мг/м ³	1,4	6/2	2	100
Алюминий и его сплавы /в пересчёте на алюминий/, X2, мг/м ³	0,8	2	2	

Инструментальные исследования акустического фактора показали, что нормативное значение уровня шума на рабочем месте не превышено. Таким образом по этому фактору условия труда допустимые, класса 2. Показания фактического состояния условий труда по уровню шума представлены в табл. 3.

Таблица 3. Показания фактического состояния условий труда по уровню шума

Виброакустический фактора	Результаты измерений	Требование НПА	КУТ	Время воздействия, %**
Участок термообработки	75,76,78			100
Эквивалентный уровень звука, дБА	76,8	80	2	

Параметр микроклимата превышает нормативное значение, поэтому класс условий труда равен 3.2. Показания фактического состояния условий труда по микроклимату представлены в табл. 4.

Таблица 4. Показания фактического состояния условий труда по микроклимату

Параметр микроклимата	Результаты инструментальных исследований	Требование НПА	КУТ	Время воздействия, %**
Участок термообработки	Категория – Па			100
Температура воздуха рабочей зоны, °С	22,6	17.0-23.0	2	
Температурная нагрузка среды, °С	24,8	Не более 25,2	2	
Скорость воздуха в рабочей зоне, м/с	0,1	≤0,3	1	
Влажность воздуха в рабочей зоне, %	36	15-75	2	
Интенсивность теплового излучения в рабочей зоне, Вт/м ²	1960	140	3.2	

По результатам оценки КУТ по каждому из перечисленных вредных и опасных факторов проведена итоговая оценка УТ на рабочем месте. Результаты отражены в табл. 5 и от куда следует, что условия труда вредные второй степени, что соответствует классу 3.2. Сводные данные итоговой оценки УТ представлены в табл. 5.

Таблица 5. Сводные данные итоговой оценки УТ

Идентифицированные факторы производственной среды и трудового процесса	КУТ
Химический	2
АПДФ	2
Шум	2
Параметры микроклимата	3.2
Тяжесть трудового процесса	2
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2

Таким образом исследованы показатели параметров вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте термиста, постоянно занятого у печей на горячих работах, проведено сравнив их с допустимыми нормами условий труда и на основании чего сделан вывод о том, что на данном рабочем месте УТ вредные второй степени с классом 3.2. На рабочих при термообработке изделий необходима модернизация систем защиты работников для уменьшения интенсивности теплового излучения. Это потребует модернизации вентиляционной системы на рабочем месте термиста.

Список использованных источников

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 ноября 2023 г. № 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

СРАВНЕНИЕ ВРЕДА ИОНИЗИРУЮЩЕГО И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЙ

Лазерные технологии прочно закрепляются в нашей жизни. Лазеры используются в различных областях жизнедеятельности человека. От машиностроения до метрологии и медицины.

Название лазера – это аббревиатура с английского языка, которая переводится, как «свет, усиленный за счет вынужденного излучения». Лазерное излучение без особых проблем распространяется на огромные расстояния и может иметь огромную мощность, которая исчисляется сотнями киловатт (в серийных вариантах исполнения). Так же, сфокусированный поток фотонов подчиняется законам оптики и способен преломляться (явление преломления) и отражаться. Данные свойства и позволяют использовать лазерное излучение в практически всех сферах жизни.

Но лазерное излучение помимо пользы организму человека (лазерная коррекция зрения, лазерная хирургия, внутривенное лазерное освечивание крови и т.п.) может принести вред.

Ионизирующее излучение – это энергия, которая освобождается атомами в виде электромагнитных волн, или потока частиц. Ионизирующее излучение может быть природным (источники могут находиться в почве, воде и растениях), так и искусственным.

Ионизирующее излучение бывает нескольких видов и зависит от того, что конкретно излучается. α и β излучение состоит из α и β частиц соответственно. γ -излучение и рентгеновское излучение состоит из электромагнитных волн. Для ионизирующего излучения обязательно необходим источник. Если у лазерного излучения источником является среда накачки, то источником искусственного ионизирующего излучения являются радиоактивные (ядерные) материалы. Так же, стоит отметить, что лазерное излучение, в отличие от ионизирующего, не встречается в природе ни в каком виде.

Ионизирующее излучение, так же, как и лазерное, широко используется в медицинских целях. Например, для прекращения деления раковых клеток, для диагностирования переломов, вывихов и пр.

Негативное воздействие лазерного излучения на человека.

Травмы, получаемые человеком от лазерного излучения в основном термические. Таковыми являются ожоги различной степени, которые зависят от мощности излучения и глубины проникновения излучения, которое, в свою очередь, зависит от параметров излучения (длины волны), свойств кожи и методики воздействия на неё.

Помимо опасности для кожи, лазерное излучение так же представляет опасность для глаз. Так, например, сетчатка глаза поражается излучением видимого (380 нм – 700 нм) и ближнего инфракрасного спектров. Ультрафиолетовое и дальнее инфракрасное излучения сетчатки не достигают, но, в свою очередь, могут повредить роговицу глаза, его радужку и хрусталик.

У тех, кто длительное время работает с лазерами, есть риск развития нервов, и проблемы с сердечно-сосудистой системой.

Первые предельно допустимые уровни лазерного излучения в России для некоторых длин волн были установлены в 1972 году, спустя 12 лет после разработки первого лазера (1960г.). В настоящее время данные уровни регулируют нормы СанПиН 1.2.3685-21.

Механизм защиты от лазерного излучения строится, в основном, на защите глаз и кожи.

Для защиты глаз от рассеянного или прямого излучений, необходимо в обязательном порядке использовать защитные очки, стекла которых подбираются в зависимости от длины волны излучения. А для защиты кожи, в свою очередь, необходимо соблюдать требования инструкций по охране труда, и не подставлять под излучение различные части тела.

Так же, для минимизации вреда для сотрудников, используют рациональную установку источников лазерного излучения, проводят инструктажи, а также используют минимально возможную мощность потока, которая необходима для достижения цели.

Негативное воздействие ионизирующего излучения на человека.

Пусть и ионизирующее излучение встречается в природе, но оно слишком мало, чтобы нанести вред живым организмам, и является допустимым.

Стоит отметить, что ионизирующее излучение поджидает нас и в природе, и в быту, в отличие от лазерного, а сами радионуклиды никогда полностью не исчезнут из организма

Существует два вида воздействия ионизирующего излучения – внутренний и внешний.

Внутреннее воздействие получается в результате проникновения радионуклидов через дыхательные пути или пищеварительный тракт и в кровоток, и прекращает свое воздействие при выведении из организма, будь то естественный путь, или лечение.

Внешнее воздействие возникает при оседании радиоактивных частиц из воздуха на одежду или кожу. Такой материал чаще всего получается удалить обыкновенным мытьем, или стиркой.

Вред, наносимый ионизирующим излучением человеку, зависит от полученной дозы облучения. Единицей измерения являются Зиверты. Облучение может вызывать различные нарушения обмена веществ, бесплодие, ожоги. Наибольшую опасность из всех последствий представляет повышенный риск развития онкологических заболеваний, в том числе лейкемии (рака крови).

Ионизирующее излучение может воздействовать и на плод беременной женщины, вызывая генетические мутации. Данный аспект мало изучен, но доподлинно известно, что риск мутаций растет пропорционально дозе радиации.

В качестве средств защиты от ионизирующего излучения можно использовать приём отдаления рабочего места от источника, экранирование источника различными материалами (свинец), а также сокращение времени работы с источником.

Для минимизации травмоопасности необходимо использовать источники с минимальной радиоактивностью, если это позволяет конкретная задача.

Сравнение вреда лазерного и ионизирующего излучений.

Итак, изучив аспекты двух видов излучений, можно выполнить сравнительный анализ вреда, наносимого ими.

Лазерное излучение опасно в основном ожогами, получаемыми при несоблюдении техники безопасности. От травм, полученных от лазерного излучения, можно избавиться навсегда. Ожоги со временем заживут. Более того, его не существует в природе, следовательно, оно является искусственным. Другими словами, шанс крупных техногенных катастроф с лазерным излучением крайне мал из-за особенностей оборудования и механизма появления излучения. Дополняя, можно сказать, что зона поражения лазерного излучения является очень маленькой, так как сфокусированный пучок огромной мощности имеет малый диаметр.

С ионизирующим излучением всё обстоит иначе. Оно существует в природе, поэтому человек ежедневно получает малую его дозу. В целом, полученное организмом ионизирующее излучение, невозможно полностью вывести из организма. А от таких последствий, как рак крови, или генетические мутации – избавиться просто невозможно. Защититься от ионизирующего излучения так же сложнее, чем от лазерного. Не каждый человек способен на себе нести толстые пластины свинца. Защита становится действительно эффективной при условии стационарной работы. Более того, с участием радиации зафиксирована крупнейшая техногенная катастрофа в мире, случившаяся в городе Чернобыль в 1986 году.

Подведя итог, можно сказать, что наиболее опасным является ионизирующее излучение. Оно приводит к более широкому спектру проблем в организме, а защита от него сложнее, чем от лазерного излучения.

И тот, и другой вид излучения широко используются в различных сферах жизнедеятельности человека. Важно помнить, то для безопасной работы с данными излучениями надо соблюдать инструктажи по безопасности, требования норм и инструкций охраны труда.

Эти два излучения не только приносят огромный вклад в научно-техническое развитие человечества, но и выступают большой опасностью при работе с ними.

УДК 504.054:656.7

Г. А. Патрикеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АКТУАЛЬНОСТЬ ВОСПИТАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

С момента возникновения человеческой мысли наши далёкие предки начали размышлять о гармонии, как о высшей степени комфорта в взаимодействии социума, окружающей среды сферы высшего разума. Как простроить связи, выстроить взаимоотношения и тем самым сделать свой мир максимально безопасным? В разные временные периоды понятийная сфера процессов называлась по-разному, сейчас мы будем говорить о формировании экологического мышления. Экологическое мышление – это устойчивое

понимание ценности и взаимосвязи всех элементов экосистемы Земли, ощущение ответственности за возможные последствия своих действий с точки зрения сохранения природы и жизни на планете.

Экомышление: Компас для будущего.

В стремительно меняющемся мире, где глобальные вызовы требуют новых подходов, экологическое мышление становится не просто актуальным, а необходимым навыком для выживания. Эксперты *Global Education Futures u WorldSkills Russia* в докладе «Навыки будущего» определяют экомышление как способность «понимать взаимосвязь мира, воспринимать свою деятельность в контексте всей экосистемы, поддерживать эволюционные процессы». Это не просто абстрактная концепция, а базовый навык XXI века, особенно для молодого поколения, которое столкнется с последствиями климатических изменений, дефицитом ресурсов, экологическими катастрофами и другими проблемами, определяющими будущее нашей планеты.

От «зелёных» мегаполисов до выживания вида.

Перед нами встают фундаментальные вопросы: как создать «зелёные» мегаполисы или системы экопоселений? Как сохранить исчезающие виды флоры и фауны? Как защититься от новых эпидемий и техногенных катастроф? И, наконец, как обеспечить выживание человечества в условиях стремительных и необратимых изменений? Ответы на эти вопросы не лежат на поверхности. Для их поиска необходима глубокая экологическая база знаний и развитое экомышление, которое станет «мета-навыком» XXI века.

Экологическое мышление: ключ к качеству жизни.

Независимо от профессии, социального статуса, вероисповедания, национальности или возраста, наличие развитого экологического мышления существенно повышает качество жизни. В быту это проявляется в экологичном образе жизни, контроле над отходами, осознанном выборе товаров и услуг, отказе от бесконтрольного потребления, бережном отношении к природе. На профессиональном уровне экологическое мышление означает ответственность и понимание последствий решений, которые могут влиять на сохранение природных экосистем.

Лидерство в экологической сфере

Современные лидеры – это не просто те, кто умеют вести за собой, а те, кто вовлекают людей в свою деятельность, демонстрируя при этом вы-

сокую степень экологического мышления. Это именно те люди, которые понимают, что только совместными усилиями мы сможем сохранить планету для будущих поколений.

Экологический кризис – это не просто абстрактная проблема, а реальность, затрагивающая каждого из нас. Загрязнение воздуха, вырубка лесов, мусорная катастрофа, дефицит чистой воды – все это оказывает негативное влияние на здоровье, экономику и качество жизни. От экологии к экономике. Экологическая сфера тесно связана с экономикой. Последствия экологических бедствий, таких как пожары, наводнения, засухи, обходятся государствам в огромные суммы. Рост заболеваний с экологическими первопричинами, смертность от аномальной жары и задымления – все это свидетельствует о масштабах экологической безграмотности и требует незамедлительных действий. Экологическое мышление: потребность всех профессий. Развитое экологическое мышление становится необходимым для всех профессиональных сфер.

Глобальные изменения в энергетике, появление новых экологических профессий (экоаналитик) – все это свидетельствует о возрастающей роли экологических знаний. Компании, внедряя принципы *ESG (environmental, social and corporate governance)* и ЦУР (цели устойчивого развития ООН), понимают, что для реализации этих стратегий необходимы грамотные управленцы и специалисты с развитым экологическим мышлением. Новая парадигма: от «зелёного» движения к глобальной трансформации *Global Education Futures u WorldSkills Russia* прогнозируют переход к более целостному пониманию экосистемы Земли, роли человечества и технологий в эволюции биосферы. «Зелёное» движение в России отмечает растущий интерес общества, бизнеса и государства к экологическим проблемам, но для их решения необходимо развивать экологическое мышление на всех уровнях – бытовом, социальном, профессиональном.

Каждый из нас может внести свой вклад необязательно быть изобретателем фильтров для воды, чтобы изменить ситуацию. Простое экологическое сознание в быту, отказ от одноразовой посуды, сортировка мусора – все это важные шаги в создании экологически ответственного образа жизни.

Формирование экологической культуры: основа выживания. Создание экологически ответственных сфер личности, развитие экологической эмпатии – задачи, стоящие перед экологическим воспитанием. Государственная политика: ключ к успеху. Необходимо ввести в систему образования эколо-

гическое образование, целью которого станет формирование общественного мировоззрения, основанного на научных знаниях и практическом опыте ответственного отношения к окружающему миру. Важно сформировать у людей понимание взаимосвязи между человеком, обществом, технологиями и природой, и дать им знания о решении возможных локальных социальных и экологических проблем.

В рамках воспитания экологического мышления необходимо работать с социальной ответственностью, формировать социально активную позицию, понимание гражданского отклика на социально-экологические проблемы, формирование личной ответственности за процессы, происходящие в окружающей природе. Конечно же необходимо уметь анализировать процессы, происходящие в экологической сфере, уметь прогнозировать последствия взаимодействия человека и природы, уметь объединять единомышленников, а также брать самостоятельную ответственность при принятии решений в особенно значимых экологических вопросах.

Современные экологические конфликты, ставшие символом хрупкости нашего мира, подчеркивают ключевую роль экологической грамотности и развитой экологической культуры в формировании устойчивого будущего. Для реальных перемен в отношениях человека и природы необходима экологизация общественного сознания. Мир неумолимо меняется, и «зелёная» повестка становится неотъемлемой частью глобальной экономики. Корпорации все больше осознают свою ответственность перед окружающей средой, а «эко-номика» стремительно становится лидирующей отраслью. Чтобы оставаться в курсе этой трансформации, необходимо пристально следить за специализированными изданиями, новыми исследованиями и актуальными книгами. Наша планета – это хрупкая система, где все взаимосвязано. Человечество только сейчас начинает понимать, что будущее планеты целиком зависит от его действий. Экологическая повестка звучит все громче, и к голосам активистов присоединяются правительства, корпорации и молодые поколения. «Зелёные» технологии и экологическое сознание становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни.

Переосмысление потребительской парадигмы

В XX веке человечество значительно увеличило объемы производства, что привело к повышению уровня жизни и благосостояния. В то же время, этот прогресс оказал негативное влияние на окружающую среду. По данным Всемирного экономического форума, за последние десятилетия че-

ловечество уничтожило 83 % диких млекопитающих и половину всех растений. Мы живем в эпоху, когда потребление природных ресурсов превышает возможности планеты к их восполнению на 50 %. Такая тенденция чревата катастрофическими последствиями. Если мы не изменим свою модель потребления, то уже через 30 лет нам потребуется три такие планеты, как Земля, чтобы удовлетворить все потребности.

Необходимость перехода к устойчивой модели развития

Современный экономический цикл, основанный на безудержном потреблении ресурсов, ведет к разрушению экосистем и угрожает будущему человечества. Мы должны пересмотреть модель производства и потребления, внедрить принципы устойчивого развития и минимизировать влияние человека на природу. Переход к «эко-номике» – это не просто модное веяние, это необходимость, диктуемая угрозой экологического кризиса. Мы должны действовать сейчас, чтобы сохранить планету для будущих поколений. В настоящее время мы оказались в ситуации, когда становится ясным: если мы будем продолжать производить и потреблять в том же темпе, у будущего поколения мало шансов на выживание на этой планете.

В вопросах экологического мышления уравниваются аргументы о первичности, важности образования или воспитания, в вопросах экологии важно знать, уметь применять знания, но не менее важно хотеть задумать о важности экологичности нашей жизни. И учить думать о нашем общем эко-доме надо как можно раньше-это в наших общих интересах.

Список использованных источников

1. Лаборатория Сенса. Экология мышления: Словарь терминов [Электронный ресурс]. URL: <https://labsense.ru/glossary#:~:text=> (дата обращения: 15.10.2024).
2. RBC Тренды. Зеленая трансформация [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/5e7a52849a79477d322a42e3>. (дата обращения: 15.10.2024).
3. Богданов, В. Д. (гл. ред.). (2023). Экология [Печатная версия]. – ISSN (PRINT) 0367-0597.
4. Фонд научных исследований «XXI век». (2024). Биосфера. – Том 16, № 2.

УДК 35.088.2

У. В. Прокопьева (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студентка)

Научный руководитель: Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ МАШИНИСТА КОТЕЛЬНОЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

Работа машиниста в котельной на твердом топливе сопряжена со средними физическими нагрузками, но имеет ряд факторов, которые делают труд потенциально опасным.

В соответствии с Федеральным законом РФ от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», на основании указаний Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.01.2014 г. №33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда; Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (в ред. посл. изм. и доп.), в рамках Договора № 34/21-ВЛ от 11.10.2021 г. экспертом по специальной оценке условий труда для целей специальной оценки условий труда была проведена идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочем месте машиниста котельных установок.

В процессе проведения процедуры идентификации:

а) учтены:

- производственное оборудование, материалы и сырье, используемые работниками на рабочем месте и являющиеся источниками вредных и (или) опасных производственных факторов, в том числе факторы, при наличии которых в случаях, установленных законодательством РФ, проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры работников;

- результаты ранее проводившихся на данных рабочих местах исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов;

- случаи производственного травматизма и (или) установления профессионального заболевания, возникшие в связи с воздействием на работника на его рабочем месте вредных и (или) опасных производственных факторов;

- поступившие предложения работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

б) изучены:

- эксплуатационная и иная документация на применяемое оборудование (машины, механизмы, инструменты и приспособления), используемое работником на рабочем месте;

- технологические процессы, реализуемые работниками, занятыми на рабочих местах, подлежащих специальной оценке условий труда;

- должностные и технологические инструкции, инструкции по производству работ, технологические карты и иные документы, регламентирующие исполнение работниками своих трудовых обязанностей;

- сведения и информация о рабочих местах, предоставленные Комиссией по проведению специальной оценки условий труда.

По результатам проведения идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов выявлено рабочее место машиниста, на котором потенциально вредные и (или) опасные производственные факторы идентифицированы.

На основании Протокола проведения исследований (испытаний) и измерений химического фактора (дата проведения исследований (испытаний) и измерений: 12.10.2021) фактические и нормативные значения измеряемых параметров приведены в табл. 1.

Таблица 1. Фактические и нормативные значения химического фактора

Наименование вещества (рабочей зоны)	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс опасности	Класс условий труда	Время воздействия, %
Котельная (машинный зал)					
Углерода оксид** (угарный газ; углерода окись), мг/м ³	4.6	20	4	2	80

** При длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч предельно допустимая концентрация оксида углерода может быть повышена до 50 мг/м³, при длительности работы не более 30 мин. – до 100 мг/м³, при длительности работы не более 15 мин. – 200 мг/м³. Повторные работы при условиях повышенного содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее, чем в 2 ч.

Угарный газ относится к веществам с остронаправленным механизмом действия, требующим автоматического контроля за их содержанием в

воздухе (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Постановлением главного государственного санитарного врача РФ №2 от 28.01.2021 г.).

Заключение: фактический уровень вредного фактора соответствует гигиеническим нормативам; итоговый класс (подкласс) условий труда – 2 (допустимый).

На основании Протокола исследований (испытаний) и измерений микроклимата (дата проведения исследований (испытаний) и измерений 12.10.2021) фактические и нормативные значения исследуемого (испытываемого) и измеряемого вредного и (или) опасного фактора приведены в табл. 2.

Таблица 2. Фактические и нормативные значения исследуемого (испытываемого) и измеряемого вредного и (или) опасного фактора

Наименование места проведения исследований (испытаний) и измерений вредного и (или) опасного фактора	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс (подкласс) условий труда	Продолжительность воздействия вредного и (или) опасного фактора, %
Котельная (машинный зал)		Категория – Пб	2	80
ТНС-индекс (h-0,1 м), °С	22.3	<24.0	2	
ТНС-индекс (h-1,5 м), °С	22.4	<24.0	2	
Скорость движения воздуха (h-0,1), м/с	0.1	≤0.2	1	
Скорость движения воздуха (h-1,5 м), м/с	0.1	≤0.2	1	
Влажность воздуха, %	28.6	15-75	2	

Заключение: фактический уровень вредного фактора соответствует гигиеническим нормативам; итоговый класс (подкласс) условий труда – 2 (допустимый).

На основании Протокола проведения исследований (испытаний) и измерений аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (дата проведения исследований (испытаний) и измерений – 12.10.2021) фактические и нормативные значения измеряемых параметров приведены в табл. 3.

Заключение: фактический уровень вредного фактора не соответствует гигиеническим нормативам; итоговый класс (подкласс) условий труда – 3.1 (вредный) (на основании п. 23 «При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны двух и более вредных химических веществ разнонаправленного действия отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда

при воздействии химического фактора осуществляется по вредному химическому веществу, концентрация которого соответствует наиболее высокому классу (подклассу) условий труда и степени вредности. При этом: присутствие любого количества вредных химических веществ, фактические уровни которых соответствуют подклассу 3.1 вредных условий труда, не увеличивает степень вредности условий труда...» раздела IV Методики проведения СОУТ, Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

**Таблица 3. Фактические и нормативные значения измеряемых параметров
воздушной среды**

Наименование вещества	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс опасности	Класс условий труда	Время воздействия, %
Пыль (углерода пыли), мг/м ³	17.4	-/6	4		50
Среднесменные значения концентрации:					100
Пыль (углерода пыли), мг/м ³	8.7	6		3.1	

УДК 614.849

С. Г. Светушенко (директор ООО «Аудит Сервис Оптимаум», ст. преподаватель ВлГУ, Владимир, член ТК 274, член ТК 465)

ПРОБЛЕМЫ ТУШЕНИЯ И НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОВРЕЖДЕННЫМ АККУМУЛЯТОРНЫМ БАТАРЕЯМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В данной статье рассматриваются новые технологии, связанные с высоковольтными аккумуляторными батареями, пожары аккумуляторных батарей, новые нормативные требования пожарной безопасности, пути решения проблем.

Ключевые слова: аккумуляторы, пожары, новые нормы.

В настоящее время значительно возрос объём применения литий-ионных высоковольтных аккумуляторных батарей (далее ВВБ) в бытовой технике и на транспортных средствах с тяговым электроприводом или с комбинированными энергоустановками (далее ТС ТЭП). При хранении поврежденной ВВБ, демонтированной или в составе поврежденного ТС, может возникнуть горение с причинением существенного вреда. В ходе рассмотрения проектов стандартов, разработанных ФГУП «НАМИ» [1], установлено: ВВБ имеет от 3 % до 15 % электролита, который является легковоспламеняющимся веществом, которое при нагреве приводит к выделению различных токсичных газов и веществ, горючих газов.

Были рассмотрены редакции проектов национальных стандартов, разработанных ФГУП «НАМИ» по Программе национальной стандартизации на 2023 год [2]: ГОСТ Р «Требования по формированию зон хранения поврежденных высоковольтных аккумуляторных батарей», шифр ПНС: 1.2.274-1.322.23; ГОСТ Р «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками. Меры предосторожности при обращении с высоковольтными аккумуляторными батареями с механическими повреждениями», шифр ПНС: 1.2.274-1.323.23.

Повреждённая ВВБ представляет опасность поражения электрическим током ввиду наличия в ней постоянного напряжения до 1000 В. Если ВВБ находится в составе повреждённого ТС, может возникнуть вероятность поражения переменным электрическим током.

Для поврежденной ВВБ необходимо использовать специализированные герметичные контейнеры и размещать их на специальном кислотоупорном поддоне с возможностью слива вытекшего электролита для дальнейшей его утилизации. Для транспортирования поврежденных ВВБ установлен 9 класс опасности электролита по ГОСТ Р 57478.

При тепловом разгоне ВВБ выделяются CO , NO , SO_2 , HCL , HF , CO_2 , а также испарения электролита и продуктов неполного сгорания различных видов пластика. По мерам безопасности - необходимо применять лицевые маски из изолирующих материалов в комплекте с фильтрами или изолирующие СИЗ органов дыхания или автономные дыхательные аппараты со сжатым воздухом. Существует опасность поражения электрическим током (напряжение постоянного тока до 1000 В), поэтому необходимы перчатки диэлектрические. Решения по локализации горения: укрывные материалы, первичные средства пожаротушения, тонкораспыленная вода и водяные струи для охлаждения ВВБ, система тушения с гидроабразивной резкой. В

дальнейшем ТС ТЭП с признаками повреждённой ВВБ предполагается хранить на открытых площадках и в зданиях, имеющих необходимые противопожарные расстояния до рядом стоящих объектов. Испытания по тушению: огнетушители ОУ-2, порошковые (ОП), воздушно-эмульсионные (ОВЭ), специальные огнетушители (ОПС) и спецсостав – гидрогель «Эпотос». Наиболее эффективно проявил как спецкомплекс «Кобра» – ВВБ после инициирования теплового разгона была потушена, температура понижена.

Кроме этого, нами установлено, что и Гидрогель ЭПОТОС также проявил себя эффективно, но это не было отражено в материалах НАМИ. В проектах нормативных документов остались нерешенными комплекс мер, тематика новая и требует значительных проработок решений по:

- огнетушителям для металлов (класс *D*);
- покрывала для изоляции очага возгорания и для укрытия подверженных транспортных средств;
- решений по огнестойкости специальных контейнеров для хранения ВВБ;
- испытаний и апробации средств и систем обнаружения, и тушения пожаров в помещениях;
- огнестойкости противопожарных преград помещений хранения ВВБ:
- по обезвреживанию и (или) удалению (разрушению, нейтрализации) токсичных и опасных химических веществ с поверхности или из объема загрязненных веществ и объектов
- применения аппаратов дыхательных со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания, специальной защитной одежды пожарного от повышенных тепловых воздействий
- противодымной вентиляции для удаления газов и дыма после срабатывания автоматических установок газового, аэрозольного или порошкового пожаротушения в помещения с ВВБ (или передвижные установки);
- применения и размещения датчиков дозрывоопасной концентрации;
- наличие запаса пенообразователя и воды для пожаротушения, наличие пожарной мотопомпы при хранении в здании и т.п.

Как предложения, направленные на повышения уровня противопожарной защиты, предлагались в проекты норм внести решения по оснащению автоматическими установками пожаротушения и системой пожарной сигнализации как «Помещения высоковольтных испытательных залов, экранированные горючими материалами» по СП 486.

В мировой практике сложились правила, когда изготовитель ТС ТЭП обладает специальными данными о производимой продукции и предоставляет информацию об условиях хранения своей продукции, а также информацию о том, как уменьшить опасность при обращении с поврежденной ВВБ. В соответствии с общими требованиями изготовитель ВВБ несет ответственность за информирование конечных пользователей о потенциальных опасностях, связанных с эксплуатацией ТС ТЭП на всех этапах жизненного цикла, включая утилизацию.

Анализ нормативной документации: *UL1642 Standard for Lithium Batteries* – стандарт для литий-ионных аккумуляторных батарей; *IEC 62133, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes*; *UL 2054 Standard for Household and Commercial Batteries* UN 38.3 (UN/DOT, Dept of Transportation); *IEC 62281, Safety of primary and secondary lithium batteries cells and batteries during transport*; *IEC 60950-1* Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования; *ISO 12405-1* Транспорт дорожный на электрическом тяге. Методы испытания тяговых литий-ионных батарейных блоков и систем. Высокомощные применения; ДОПОГ [3] дорожная перевозка опасных грузов (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов) показал, что:

В соответствии с Европейским соглашением о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) поврежденная ВВБ отнесена к опасным грузам класса 9 (прочие опасные вещества и изделия). Для перевозки и безопасной упаковки опасных грузов, в зависимости от географического района и вида ТС, следует применять международные / национальные правила, например, ДОПОГ для дорожного транспорта.

На поврежденную ВВБ следует нанести следующие обозначения по ГОСТ *ISO 3864-1*. Применяемые СИЗ должны соответствовать [4]. Основные поражающие факторы: а) брызги электролита. Необходима защита от твердых и жидких аэрозолей химических веществ), с ограниченным сроком эксплуатации, в комплектах и отдельными предметами одежды, по ГОСТ *ISO 16602* и ГОСТ *EN ISO 13982-1*.

Примечание – Электролит: смесь *LiPF₆* с этилен-, диметил-, диэтил- и этилметилкарбонатом, а также добавки фторэтилена и винилкарбоната.

Токсичные газы, выделяемые при тепловом разгоне ВВБ: *CO*, *NO*, *SO₂*, *HCL*, *HF*, *CO₂*, а также испарения электролита и продуктов неполного сгорания различных видов пластика (конструктив ВВБ).

В работе НАМИ [2] были представлены «Исследования, направленные на повышение безопасности эксплуатации автобусов с тяговым электроприводом и разработку требований по соответствию пожаробезопасности высоковольтных аккумуляторных батарей для обеспечения работы электробусных парков» (Научный руководитель /директор проекта: Заведующий отделом методологии и сопровождения разработки, к.т.н. Колбасов А. Ф. / к.т.н. Коркин С. Н. 2023 год). НАМИ был организован ряд испытаний на базе Академии ГПС МЧС России, разработана программа и методики испытаний решений по изоляции ВВБ в случае возгорания, с целью дальнейшего проведения натурных испытаний на специализированном полигоне. Утверждена программа и методики для проведения научно-исследовательских испытаний решений по изоляции литий ионных высоковольтных аккумуляторных батарей в случае возгорания (утв. 28.09.2023 г. Зам. начальника АГПС Алешков М. В.).

Представленное руководство по изоляции и хранению ВВБ из представленных материалов содержало:

- Обернуть клеммы диэлектрическим материалом и при возможности закройте пластиковыми колпачками.
- Хранить в металлическом контейнере с крышкой.
- Хранить снаружи помещения, если это возможно.
- При хранении внутри помещения следует держать их подальше от других горючих материалов и вблизи выходов.
- При обнаружении признаков теплового разгона, необходимо быстро удалить емкость с литий-ионными аккумуляторами (далее – ЛИА) из помещения.
- Хранить ЛИА с уровнем заряда 30 % или менее. Аккумуляторы с низким уровнем заряда гораздо менее подвержены самовозгоранию.
- Хранить ЛИА отдельно от горючих материалов или на расстоянии не ближе 3 м.
- Обеспечьте спринклерную защиту. Спринклеры помогают контролировать пожар. Используйте спринклеры *ESFR* в соответствии с требованиями для нерасширенных пластиковых изделий. Они сохраняют его прохладным и не дают ему распространяться.
- Аккумуляторные батареи большой емкости необходимо хранить на открытом воздухе или в помещении с хорошей вентиляцией.

Необходимо обеспечить расстояние не менее 1 м между специализированными контейнерами и хранить на расстоянии не менее 15 м от проемов зданий.

- В одной группе допускается хранить не более 600 кВт·ч, расстояние между группами должно быть не менее 3 м.
- Не храните на высоте более 5 м. Если вы храните оборудование на высоте выше этой, вам понадобится дополнительная защита, кроме потолочных спринклеров.
- Не прокалывать и не повреждать отсек для ВВБ при аварийно-спасательных работах.
- Использовать большое количество воды, если началось возгорание.

В проектах нормативных документов рассматривались вопросы транспортирования, поврежденного ТС ТЭП другими ТС, предназначенными для транспортировочных работ, должно в специализированных контейнерах, которые способны изолировать поврежденное ТС ТЭП в случае возгорания или утечки электролита и от нанесения какого-либо ущерба окружающей среде. В дальнейшем поврежденное ТС ТЭП, имеющее признаки наличия поврежденной ВВБ, предполагалось хранить на открытых площадках и здания (сооружениях и в помещениях), оснащенных и оборудованных согласно требованиям пожарной безопасности, имеющих необходимые противопожарные расстояния до рядом стоящих объектов. При хранении, окна, двери, капот и багажник ТС ТЭП должны быть открыты в достаточной степени, чтобы обеспечить вентиляцию и предотвратить скопление горючих газов и/или паров легковоспламеняющихся (горючих) жидкостей из поврежденной ВВБ. Для ТС ТЭП, имеющего поврежденную ВВБ, следует избегать воздействия осадков.

Испытания решений по локализации возгорания ВВБ и ЛИА показали следующее:

Для тушения использовали: Углекислотные (ОУ-2), Порошковые (ОП), Воздушно-эмульсионные (ОВЭ), Специальные огнетушители (ОПС) и спецсостав – гидрогель Эпотос, Спецкомплекс – «Кобра». Последний наиболее эффективно проявил себя – ВВБ после инициирования теплового разгона была потушена, температура понижена. После тушения остались 9 ЛИА с первоначальным напряжением и без повреждений, что свидетельствует об остановке процесса горения.

Огнетушитель ОУ многократно сбивает пламя, но не может понизить температуру в области нагрева, в следствии чего продолжается тепловой разгон. Огнетушитель ОП не смог сбить пламя. Огнетушитель ОВЭ не смог сбить пламя. Огнетушитель ОПС при срабатывании увеличил объем пламени и не смог его сбить.

В проекте нормативных документов [1] были внесены существенные изменения после проведения согласительного совещания проведенного 21 августа 2024 года [5] с ФГУП «НАМИ» (Гетманова М. А., Волков В. А., Поляев П. А.), ГУП «Московский метрополитен» (Колбасов Л. Ф.), ООО «АСО» (Светушенко С. Г.), однако ряд вопросов по прежнему остался не решенным:

- рассмотреть возможность указания среди токсичных средств и в том числе легковоспламеняющихся газы (в редакции «взрывоопасная смесь») в перечислении веществ в пункте 3.5 «дегазация выделений высоковольтной батареи литий-ионных аккумуляторов; дегазация выделений ВВБ: Комплекс мер или процесс по обезвреживанию и (или) удалению (разрушению, нейтрализации) токсичных и опасных химических веществ с поверхности объектов и местности или из объема загрязненных веществ и объектов»;
- употребить фразы «горючие смеси» как в статье 2 часть 4 ФЗ-123 (4) «взрывоопасная смесь – смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться;»
- предусмотреть возможность применения «аппарат дыхательный» (аппараты дыхательные изолирующие пожарные (со сжатым воздухом, сжатым кислородом) – для тушения любых пожаров) так например – ГОСТ Р 53255-2009 «Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний»;
- употреблять формулировки из приведенных в законодательстве – «специальную защитную одежду пожарного от повышенных тепловых воздействий» (см. ст. 53 ТР ЕАЭС 043/2017)
- в протоколе № 45 [6] сказано: «При обсуждении рассматривались вопросы тушения горящих литий-ионных аккумуляторных батарей, применения для тушения термостойкого противопожарного покрывала. Отмечено, что электромобиль при возгорании представляет все классы пожарной опасности от А до Д. Вопрос тушения литий-ионных аккумуляторных батарей актуален,

но не решает проблемы по тушению электромобилей. Обсуждался вопрос необходимости согласования проектов ГОСТ Р с ТК 056 «Дорожный транспорт». Следует употреблять формулировки из приведенных в законодательстве «Покрывала для изоляции очага возгорания» по ГОСТ Р 59693. Для покрывал заданы предельные размеры площади 4 и 9 м². Выполнить покрывала по указанному ГОСТ Р 59693 будет невозможно ввиду того, что в проекте нормативных документов размер задан такой «размер покрывала должен соответствовать размеру поврежденного ТС ТЭП». Необходим новый стандарт (СТО) на новый тип покрывал для ТС ТЭП; не верно также заданы и температура по проекту ГОСТ Р и параметры теплопроводности. Это означает что нельзя ссылаться на него при описании размера, температуры и теплопроводности;

- применить слова «тушения очага...» вместо «ликвидации возгорания» как сказано в определении ТР ТС 043 «огнетушитель»;
- огнепреградители и искрогасители указать по ГОСТ Р 53323-2009;
- огнестойкость и предел огнестойкости контейнера не установлены в нормативной литературе, нет способов испытаний по установленным в проекте ГОСТа характеристика (Е60). Еще только предстоит установить такой вид испытываемой конструкции как контейнер, либо указать предел огнестойкости здания или сооружения;
- все положения с огнетушителями следует переработать – ввиду того что идет перечисление видов огнетушителей 34 В (это к примеру ОУ-3), через запятую указано «иные», без предлога «или», означает что следует применить набор огнетушителей с указанными характеристиками, далее указаны большего ранга 144В (как правило передвижные ОП-25), далее указан третий тип огнетушителя «и огнетушители класса *D*» что создает неопределенность, либо следует иметь ОУ-3 или иные, либо ОУ-3, ОП-25 и огнетушитель класса *D* что создает дополнительные издержки и неопределенности. Одним из острых вопросов тушения первичных средств (огнетушители) при перемещении ТС ТЭП, стало применение имеющихся ОУ-3 (или их аналог с минимальным рангом тушения модельного очага 34В и выше), но никак не набор всех видов. А указанные классы *D* делятся на три подкласса, по ним только еще вышли проекты первые редакции проектов межгосударственных стандартов, разработанных ФГБУ ВНИИПО МЧС России в соответствии с Программой национальной стандартизации на 2024 г.: ГОСТ «Техника пожарная. Огнетушители переносные для тушения пожаров

класса *D*. Общие технические требования. Методы испытаний» (шифр ПНС: 1.2.274-2.328.24);

- не указано, какую сигнализацию и какие газоанализаторы (довзрывоопасных концентраций) следует применять на объектах хранения;
- заменить слова барьер на «установка защитных экранов» в той терминологии в какой указано в СП 156.13130 (п. 8.16. Защитные экраны);
- не всегда применяются пожарные гидранты, следует указать «источник противопожарного водоснабжения»;
- изменить фразы связанные с стандартами организаций СТО;

В целом по тексту проектов стандартов следует руководствоваться последовательностью способов защиты изложенных в статье 52 (Статья 52. Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара) ФЗ-123:

А именно, не указаны следующие способы:

- 2) устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- 4) применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- 7) устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;
- 8) устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- 9) применение первичных средств пожаротушения;
- 11) организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Подводя итоги необходимо сказать, что для нового вида угрозы, в том числе и пожарной опасности, новых технологий на основе ВВБ, ЛИА, ТС ТЭП необходимо разработать меры безопасности, включающие в себя все известные способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий, меры по снижению динамики нарастания опасных факторов пожара, меры по эвакуации людей и имущества в безопасную зону и (или) тушения пожара. Уже сейчас следует разработать изменения в Правила противопожарного режима и в существующие своды правил и ГОСТ содержащие требования пожарной безопасности, с учетом специфики пожарной опасности бытовых и применяемых в электромобилях аккумуляторных батарей.

Список использованных источников

1. Письмо ФГУП НАМИ от 16.09.24 № 1001ИИС-04/153 Об исполнении поручений протокола (направляются доработанные проекты стандартов ГОСТ Р «Организация зон размещения поврежденных литий-ионных высоковольтных аккумуляторных батарей. Требования безопасности» (шифр ПНС: 1.2.274-1.322.23); ГОСТ Р «Меры предосторожности при обращении с повреждёнными литий-ионными высоковольтными аккумуляторными батареями. Требования безопасности» (шифр ПНС: 1.2.274-1.323.23).
2. Письмо ТК 274 «Пожарная безопасность» от 24.10.2023 № 236эп-14-1-4 «о рассмотрении 1 редакции проектов ГОСТ Р» (на рассмотрение первые редакции следующих проектов национальных стандартов, разработанных ФГУП «НАМИ» по Программе национальной стандартизации на 2023 год: ГОСТ Р «Требования по формированию зон хранения поврежденных высоковольтных аккумуляторных батарей», шифр ПНС: 1.2.274-1.322.23; ГОСТ Р «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками. Меры предосторожности при обращении с высоковольтными аккумуляторными батареями с механическими повреждениями», шифр ПНС: 1.2.274-1.323.23.).
3. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Нормы основаны на «Правилах безопасной перевозки радиоактивных материалов» МАГАТЭ (издание 2012 года), Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSR-6, МАГАТЭ, Вена (2012). [Электронный ресурс]. URL: [https://rosavtotransport.ru/netcat_files/15/54/20190101_ADR_2019_voll_R.pdf#:~:text=ДОПОГ%20устанавливает%20нормы%20безопасности%2C%20обеспечивающие,№%20SSR-6%2C%20МАГАТЭ%2C%20Вена%20\(2012\)\(дата обращения 24.10.2024\)](https://rosavtotransport.ru/netcat_files/15/54/20190101_ADR_2019_voll_R.pdf#:~:text=ДОПОГ%20устанавливает%20нормы%20безопасности%2C%20обеспечивающие,№%20SSR-6%2C%20МАГАТЭ%2C%20Вена%20(2012)(дата%20обращения%2024.10.2024)).
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011)
5. Письмо ТК 274 «Пожарная безопасность» от 16.08.2024 № 177эп-14-1-4 «о проведении согласительного совещания» Список проектов стандартов: ГОСТ Р «Требования по формированию зон хранения поврежденных высоковольтных аккумуляторных батарей» ПНС: 1.2.274-1.322.23; ГОСТ Р «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками. Меры предосторожности при

- обращении с высоковольтными аккумуляторными батареями с механическими повреждениями» ПНС: 1.2.274-1.323.23
6. ТК 274 «Пожарная безопасность», протокол № 45 согласительного совещания от 21.08.2024 на 4 листах. Согласительное совещание проводится с целью достижения консенсуса при голосовании в ТК 274 «Пожарная безопасность» проходящего в период с 19.06.2023 по 12.07.2024 по проектам национальных стандартов, разработанных ФГУП «НАМИ» в соответствии с Программой национальной стандартизации Российской Федерации на 2023 год.

УДК 656.1

О. А. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛИЦА ПОЧАЕВСКАЯ – УЛИЦА СЕВЕРНАЯ, Г. ВЛАДИМИР

Аннотация: Выполнен анализ существующего светофорного регулирования на перекрестке. Рассчитаны задержки транспорта для существующего светофорного цикла. Дано сравнение параметров вариантов светофорного регулирования.

Ключевые слова: светофорное регулирование, светофорный цикл, расчет задержек, автомобильный транспорт.

Существующий светофорный цикл приведен на рис. 1.

Расчет задержек:

$$T = 123 \text{ с};$$

$$t_{01} = 50 \text{ с};$$

$$t_{02} = 15 \text{ с};$$

$$t_{03} = 18 \text{ с};$$

$$t_{04} = 20 \text{ с};$$

$$N_1 = 600 \text{ ед/ч};$$

$$N_2 = 133 \text{ ед/ч};$$

$$N_3 = 646 \text{ ед/ч};$$

$$\gamma_1 = 1,85;$$

$$\gamma_2 = 1,85;$$

$$\gamma_3 = 1,85.$$

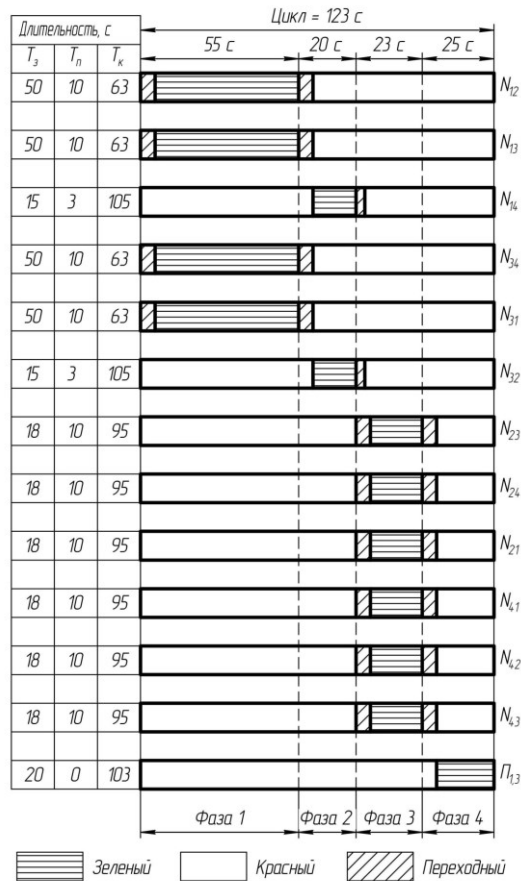


Рис. 1. Структура существующего светофорного цикла

Расчет

$$M_{H1} = 1250 \cdot \gamma_1 = 2312,5;$$

$$M_{H2} = 1250 \cdot \gamma_2 = 2312,5;$$

$$M_{H3} = 1250 \cdot \gamma_3 = 2312,5.$$

$$\lambda_1 = 50 / 123 = 0,34;$$

$$\lambda_2 = 15 / 123 = 0,10;$$

$$\lambda_3 = 18 / 123 = 0,12.$$

$$x_1 = (600 \cdot 123) / (50 \cdot 2312,5) = 0,77;$$

$$x_2 = (133 \cdot 123) / (15 \cdot 2312,5) = 0,57;$$

$$x_3 = (646 \cdot 123) / (18 \cdot 2312,5) = 2,27.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \cdot \left[\frac{123 \cdot (1 - 0,34)^2}{2 \cdot (1 - 0,34 \cdot 0,77)} + \frac{0,77^2}{2 \cdot 600 \cdot (1 - 0,77)} \right] = 39,43 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \cdot \left[\frac{123 \cdot (1 - 0,10)^2}{2 \cdot (1 - 0,10 \cdot 0,57)} + \frac{0,57^2}{2 \cdot 133 \cdot (1 - 0,57)} \right] = 57,07 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \cdot \left[\frac{123 \cdot (1 - 0,12)^2}{2 \cdot (1 - 0,12 \cdot 2,27)} + \frac{2,27^2}{2 \cdot 646 \cdot (1 - 2,27)} \right] = 71,30 \text{ с};$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{39,43 \cdot 600 + 57,07 \cdot 133 + 71,30 \cdot 646}{600 + 133 + 646} = 56 \text{ с.}$$

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Единственное изменение здесь – фаза 4, где добавлены два пешеходных перехода, рис. 2.

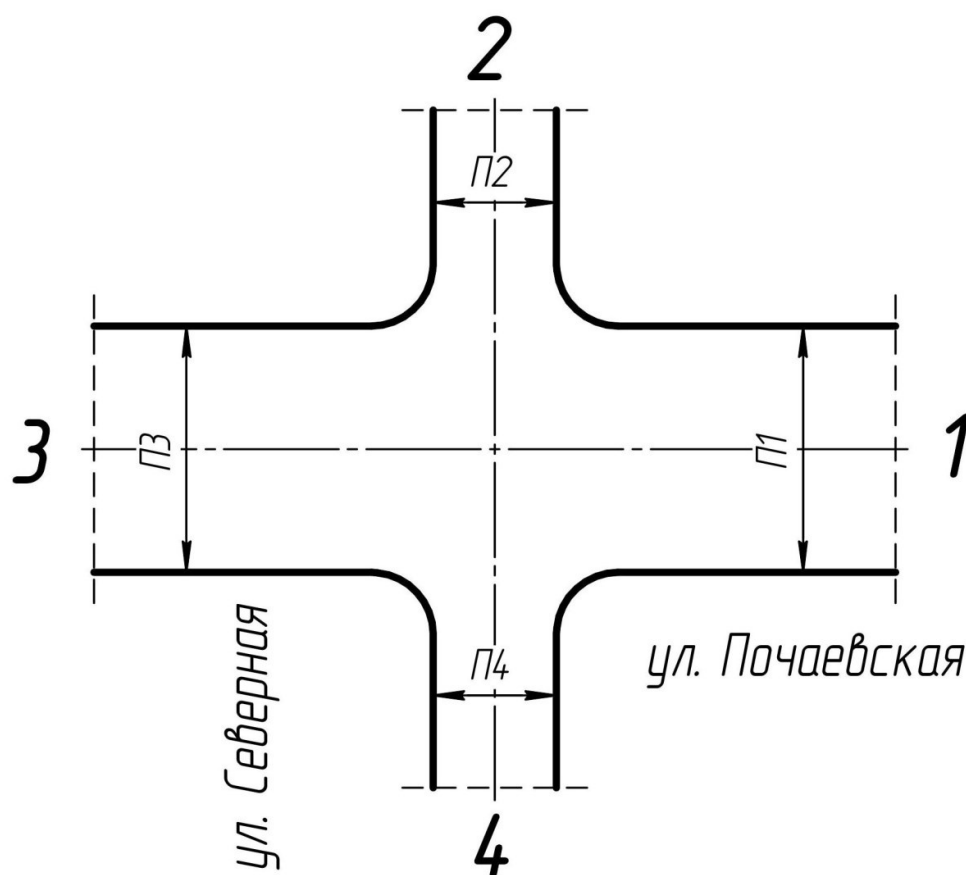


Рис. 2. Фаза № 4

1. Длительность промежуточной пешеходной фазы:

$$t_{\text{п1пш}} = t_{\text{п3пш}} = 4 \text{ с,}$$

$$t_{\text{п2пш}} = t_{\text{п4пш}} = 2 \text{ с.}$$

Принимается $t_{\text{ппш}} = 5 \text{ с.}$

2. Длительность зеленого сигнала пешеходной фазы:

$$t_{o1пш} = t_{o3пш} = \frac{21}{1,3} + 5 = 21 \text{ с},$$

$$t_{o2пш} = t_{o4пш} = \frac{11}{1,3} + 5 = 13 \text{ с}.$$

Принимается $t_{oпш} = 21 \text{ с}$.

3. Расчет потока насыщения:

Для всех фаз коэффициент многополосности равен 1,85.

$$M_{н1} = M_{н2} = M_{н3} = 1250 \cdot 1,85 = 2312,5 \text{ ед/ч}.$$

4. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{н1}} = 0,26,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{н2}} = 0,06,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{н3}} = 0,28,$$

5. Расчет промежуточных тактов:

В расчетах принята скорость легковых автомобилей $v_a = 31 \text{ км/ч}$.

Среднее замедление ТС: $a_T = 4 \text{ м/с}^2$.

Расстояние от стоп-линий до середины перекрестка:

$$l_1 = 28 \text{ м};$$

$$l_2 = 50 \text{ м};$$

$$l_3 = 25 \text{ м};$$

$$l_4 = 30 \text{ м}.$$

Длина ТС: $l_a = 4,3 \text{ м}$.

$$t_{п1} = \frac{31}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot ((28 + 25)/2 + 4,3)}{31} = 5 \text{ с};$$

$$t_{п2} = \frac{31}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot ((28 + 25)/2 + 4,3)}{31} = 5 \text{ с};$$

$$t_{п3} = \frac{31}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot ((50 + 30)/2 + 4,3)}{31} = 5 \text{ с};$$

6. Сумма промежуточных тактов:

$$T_{п} = 5+5+5+5 = 20 \text{ с}.$$

7. Длительность цикла:

$$T = \frac{1,5 \cdot 20 + 5}{1 - (0,26 + 0,06 + 0,28)} = 87 \text{ с}.$$

8. Длительность зеленых сигналов фаз:

$$t_{01} = \frac{(87 - 20) \cdot 0,26}{0,26 + 0,06 + 0,28} = 30 \text{ с};$$

$$t_{02} = \frac{(132 - 22) \cdot 0,06}{0,26 + 0,06 + 0,28} = 15 \text{ с};$$

$$t_{03} = \frac{(132 - 22) \cdot 0,28}{0,26 + 0,06 + 0,28} = 31 \text{ с};$$

9. Уточненная длительность цикла:

$$T_y = 21 + 30 + 15 + 31 + 20 = 117 \text{ с.}$$

10. Задержка:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0,26 \\ \lambda_2 &= 0,13 \\ \lambda_3 &= 0,27 \\ x_1 &= 1,01; \\ x_2 &= 0,45; \\ x_3 &= 1,05; \\ t_{\Delta p1} &= 39,25 \text{ с,} \\ t_{\Delta p2} &= 42,46 \text{ с,} \\ t_{\Delta p3} &= 39,46 \text{ с,}\end{aligned}$$

11. Средняя задержка:

$$t_{cp} = \frac{39,25 \cdot 600 + 42,46 \cdot 133 + 39,46 \cdot 646}{600 + 133 + 646} = 40 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 3.

Сравнение параметров светофорного регулирования представлено в табл. 1.

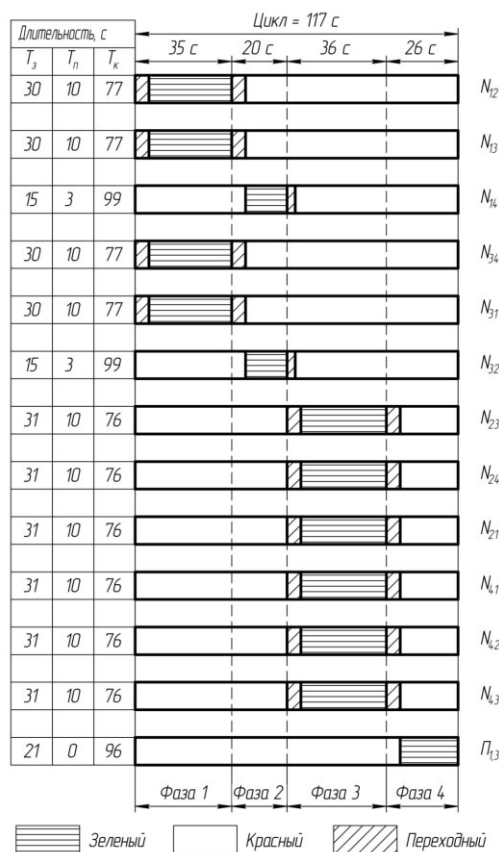


Рис. 3. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 1. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Длительность зеленого сигнала для пешеходной фазы, с	20	21
Сумма всех промежуточных тактов, с	20	20
Сумма зеленых сигналов основных фаз, с	83	76
Длительность цикла, с	123	117
Средняя задержка на всем пересечении, с	56	40

Выводы:

1. Общая продолжительность цикла – 123 с. Средняя расчетная задержка – 56 с.
2. По результатам расчета альтернативного варианта цикла, продолжительность составила 117 с. Средняя задержка составила 40 с.

Список используемых источников

1. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А.В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А.Г.

- и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. *ISBN 978-5-9984-1041-3*.
2. Совершенствование дорожного движения на перекрестках : учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. *ISBN 978-5-9984-0852-6*.
 3. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф.П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
 4. Организация и безопасность движения : метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.

УДК 683.3

А. А. Федотов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАБОЧЕЕ МЕСТО СЛЕСАРЯ ПО СБОРКЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КОМПАНИИ «ОРИОН-Р»

Рабочее место слесаря по сборке металлоконструкций представляет собой зону площадью 20 м². Механизация технологических процессов обеспечивается за счет применения ручных напольных грузовых тележек, автопогрузчика и мостового крана (см. рис. 1).

Слесарь по сборке участвует в сборке узлов металлоконструкций. Он выполняет сборку узлов металлоконструкций по чертежам и сборочным схемам с применением универсальных приспособлений, а также сборку сложных узлов металлоконструкций с применением универсально-сборочных и специальных приспособлений и шаблонов, осуществляет правку сложных деталей и узлов металлоконструкций и устраняет дефекты, обнаруженные после испытания сложных узлов металлоконструкций.



Рис. 1. Рабочее место слесаря по сборке металлоконструкций

Последовательность сборки шкафа происходит следующим образом:

- Установить на упаковочный поддон подставку и закрепить (согласно упаковочного чертежа);
- Заклеить щели корпуса фасадного скотчем согласно требованиям чертежа ОДСТ.30008.01.01.000;
- Установить на поддон корпус фасадный в зависимости от исполнения коробом преобразователя вверх;
- На привалочную поверхность стенок фасадных вдоль линии крепежных отверстий по бокам и в верхней части корпуса нанести, не размазывая герметик силиконовый;
- Взять корпус клеммный и установить на корпус фасадный согласно сборочному чертежу совмещая крепежные отверстия собираемых корпусов;
- В совмещенные отверстия установить болты, предварительно установив на них по плоской шайбе;
- С обратной стороны установить на болты по плоской и граверной шайбе, навинтить по гайке. Болтовые соединения не затягивать;
- Взять накладку и установить на место стыка короба преобразователя корпуса фасадного и вставки стенки левой корпуса клеммного, совместив крепежные отверстия накладки и отверстий заклепок резьбовых;
- Крепить накладку болтами, предварительно установив на болты по граверной и плоской шайбе;
- Закрепить окончательно установленные ранее болтовые соединения корпусов;

- Взять подставку с поддоном и установить на нижние уголки корпуса фасадного и клеммного, совместив шпильки подставки с отверстиями в уголках корпуса клеммного согласно чертежу;

- С обратной стороны установить на шпильки по плоской и граверной шайбе, навинтить гайки;

- В совмещенные отверстия уголков корпуса фасадного и корпуса клеммного со стороны подставки установить болты с предварительно установленными плоскими шайбами;

- С обратной стороны установить на болты по плоской и граверной шайбе, навинтить гайки. Затянуть болтовые соединения крепления подставки окончательно;

- Кантовать корпус шкафа с подставкой в вертикальное положение;

- Установить болты с предварительно установленными плоскими шайбами в совмещенные отверстия нижнего и верхнего отгиба короба преобразователя корпуса фасадного и вставок стенки левой корпуса клеммного;

- С обратной стороны установить на болты по плоской и граверной шайбе, навинтить гайки. Затянуть гайки окончательно. Место расположения установки болтов сверху и снизу накладки;

- Место стыка корпуса клеммного и фасадного с наружной стороны заполнить герметиком, распределив равномерно по стыку;

- Взять шайбы заземления;

- Установить шайбы заземления на пластики подставки согласно чертежу и закрепить болтами, предварительно установив на болты по граверной и плоской шайбе;

- Взять стойки вентилятора, ввинтить их согласно чертежу и затянуть до упора;

- Взять лист вентилятора, уголок;

- Установить уголок на лист и приклепать заклепками вытяжными;

- Установить лист вентилятора на стойки, установить по плоской и граверной шайбе, навинтить гайки. Гайки не затягивать;

- Взять уголки фиксации дверей;

- Установить уголок согласно чертежу, совместив крепежные отверстия;

- В совмещенные отверстия установить болты со стороны верхней поперечины шкафа, предварительно установив на болты по плоской шайбе;

- С обратной стороны установить на болты по плоской и граверной шайбе, навинтить гайки;
- Затянуть болтовые соединения окончательно;
- Установить уголки со стороны клеммного отсека и закрепить болтами, установив предварительно на болты по граверной и плоской шайбе;
- Взять скобу замка, скобу замка большую;
- Скобы приклепать на отгиб стенки левой корпуса фасадного заклепками;
- Аналогично установить скобы со стороны клеммного отсека.

На рабочем месте мастера используются следующие основные инструменты:

1. Гайковерт ударный *Makita DTW190Z* рассчитан на максимально быстрое завинчивание крепежа разных размеров (см. рис. 2).



Рис. 2. Гайковерт ударный *Makita DTW190Z*

2. Дрель-шуруповерт *MILWAUKEE M18 BDD-202C*. Компактная, высокопроизводительная, со светодиодной подсветкой рабочей зоны.



Рис. 3. Дрель-шуруповерт *MILWAUKEE M18 BDD-202C*

3. Заклепочник *Gesipa Accubird*. Представляет собой качественный инструмент для соединения элементов конструкций при помощи клепок. Обеспечивает удобное и простое управление, а так же безопасность применения за счет специальной рамки, что существенно снижает риск травматизма (см. рис 4).



Рис. 4. Заклепочник *Gesipa Accubird*

УДК 35.088.2

Е. А. Шведакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студентка)

Научный руководитель: Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ МОНТАЖНИКА СТАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При отнесении условий труда к классу (подклассу) условий труда по тяжести трудового процесса при проведении специальной оценки условий труда исследуются следующие показатели: физическая динамическая нагрузка; масса груза, который поднимается и перемещается вручную; стереотипные рабочие движения; статическая нагрузка; рабочая поза; наклоны корпуса; перемещение в пространстве.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при физической динамической нагрузке проводится с помощью определения расстояния, на которое перемещается груз в метрах и массы груза (деталей, изделий, инструментов), который передвигается или переносится работником вручную во время каждой операции. После чего определяется общее число операций по перемещению работником груза в течение рабочего дня или смены, а также определяется величина физической динамической нагрузки в течение рабочего дня или смены.

Для монтажника по монтажу стальных и железобетонных конструкций масса перемещаемого груза определяется по формуле:

$$M = (M_1n_1 + M_2n_2 + M_3n_3 + M_4n_4 + M_5n_5 + M_6n_6)t, \quad (1)$$

где M_1 – масса кувалды, $M_1 = 4$ кг;

n_1 – количество подъемов кувалды за 1 час, $n_1 = 30$;

M_2 – масса строительного монтажного лома, $M_2 = 4,2$ кг;

n_2 – количество подъемов лома за 1 час, $n_2 = 22$;

M_3 – масса металлической подштопки, $M_3 = 0,5$ кг;

n_3 – количество подъемов металлической подштопки за 1 ч, $n_3 = 16$;

M_4 – масса строительного уровня, $M_4 = 1,05$ кг;

n_4 – количество подъемов строительного уровня за 1 час, $n_4 = 37$;

M_5 – масса накладного арматурного ключа, $M_5 = 0,73$ кг;

n_5 – число подъемов накладного арматурного ключа за 1 ч, $n_5 = 16$;

M_6 – масса мешков с цементом, $M_6 = 50$ кг;

n_6 – количество подъемов мешков с цементом за 1 ч, $n_6 = 2,25$;

t – время работы, $t = 8$ ч.

Определим массу перемещаемого монтажником груза за рабочую смену:

$$M = (4 \cdot 30 + 4,2 \cdot 22 + 0,5 \cdot 16 + 1,05 \cdot 37 + 0,73 \cdot 16 + 50 \cdot 2,25) \cdot 8 = 3067,44 \text{ кг.}$$

Установлено, что среднее расстояние перемещения груза равно 7,5 м. Поскольку монтажник по половой принадлежности является мужчиной, то класс условий труда монтажника по физической динамической нагрузке соответствует 1 классу, т.е. оптимальный.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса во время поднятия и перемещения груза работником вручную выполняется с помощью определения его массы по эксплуатационной и технологической документации или по взвешиванию этого груза. Монтажник одновременно поднимает и перемещает груз максимальной массой 50 кг более 2,25 раз в час.

Для монтажника стальных и железобетонных конструкций суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа рабочего дня (смены) с пола, вычисляется по формуле:

$$M = M_1n_1 + M_2n_2 + M_3n_3 + M_4n_4, \quad (2)$$

Определим суммарную массу грузов, перемещаемых монтажником в течение каждого часа рабочей смены, по формуле (2):

$$M = 4 \cdot 30 + 4,2 \cdot 22 + 0,5 \cdot 16 + 50 \cdot 2,25 = 259,25 \text{ кг.}$$

Следовательно, подкласс условий труда 3.2 (вредный).

Монтажник выполняет 182 стереотипных рабочих движения при региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) за один час. Следовательно, за рабочую смену рабочий совершает 1456 стереотипных движений, что соответствует оптимальному классу при оценке условий труда по тяжести трудового процесса.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса во время статической нагрузки, которая связана с удержанием работником груза или приложением усилий, выполняется путем перемножения веса груза (либо величины удерживающего усилия) и времени его удерживания.

Статическая нагрузка во время удержания груза с участием мышц корпуса и ног CH_1 , действующая на монтажника, вычисляется по формуле:

$$CH_1 = Mnt, \quad (3)$$

где M – масса поднимаемого и удерживаемого груза;

n – количество подъемов груза за смену;

t – время удержания груза в секундах.

Работник поднимает мешок с цементом массой $M = 50$ кг, удерживает его в течение $t = 44$ секунд за один подход. Это действие он выполняет 2,25 раза за каждый час и $n = 18$ раз за смену.

Статическая нагрузка во время удержания груза с участием мышц корпуса и ног при поднятии мешков цементом:

$$CH_1 = 50 \cdot 18 \cdot 44 = 39600 \text{ кг} \cdot \text{с.}$$

Работник поднимает кувалду массой $M = 4$ кг, удерживает в течение $t = 15$ с за один подход. Это действие он выполняет 30 раз в час и $n = 240$ раз в смену.

Статическая нагрузка во время удержания груза с участием мышц корпуса и ног при поднятии кувалды:

$$CH_1 = 4 \cdot 240 \cdot 15 = 14400 \text{ кг} \cdot \text{с.}$$

Статическая нагрузка, действующая на монтажника во время удержания груза двумя руками CH_2 вычисляется по формуле:

$$CH_2 = Mnt, \quad (4)$$

где M – масса поднимаемого и удерживаемого груза;

n – количество подъемов груза за смену;

t – время удержания груза.

Работник поднимает строительный монтажный лом массой $M = 4,2$ кг, удерживает его в течение $t = 30$ секунд за один подход. Это действие он выполняет 22 в час и $n = 176$ раз за смену соответственно.

Статическая нагрузка во время удержания монтажного лома двумя руками определяется по формуле:

$$CH_2 = 4,2 \cdot 176 \cdot 30 = 22176 \text{ кг} \cdot \text{с}.$$

Работник поднимает накладной арматурный ключ массой $M = 0,73$ кг, удерживает его в течение $t = 45$ секунд за один подход. Это действие он выполняет 16 раз в час и $n = 128$ раз за смену.

Статическая нагрузка во время удержания груза арматурного ключа руками определяется по формуле:

$$CH_2 = 0,73 \cdot 128 \cdot 45 = 4204,8 \text{ кг} \cdot \text{с}.$$

Всего работник поднимает и удерживает 80380,8 кг·с.

Подкласс условий труда при оценке тяжести трудового процесса во время статической нагрузки – допустимый.

Монтажник находится в положении стоя более 80% своей рабочей смены. Следовательно, подкласс условий труда по тяжести трудового процесса с учетом рабочего положения тела работника 3.2 (вредный).

Монтажник осуществляет 2,25 наклона во время поднятия мешков с цемента в час и 18 наклонов в смену. То есть, подкласс условий труда по тяжести трудового процесса с учетом наклонов корпуса тела работника за рабочую смену 1 (оптимальный).

Монтажник осуществляет перемещение по горизонтали. Общее расстояние P , на которое перемещается работник, определяется по формуле:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \quad (5)$$

где P_1 – перемещение за мешками с цементом и обратно;

P_2 – перемещение с кувалдой;

P_3 – перемещение со строительным уровнем;

P_4 – перемещение с монтажным ломом.

Перемещение работника P_1 за мешками с цементом определяется:

$$P_1 = nlt, \quad (6)$$

где n – количество шагов с грузом за час;

l – длина шага;

t – время работы (8 часов);

$$P_1 = 25 \cdot 0,6 \cdot 8 = 120 \text{ м} = 0,120 \text{ км.}$$

Перемещение работника с кувалдой определяется по формуле (6):

$$P_2 = 22 \cdot 0,6 \cdot 8 = 105,6 \text{ м} = 0,1056 \text{ км.}$$

Перемещение работника со строительным уровнем по формуле (6):

$$P_3 = 27 \cdot 0,6 \cdot 8 = 129,6 \text{ м} = 0,1296 \text{ км.}$$

Перемещение работника с монтажным ломом по формуле (6):

$$P_4 = 22 \cdot 0,6 \cdot 8 = 105,6 \text{ м} = 0,1056 \text{ км.}$$

Подставив полученные данные в формулу (5), получим:

$$P = 0,120 + 0,156 + 0,1296 + 0,105 = 0,5106 \text{ км.}$$

Следовательно, подкласс условий труда по тяжести трудового процесса во время перемещения работника в пространстве – оптимальный.

Класс условий труда определяется по такому показателю тяжести трудового процесса, который имеет наиболее высокий класс условий труда. Если имеется два и более показателя тяжести трудового процесса, условия

труда по которым отнесены к подклассу 3.1 или 3.2 вредных условий труда, то класс условий труда по тяжести трудового процесса будет повышена на одну степень. По итогам оценки условий труда по тяжести трудового процесса рабочее место монтажника по монтажу стальных и железобетонных конструкций разряда соответствует классу 3.3 вредных условий труда.

УДК 331.453

Е. А. Шведакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ОПЕРАТОРА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ОСНОВЕ

Анализ условий труда оператора по производству отделочных материалов на поливинилхлоридной основе.

С целью обеспечения безопасности условий труда в первую очередь необходима детальная проработка, ход технологического процесса с учетом используемых материалов, сырья и оборудования идентификация вредных и опасных факторов.

Технологический процесс оператора по производству отделочных материалов на поливинилхлоридной основе состоит из следующих этапов, представленных на рис. 1.

Подоснова – стеклохолст, погрузчиками подвозится к технологической линии со склада сырья и с помощью кран-балки устанавливается на двухпозиционное размоточное устройство, которое необходимо для обеспечения непрерывности процесса производства. Размоточное устройство состоит из станины, на которой закреплены стойки с зажимами и пневматическими тормозными цилиндрами. Рулоны подосновы кран-балкой устанавливаются в зажимные устройства. Конструкция зажимов обеспечивает надежное закрепление несущей штанги, на которой закреплен рулон подосновы. При повороте зажима штурвалы фиксируют вертикальное положение штанги и блокируют её от выпадения. Размоточное устройство оборудуется пневматическим тормозом, который регулирует натяжение полотна и предупреждает самопроизвольное разматывание рулона. Степень натяжения полотна регулируется за счет изменения давления воздуха, поступающего в

тормозной цилиндр. При работе размоточного устройства необходимо совпадение кромок предыдущего и последующего рулонов. Для выравнивания положения кромок служит механизм поперечного перемещения рулона.

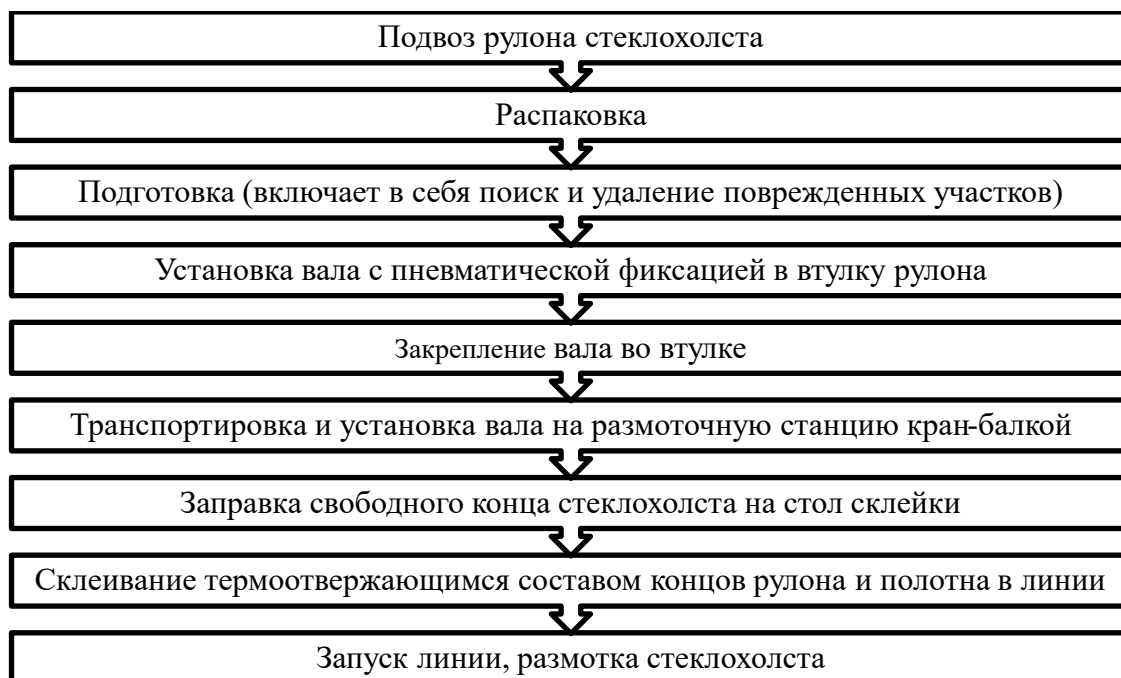


Рис. 1. Структурно-логическая схема технологического процесса, размотка стеклохолста

С размоточного устройства подоснова подается на устройство для склейки полотен, где производится склеивание предыдущего и последующего концов рулона стеклохолста с помощью ПВХ пасты, которая желируется под воздействием температуры. Необходимая температура и давление обеспечиваются путем опускания и прижима стыка концов рулонов нагреваемой металлической плиты.

Далее подоснова проходит вал с датчиком натяжения, который обеспечивает контроль натяжения полотна между технологическими машинами и поступает на тянущую пару валков, которые обеспечивают движение полотна.

Далее подоснова поступает в двухпетлевой размоточный компенсатор. Размоточный компенсатор создает запаса подосновы, что обеспечивает непрерывную работу линии в момент склейки стеклохолста. Количество материала, находящегося в компенсаторе, определяется продолжительностью операции склейки и максимальной скоростью работы линии. Запас материала в компенсаторе 95 м, что обеспечивает работу линии в течение 5 мин.

При данном технологическом процессе существуют источники опасных и вредных факторов: оборудование, сырье.

Для реализации операционного технологического процесса используется следующее оборудование: двухрулонная размоточная машина и поддерживающие валы.

На основе исследования техпроцесса идентифицированы аэрозоли фиброгенного действия (АПДФ). Замеры представлены в табл. 1.

Таблица 1

АПДФ	Инструментальные исследования	Значение по НПА	КУТ	Время воздействия, %
Стеклянная пыль	4	2	3.1	100

На основе инструментальных исследований и оценки полученных результатов в табл. 2 отражено итоговое состояние условий труда на рабочем месте оператора по производству отделочных материалов на поливинилхлоридной основе.

Таблица 2

Идентифицированные факторы	КУТ	КУТ при эффективном использовании СИЗ
Химический	2	2
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3.1	3.1
Шум	2	2
Вибрация общая	2	2
Параметры световой среды	2	2
Тяжесть трудового процесса	2	2
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.1	3.1

Аэрозолем ПФД, действующим на рабочих, является стеклянная пыль, которая имеет постоянный характер воздействия. Среднемесячная концентрация взвешенных частиц превышает ПДК.

Пооперационная схема технологического процесса с указанием и характеристикой источников загрязнения и других видов опасностей:

- Двухрулонные устройства предназначены для непрерывной размотки материала двумя размоточными машинами.
- Для регулирования скорости размоточного устройства между рулонами расположены ультразвуковые датчики, непрерывно измеряющие диаметр рулонов процессе размотки.

- На размотку подготавливается достаточное количество стеклохолста (соответствующей ширины) и другие необходимые материалы (силиконизированная бумага, кувшин с транспарентной пастой и т.д.).

- В первую очередь используются все остатки стеклохолста с предыдущих рулонов.

- Стеклохолст разматывается с рулона, установленный кран-балкой на узел размотки и фиксируется ручными зажимными патронами. После выработки всего (при необходимости части) рулона стеклохолста, размоточное устройство останавливается и на склеивающем столе производится соединение концов основы. Соединение происходит за счет нанесения и последующего запекания транспарентной пасты.

Теперь перечислим опасные зоны на данном рабочем месте, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3

Опасная зона	Опасность
Размотка	Оказаться затянутым машиной, повиснуть, прищемить
Зажимной патрон	Повиснуть, прищемить
Муфта	Оказаться затянутым машиной, повиснуть
Размотка	Поражение электрическим током в случае неисправности электрооборудования или обрыва заземления
Электростатический заряд на валиках	Удар электротока
Помост оператора	Упасть (падение, спотыкание)
Приводы валиков	Поражения электрическим током в случае неисправности электрооборудования или обрыва заземления

Таким образом, условия труда на рабочем месте оператора по производству отделочных материалов на поливинилхлоридной основе вредные первой степени класса 3.1. Требуется совершенствование систем защиты для нормализации концентрации АПДФ в воздухе рабочей зоны

Список использованных источников

1. Приказ Минтруда России от 21.11.2023 № 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнению».

Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

УДК 621.74

М. А. Акимова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

При осуществлении деятельности предприятия ключевой задачей является принятие и выполнение обоснованных решений по управлению качеством производимой продукции и оказываемых услуг, в том числе по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств. [1, с. 25]. Современное автотранспортное средство, отдельные его агрегаты имеют встроенное программное обеспечение (ПО). Часто дефекты или несоответствия последнего выявляются в процессе эксплуатации автомобиля. Также в процессе эксплуатации потребители или пользователи автотранспортных средств дают производителю информацию о несоответствиях ПО их требованиям [2, с. 131]. В большинстве случаев несоответствия указанного ПО закладываются на этапах определения его архитектуры и разработки.

Одним из резервов снижения числа несоответствий при разработке ПО является внедрение процесса эксплуатационного тестирования ПО. Цель процесса эксплуатационного тестирования ПО согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 заключается в получении объективных свидетельств того, что каждое системное документированное требование прошло тестирование на соответствие и система готова к работе с потребителем, а также что в процессе его эксплуатации регулярно и систематически отслеживаются ошибки ПО, реализуются вновь выявленные необходимые функции, учитываются появляющиеся новые требования потребителей и других заинтересованных сторон, включая законодательные требования и требования контрагентов.

Стандарты регламентирующие требования к качеству программных средств в РФ делятся на три вида [2, с. 69]:

1. оценка качества программных средств,
2. модели качества систем и программных продуктов,

3. оценка качества процессов жизненного цикла программных систем и комплексов.

На выходе процесса тестирования, находящегося на этапе эксплуатации программного комплекса или системы формируются следующие результаты (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010):

- способы и критерии определения соответствия системным требованиям к ПО;
- результаты тестирования программного комплекса или системы по критериям и методикам из предыдущего пункта;
- документация по результатам тестирования установленной формы;
- обеспечена готовность ПО и рекомендации в эксплуатации.

Согласно требованиям указанных выше стандартов в работе разработана модель процесса эксплуатационного тестирования ПО автомобильного агрегата (рис. 1 – 3). При моделировании указанного процесса была использована нотация *BPMN 2.0* реализованная на базе *Visio 2021*.

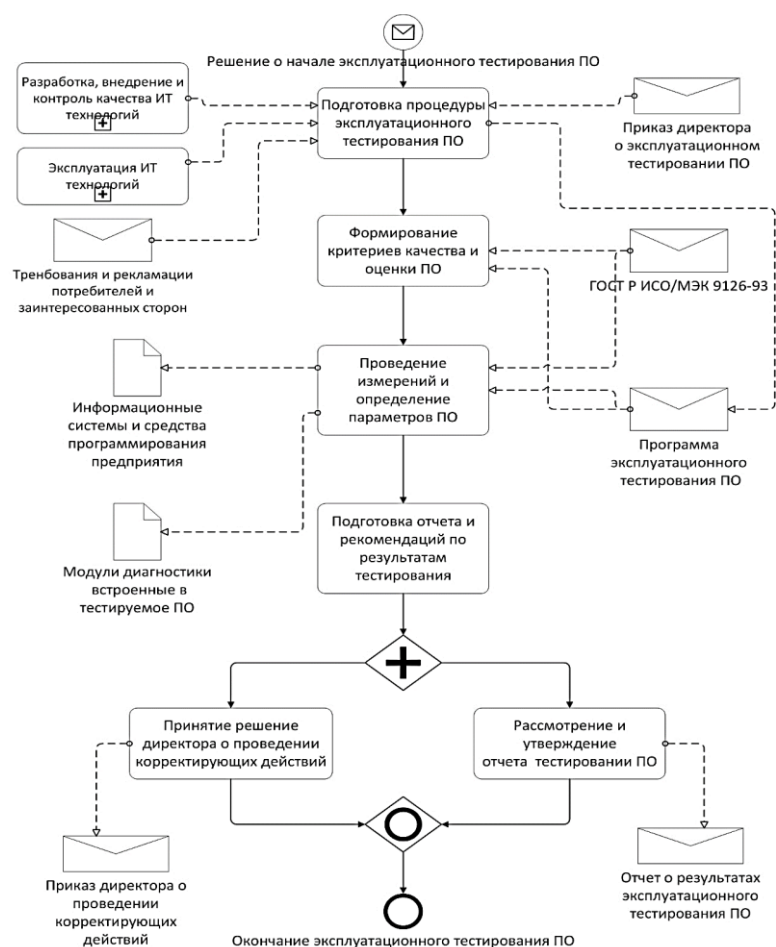


Рис. 1. Модель процесса «Эксплуатационное тестирование ПО автомобильного агрегата»

Функции и цели процесса эксплуатационного тестирования ПО автомобильного агрегата согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 включают:

- оценка ПО по критериям готовности к поставке и соответствия ожидаемым требованиям потребителю, покрытия всех требований системы, функций и сопровождаемости;
- поддержка аудиторов программного комплекса, системы и процессов жизненного цикла ПО;
- эксплуатационное тестирование ПО должно проводиться ПО требованиям, установленными для программного комплекса или системы по каждому системному требованию, включая готовность ПО к поставке;
- при наличии аудита ПО и процессов и положительного решения, должно быть подготовлено ПО к установке и сдаче заказчику;
- результатов эксплуатационного тестирования ПО и оценки должны быть задокументированы.

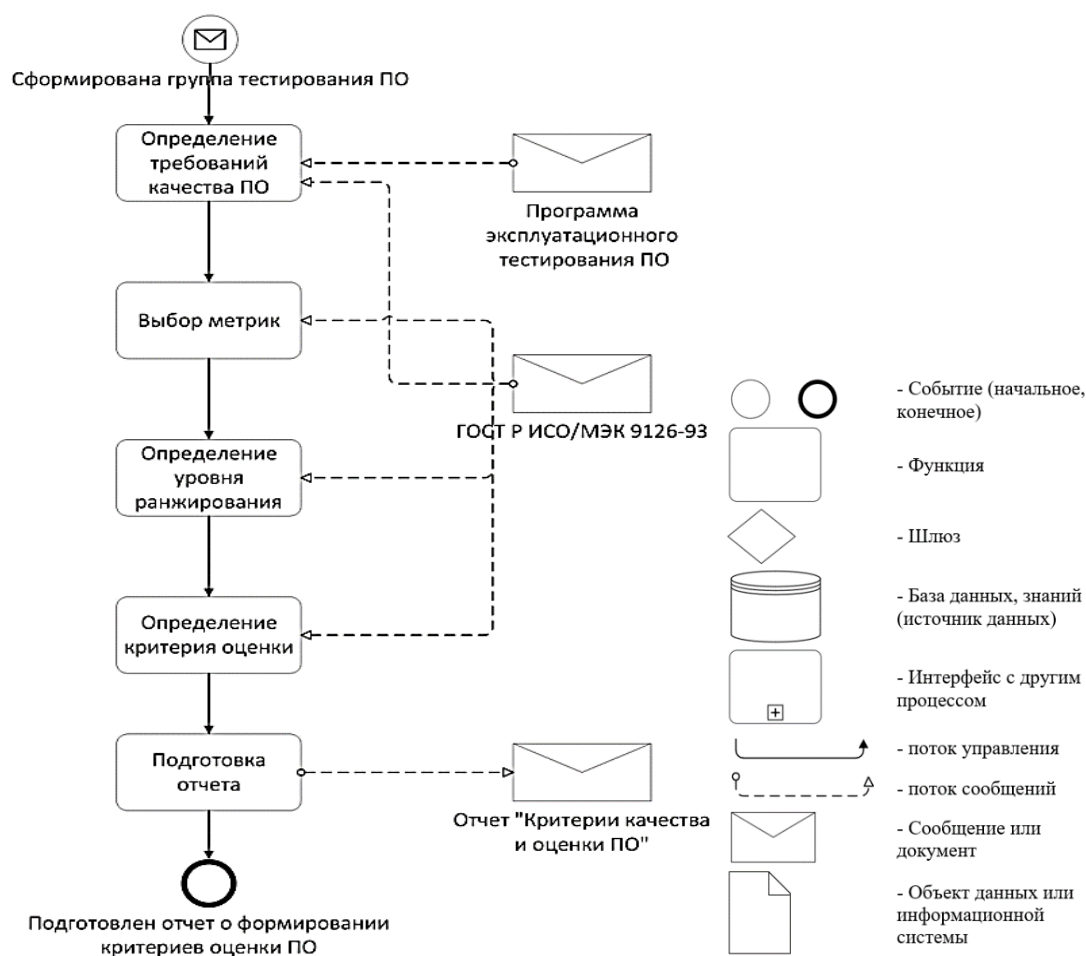


Рис. 2. Декомпозиция функции «Формирование критериев качества и оценки ПО»

**Табл. 1. Система показателей качества процесса
«Эксплуатационное тестирование ПО автомобильного агрегата»**

№	Цель процесса	Контролируемый (оцениваемый) параметр процесса	Единица измерения
1	Тестирование реализации требований потребителей и заинтересованных сторон при разработке и контроле	Число несоответствий времени расчета ПО выходных показателей или реализуемых функций выявленные у потребителя после эксплуатационного тестирования;	Ед.
		Количество случаев, когда ПО нестабильно или неправильно выявленные у потребителя;	Ед.
		Число рекламаций и отрицательных отзывов потребителей или заинтересованных сторон с их указанием о функциональности, понятности и практичности ПО после тестирования;	Ед.
		Число рекламаций и отрицательных отзывов потребителей с их указанием о качестве и комплектности документации пользователя ПО после эксплуатационного тестирования;	Ед.
		Виды и число ошибок при инсталляции ПО, выявленные у потребителя после эксплуатационного тестирования;	Ед.
2	Тестирование выполнения проекта	Стадии проекта разработки ПО, не выполненные в заданные сроки с указанием времени.	Наименование этапа, дата
		Выполнение сроков поставки ПО, потребителям или заинтересованным сторонам;	Выполнено/Не выполнено
		Дата завершения проекта по графику (техническому заданию) и фактическая дата завершения проекта разработки, внедрения и контроля качества ПО	Дата
3	Тестирование реализации требований потребителей при сопровождении ПО	Число несоответствий времени выполнения запроса пользователя к ПО, выявленные у потребителя или заинтересованных сторон после выполнения процесса;	Ед.
		Количество случаев, когда ПО нестабильно или неправильно выполняет заданные функции (с описанием последних), выявленные у потребителя или заинтересованных сторон после выполнения процесса;	Ед.
		Число рекламаций и отрицательных отзывов потребителей или заинтересованных сторон с их указанием о функциональности, понятности и практичности ПО после выполнения процесса;	Ед.
		Количество ошибок с их указанием в документации пользователя ПО после выполнения процесса;	Ед.
		Виды и число ошибок при инсталляции модулей ПО, выявленные у потребителя после выполнения процесса сопровождения ПО.	Ед.
4	Тестирование выполнения проекта	Выполнение графика выпуска и установки обновлений ПО и графика исправления его ошибок	Выполнено/Не выполнено
		Количество ошибок в документации проекта при его сопровождении	Ед.
		Стадии проекта сопровождения ПО, не выполненные в заданные сроки с указанием времени.	Наименование, дни (часы)

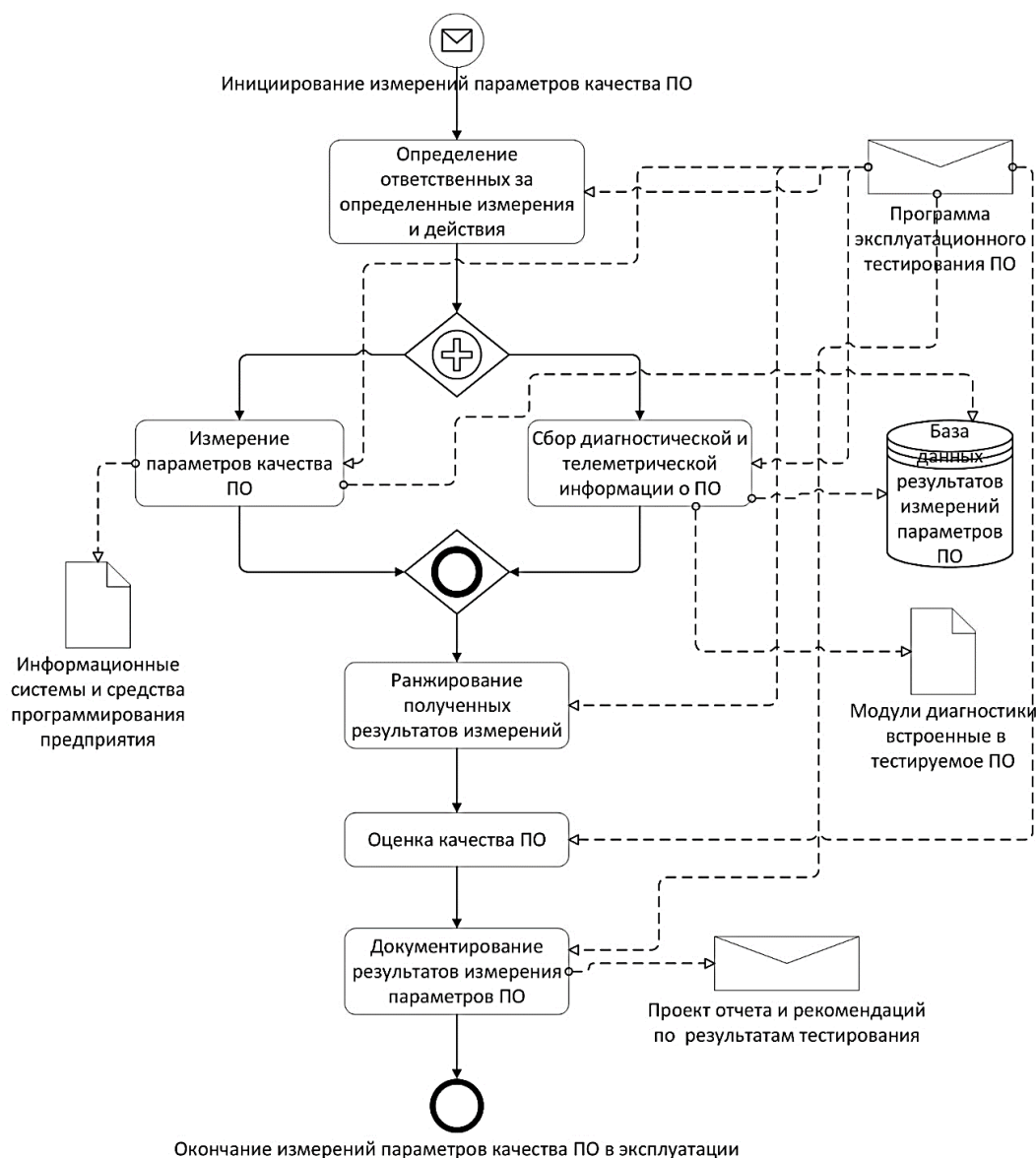


Рис. 3. Декомпозиция функции «Проведение измерений и определение параметров ПО»

В работе разработан проект процесса «Эксплуатационное тестирование ПО автомобильного агрегата». Разработка выполнена с учетом требований ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-2001. В рамках проекта выполнено моделирование процесса, разработана система показателей качества, проведена идентификация рисков процесса, определены требования к входам и выходам процесса.

Список использованных источников

1. Эванс, Джеймс Р. Управление качеством: пер. с англ. / Дж. Р. Эванс. — Москва : Юнити Дана, 2007. — 637 с. : ил. — ISBN 5-238-01062-1.

2. Никитин В. А., Филончева В. В. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000. – СПб Питер, 2004. – 127 с.: ISBN 5-94723-567-6.

УДК 629

М. А. Акимова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: в современной реалии, автомобильное производство пользуется большим спросом. Для того чтобы производимый автомобиль пользовался спросом необходимо создать качественную продукцию. В создании такой продукции главную роль играет качество. Данная статья раскрывает роль качества на всех этапах проектирования автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль, проектирование, техническое задание, безопасность, 3D модель.

В настоящее время современному человеку достаточно сложно представить свою жизнь без транспортного средства. В следствии чего человек подбирает автомобиль не только по визуальным характеристикам (например, цвет, дизайн салона, наличие дефектов по кузову и т.п.), но и по степени безопасности. Ведь сейчас большее внимание уделяют безопасности человека, поэтому наблюдается развитие нормативно - правовой базы. [5].

Автомобильное производство считается сложным из-за большого количества этапов, из-за постоянной нехватки высококвалифицированных работников, так же из-за высокой стоимости оборудования. Автомобильное производство состоит из двух основных частей. Первая часть основывается на этапах проектирования, а вторая на этапах производства с учетом всей документации, которая была разработана на этапах проектирования. Рассмотрим основные этапы проектирования, и то какое значение имеет качество на каждом из этапов.

Проектирование – это процесс создания проекта, который включает разработку дизайна и макета автомобиля, проведение расчетов и последующее оформление технической документации (технического задания). Этот процесс обычно состоит из нескольких этапов, представленных на рис. 1.

Разработка проекта включает в себя: нормативные документы, данные о природно-климатических условиях, данные о предварительной стоимости

автомобиля, данные о предпочтениях будущих покупателей и т.п.; данные об автомобилях, которые уже существуют на рынке (для превосходства конкурентов); данные о повышении показателей качества транспортных средств (технологии производства, материалы и т.п.); данные экономической эффективности производимого автомобиля. Итогом этого этапа является разработка задания на проект, которым устанавливаются основные характеристики автомобиля и его параметры. После утверждения задания данный этап считается завершённым. [3, с. 150]



Рис. 1. Этапы создания и внедрения новых изделий

Постановка технического задания. Техническое задание – это документ, включающий в себя подробное описание требований заказчика к проекту. Этим документом устанавливаются:

- функциональные возможности (мощность двигателя, скорость, и др.);
- показатели надёжности (способность сохранять показатели качества со временем);
- показатели технологичности (материалоёмкость, длительность цикла ТО и ремонтов, и т.п.);
- эргономические показатели (освещение, температура, размеры, скоростные пределы и др.)
- эстетические показатели;

- экологические показатели (процентное содержание вредных веществ в выхлопных газах);
- показатели безопасности.

Техническое задание разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации». [4] Формулирование технического задания включает в себя определение ключевых направлений для разработки конструкции и принципов функционирования будущего продукта. Техническое задание должно опираться на потребности общества, а также на технические и экономические характеристики изготавливаемого ТС.

Разработка эскизов более интересна, так как на этой стадии происходит создание внешнего вида, внутреннего строения автомобиля. Так же разрабатываются структурные и функциональные схемы изделия. В настоящее время на данном этапе пользуются системами автоматизированного проектирования (САПР), так как с помощью 3D и 2D-моделирования проще представить готовую продукцию. Данный этап включает в себя компоновочные схемы автомобилей, проводится анализ компоновок легковых ТС с передним или задним расположением двигателя, разрабатывается макет ТС (внешний вид снаружи и внутри), затем строится схема вместимости автомобиля и схема шасси. В конечном итоге в специальных приложениях разрабатывается полная модель автомобиля со всеми вышеперечисленными этапами (получается готовый продукт), пример макета представлен на рис. 2. [1, с. 125]

Проверка конструкции. На данном этапе проводится проверка опытных образцов автомобилей, узлов, агрегатов и систем. Проверка проводится для того, чтобы проверить соответствие параметров и показателей ТС требованиям технического задания, стандартам и нормативно-техническим документам. Проводится проверка надежности, работоспособности, ремонтпригодности, также проводится оснащение необходимыми запасными частями и инструментами. В случае каких-либо отказов на этапе проверки, необходимо заново пересмотреть техническое задание, эскиз и найти причину ошибки. В случае проверки без каких-либо отклонений транспортное средство можно выпускать на производство. [2, с. 20]

Утверждение проекта. По окончании корректировки и по результатам испытаний, вся документация в том числе и конструкторская передается на производство. Приемочная комиссия во главе с руководителем предприятия утверждает готовность конструкции к производству. Далее утверждаются

технические условия на транспортное средство. После всех этих этапов начинается этап производства, а затем реализация готовой продукции (выпуск в продажу).

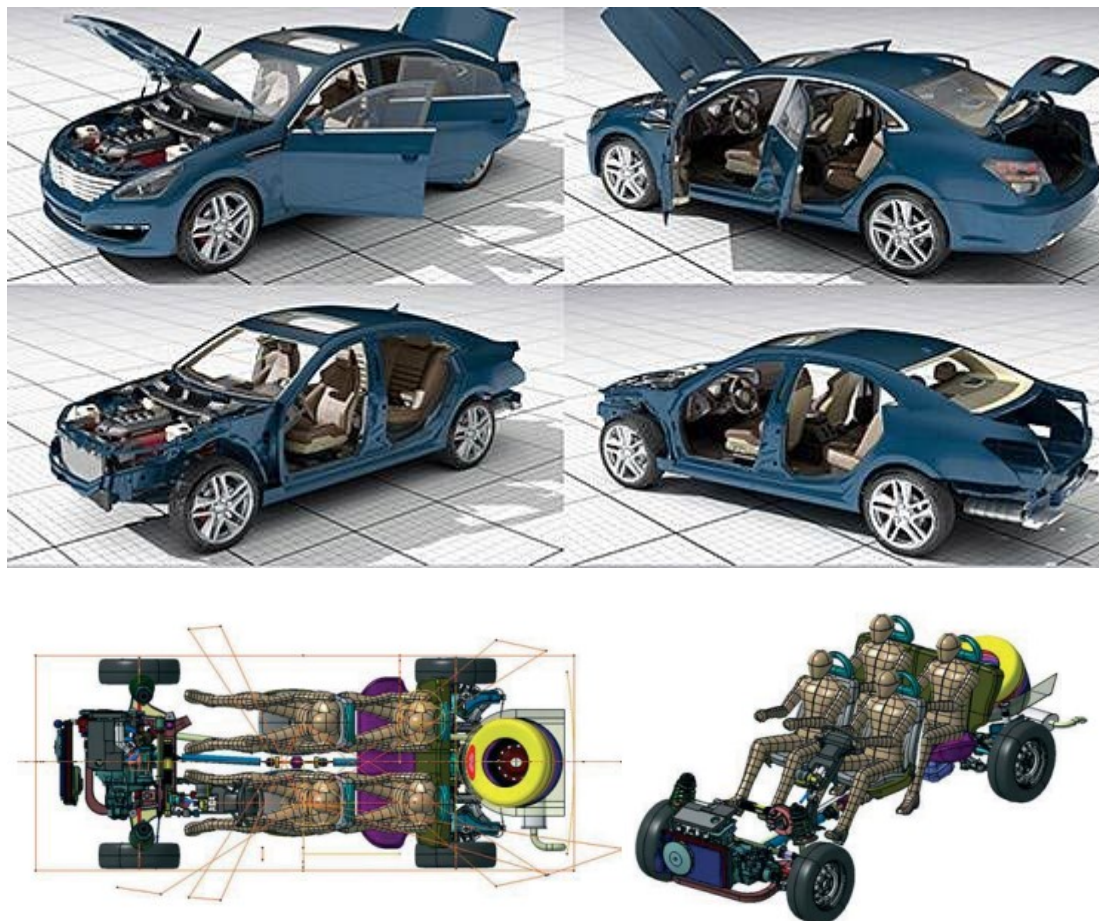


Рис. 2. Разработка 3D модели автомобиля

На этапах проектирования качество играет важную роль, так как оно влияет на долговечность и стоимость расходов в течении эксплуатации, повышает производительность, повышает степень автоматизации тем самым снижает затраты на рабочую силу. Но самое главное – улучшение качества обеспечивает долговечность конструкции, помогает достичь высоких параметров для дальнейшего развития, повышает конкурентоспособность на мировом рынке.

Список использованных источников

1. Акимова М. А. Динамика развития измерений качества. / М. А. Акимова, Ю. А. Орлов // Дни науки студентов Владимирского государственного

- университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых [Электронный ресурс]: сб. материалов науч.-практ. конф., 18 марта – 5 апр. 2024 г., г. Владимир / Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2024. – 3214 с.
2. Иванов, А. М. Проектирование автомобиля: конспект лекций для направления подготовки специалистов 190109 – специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях» / А. М. Иванов, В.И. Осипов. – М.: МАДИ, 2014. – 40 с.
 3. Кравец, В. Н. Проектирование автомобиля: учеб. пособие / В. Н. Кравец. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: Нижегород. политехн. ин-т, 1992. – 230 с.
 4. ГОСТ 2.114-2016. Единая система конструкторской документации. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2019. – 18 с.
 5. ГОСТ 33997-2016. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. – М. : Изд-во стандартов, 2018. – 73 с.

УДК 656.13

М. А. Акимова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: Влияние эксплуатационных условий на техническое состояние автомобилей является ключевым аспектом управления качеством в автомобильной промышленности. Эксплуатация транспортных средств в различных климатических и дорожных условиях, а также в условиях интенсивного использования значительно влияет на износ и долговечность компонентов. В данной статье будут рассмотрены более подробно ключевые факторы, влияющие на техническое состояние автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль, качество, эксплуатация, технические факторы, дорожные факторы, природно-климатические факторы, изнашивание, коррозия, старение, усталость.

Автомобиль имеет множество факторов, которые влияют на его безопасность. В это список включают эксплуатационные, технологические, организационные и конструкторские факторы, а также человеческий фактор.

Эти факторы считаются важными, так как влияют на эффективность работы автомобиля. Они также оказывают влияние на состояние всех узлов и агрегатов автомобиля, и соответственно на режимы их работы.

Ключевыми факторами, влияющими на автомобиль и его безотказность в условиях эксплуатации, являются: технические, дорожные факторы, а также природно-климатические факторы.

Изменение технического состояния автомобиля опирается на работу узлов и механизмов, случайные факторы, условия окружающей среды, виды эксплуатации автомобиля, условия хранения автомобиля, дефекты деталей и т.д. [1, с. 15] Из выше сказанного следует, что в процессе эксплуатации у автомобиля может увеличиться расход топлива и масла, уменьшиться мощность и снизиться производительность. На рис. 1 представлена классификация причин изменения технического состояния автомобиля.

При случайных причинах нарушаются правила и нормы нормативно-технической документации. Данные причины имеют место быть, когда обнаруживаются скрытые дефекты и перегрузки в конструкции, которые превышают допустимые пределы.



Рис. 1. Классификация причин изменения технического состояния автомобиля

Изнашивание – это процесс изменения размеров детали, который происходит в результате ее деформации или отделения материала от поверхности трения.

Коррозией называется процесс разрушения, который происходит в результате химического или электрохимического взаимодействия поверхностей металла с окружающей средой. Чаще всего коррозионные процессы начинают действовать из-за конденсата, атмосферных осадков, в зимнее время от технической соли.

Усталость металла – способность детали разрушаться под влияние многократно повторяющихся нагрузок. Небольшая усталость металла проявляется незначительным скрипом деталей салона или протекающими уплотнителями. Далее это перерастает в плохую управляемость и устойчивость автомобиля. В конечном итоге на кузове автомобиля появляются большие трещины из-за этого велика вероятность попасть в аварию.

Старение – это постепенное и непрерывное изменение характеристик, которое происходит под воздействием механических, тепловых, и других нагрузок, которые возникают в процессе эксплуатации автомобиля.

Качество автомобиля непосредственно связано с различными техническими факторами. Во-первых, это надежность всех систем и узлов, высокое качество материалов, используемых в производстве, а также качество сборки. Это все минимизирует вероятные поломки. Во-вторых, современные системы безопасности (*ABS и ESP*) повышают безопасность и управляемость автомобиля. [4, с. 98]

На техническое состояние автомобиля могут влиять природно-климатические условия. Основными факторами, влияющими на работу автомобиля, являются температура окружающей среды, влажность, ветер и т.д. Эти условия могут нарушать тепловой режим работы агрегатов. [3, с. 234] Основные воздействия природно-климатических условий и их характерное влияние на работу автомобиля представлены в табл. 1.

К дорожным факторам, влияющих на техническое состояние автомобиля, относят:

1. Тип и качество дорожного покрытия: твердое (шоссе, улучшенные грунтовые дороги), покрытие на естественном грунте (без покрытия);
2. Режим движения;
3. Элементы дороги: ширина дорожного полотна, видимость дороги, радиусы поворота;
4. Ровность дорожного покрытия: оказывает влияние на энергозатраты автомобиля;
5. Наличие пыли;
6. Наличие влаги;

7. Техническая соль на дорогах в зимнее время года;
8. Солнечные излучения.

**Таблица 1. Природно-климатических условия
и их характерное влияние на работу автомобиля**

Основные воздействия ПКУ	Оказываемое влияние на АТС
Температура воздуха	<i>При пониженной температуре:</i> Затруднение пуска двигателя. Замерзание охлаждающей жидкости. Повышение вязкости топлива, смазки. Снижение емкости аккумуляторных батарей. Повышенный износ двигателя и агрегатов. <i>При повышенной температуре:</i> Закипание охлаждающей жидкости. Снижение мощности двигателя. Увеличение расхода.
Давление воздуха	Уменьшение коэффициента наполнения цилиндров.
Влажность воздуха	Коррозия металлов. Старение резинотехнических изделий. Ухудшение свойств эксплуатационных материалов.

Изменение дорожных условий оказывает влияние на состояние двигателя, переднего или заднего мостов, карданной передачи, коробки передач, сцепления и других компонентов. Ровность и качество покрытия автомобильных дорог влияют на расход топлива, износ и долговечность узлов и агрегатов автомобиля. [2, с. 120]

Условия эксплуатации напрямую затрагивают безопасность, надежность и эффективность транспортных средств. Такие факторы, как качество дорожного покрытия, климатические условия, интенсивность эксплуатации и стиль вождения, значительно влияют на износ ключевых компонентов автомобиля. В итоге, правильные условия эксплуатации и регулярное техническое обслуживание являются неотъемлемыми для поддержания автомобилей в оптимальном техническом состоянии.

Список использованных источников

1. Говорущенко, Н. Я. Основы теории эксплуатации автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – Киев: Высшая школа, 1971. – 32 с.
2. Гурвич И. Б., Сыркин П. Э. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей. – М.: Транспорт. – 1984. – 141 с.
3. Кузнецов, Е. С., А. П. Болдин, В. И. Власов и др. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. / Е. С. Кузнецов. – М.: Наука, 2001. – 573 с.

4. Пыхов, С. И. Управление качеством: уч. пос. [Электронный ресурс] / С. И. Пыхов, Ж. С. Позднякова. – Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2021 – 181 с.

УДК 656.13

М. А. Акимова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. С. Трифонова (директор по качеству МПО «Автомприбор»), Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАСЧЕТ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЯ, ВЫПОЛНЕННОГО С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ

Аннотация: рассмотрены понятия натяга и посадки с натягом, приведена схема образования натягов и схема изображения полей допусков. Рассчитан наибольший и наименьший натяг для передачи заданного вращающего момента, определены удельные давления на поверхность вала и втулки, построена схема расположения допусков и представлен эскиз сопряжения посадок.

Ключевые слова: натяг, посадка с натягом, поля допусков, вал, втулка, удельное давление, качество соединения.

Посадки с натягом считаются одним из распространенных способов соединения деталей машин и механизмов. Данные посадки являются гарантией неподвижного соединения деталей без необходимости применения дополнительных крепежных соединений. Особенностью посадок с натягом является то, что поле допуска вала находится выше поля допуска отверстия. [2, с. 362]

Натягом называется разность между размерами отверстия и размерами вала (рис. 1) и определяется как:

$$N = d - D \geq 0.$$

Посадка с натягом подразумевает образование гарантированного натяга в соединении, т.е. максимально допустимый размер отверстия всегда меньше минимально допустимого размера вала. Такие посадки применяются для передачи крутящего момента или осевой силы. Графическая схема расположения полей допусков для посадок с натягом представлена на рис. 2.

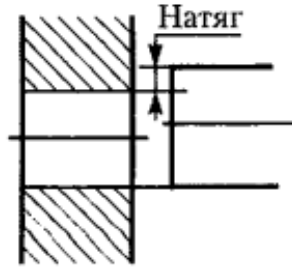


Рис. 1. Схема образования натягов в соединении вал – втулка

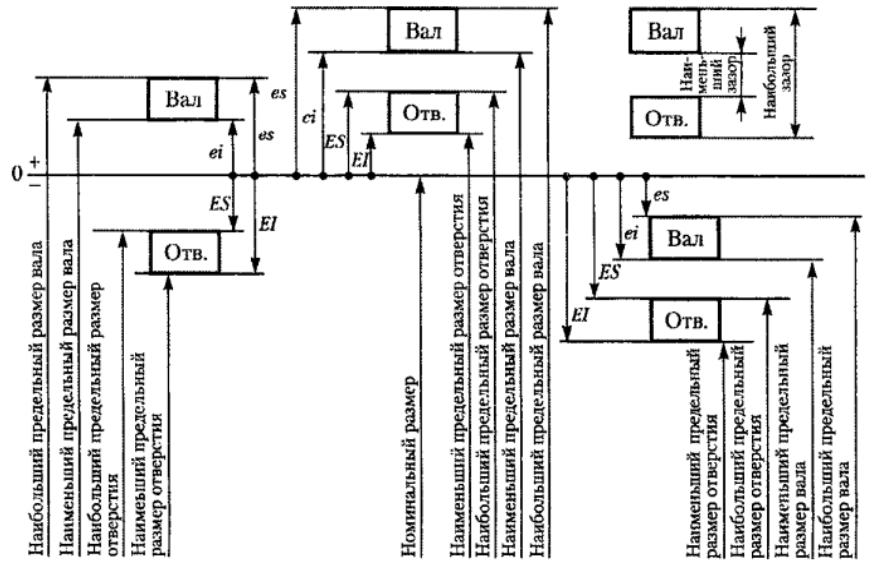


Рис. 2. Графическая схема изображения полей допусков для посадок с натягом

Проведем расчет и выбор посадки с натягом в соединении втулки и вала при воздействии вращающего момента $1200 \text{ Н} \cdot \text{м}$ при следующих данных: $d = 80 \text{ мм}$; $d_2 = 150 \text{ мм}$; $l = 120 \text{ мм}$; материал вала и втулки – сталь 30. [1, с. 4]

1. Находим наименьший расчетный натяг.
- 2.

$$N_{\min \text{ расч}} = \frac{n \sqrt{(2T_{\text{вр}}/D)^2 + F_a^2}}{\pi l f} \cdot \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right);$$

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^2} + \mu_1; \quad C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_2,$$

где $n = 1,5 - 2$ – коэффициент запаса прочности;

D – номинальный диаметр, м;

l – длина сопряжения, м;

f – коэффициент трения (табл. 1):

$f = 0,085 - 0,1$ – сборка прессованием;

$f = 0,12 - 0,14$ – сборка нагревом или охлаждением;

C_1 и C_2 – конструктивные коэффициенты;

E_1 и E_2 – модули упругости материала вала и втулки, МПа (для стали $E \approx 2,06 \cdot 10^{11}$)

μ_1 и μ_2 – коэффициент Пуассона (табл. 2).

Таблица 1. Значения коэффициентов трения

Метод запрес-совки	Материал деталей		Смазка	Коэффициент трения сцепления при распрессовке		
	охватываемой	охватывающей		осевого	кругового	
Механи-ческая запрес-совка	Сталь 30 – 50	Сталь 30 – 50	Машинное масло	0,20	0,08	
		Чугун СЧ 28 – 48	»	0,17	0,09	
		Латунь	Всухую	0,10	0,04	
		Бронза	»	0,07	–	
Нагрев или охла-ждение		Сталь 30 – 50	Нагрев	»	0,40	0,35
		Охлаждение	»	0,40	0,16	
		Чугун СЧ 28 – 48	»	0,18	0,13	
		Латунь	»	0,25	0,17	
	Бр.ОЦС 6-6-3	Чугун СЧ 15 – 32	»	0,07	–	
	Бр.АЖ-9-4 Бр.АЖН-11-6-6	Сталь 45	»	0,07	–	

Таблица 2. Физико-механические показатели материалов

Марка материала	σ_T , Па	μ	Марка материала	σ_T , Па	μ
Сталь 25	$2,74 \cdot 10^8$	0,30	Чугун СЧ 28-48	$2,74 \cdot 10^8$	0,25
Сталь 30	$2,94 \cdot 10^8$		Бронза	$3,92 \cdot 10^8$	0,25
Сталь 35	$3,14 \cdot 10^8$		Бр.АЖН-11-6-6		
Сталь 40	$3,30 \cdot 10^8$		Латунь	$3,43 \cdot 10^8$	0,25
Сталь 45	$3,53 \cdot 10^8$		ЛМцОС 58-2-2-2		

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu_1 = \frac{1 + \left(\frac{0,08}{0,15}\right)^2}{1 - \left(\frac{0,08}{0,15}\right)^2} + 0,3 = 2,1$$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu_2 = \frac{1 + \left(\frac{0}{0,08}\right)^2}{1 - \left(\frac{0}{0,08}\right)^2} - 0,3 = 0,7.$$

$$N_{\min \text{ расч}} = \frac{2\sqrt{(2 \cdot 1200/0,08)^2}}{3,14 \cdot 0,085 \cdot 0,12} \cdot \left(\frac{2,1}{2,1 \cdot 10^{11}} + \frac{0,7}{2,1 \cdot 10^{11}} \right) = 25 \text{ мкм};$$

3. Находим допустимые давления на поверхность вала и втулки.

$$[P]_{\text{вала}} = 0,58\sigma_T \left(1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2 \right) \chi = 0,58 \cdot 3,5 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 184,3 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\begin{aligned} [P]_{\text{втулки}} &= 0,58\sigma_T \left(1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^2 \right) \chi = 0,58 \cdot 3,5 \cdot 10^8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \\ &= 131,5 \cdot 10^6 \text{ Па} \end{aligned}$$

4. Находим наибольший расчетный натяг.

$$N_{\max \text{ расч}} = [P]_{\min} \cdot d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) = 140,3 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 140,3 \text{ мкм},$$

где $[P]_{\min}$ – наименьшее удельное давление на валу или втулке.

$$N'_{\min \text{ расч}} = N_{\min \text{ расч}} + 1,2(R_{z1} + R_{z2});$$

$$N'_{\min \text{ расч}} = 25 + 1,2(6,3 + 6,3) = 40,12 \text{ мкм};$$

$$N'_{\max \text{ расч}} = N_{\max \text{ расч}} + 1,2(R_{z1} + R_{z2});$$

$$N'_{\max \text{ расч}} = 140,3 + 1,2(6,3 + 6,3) = 155,42 \text{ мкм},$$

где R_{z1}, R_{z2} – шероховатость поверхности втулки (6,3 или 12,5), $R_a = \frac{6,3}{4} = 1,25 \text{ мкм}$.

5. Определяем допуск посадки с натягом.

$$TN = N'_{\max \text{ расч}} - N'_{\min \text{ расч}} = 155,42 - 40,12 = 115,3 \text{ мкм}.$$

$$TD = Td = \frac{115,3}{2} = 57,65 \text{ мкм}.$$

Учитывая все рекомендации, что посадки с натягом назначаются в 6, 7, 8 квалитетах, выбираем основное отверстие H8 и отклонение вала u8 по ГОСТ 25347-2013 (рис. 3). Построим эскиз сопряжения (рис. 4).

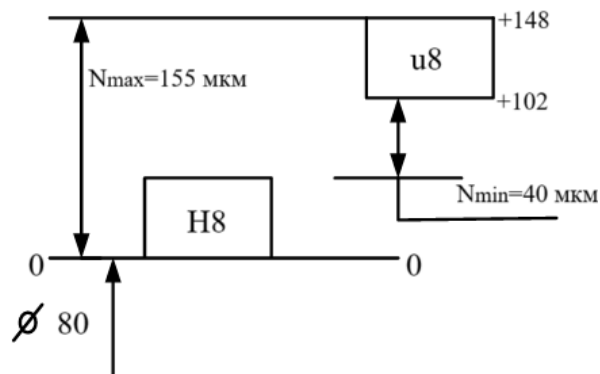


Рис. 3. Схема расположения полей допусков посадки с натягом

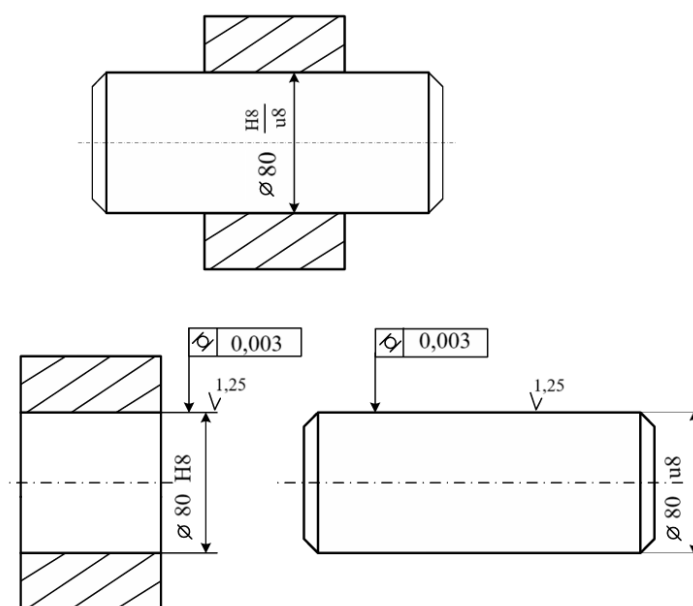


Рис. 4. Эскиз сопряжения

Произведем оценку качества заданного соединения с натягом по формуле:

$$k_i = 1 - \frac{(N_{max} - N_i)^2}{(ITN + \Delta)^2};$$

$$k_i = 1 - \frac{155,42}{(115,3 + 14,4125)^2} = 0,9;$$

Таким образом, методика расчета качества отдельных соединений может быть применена для расчета качества изготовления всего изделия. При этом уровень качества изготовления изделия может быть найден по комплексному показателю $K = \prod_{i=1}^m k_i$. [2, с. 321] Правильный расчет и выбор посадок с натягом играет важную роль в обеспечении надежности и долговечности механических соединений.

Список использованных источников

1. Орлов Ю. А. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Измерения механических величин». Тема: «Расчет и выбор посадок с натягом» / сост. Ю. А. Орлов, Л. А. Червяков; под ред. А. Г. Сергеева ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2005. – 16 с.
2. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 813 с.

УДК 621.74

М. С. Бункин (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СИСТЕМА SPC ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПАНЕЛЕЙ КУЗОВА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Качество изделий в эксплуатации во многом определяется уровнем качества технологических процессов производства. Использование статистических методов управления качеством процессов в системе менеджмента качества (СМК) организации является эффективным методом сокращения вероятности возникновения дефектов и/или несоответствий [1, с. 89] при производстве кузовных панелей автотранспортного средства (АТС). Использование статистических методов управления качеством процессов необходимо осуществлять в рамках единой системы статистического управления качеством (SPC). SPC должна рассматриваться как подсистема СМК предприятия направленная на уменьшение дефектности изделий посредством выявления причин брака на начальных стадиях и предупреждения его появления [2, с. 52].

В Российской Федерации требования к СМК установлены в ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Перечень статистических методов управления качеством в рамках СМК с указанием их назначения приведен в ГОСТ ИСО/ТО 10017-2005. Разработка и применение системы *SPC* установлено в рамках ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 и ГОСТ Р ИСО 11462-2-2012, Р 50.1.059-2006 и др. Анализ указанных нормативных документов показывает, что деятельность по созданию и применению *SPC* необходимо осуществлять на плановой и систематической основе. Основной парадигмой при применении и совершенствовании *SPC* является использование цикла *PDCA* или цикла Деминга.

Вышесказанное определяет актуальность рассматриваемой задачи – совершенствование системы статистического управления качеством процесса производства кузовных панелей АТС. Достижение высокой эффективности системы *SPC* возникает вследствие извлечения информации об уровне качества процесса, обеспечения оптимальных значений параметров посредством регулирования процесса производства, уменьшения отклонений значений параметров изделий от номинала, а также раннего предупреждения появления несоответствий.

Согласно требованиям указанных выше стандартов в работе разработана модель процесса производства кузовных панелей АТС с введенными в нее функциями *SPC* (рис. 1, 2, табл. 1) на этапах получения заготовок и формования панелей. При моделировании *SPC* была использована методология *ARIS* с применением программного комплекса *ARIS EXPRESS*.

При проектировании системы *SPC* как подсистемы СМК необходимо учитывать особенности процесса производства, его функции и имеющиеся операции технологического контроля. Разработанный проект системы *SPC* включает 4 операции на этапах: 1. заготовительных операций, правки ленты, лазерной резки заготовок, 2. пробивки отверстий под крепеж, гибки, 3. Окрашивания панелей кузова АТС, 4. приемо-сдаточных испытаний партии изделий. На следующем этапе в системе *SPC* определяются показатели качества процесса, статистические методы и их параметры, которые показаны в табл. 2. Условные обозначения в табл. 2: *Xs* – контрольная карта среднего арифметического и среднего квадратического отклонения, *XR* – контрольная карта среднего арифметического и размаха, *u* – контрольная карта доли несоответствий, *np* – контрольная карта числа дефектов, *AB* – анализ воспроизводимости и пригодности процесса производства.

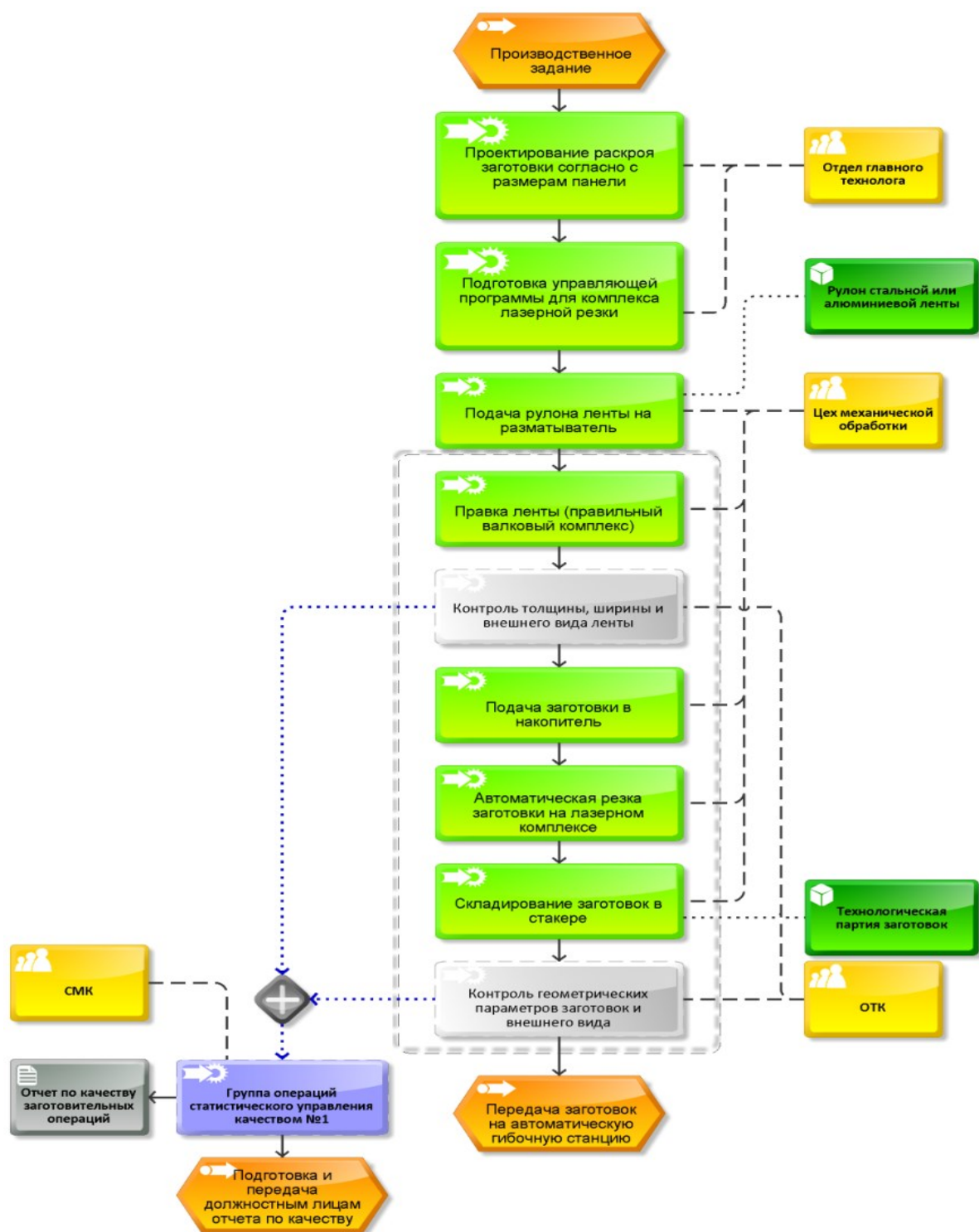


Рис. 1. EPC-модель заготовительных операций с функциями системы SPC

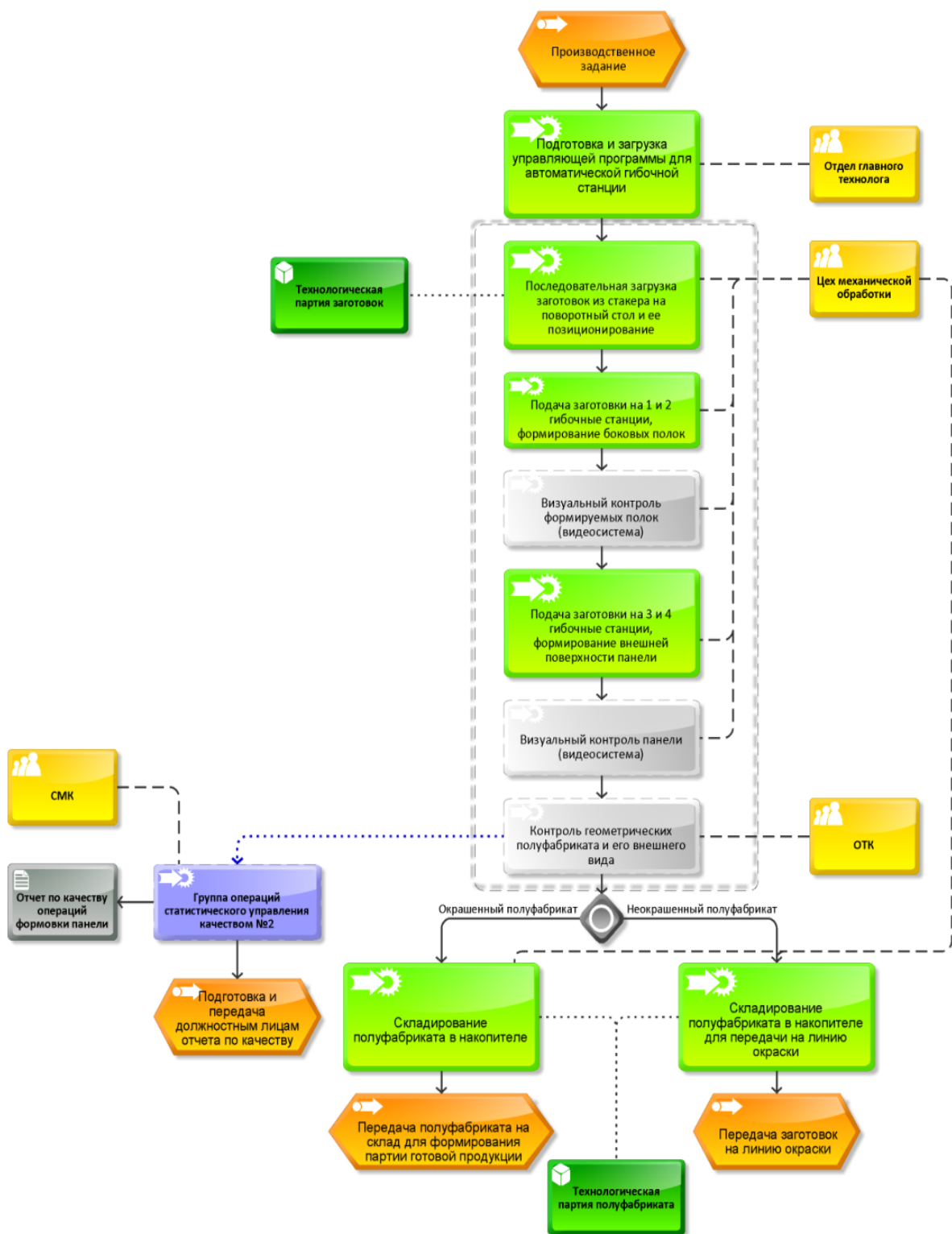
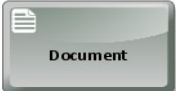
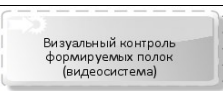
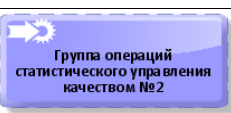
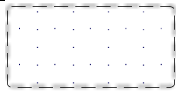
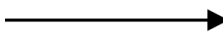


Рис. 2. EPC-модель операций формования панели с функциями системы SPC

Таблица 1. Обозначения на ARIS моделях технологического процесса и SPC

Обозначение	Описание
	подразделение организации,
	электронный или бумажный документ,
	комплектующее, заготовка, полуфабрикат, изделие.
	функция или технологическая операция,
	событие,
	функция или операция технологического контроля,
	функция SPC процесса производства,
	функции производственного процесса, охваченные SPC,
	взаимосвязь функций процесса и подразделений,
	перекресток модели («И», «ИЛИ», «искл. ИЛИ» соответственно),
	результаты контроля параметров,
	выходы функций.

Предложенной проект системы SPC процесса производства кузовных панелей АТС включает в контуры управления все группы функции. Используемые статистические методы в рамках проекта SPC стандартизованы в РФ и реализованы в большинстве программных статистических комплексах. Это позволяет автоматизировать обработку статистических данных и повысить эффективность системы SPC.

Таблица 2. Статистические методы системы *SPC*

Параметр	Группа операций <i>SPC</i>			
	1	2	3	4
Отклонение от номинала размеров панели	X_s, AB	X_s, AB	—	X_s, AB
Отклонение от плоскостности	—			
Отклонение от прямолинейности				
Волнистость поверхности панели				
Отклонение от номинального угла в определенном направлении	X_s, AB			—
Отклонение от перпендикулярности сторон панели				
Толщина покрытия панели				
Твердость покрытия по Бухгольцу				
Несоответствие коррозионной стойкости				
Число несоответствий на лицевой стороне панели				
Число несоответствий нелицевой стороне панели				
Несоответствие цвета покрытия <i>RAL</i>				
Несоответствие блеска покрытия				
Несоответствие адгезии				
Эластичность при изгибе				
Эластичность при растяжении				
Прочность при ударе				

Список использованных источников

1. Менеджмент систем качества. Учеб. пособие / М. Г. Круглов, С. К. Сергеев, В. А. Такташов и др. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 368 с.
2. Давид Марка, Клемент Мак Гоуэн. Методология структурного анализа и проектирования. Пер. с англ. – М.:1993, 240 с, *ISBN 5-7395-0007-9*.

УДК 621.74

А. М. Воздвиженская (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ РОБАСТНОГО МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Статистический анализ несоответствий автомобильных компонентов, выявленных в процессе эксплуатации автотранспортного средства, показывает, что большинство из них можно было бы избежать при адекватных процессах разработки и планирования выпуска указанных элементов. В особенности это касается внедрения в практику инновационных технических решений [1, с. 152]. При реализации процессов проектирования и разработки автомобильных компонентов необходимо проводить оптимизацию их параметров и технологических операций производства с учетом эксплуатационных факторов. Эта деятельность должна носить систематический и плановый характер (п. 8.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2015) с применением методов моделирования, оптимизации, планирование эксперимента, статистического и, в частности, регрессионного анализа (ГОСТ ИСО/ТО 10017-2005).

Методы оптимизации параметров продукции и технологических операций должны выполняться с учётом влияния условий эксплуатации автотранспортного средства, приводящих к увеличению дисперсии значений функциональных параметров конечного изделия. Для реализации указанного требования [1, с. 183] целесообразно использовать подход Г. Тагучи основанный по формировании целевой функции оптимизации параметров изделия и технологических операций в виде отношения «сигнал–шум». В Российской Федерации указанный подход регламентирован в действующем национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 16336-2020 «Статистические методы. Применение к новым технологиям и процессу разработки продукции. Робастное параметрическое проектирование (*RPD*)».

Цель работы состоит в разработке методики оптимизации параметров изделий и технологических операций при производстве автомобильных компонентов с использованием требований ГОСТ Р ИСО 16336-2020 где в качестве шумовых факторов учитываются условия эксплуатации автотранспортного средства. Последовательность операций по разработанной методике оптимизации показана на рис. 1. Методика включает использование

методов постановки и проведения пассивного эксперимента при формировании целевой функции, численной многомерной оптимизации при определении границ допусков управляемых параметров.

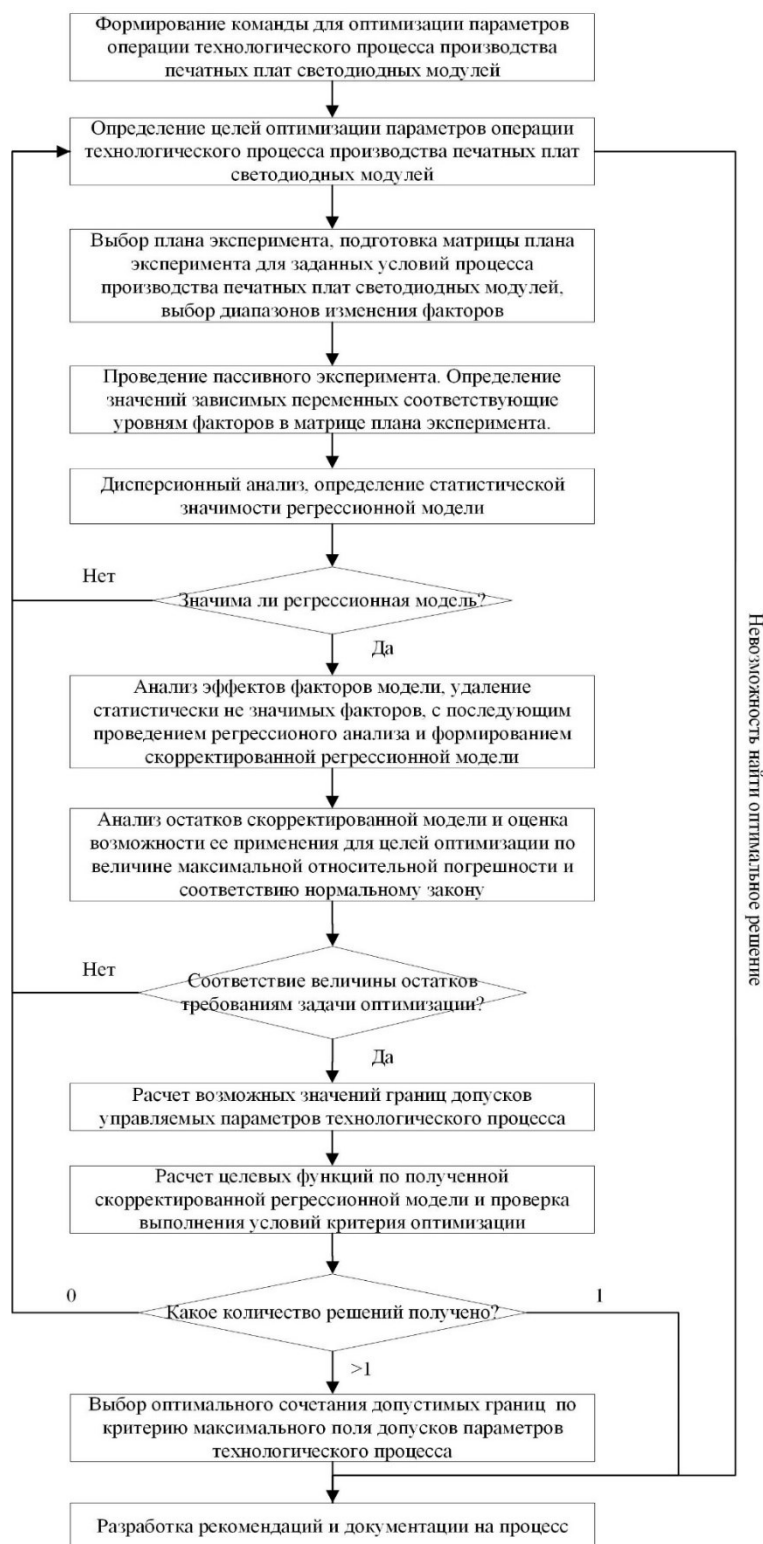


Рис. 1. Схема этапов оптимизации параметров технологических операций

В работе проведена апробация разработанной методики при оптимизации параметров технологической операции травления печатных плат светодиодных модулей автомобильных компонентов. Планирование промышленного эксперимента проводилось для целевых функций: 1. величина бокового подтравливания защищенных фоторезистом токопроводящих медных дорожек (Y_1 должно составлять не более 8 минут), 2. время травления платы светодиодного модуля, необходимое для удаления незащищенного фоторезистом слоя меди (Y_2 не должно превышать 35 мкм). В качестве факторов промышленного эксперимента принты: 1. температура раствора для травления платы (X_1) – [38; 50] °C, концентрация раствора для травления платы (X_2) – [125; 175] г/л, напряжение, прикладываемое к плате при травлении (X_3) – [1,8; 3,5] В. Неуправляемыми факторами пассивного эксперимента являются операция травления печатных плат *STA015* светодиодного модуля *Square 4 XP* на основе светодиодного кластера серии *XP CREE* состоящий из четырех светодиодов серии *P2 LED SEMILE*, а также типа и способа нанесения фоторезиста, вида технологического оборудования определяемого согласно техническим условиям, раствор для травления печатной платы является электролит на основе соляной кислоты. Состав раствора согласно ОСТ 107.460092.004.01-86 по карте № 13: соляная кислота – 20 – 30 г/л; медь двуххлористая – 190 – 220 г/л; аммоний хлористый – 60 – 80 г/л. Материал заготовки платы – алюминиевый ламинат *ACCL 1060*, с толщиной основания 1,5 мм, толщиной слоя медной фольги – 35 мкм, толщиной слоя диэлектрика *IMS-03* – 75 мкм. Материал основания сплав алюминия 1100 (аналог по ГОСТ – АД).

Результаты дисперсионного анализа по статистическим данным промышленного пассивного эксперимента приведены в таблице 1 и регрессионного анализа в таблице 2. В табл. 1-2 полужирным шрифтом выделены значимые эффекты. По результатам анализа статистических характеристик приведенных в таблицах 1-2 регрессионные модели для статистически значимых эффектов факторов можно представить в виде:

$$Y_1 = 29,49 - 0,32X_1 - 0,07X_2 - 0,83X_3 + 0,49X_3^2$$

$$Y_2 = -119,70 + 1,47X_1 + 0,51X_2 + 2,06X_3$$

Распределение значений остатков регрессионных моделей для целевых функций Y_1 , Y_2 не противоречит нормальному закону. Максимальное

значений остатков регрессионных моделей для целевых функций Y_1 , Y_2 составляет 8,9 % и 12,3 % соответственно. Это позволяет сделать вывод о возможности применения регрессионных моделей для целевых функций Y_1 , Y_2 для оптимизации параметров технологической операции травления печатных плат светодиодных модулей автомобильных компонентов.

Таблица 1. Таблица дисперсионного анализа для целевой функции Y_1

Фактор	Сумма квадратов отклонений (SS)	Число степеней свободы (df)	Средняя сумма квадратов отклонений (MS)	Статистика Фишера (F)	Уровень значимости статистики Фишера (p)
Линейный эффект фактора X1 (X₁(L))	48,93	1	48,93	3750,17	0,00
Квадратический эффект фактора X1 (X ₁ (Q))	0,00	1	0,00	0,22	0,66
Линейный эффект фактора X2 (X₂(L))	40,62	1	40,62	3113,47	0,00
Квадратический эффект фактора X2 (X ₂ (Q))	0,00	1	0,00	0,05	0,83
Линейный эффект фактора X3 (X₃(L))	31,49	1	31,49	2413,69	0,00
Квадратический эффект фактора X3 (X₃(Q))	1,13	1	1,13	86,63	0,00
Эффект взаимодействия факторов X1 и X2 (1L by 2L)	0,01	1	0,01	0,41	0,55
Эффект взаимодействия факторов X1 и X3 (1L by 3L)	0,00	1	0,00	0,00	1,00
Эффект взаимодействия факторов X2 и X3 (2L by 3L)	0,01	1	0,01	1,06	0,34
Прочие случайные факторы (Error)	0,08	6	0,01		
Все факторы (Total SS)	122,72	15			

Полученные статистически значимые регрессионные модели для целевых функций Y_1 , Y_2 совместно с условиями робастности по ГОСТ Р ИСО 16336-2020 будут использованы при формировании критерия оптимизации. Критерий оптимизации для определения допусков параметров операции травления печатной платы светодиодного модуля примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} 29,49 - 0,32 X_{1H} - 0,07 X_{2H} - 0,83 X_{3H} + 0,49 X_{3H}^2 \leq 8 \\ 29,49 - 0,32 X_{1B} - 0,07 X_{2B} - 0,83 X_{3B} + 0,49 X_{3B}^2 \leq 8 \\ -119,70 + 1,47 X_{1H} + 0,51 X_{2H} + 2,06 X_{3H} \leq 35 \\ -119,70 + 1,47 X_{1B} + 0,51 X_{2B} + 2,06 X_{3B} \leq 35 \\ X_{1H} < X_{1B} \\ X_{2H} < X_{2B} \\ X_{3H} < X_{3B} \\ \prod_{i=1}^3 \left(\frac{X_{iB} - X_{iH}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \right) \rightarrow \max \end{array} \right.$$

Таблица 2. Таблица коэффициентов регрессионной модели для Y_1

Фактор	Коэффициент регрессии	Среднее квадратическое отклонение коэффициента	Статистика Стьюдента (t)	Уровень значимости t (p)	Нижняя и верхняя граница 95% доверительного интервала коэффициента регрессии
Постоянный коэффициент	29,49	0,35	83,40	0,00	28,71 30,27
Линейный эффект фактора X1 ($X_{1(L)}$)	-0,32	0,00	-73,26	0,00	-0,32 -0,31
Линейный эффект фактора X2 ($X_{2(L)}$)	-0,07	0,00	-66,75	0,00	-0,07 -0,07
Линейный эффект фактора X3 ($X_{3(L)}$)	-0,83	0,20	-4,12	0,00	-1,28 -0,39
Квадратический эффект фактора X3 ($X_{3(Q)}$)	0,49	0,04	13,13	0,00	0,41 0,58

График зон соответствия целевых функций а) - Y_1 , б) - Y_2 , в) по Y_1 и Y_2 одновременно согласно критерию оптимизации в координатах факторов X_1 , X_2 , X_3 , а также границ допусков указанных факторов приведен на рис. 2.

В границах изменения значений экспериментальных факторов был выполнен расчет их оптимальных границ допусков, соответствующих условию обеспечения заданных значений целевых функций Y_1 , Y_2 . Поиск оптимальных границ допусков выполнялся с применением метода градиентного спуска в ПО Octave. Оптимальные границы допусков технологических параметров операции травления печатной платы светодиодного модуля составили:

– температура раствора при травлении (X_1) – 41 – 46 °C;

- концентрация травильного раствора (X_2) – 145 – 160 г/л;
- напряжение, прикладываемое к плате (X_3) – 1,8 – 2,9 В.

Оптимальные границы допусков технологических параметров показаны как прямоугольники в третьем столбце на рис. 2.

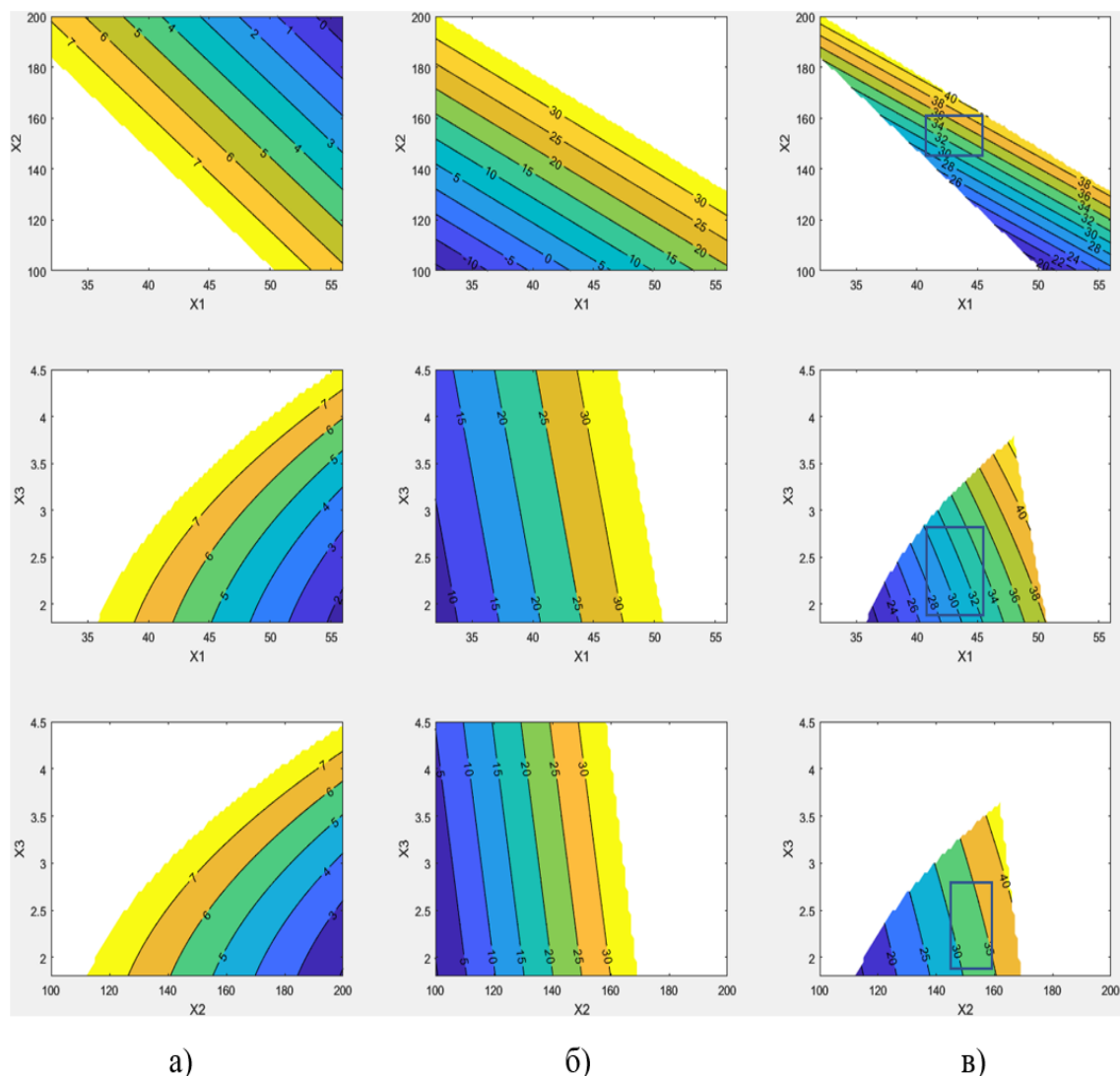


Рис. 2. Графическое расположение зон факторов соответствующих границам допусков целевых функций

В работе разработана методика оптимизации параметров при производстве автомобильных компонентов на основе подхода Г. Тагути. Расчетную часть разработанной методики можно реализовать с использованием большинства современных математических программных комплексов, например *Octave*, *Statistica*, *MATLAB*, и электронных таблиц. Использованный метод оптимизации многомерной зависимости реализован в виде функ-

ций в большинстве указанных программных комплексов. Это позволяет автоматизировать расчеты по статистическому анализу данных промышленного эксперимента и определения оптимальных значений.

Разработанная методика оптимизации учитывает влияние эксплуатационных факторов, требования к изделию и технологическому процессу конкретной операции, устанавливает последовательность проведения пассивного эксперимента для оптимизации, включает применение программного статистического комплекса *Statistica 14.0* и его модуля планирования эксперимента. Таким образом систематическое определение требований потребителя к параметрам изделий с последующей оптимизацией параметров технологического процесса на этапе проектирования производства, является эффективным способом уменьшения числа несоответствий автомобильных компонентов, выявляемых в процессе эксплуатации.

Список использованных источников

1. Кане М. М., Иванов Б. В., Корешков В. Н., Схиртладзе А. Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.: ил. ISBN 978-5-91180-707-8.
2. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. М. : Наука, 1971. – 282 с.

УДК 621.74

А. А. Грамотова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СМК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Анализ несоответствий продукции, в частности автомобильных компонентов, требованиям потребителей и заинтересованных сторон показывает, что большинство из них, от 75 % до 85 %, возникает вследствие ошибок на этапах проектирования и разработки [1, с. 81]. Эффективным методом сокращения указанных несоответствий при производстве автомобильных компонентов является разработка и внедрение соответствующего процесса в рамках системы менеджмента качества (СМК) предприятия по п. 8.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2015 с использованием оптимизации параметров изде-

лий и технологических процессов. Деятельность по проектированию и разработки согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015 должна носить плановый, систематический характер и может быть реализована на предприятии в виде соответствующего процесса в рамках СМК. Цель работы состоит в определении оптимальных значений параметров изделий соответствующим заданному или минимальному разбросу значений параметров, а также обеспечению необходимых показателей воспроизводимости технологического процесса при проектировании и разработке. Для определения способов решения указанной задачи был проведен анализ требований ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ ИСО/ТО 10017-2005, были идентифицированы статистические методы: моделирование, оптимизация, планирование эксперимента и регрессионный анализ.

В работе разработан проект процесса «Разработка и оптимизация автомобильных компонентов» с применением указанных методов моделирования и оптимизации. *BPMN* модель указанного процесса на основе методологии *ARIS* показана на рис. 1. В работе проведена апробация процесса при оптимизации параметров технологической операции порошкового окрашивания автомобильных компонентов. Планирование промышленного эксперимента проводилось для функции качества – средняя толщина покрытия H . В качестве факторов промышленного эксперимента принты: температура красителя T , °C, объемный расход воздуха при напылении Q , м³/мин, напряжение ионизации U , кВ. Неуправляемыми факторами пассивного эксперимента являются размеры и сложность формы автомобильного компонента, тип порошкового красителя, время и количество проходов при выполнении технологической операции, вид аппарата и сопла напыления [2, с. 14].

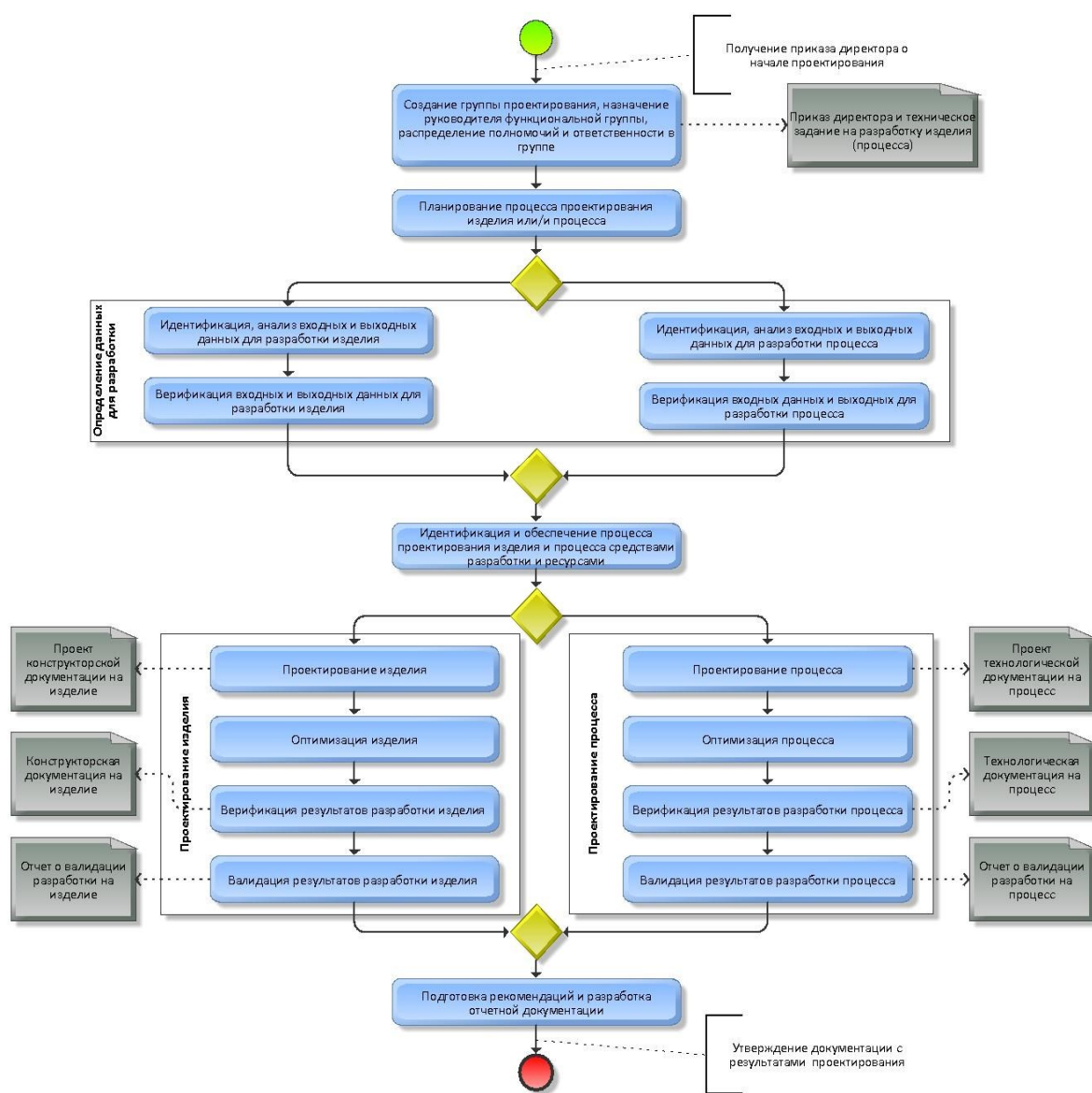


Рис. 1. ARIS модель процесса СМК «Разработка и оптимизация автомобильных компонентов» (Обозначения: ● – начальное и конечное события, – функция процесса, – перекресток, – электронный документ)

Результаты дисперсионного анализа по статистическим данным промышленного пассивного эксперимента приведены на диаграмме Парето (рис. 2) и регрессионного анализа в табл. 1. Факторы, расположенные справа от линии соответствующей уровню значимости равному 0,05 (рис. 2) являются статистически значимыми. В табл. 2 полужирным шрифтом выделены значимые эффекты.

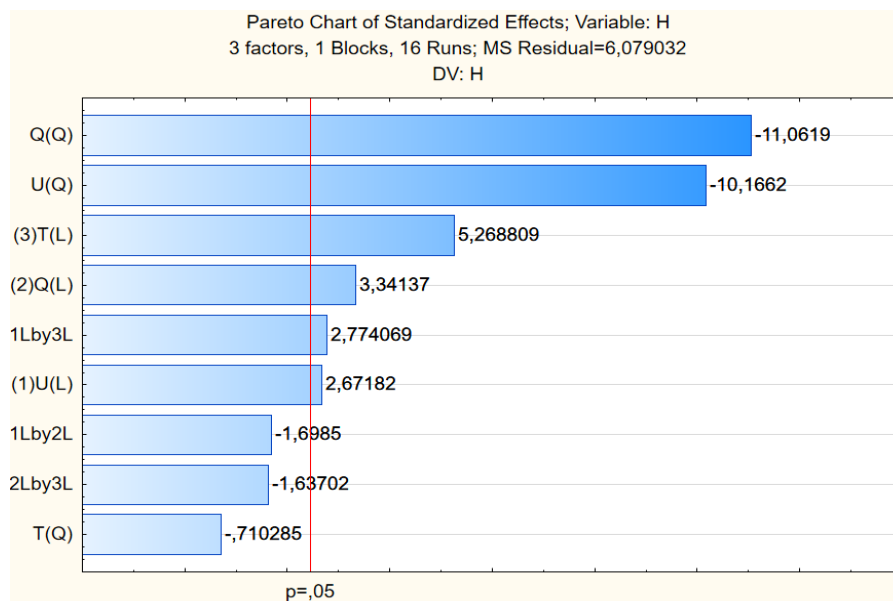


Рис. 2. Диаграмма Парето (L , Q – линейный и квадратический эффекты)

Таблица 1. Статистические характеристики регрессионного анализа

Эффект модели	A	Стандартная ошибка A	t	p	Границы доверитель- ного интервала A
Постоянное смещение	74,15	1,62	11,2	0,02	[70,91; 77,39]
U^1	1,82	0,58	12,4	0,03	[0,66 2,98]
U^2	-9,34	0,79	-11,4	0,01	[-10,92; -7,76]
Q^1	1,99	0,71	9,1	0,01	[0,57; 3,41]
Q^2	-9,06	0,90	-12,1	0,04	[-10,86; -7,26]
T^1	4,12	0,59	7,8	0,02	[2,94; 5,30]
T^2	-0,62	1,12	-1,1	0,49	[-2,86; 1,62]
$U \cdot Q$	-1,53	1,21	-2,1	0,23	[-3,95; 0,89]
$U \cdot T$	3,11	0,71	8,3	0,02	[1,69; 4,53]
$Q \cdot T$	-2,39	0,92	-0,5	0,45	[-4,23; 0,91]

Обозначения в табл.: A – коэффициент уравнения регрессии, t – статистика Стьюдента эффекта фактора, p – уровень значимости t .

Согласно полученным результатам (табл. 2), регрессионная модель по данным пассивного эксперимента может быть представлена в форме:

$$H = 74,15 - 9,34 \cdot U^2 + 1,82 \cdot U - 9,06 \cdot Q^2 + 1,99 \cdot Q + 4,12 \cdot T + 3,11 \cdot U \cdot T. \quad (1)$$

Распределение значений остатков модели (1) не противоречит нормальному закону. Максимальное значение остатков модели (1) составляет 9,5 %. График для зависимой переменной H по полученной регрессионной модели (1) от факторов U и Q приведен на рис. 3. Это позволяет сделать

вывод о возможности применения модели (1) для оптимизации параметров технологического процесса окрашивания автомобильного компонента.

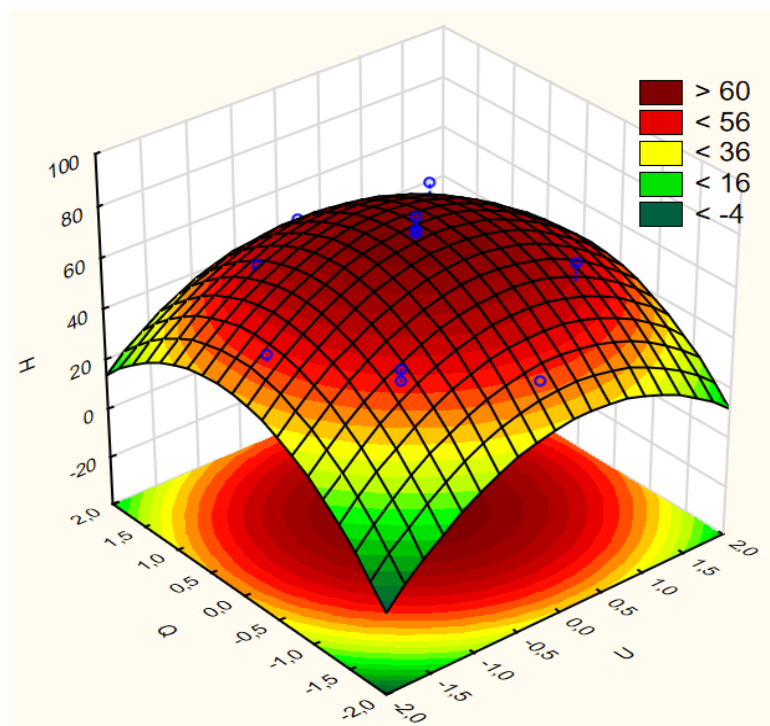


Рис. 3. График регрессионной зависимости

В границах изменения значений экспериментальных факторов был выполнен расчет их оптимальных границ допусков, соответствующих условию обеспечения заданной толщины покрытия. Поиск оптимальных границ допусков выполнялся с применением методом случайного поиска в программном комплексе *MATLAB*. Результат определения допусков управляемых технологических параметров операции порошкового окрашивания автомобильного компонента составил:

- напряжение ионизации частиц красителя – $[9,1 - 11,1]$, кВ;
- объемный расход воздуха в аппарате смешивания – $[0,89 - 1,11]$ м³/мин;
- температура воздуха в камере напыления – $[25 - 29]$ °С.

Список использованных источников

1. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. М. : Наука, 1971. – 282 с.
2. Адлер Ю. П., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента: работа с данными. – Монография. – Дніпро: Ліра, 2017. – 182 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

На настроение и душевное состояние человека без сомнений влияет музыка. Она сопровождает людей во всех возрастах и на всех профессиональных деятельности. С давнего времени музыка является частью человеческого развития. Она отвечала и за передачу разнообразия рода занятий человека, и эмоциональную составляющую, и последовательность изменения и роста одной страны, а также ее временных отличий.

Принято категоризовать музыкальные инструменты по источнику звука, по способу извлечения звука, по характерному признаку, для конкретного вида. Кроме приведенных существует разделение по материалу, по форме и т. д. По основным группам существует подразделение на язычковые, духовые, клавишные, ударные, струнные и электромузыкальные.

У духовых струнных инструментов язычки являются звукообразующими элементами, у струнных – струны, у ударных – их материал или натянутая оболочка.

Музыка – это истинное выражение души, а ее глубокое влияние на человека замечено уже во всех уголках планеты. Как и кем исполняется музыкальное произведение зависит не только от правильно и мелодично подобранных нот, но и от того насколько хорошо справляется музыкальный инструмент с точностью воспроизведения. Это приводит к важности идентификации и основ сертификации музыкальной продукции.

Идентификация инструмента – процесс определения отклонений производственных характеристик от стандартов, выявления неисправностей и дефектов инструментов, а также оценки работы промышленного оборудования. [3]

При идентификации музыкальных инструментов учитываются следующие качества:

1. Качество звука;
2. Исполнительские возможности, художественный и технический уровень разработки инструментов;
3. Дизайн изделия (качество проектирования и моделирования);

4. Качество технического процесса (качество нормативно-технической документации, оборудования и т.д.).

При определении подтверждения соответствия того или иного музыкального инструмента первым делом необходимо определить относится он к механическому, электрическому или детскому виду инструмента.

Обязательному подтверждению не подлежит механический вид инструмента.

Под действие технических регламентов попадают инструменты, напрямую зависящие от электрической сети или аккумуляторов (например, синтезаторы, электрогитары, электроскрипки и т. д.). Электромузыкальные инструменты включены в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации для подтверждения соответствия требованиям Технических регламентов, показатели качества и безопасности в отношении данной продукции описаны в:

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС – 004 – 2011);
2. Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС – 020 – 2011);
3. Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» (ТР ЕАЭС 037/2016).

Детские музыкальные инструменты подлежат обязательной сертификации для подтверждения требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности игрушек» (ТР ТС – 008 – 2011). [4]

Добровольное подтверждение соответствия, которое возможно оформить в случае механических инструментов, дает возможность организациям (производителям) выделить качество продукции, а также значительно повысить как свое место на рынке, так и доверие покупателей.

Для полного понимания термина «качество инструмента» в него вкладываются некоторые обязательные условия, такие как правильный звук, способность воспроизводить мелодии за счет внутреннего устройства и механизмов и наличие выполненных по стандарту производственных характеристик.

Контроль за производством инструментов происходит по заготовленному плану. Сначала осматривается внешний вид, изделия, затем его способность к игре, после качество звучания.

На первом этапе важно, чтобы структура покрытия инструментов отвечала заявленным требованиям в стандартах. К компонентам инструментов тоже предоставляются определенные характеристики, за соблюдением которых назначается контроль на производстве. Для каждого инструмента прописаны свои требования, например, для инструментов, которые изготавливаются из дерева, важными являются следующие правила: плотная структура дерева, без полостей или углублений (которые могли быть не замечены при перевозке), равномерный окрас поверхности. У металлических изделий происходит координация отсутствия загрязнений, потертостей, излишнего блеска и остальных повреждений, которые не соответствуют требованиям к качественному изготовлению.

На втором этапе контроля происходит определение того, насколько легко инструмент способен извлекать звук. В совокупности отслеживается диапазон громкости изделия, а также особенности его звукоизвлечения.

На уровне звукоизвлечения следует выдержать те размеры, форму и конструкцию, которыми в дальнейшем должен обладать инструмент. Это определяет, как могут быть некоторые группы изделий кардинально отличаться в этапах производства несмотря на то, что они относятся к одной группе. [1]

В создании клавишных инструментов важно учитывать, что его механизм, несмотря на свою сложность, в использовании должен быть комфортен, т.е. у музыканта при нажатии клавиши в идеале не может возникнуть усилия или неудобства. Кроме удобства, клавиши, а именно их внутреннее устройство не должно издавать лишние стукающие звуки или звуки скрипа.

В производстве духовых инструментов главным отличием является то, что звук возникает путем создания воздушного потока, который приводит к изменению воздушного столба, находящегося в корпусе инструмента и поэтому необходимо следить за правильным расположением клапанов, заслонок и других элементов изделия, за материалом, выбранным для их изготовления и за тем, чтобы музыканту было не сложно держать инструмент на весу.

На третьем этапе осуществляется проверка наиболее значимых свойств музыкальных инструментов – точность и стабильность, которые помогают окончательно решить, способно ли изделие воссоздать ноты желаемой высоты или его следует отправить на исправление. В случае, когда эти свойства показывают низкие результаты, тогда звучание инструмента будет очевидно фальшивым. Кроме точности и стабильности также принимаются

во внимание уровень громкости изделия, длительность его нот, а также тембр. [2]

С помощью такого инструмента как камертон можно достичь качественной настройки инструмента. Иногда, при отсутствии камертона, используется другой настроенный инструмент, зачастую выбирают фортепиано. Для наладки струнных важно точно разместить лады, выбрать и натянуть струны. Громкость и тембр инструмента определяются сравнением с эталонным изделием или индивидуально в зависимости от группы.

Качество музыкальных инструментов играет важную роль в производстве качественного звука. Хорошо изготовленные инструменты обладают лучшей чувствительностью, резонансом, глубиной и яркостью звука, что позволяет музыкантам передать свои эмоции и творческие идеи через произведения. Кроме того, инструменты, выполненные в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, обеспечивают надежность и долговечность. За счет качественных музыкальных инструментов создается комфорт во время игры, что важно, как для начинающих, так и для опытных музыкантов. Также они помогают создавать высококачественные произведения и делают музыкальный процесс удовлетворительным и успешным.

Список использованных источников

1. Микутин В. Д. Современная технология изготовления музыкальных инструментов / В. Д. Микутин. – 2023. – С. 198-200. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/130493/198-200.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения 11.11.2024).
2. Порвенков В. Г. Вопросы качества производства музыкальных инструментов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 192 с.
3. Пыхов С. И. Управление качеством: уч. пос. / С. И. Пыхов, Ж. С. Позднякова. – Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2021. – Режим доступа: <https://www.inueco.ru/rio/2021/978-5-6044299-9-0.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. – 181 с.
4. Росстандарт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения 11.11.2024).

УДК 658.516(075)

А. А. Грамотова (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студентка)

Научный руководитель: Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СОЕДИНЕНИЙ

Для оценки качества изделий применяются эксплуатационные, экономические, производственно-технологичные и другие методы. В конечном итоге качество изделия формируется свойствами отдельных его составных частей в виде деталей и сборочных единиц. В настоящее время заключение о качестве деталей происходит по принципу «годный» или «негодный».

Известно, что качество изготовления деталей зависит от таких параметров, как точность размеров, отклонение формы и расположение поверхностей, а также от микронеровностей и технических требований чертежей и т. д.

Конечно, качество конечного продукта напрямую зависит от качественной разработки технологического процесса. Любое отклонение от заданных параметров на любой из стадий приведет к ухудшению характеристик всего изделия, даже если остальные стадии выполнены на высоких показателях. Проблема становится тем больше, чем сложнее изделий, т. е. чем больше компонентов и операций, тем выше вероятность накопления ошибок. Качество каждой операции проходит контроль различными способами, такими как, визуальное наблюдение, установление показателей с помощью измерительных приборов и неразрушающие методы контроля.

Существует три показателя требований к качеству изготовления детали:

1. Показатель, который находится в заданных пределах (группа 1) – $P_{\min} \dots P_{\max}$;
2. Показатель равный или меньше некоторого максимального значения (группа 2) – $P \geq P_{\max}$;
3. Показатель равный или больший некоторого минимального значения (группа 3) – $P \geq P_{\min}$.

Все вышеназванные показатели представлены в виде схемы (рис. 1) [2]:

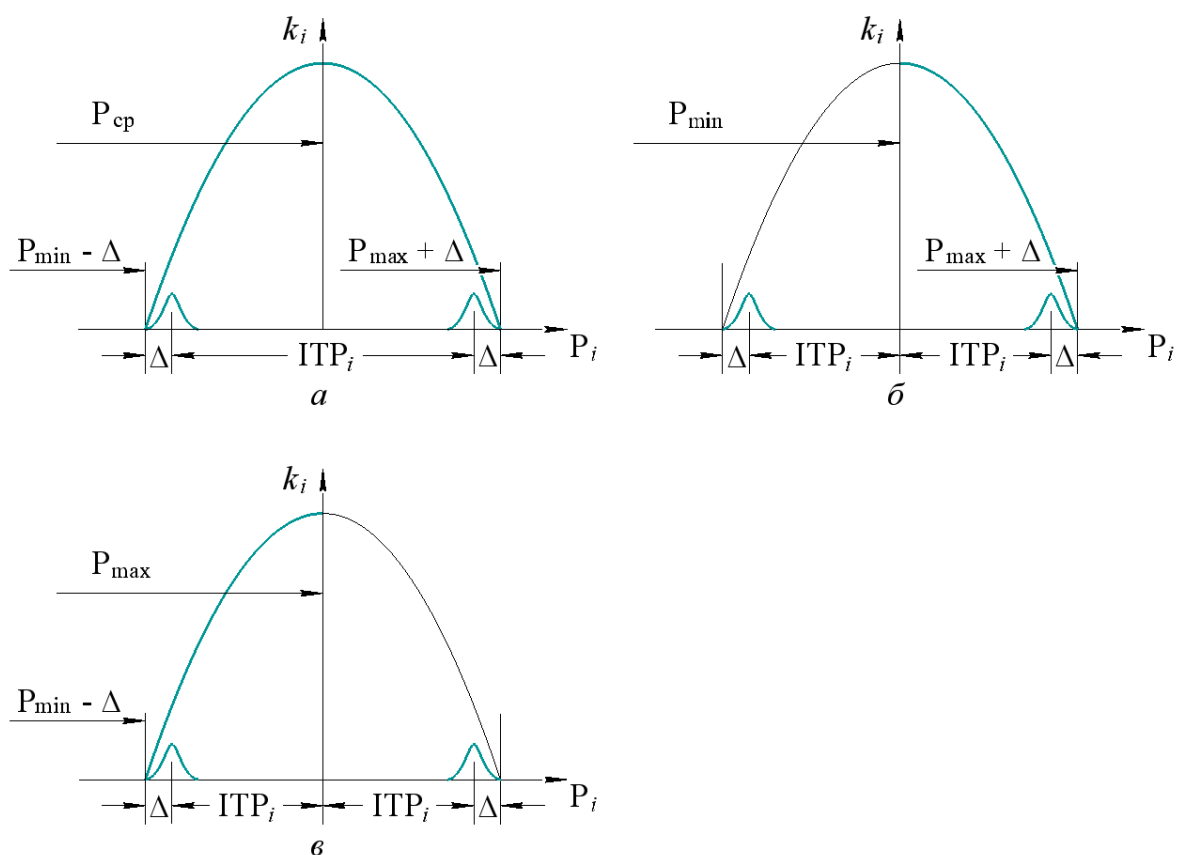


Рис. 1. Показатели уровней качества 1, 2, 3 в виде:
а – размер в пределах допуска, б – размер не менее максимального значения,
в – размер не более минимального значения

Наивысший уровень качества будет в том случае, когда реальный размер P_i равен

$$P_i = \frac{es + ei}{2} = \bar{X}, \quad (1)$$

где es – верхнее отклонение номинального размера; ei – нижнее отклонение номинального размера.

Комплексный показатель уровня качества изготовления детали определяется зависимостью $K = \varphi(k_i)$ [2].

В качестве такой зависимости предлагается следующая формула [2]:

$$K = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m k_i}, \quad (2)$$

где m – количество параметров детали, по которым производится оценка качества изготовления j -ой детали; k_i определяется по формуле:

$$k_i = 1 - \frac{(P_i - P_{min})^2}{(ITP + \Delta)^2}, \quad (3)$$

где ITP – допуск на i -й параметр ($ITP = esP - eiP$); P – среднее значение i -го параметра $\bar{P} = 0,5(esP + eiP)$; P_i – действительное значение параметра, полученное в данном технологическом процессе; esP – верхнее предельное значение параметра P ; eiP – нижнее предельное значение параметра P .

Все соединения деталей машины делятся на три вида: соединения, при сборке которых всегда получаются зазоры (посадки с зазором); соединения, при сборке которых всегда получаются натяги (посадки с натягом), и соединения, при сборке которых могут иметь место либо зазоры, либо натяги (переходные посадки).

При оценке качества соединений с зазором уровень качества определяется по формуле:

$$k_i = 1 - \frac{(S_i - S_{min})^2}{(ITS + \Delta)^2}, \quad (4)$$

где ITS – допуск зазора ($ITS = S_{max} - S_{min}$); S_i – действительное значение зазора в i -ом соединении; S_{min} – минимальное (по чертежу) значение зазора; S_{max} – максимальное (по чертежу) значение зазора; Δ – погрешность измерения; $\Delta = 0,25ITS$.

Рассмотрим на реальном примере предлагаемую методику расчета качества изготовления конкретного соединения.

Дана посадка с зазором в системе отверстия: $\varnothing 50 \frac{H8}{e8} \left(\begin{matrix} +0,039 \\ -0,050 \\ -0,089 \end{matrix} \right)$

Из справочных данных (ГОСТ 25347-2013) определим стандартные отклонения.

Для отверстия $\varnothing 50$ отклонения по H8: $ES = +0,039$ мм, $EI = 0$ мм;

Для вала $\varnothing 50$ отклонения по e8: $es = -0,050$ мм, $ei = -0,089$ мм.

Откуда найдем предельные размеры отверстия и вала.

Для отверстия:

$$D_{max} = D + ES = 50 + 0,039 = 50,039 \text{ мм};$$

$$D_{min} = D + EI = 50 + 0 = 50 \text{ мм}.$$

Для вала:

$$d_{max} = d + es = 50 + (-0,050) = 49,95 \text{ мм};$$

$$d_{min} = d + ei = 50 + (-0,089) = 49,911 \text{ мм}.$$

Далее определим допуск отверстия и вала.

$$\text{Отверстия: } TD = ES - EI = +0,039 - 0 = +0,039 \text{ мм};$$

$$\text{Вала: } Td = es - ei = -0,050 - (-0,089) = 0,039 \text{ мм}.$$

Из предыдущих расчетов находим предельные зазоры.

$$\text{Наибольший зазор: } S_{max} = 39 + 89 = 128 \text{ мкм};$$

$$\text{Наименьший зазор: } S_{min} = 50 \text{ мкм}.$$

Окончательно рассчитаем коэффициенты качества по формуле (4).

При $S_{min} = 50$ $k_i = 1 - 0 = 1$, наиболее высокий показатель качества соединения.

$$\text{Если } S_{min} = 60, \text{ то } k_i = 1 - \frac{60-50}{78+(78 \cdot 0,25)} = 0,9.$$

Т. е. качество изготовления, рассмотренного выше соединения, будет соответствовать 0,9 или 90 %.

Таким образом, выполнив расчет всех соединений деталей, входящих в узлы и агрегаты машины по предложенной методике, можно судить о качестве изготовления изделия в целом.

Список использованных источников

1. Сергеев А. Г., Терегеря В. В. Метрология, стандартизация и сертификация – М.: Юрайт, 2010 – 820 с.
2. Радкевич Я. М., Схиртладзе А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация – М.: Юрайт, 2012 – 813 с.
3. Мищенко З. В., Орлов Ю. А. Взаимозаменяемость, основы теории и нормирования точности – Владимир: Изд. ВлГУ, 2019 – 56 с.

УДК 625.623.8

Б. В. Грушенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Р. В. Моисеев** (Россия, г. Владимир,

ФБУ Владимирский ЦСМ), **Ю. А. Орлов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИЙ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ

Качество автомобилей является ключевым фактором, определяющим их долговечность и безопасность. Одним из важнейших аспектов, влияющих на это качество, выступают условия эксплуатации транспортных средств. Различия в климатических зонах, особенностях рельефа и различных стилях вождения владельцев оказывают значительное воздействие на состояние автомобилей, их надежность и продолжительность службы. В данной статье рассмотрены методы и инструменты анализа воздействия условий эксплуатации на качество автомобилей, а также разработка индексов для точной оценки этих факторов.

Первично важно определить какие факторы необходимо учитывать при оценке условий эксплуатации. Одним из ключевых является индекс температуры может показать, как температурные колебания влияют на двигатель и электронику. Высокие температуры могут привести к перегреву и увеличению расхода топлива, тогда как низкие температуры снижают реактивность компонентов двигателя что также ухудшает его характеристики.

Другой важный параметр – это индекс влажности, который показывает влияние повышенной влажности на коррозию металлических деталей и повреждение электроники. Влажность ускоряет коррозионные процессы и повышает сопротивление воздушного фильтра.

Индекс загрязнения воздуха отражает воздействие загрязнений на двигатель и его фильтрующие элементы. Так как, фильтрующие элементы даже при идеальных условиях пропускают небольшое количество пыли, загрязнение воздуха ухудшает качество топливовоздушной смеси, что приводит к проблемам в сгорании, снижению эффективности работы двигателя и засорению впускных каналов ДВС.

Также существенным параметром является количество пробега, который указывает на естественный износ автомобиля по мере увеличения расстояний, пройденных машиной. С увеличением пробега все элементы автомобиля постепенно изнашиваются, что снижает его производительность и надежность.

Качество топлива – ещё один ключевой параметр, влияющий на долговечность двигателя. Использование топлива низкого качества может привести к поломкам и повреждениям двигателя поэтому индекс качества топлива поможет учесть этот фактор.

Для разработки индексов и анализа влияния условий эксплуатации необходимо собрать статистику по техническому состоянию автомобилей в разных климатических зонах и при разных условиях эксплуатации. Это может включать в себя обработку данных о ремонтах, наблюдения за реальными условиями эксплуатации, а также экспериментальные исследования. Такой анализ позволит сделать более математические модели для прогнозирования состояния автомобилей в зависимости от условий эксплуатации. [1]

Климатические факторы играют огромную роль в долговечности автомобилей. Для анализа таких факторов используются различные приборы и методы. Термографы позволяют отслеживать температурные режимы автомобиля, гигрометры измеряют уровень влажности, а фотометры помогают оценить уровень загрязненности воздуха.

Прогнозирование состояния автомобиля и планирование его обслуживания на основе этих данных открывают новые возможности для оптимизации эксплуатации.

Для создания более точной модели можно использовать методы планирования экспериментов, такие как метод полного факторного эксперимента (ПФЭ). Этот подход позволяет систематически варьировать несколько факторов (в данном случае параметры условий эксплуатации) и наблюдать их влияние на производственные параметры автомобилей. [2]

Будут использованы условные данные, полученные при косвенных измерениях, при этом будем изменять значения факторов в диапазонах, упомянутых ранее. При создании модели были выбраны 20 predetermined совокупностей параметров (табл. 1). После этого проведем анализ зависимости между параметрами с использованием корреляционного анализа.

Табл. 1, представленная ниже включает 20 строк данных, имитирующих различные условия эксплуатации и производственные параметры автомобилей.

Таблица 1. Исходные данные по эксплуатационным параметрам

Температура (°C)	Влажность (%)	Загрязнение воздуха	Пробег (км)	Качество топлива	Износ двигателя (%)	Частота поломок (в год)	Расход топлива (л/100 км)
30	70	45	50,000	8	20	3	8
-15	85	60	200,000	5	75	10	12
40	50	30	100,000	9	40	6	9
-5	95	50	150,000	7	55	8	11
20	60	20	75,000	9	30	4	7
35	80	70	120,000	6	60	9	13
10	50	35	30,000	10	15	2	6
-20	90	80	250,000	4	85	13	15
25	55	25	110,000	8	35	5	8
5	65	40	45,000	9	25	3	7
-10	75	55	220,000	5	70	11	14
15	40	15	95,000	9	25	4	7
38	60	65	130,000	7	45	7	10
-25	85	75	270,000	4	90	14	16
28	45	50	85,000	8	30	4	8
0	70	60	160,000	6	50	7	11
12	55	25	70,000	9	35	4	8
-30	95	85	300,000	3	95	15	18
33	65	40	140,000	7	50	8	10
-5	80	55	210,000	5	65	10	13

Благодаря анализу корреляций можно выявить зависимости между индексами эксплуатации и производственными параметрами. Для более точного анализа возможно применение регрессионного анализа, для создания математически моделей, описывающие влияние каждого фактора на каждый из выходных параметров.

По итогам получены следующие коэффициенты корреляций:

1. Температура и износ двигателя: коэффициент корреляции $r = 0,67$;
2. Влажность и частота поломок: коэффициент корреляции $r = 0,62$;
3. Загрязнение воздуха и расход топлива: коэффициент корреляции $r = 0,73$;
4. Пробег и износ двигателя: коэффициент корреляции $r = 0,81$;
5. Качество топлива и частота поломок: коэффициент корреляции $r = 0,65$;

Составим уравнения зависимости между условиями эксплуатации и характеристиками автомобиля.

1. Износ двигателя = $15,5 + 0,75 \cdot \text{Температура} + 0,35 \cdot \text{Пробег} - 0,55 \times \text{Качество топлива}$;
2. Частота поломок = $2,1 + 0,5 \cdot \text{Влажность} + 0,25 \cdot \text{Пробег} - 0,45 \cdot \text{Качество топлива}$;
3. Расход топлива = $5,8 + 0,55 \cdot \text{Температура} + 0,65 \cdot \text{Загрязнение воздуха} + 0,4 \cdot \text{Пробег}$.

Данные уравнения описывают зависимости между условиями эксплуатации и характеристиками автомобиля. Они могут быть использованы для оценки рисков и предопределения поведения транспортного средства при изменении условий эксплуатации.

Графическое представление результатов анализа корреляций между параметрами показано на рис. 1.

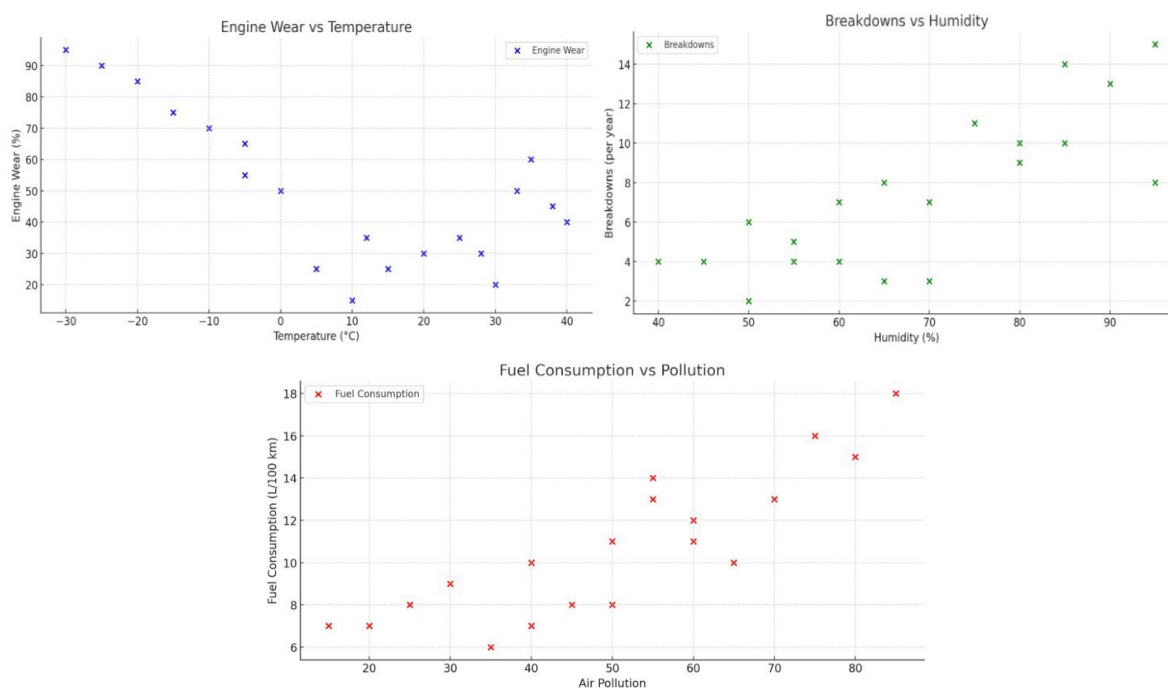


Рис. 1. Результаты анализа зависимостей между внешними условиями и характеристиками автомобиля

По итогам проведенного анализа следует, что:

1. Температура оказывает значительное влияние на износ двигателя и расход топлива. Высокие температуры приводят к ускоренному износу и увеличению расхода топлива, особенно в сочетании с высоким пробегом. Как и критически низкие температуры быстро приводят в негодность силовой агрегат.
2. Влажность сильно влияет на частоту поломок, особенно из-за коррозии металлических частей автомобиля. Это особенно актуально в регионах с высокой влажностью.
3. Загрязнение воздуха оказывает серьезное воздействие на расход топлива, так как загрязненные условия эксплуатации ухудшают эффективность работы двигателя и быстро забивают воздушный фильтр автомобиля.
4. Пробег имеет наибольшую корреляцию с износом двигателя и частотой поломок.
5. Качество топлива влияет на частоту поломок и износ двигателя. Использование топлива низкого качества приводит к увеличению поломок, особенно в силовом агрегате транспортного средства.

Проведенное исследование демонстрирует важность анализа условий эксплуатации для управления качеством и проектировании деталей при производстве автомобилей, запасных частей, технических жидкостей и создания предиктивных моделей, которые помогут улучшить планирование обслуживания и эксплуатацию автомобилей с учетом различных климатических условий.

Список использованных источников

1. Грушенко Б. В. Интеграция современных цифровых технологий в процесс метрологического обеспечения предприятия / Б. В. Грушенко, Ю. А. Орлов // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых : Сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 18 марта – 05 2024 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2024. – С. 130-135.
2. Медведков Д. И. Полный факторный эксперимент в исследовании работы блока управления проезда перекрестка беспилотным транспортным средством // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018.

УДК 658.5.012.7

Б. В. Грушенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Р. В. Моисеев** (Россия, г. Владимир,

ФБУ Владимирский ЦСМ), **Ю. А. Орлов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПЛАНА ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДИКИ 5S В АВТОСЕРВИСАХ

Автотранспортные средства играют ключевую роль в повседневной жизни людей и экономике страны. Но несмотря на это, многие автосервисы сталкиваются с неэффективностью и низкой производительностью. Клиенты вынуждены долго ждать автомобиля из ремонтной зоны, а персоналу приходится работать сверх нормы, что приводит к потерям для бизнеса, снижению удовлетворенности клиентов, а также повышению вероятности ошибок персонала и повышению рекламаций по ремонтным работам.

Одним из решений этих проблем является внедрение методики 5S – системы организации рабочего места и повышения эффективности. Разработанная в Японии, она доказала свою пользу в различных отраслях. В данной статье будут рассмотрены принципы 5S и способы применения в автосервисах для улучшения работы, обслуживания клиентов и снижения издержек. [1]

Методика 5S включает пять этапов, каждый из которых представлен японской буквой. Эти шаги помогают создать чистое, упорядоченное рабочее пространство. Первый шаг – сортировка (*Sort*). Инструменты и материалы делят на три категории: используемые регулярно, иногда и неиспользуемые. Впоследствии необходимо избавиться от бесполезных элементов для достижения прогресса на данном этапе. После сортировки идет рациональное расположение инструмента на рабочем месте (*Set in order*) – каждый предмет должен иметь свое место для быстрого и удобного доступа. Этап «*Shine*» направлен на поддержание чистоты, с регулярной уборкой и чисткой оборудования. Стандартизация (*Standardize*) закрепляет правила для поддержания порядка. Наконец, «*Sustain*» (Сохранение) означает регулярные проверки в целях повышения «самодисциплины» для точного выполнения установленных правил и процедур, чтобы поддержать достигнутый результат.

Применение 5S в автосервисах способно значительно повысить эффективность. Сортировка инструмента и материалов по степени

использования позволит разместить в первичной доступности самые часто используемые ресурсы, что позволит оптимизировать время на поиск подходящего инструмента и материалов для конкретной задачи. Правильное расположение инструмента на рабочем месте облегчает обучение новых сотрудников. Чистота снижает риск травм и улучшает общее здоровье персонала, а процесс стандартизации поддерживает высокий уровень организации труда. Регулярные проверки и воспитание самодисциплины помогают сохранить достигнутые результаты.

Ожидаемые результаты от внедрения 5S в автосервисах включают в себя: снижение затрат временных ресурсов по отношению к первоначальным значениям, уменьшение времени ожидания клиентов, повышение качества обслуживания и ремонта транспортных средств, снижение затрат на внутреннюю логистику материалов и инструмента, снижение количества травм персонала и уменьшение вероятности ошибок персонала на ключевых этапах.

Для успешного внедрения методики требуется подготовка. Важно, чтобы руководство поддерживало этот процесс, выделяя ресурсы для обучения сотрудников и определения целей и метрик для оценки эффективности. Начинать рекомендуется с одного рабочего места или небольшой группы, постепенно расширяя применение 5S.

Регулярные аудиты и проверки необходимы для поддержания порядка и выявления проблем. Также полезно создать систему мотивации сотрудников, чтобы поощрять их за соблюдение 5S. Это может быть в форме премий, наград или других мотивирующих действий со стороны руководства. [2]

Применение 5S в автосервисах также может стать началом более масштабных улучшений, таких как переход к системе *Kaizen*, где совершенствование становится частью корпоративной культуры.

Внедрение методики 5S может встретить сопротивление, так как сотрудники могут воспринимать её как дополнительную нагрузку, не учитывая преимуществ, которые предполагает переход к данной системе. Важно вовлечь их в процесс и наглядно продемонстрировать преимущества 5S. Также, начальные затраты могут быть высокими, но они окупятся через время благодаря повышению эффективности и снижению расходов.

Таким образом, локализация проблем с сопротивлением персонала может быть решено путем повышения премиальной части заработной платы, в случае следования разработанной системы. Отдельным,

высокоэффективным способом является предоставление возможности исполнительному персоналу внесения корректировок в систему. При возникновении спорной ситуации, когда сотрудник выступает против и аргументирует свою претензию к новым правилам, необходимо провести анализ проблемы и внести корректировки. Дополнительно к этому, необходимо поощрять персонал за идеи положительно влияющие на эффективность работы.

Ключевые показатели эффективности для оценки внедрения 5S включают время выполнения обслуживания и ремонтных работ, процент ошибок и рекламаций, уровень удовлетворенности клиентов, снижение издержек и улучшение условий труда. Также следует оценивать корпоративную культуру, наблюдая за поддержкой методики среди сотрудников и руководства. Отдельное внимание необходимо уделить уровню корреляции между параметрами и внесенными корректирующими действиями. Фокус на данном аспекте позволит более точно осуществлять управляющее воздействие на деятельность автосервиса в целом.

Найти баланс между стандартами и гибкостью можно через четкие процедуры, обучение сотрудников и обратную связь. Важно также начинать с небольших изменений и постоянно мониторить результаты, чтобы система не была чрезмерно жесткой, позволяя адаптироваться к изменениям.

На территории Российской Федерации методика 5S используется лишь в некоторых федеральных сетях сервисов. Это обусловлено нежеланием предпринимателей разрабатывать систему и проходить стадии ее оптимизации для достижения выгоды. Чаще всего бизнес в нашей стране нацелен на получение прибыли в конкретный момент времени, без долгосрочного планирования и стратегий развития. Плюсом системы 5S является возможность постепенного внедрения методики поэлементно без существенных потерь ресурсов и требований к вложениям.

Был проведен устный опрос по внедрению методики 5S среди 25 респондентов, являющихся слесарями, автоэлектриками и другим исполнительным персоналом в автосервисе. Перед опросом каждому были разъяснены основные принципы и изменения, которые подразумевает методика 5S. Опрос состоял из 3 ключевых вопросов с возможностью выбора 1 из 3 ответов. Были получены следующие результаты:

1. Как вы считаете, корректное распределение инструмента и поддержание порядка на рабочем месте повысит эффективность работы?
А) Да, это окажет серьезное влияние на эффективность – 74 %

Б) Сомневаюсь, что изменения позволят увеличить эффективность – 13 %

В) Нет, эффективность снизится – 7 %

Остальные 6 % опрошиваемых воздержались.

2. Как по вашему мнению руководство должно поддерживать внедрение и управлять воздействием методики 5S?

А) Руководство должно установить жесткие и конкретные правила, за невыполнения которых работник несет материальную ответственность. – 4,0 %

Б) Руководство должно выступать в качестве контролирующего и корректирующего элемента системы. После проведения обучения, оно должно собирать и анализировать информацию, поступающую от сотрудников, и вносить корректирующие действия для повышения адаптивности методики к реалиям автосервиса. При этом ответственность за невыполнения рекомендаций наступает только в случае, когда нарушитель не может аргументировать отступление от рекомендаций. – 78,8 %

В) Руководство должно сообщить рекомендации сотрудникам, провести обучение ключевым аспектам и выдать персоналу полный список требований. После этого, руководство проводит периодические проверки, привлекая к ответственности сотрудников за повторные невыполнения инструкций. – 11,1 %

Остальные 6,1 % опрошиваемых воздержались.

3. Как вы считаете, необходимо ли сотрудникам участвовать на этапе создания основных положений методики 5S для вашего предприятия?

А) Конечно, это позволит допустить меньше неточностей, которые приведут к конфликту новых и устоявшихся правил. – 62,5 %

Б) Необходимо, чтобы сотрудники вносили корректировки в уже существующий план. – 23,1 %

В) Участие сотрудников не требуется – 8,7 %

Остальные 5,7 % опрошиваемых воздержались.

По итогам опроса были составлены диаграммы, показаны на рис. 1.

Учитывая полученные данные, в том числе полученные в рамках беседы с некоторыми из респондентов, стало возможным вывести рекомендации общего плана по внедрению системы 5S в автосервисах.

К рекомендациям по внедрению методике 5S можно отнести следующие положения:

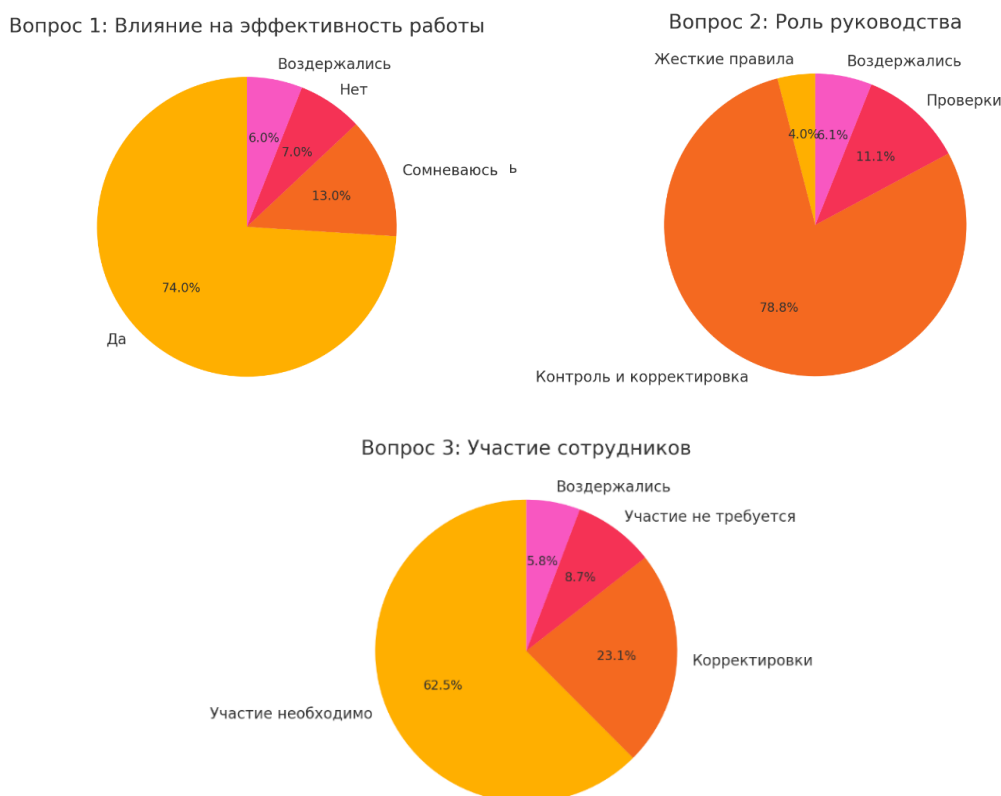


Рис. 1. Диаграмма результатов опроса

1. Нет необходимости в радикальной стандартизации и сортировке каждого часто используемого элемента рабочей зоны автосервиса. Благодаря возможности плавного внедрения, рекомендуется начать с отдельных блоков инструмента, таких как гаечные ключи, пневматический или электрический инструмент. При использовании одного набора инструмента несколькими мастерами, что не является редкостью, необходимо установить простые и четкие правила взаимодействия между штатными единицами, при которых не происходит или минимизирован фактор потери времени из-за использования необходимого инструмента другим сотрудником.

Отдельно стоит отметить, что стандартизация мест хранения заключается не только в их маркировке, но и в корректном расположении в пространстве по частотности применения.

2. Необходимо ввести ответственность за нарушение порядка хранения и обслуживания инструмента. Благодаря введению простого правила, которое предполагает очистку и возврат инструмента по окончании ремонтных работ, возможно добиться снижения количество потерянного или вышедшего из строя инструментария. При нарушении

данного правила необходимо вводить не материальную, а морально-коллективную ответственность, которая подразумевает собой комплекс действий всего коллектива по устранению выявленных недочетов. Так, при выявлении нарушений, каждый член коллектива будет способен осознать ошибку и принять корректирующие действия по отношению к своей деятельности самостоятельно.

3. Руководству необходимо понимать, что ключевой целью внедрения данной методики является не установление нерушимого порядка, а помощь сотрудникам в рационализации своего подхода к использованию ресурсов, таких как инструмент, материалы и время. Соответственно, все управляющие воздействия должны укладываться в парадигму помощи персоналу, а не действиям вопреки всему, необходимо прислушиваться к требованиям непосредственных исполнителей.

Таким образом, с правильной стратегией методика 5S может стать мощным инструментом для повышения эффективности и качества обслуживания в автосервисах, создавая основу для долгосрочного успеха. При постепенном внедрении данная методика позволит наглядно продемонстрировать свою эффективность, а также создать позитивные тенденции в коллективе. По проведенному опросу и анализу результатов, а также после сбора данных были выведены общие рекомендации по внедрению методики 5S в автосервисы.

Список использованных источников

1. Хироюки Х. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место – Москва, Институт комплексных стратегических исследований, 2007.
2. Грушенко, Б. В. Интеграция современных цифровых технологий в процесс метрологического обеспечения предприятия / Б. В. Грушенко, Ю. А. Орлов // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых : Сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 18 марта – 05 2024 года. – С. 130-135.

УДК 621.74

М. Д. Кожушная (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: З. В. Мищенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ СМК ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Качество оказываемых услуг по ТО и ТР автотранспортных средств (АТС), а также по их предпродажной подготовке напрямую зависит от обеспечения требуемого уровня качества процессов на автотранспортном предприятии. Эффективность деятельности по управлению качеством технологических процессов зависит от достоверности получаемой измерительной информации об их выполнении. Одним из методов повышения достоверности информации о ходе процесса является внедрение процесса управления измерительными системами в рамках системы менеджмента качества (СМК) предприятия [1 с. 53].

Для разработки процесса управления измерительными системами в рамках СМК автотранспортного предприятия необходимо учитывать требования действующих в Российской Федерации, например ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию», ГОСТ Р 51814.5-2005 «Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов». Указанный процесс СМК должен быть интегрирован в процессную модель автотранспортного предприятия [2 с. 107], а использованные методы оценки измерительных систем должны охватывать все измерительные и контрольные функции используемые в основных процессах ТО и ТР АТС.

Исходя из результатов анализа нормативных документов в работе разработан проект процесса СМК «Анализ качества измерительных систем при ТО и ТР АТС» автотранспортного предприятия. Разработан паспорт и определены показатели качества, а также идентифицированы риски процесса. Моделирование указанного процесса выполнено с использованием методологии *ARIS* (рис. 1). Модель разработана в программе *ARIS EXPRESS*. Предложенный проект процесса СМК «Анализ качества измерительных систем при ТО и ТР АТС» состоит из 4-х этапов: 1. оценка стабильности измерений, 2. оценка смещения и ее линейности измерений, 3. определение воспроиз-

водимости и повторяемости измерений, 4. оценка приемлемости измерительной системы, при необходимости определение причин недопустимой изменчивости и выполнение коррекции или корректирующих действий. Выполнена апробация проекта процесса на примере анализа измерительных систем при контроле толщины лакокрасочных покрытий при ТР АТС.

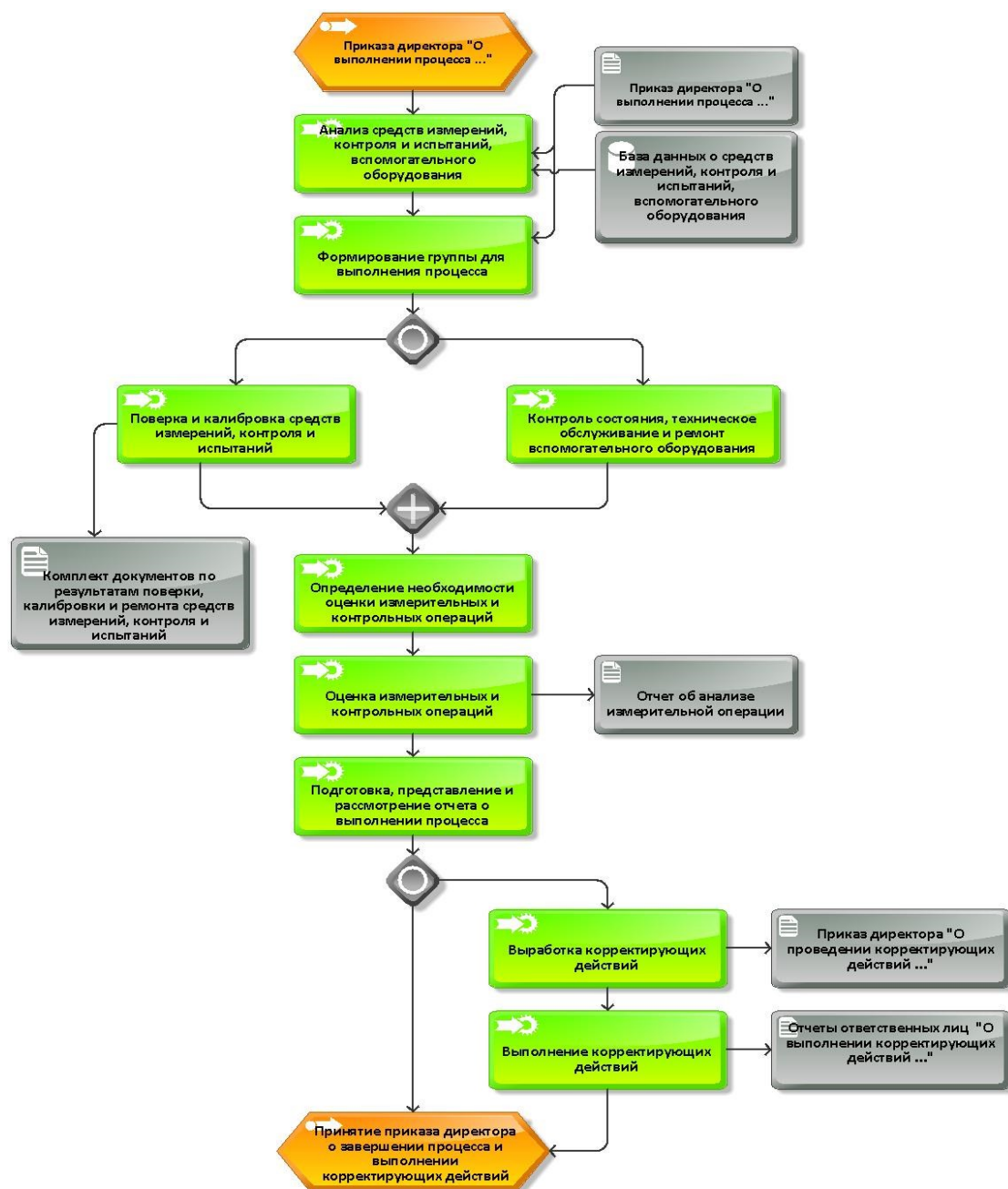
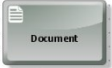


Рис. 1. EPC-модель процесса «Анализ качества измерительных систем при ТО и

ТР АТС» (Обозначения:  – событие,  – функция,  – перекресток,  – документ,  – база данных)

На первом этапе выполняется оценка стабильности измерений контролируемого параметра. Общим подходом к указанной оценке является применение контрольных карт Шухарта, например карты среднего арифметического и размаха (рис. 2). Анализ приведенной карты свидетельствует об отсутствии выбросов и соответствии распределения выборочных статистик нормальному закону, т.е. процесс измерительный стабилен и управляем. Таким образом возможно выполнение следующего этапа.

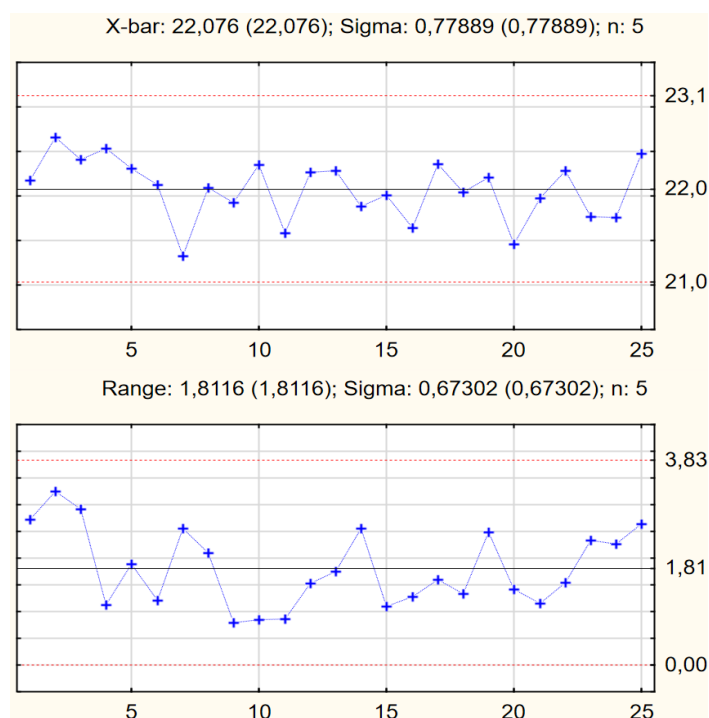


Рис. 2. Карта Шухарта среднего и размаха контролируемого параметра

Далее проводится оценка смещения и ее линейности измерения толщины лакокрасочного покрытия при ТР АТС. Результат статистического анализа показан в табл. 1. Уровень значимости p -value составил более 0,05 для постоянного смещения и линейного коэффициента. Таким образом, можно говорить о статистической незначимости смещения и ее линейной зависимости результатов контроля для рассматриваемой измерительной системы по отношению к влиянию факторов технологического процесса окрашивания. Следовательно, указанные факторы не учитываются при оценке дисперсии воспроизводимости и повторяемости.

На 3-м этапе анализа проводится оценка воспроизводимости и повторяемости измерений контролируемого параметра. Результаты оценки дисперсии воспроизводимости и повторяемости показаны в таблице 2 и на рис.

Таблица 1. Статистические характеристики смещения и ее линейности результатов измерения толщины лакокрасочного покрытия

Gage Linearity and Bias Study for Measure: Результат измерения (ОтклПоТолщинеЛинейность.sta in Gage1)					
Summary Output					
Regression Statistics					
Multiple R	0.056540				
R-square	0.003197				
R-square(adj)	0.040142				
Root MSE	0.725025				
Observations	25				
Regression Table					
Predictor	Coefficients	Std. Error	t-statistic	p-value	
Constant	-0.092898	0.448273	-0.207234	0.837651	
Slope	0.005539	0.020393	0.271591	0.788359	
ANOVA Table					
Source	Sums of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	F	p-value
Regression	0.038774	1	0.038774	0.073762	0.788359
Error	12.090208	23	0.525661		
Total	12.128982	24			
Bias Significance Table					
Part	Master Reading	Average Measure	Bias	p-value	
1	10.000000	9.936126	-0.063874	0.678606	
2	17.000000	17.279452	0.279452	0.640688	
3	21.000000	20.852068	-0.147932	0.676007	
4	25.000000	24.774284	-0.225716	0.478562	
5	31.000000	31.269589	0.269589	0.286930	
Average			0.022304		

Таблица 2. Оценка воспроизводимости и повторяемости измерительной системы при контроле толщины лакокрасочного покрытия

Фактор измерительной системы	Дисперсия, мкм ²	Отношение факторной дисперсии к суммарному разбросу, %	95 % интервал, мкм	Отношение 95 % интервала к допуску, %
Повторяемость	0,061	7,1	2,1	7,9
Воспроизводимость	0,890	33,2	6,2	32,3
Разброс образцов	5,921	61,1	14,1	72,1
Воспроизводимость – повторяемость	2,019	39,2	7,2	43,1
Суммарный разброс	7,942	100,0	20,1	122,7
Допуск параметра, мкм	не более 20			

3. Уровень качества измерительной системы не отвечает критическим значениям, установленным в ГОСТ Р 51814.5-2005, так как отношение указанной дисперсии измерительной системы к суммарному разбросу и допуску параметра составила 39,2 % и 43,1 % соответственно. Критическим значением указанных отношений является 30,0 %. Основным фактором, вызвавшим такие последствия является влияние контроллера, составившее

33,2 % и 32,3 % от общего разброса процесса и поля допуска контролируемого параметра соответственно.

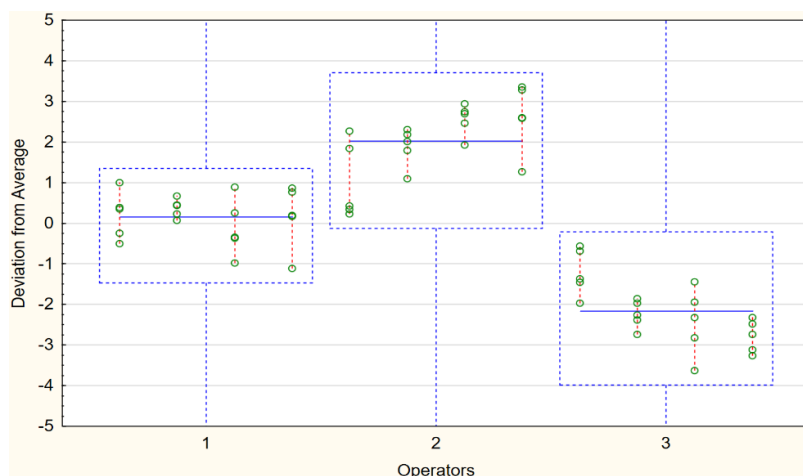


Рис. 3. График воспроизводимости и повторяемости для оценки влияния контроллера на параметр – толщина лакокрасочного покрытия

Полученные значительные дисперсии контролируемых параметров вызваны низкой подготовкой персонала осуществляющего измерения. Использование периодических обучения сотрудников методам работы со средствами измерений, контроля измерительных систем, и усиление контроля руководства, позволит снизить указанную дисперсию воспроизводимости результатов контроля до приемлемой величины по ГОСТ Р 51814.5-2005.

В работе модифицирован процесс «Анализ качества измерительных систем при ТО и ТР АТС» для автотранспортных предприятий с учетом требований ГОСТ Р 51814.5-2005. Предложенный процесс включает 4 этапа: оценки стабильности, смещения и ее линейности измерений, определение воспроизводимости и повторяемости измерений, оценка приемлемости измерительной системы и выполнение корректирующих действий. Разработка включает идентификацию рисков, показатели качества, моделирование процесса. Выполнены апробация предложенного решения и анализ измерительной системы при контроле толщины лакокрасочного покрытия АТС.

Список использованных источников

1. Мишин, В. М. Управление качеством : учебник / В. М. Мишин. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 463 с.
2. Пономарев, С. В. Управление качеством продукции. Введение в систему менеджмента качества: учебное пособие / С. В. Пономарев. – М. : Стандарты и качество, 2008. – 248 с.

УДК 006 (075.8)

Л. С. Пантелеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

научный руководитель: Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: В данной статье рассматриваются ключевые экологические аспекты, влияющие на качество продукции, а также их учет на различных стадиях жизненного цикла продукции.

Ключевые слова: качество продукции, экологический менеджмент, экомаркировка.

Управление качеством продукции связывают с требованиями к безопасности, долговечности и функциональности товаров. Однако в современных условиях возникает необходимость расширить это понятие, включив в него экологические аспекты, такие как рациональное использование ресурсов, снижение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение устойчивого развития. Промышленные и потребительские товары, на всех стадиях своего жизненного цикла, взаимодействуют с окружающей средой, от получения сырья до утилизации отходов.

Включение экологических факторов в управление качеством продукции часто связано с дополнительными инвестициями. Например, использование экологически чистых материалов, внедрение «зеленых» технологий производства и создание эффективных систем утилизации отходов могут увеличить расходы компании. Задача состоит в том, чтобы найти баланс между обеспечением экологических характеристик продукции и контролем затрат, сохраняя при этом конкурентные преимущества на рынке.

Управление качеством продукции включает в себя сложные цепочки поставок, где экологические стандарты, технические возможности и уровни управления поставщиков могут значительно различаться. Это создает трудности для обеспечения экологической безопасности продукции. Компаниям необходимо гарантировать, что на каждом этапе цепочки поставок соблюдаются экологические нормативы. В противном случае даже продукция, соответствующая стандартам, может быть скомпрометирована из-за экологических проблем у поставщиков.

Одним из ключевых аспектов в управлении качеством продукции с точки зрения экологии является рациональное использование природных

ресурсов. Это касается как добычи сырья, так и использования воды, энергии и других ресурсов в процессе производства. Компании могут внедрять различные методы минимизации ресурсопотребления, такие как оптимизация производственных процессов, переработка и повторное использование материалов.

Качество продукции также определяется уровнем воздействия на окружающую среду. Процессы производства могут приводить к выбросам вредных веществ в воздух, воду и почву. Внедрение технологий, снижающих объемы выбросов и минимизирующих образование отходов, становится важным условием экологически ориентированного управления качеством. Сюда можно отнести системы очистки выбросов, замкнутые циклы водопотребления и применение экологически безопасных материалов.

По мере повышения требований к охране окружающей среды у компаний появляются возможности разрабатывать инновационные экологичные продукты, которые соответствуют рыночным требованиям. «Зеленые» технологии не только повышают производительность и снижают уровень загрязнения, но и создают новые точки роста прибыли. Например, использование возобновляемых материалов, применение низкоуглеродных производственных технологий и разработка энергоэффективных продуктов являются направлениями, в которых компании могут найти возможности для роста в рамках экологической трансформации.

Концепция оценки жизненного цикла продукции (*LCDA, Life Cycle Assessment*) является одним из наиболее эффективных инструментов в управлении качеством. Этот подход позволяет оценивать экологические воздействия продукции на всех стадиях – от добычи сырья до утилизации. Например, продукция с высокой энергоэффективностью в процессе эксплуатации, но с большими выбросами на стадии производства, может быть менее предпочтительной с точки зрения устойчивого развития.

На этапе проектирования продукта необходимо учитывать экологические аспекты, используя принципы экологического дизайна. Процесс проектирования должен учитывать не только функциональность и долговечность продукции, но и возможность переработки, разложения и уменьшение содержания вредных веществ по завершении жизненного цикла продукта. Это помогает значительно сократить негативное воздействие продукции на окружающую среду.

В производственном процессе компании должны использовать чистые производственные технологии для минимизации потребления энергии

и выбросов загрязняющих веществ. Оптимизация производственных процессов и уменьшение отходов также должны быть направлены на повышение экологической эффективности. Одновременно компании должны стимулировать своих поставщиков повышать осведомленность о защите окружающей среды и улучшать их производственные процессы, чтобы совместно создать экологически устойчивую цепочку поставок.

Экологическая сертификация продукции становится все более популярной на мировом рынке. Она подтверждает, что продукция соответствует экологическим стандартам и минимизирует свое воздействие на окружающую среду. Экомаркировка помогает потребителям сделать осознанный выбор в пользу более экологичных товаров. Наиболее распространенными экомарками являются европейский знак «*Ecolabel*» и международный знак «*Energy Star*». Такие сертификаты играют важную роль в конкурентоспособности товаров и способствуют повышению их качества в глазах потребителей.

Экологический менеджмент становится неотъемлемой частью современных систем управления качеством продукции. В условиях, когда устойчивое развитие и охрана окружающей среды приобретают все большее значение для бизнеса и общества, компании стремятся интегрировать экологические аспекты в свои процессы для минимизации негативного воздействия на природу. В этой статье рассмотрим роль экологического менеджмента в управлении качеством, его важность, методы внедрения и преимущества для бизнеса.

В современном мире компании обязаны соблюдать множество экологических стандартов и нормативов, таких как международный стандарт *ISO 14001*, который регулирует систему экологического менеджмента. Выполнение этих требований не только защищает компании от штрафов и санкций, но и улучшает их репутацию.

Управление качеством, включающее экологический менеджмент, помогает гарантировать, что продукция соответствует экологическим требованиям на всех этапах жизненного цикла. Это касается как выбора материалов, так и использования экологически чистых технологий производства.

Внедрение системы экологического менеджмента (СЭМ), сертифицированной по международному стандарту *ISO 14001*, позволяет компании структурировать процессы таким образом, чтобы минимизировать их воз-

действие на окружающую среду. Это интеграция экологических целей в общую политику управления качеством, где контроль осуществляется на всех этапах производства и эксплуатации продукции.

Важным аспектом экологического менеджмента является управление отходами, которое включает их сокращение, переработку и безопасную утилизацию. В этом контексте системы управления качеством фокусируются на снижении потерь материалов и создании продукции, которая может быть повторно использована или переработана.

Экологический менеджмент снижает риск возникновения экологических аварий, штрафов за несоответствие нормативам и негативных последствий для окружающей среды. Это особенно важно в условиях ужесточения глобальных экологических норм и стандартов.

Компании, демонстрирующие приверженность экологическим стандартам и устойчивому развитию, получают доступ к новым рынкам, где экологические требования становятся обязательными. Кроме того, такие компании чаще привлекают инвесторов, заинтересованных в поддержке устойчивых и экологически безопасных проектов.

Интеграция экологических аспектов в управление качеством продукции дает ряд значимых преимуществ. Во-первых, это способствует снижению затрат за счет более эффективного использования ресурсов и сокращения расходов на утилизацию отходов. Во-вторых, предприятия, внедряющие экологические стандарты, получают конкурентное преимущество на рынке, так как спрос на экологически безопасную продукцию растет. В-третьих, улучшение экологических показателей способствует укреплению имиджа компании и укрепляет доверие потребителей.

Экологические аспекты играют важную роль в современном управлении качеством продукции. Внедрение рациональных подходов к использованию ресурсов, минимизация выбросов и учет жизненного **цикла продукции** стали основными принципами, которые помогают предприятиям не только соответствовать экологическим стандартам, но и повышать свою конкурентоспособность на рынке. Управление качеством больше не ограничивается только обеспечением функциональности и безопасности продукции; оно включает в себя целостный подход, при котором экологические аспекты рассматриваются на всех этапах – от проектирования до утилизации.

Список использованных источников

1. Пантелеев Л. С. Исследование качественных параметров микроклимата и электромагнитных полей в производственных помещениях и в учебной аудитории / Л. С. Пантелеев // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: Сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 20 марта – 07 апреля 2023 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2023. – С. 131-136. – *EDN PDTBCO*.
2. Пантелеев Л. С. Исследование конструкции карусельного генератора в условиях ветровых скоростей города Владимира / Л. С. Пантелеев // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: Сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 20 марта – 07 апреля 2023 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2023. – С. 159-162. – *EDN IMFLRM*.
3. Гармс А. А. Современные концепции менеджмента качества в области экологической безопасности / А. А. Гармс, В. С. Хомякова // Экологическая безопасность в техносферном пространстве : сборник материалов Второй Всероссийской с международным участием научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 26 апреля 2019 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2019. – С. 62-66. – *EDN DALIQA*.

УДК 006 (075.8)

Л. С. Пантелеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

научный руководитель: **Ю. А. Орлов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Аннотация: В данной статье рассматриваются современные подходы к управлению качеством, которые включают в себя экологические аспекты и способствуют устойчивому развитию.

Ключевые слова: управление качеством, устойчивое развитие, экология, интегрированные системы менеджмента,

Управление качеством значительно изменилось за последние время, особенно в свете растущей значимости устойчивого развития и экологических проблем. Современные компании сталкиваются с необходимостью не только совершенствовать свои продукты и услуги, но и учитывать экологические аспекты в своих системах управления качеством. Современные подходы к управлению качеством объединяют цели в области качества с экологической ответственностью, способствуя устойчивым практикам ведения бизнеса.

Интегрированные системы менеджмента (ИСМ) объединяют различные системы менеджмента, такие как управление качеством (*ISO 9001*), управление окружающей средой (*ISO 14001*) и управление охраной труда и безопасности (*ISO 45001*), в единую систему. Это позволяет компаниям оптимизировать процессы и более эффективно достигать целей качества и экологических целей.

Стандарт *ISO 14001*, например, предоставляет рамки для систематической интеграции экологических аспектов в производственные процессы. В сочетании с *ISO 9001* компании могут не только улучшать качество продукции, но и минимизировать воздействие на окружающую среду, снижая потребление ресурсов и сокращая количество отходов. Такой целостный подход способствует устойчивому развитию и одновременно снижает риски и издержки.

Еще одним современным подходом в управлении качеством является подход жизненного цикла, в котором все этапы существования продукта – от добычи сырья и производства до использования и утилизации – рассматриваются с точки зрения их экологического воздействия. Компании все чаще осознают, что качество продукта зависит не только от его функциональности или долговечности, но и от того, как он произведен и впоследствии утилизирован.

В рамках этого подхода предприятия стремятся использовать экологически чистые материалы, повышать энергоэффективность производства и искать решения для повторного использования или переработки продуктов. Такой целостный взгляд на жизненный цикл продукции способствует развитию циркулярной экономики и минимизации экологических последствий.

Центральным элементом современного управления качеством является управление зелеными цепочками поставок (*GSCM*), которое направлено на оптимизацию цепочек поставок с акцентом на экологическую устойчивость. Здесь учитываются как прямые, так и косвенные экологические аспекты на всех этапах цепочки создания стоимости – от добычи сырья и производства до дистрибуции и конечного потребителя.

Современные компании разрабатывают устойчивые стратегии закупок, работают с поставщиками, которые соблюдают экологические стандарты, и сокращают выбросы при транспортировке. Одновременно, благодаря использованию технологий и управлению на основе данных, улучшается прозрачность цепочки поставок, что способствует соблюдению экологических стандартов и улучшению контроля качества.

Устойчивые инновации, также известные как эко-инновации, играют все более важную роль в управлении качеством. Речь идет о разработке новых технологий, продуктов и услуг, которые удовлетворяют потребности клиентов и одновременно способствуют достижению экологических целей. Это включает снижение выбросов, эффективное использование ресурсов и минимизацию отходов.

Экодизайн – это конкретный инструмент этого подхода, направленный на снижение экологического воздействия продукта уже на этапе проектирования. Компании, которые с самого начала интегрируют экологические аспекты в процесс разработки продукта, могут повысить его качество, делая его более ресурсосберегающим и устойчивым. Это не только отвечает требованиям экологически сознательных потребителей, но и способствует соблюдению экологических нормативов.

Циркулярная экономика – это концепция, направленная на разрыв линейного процесса производства и потребления (добыча сырья – производство – использование – утилизация) и создание замкнутых циклов. Цель – минимизация отходов, повторное использование материалов и проектирование продукции таким образом, чтобы она была более долговечной или поддавалась переработке.

Управление качеством в условиях циркулярной экономики предполагает постоянное совершенствование процессов и продуктов с целью предотвращения потерь и более эффективного использования ресурсов. Это требует тесного сотрудничества с поставщиками, клиентами и другими участниками цепочки создания стоимости. Введение систем

обратного приема, инициатив по преобразованию или проектирование модульных продуктов позволяет компаниям продвигать устойчивые инновации, сохраняя при этом высокие стандарты качества.

Современные цифровые технологии, такие как *Big Data*, *IoT* (Интернет вещей) и искусственный интеллект (ИИ), играют важную роль в улучшении качества и экологической устойчивости. Большой объем данных позволяет компаниям анализировать и прогнозировать потребление ресурсов, оптимизировать производственные процессы и минимизировать отходы. Например, *IoT*-сенсоры могут отслеживать энергопотребление и выбросы в реальном времени, что дает возможность быстро реагировать на отклонения от норм.

Методология *Lean* (бережливое производство), направленная на устранение потерь и повышение эффективности производственных процессов, адаптируется для решения экологических проблем. В рамках бережливого производства компании фокусируются на снижении негативного воздействия на окружающую среду за счет оптимизации использования ресурсов, сокращения выбросов и управления отходами. Это приводит к созданию более устойчивых бизнес-процессов, которые поддерживают как высокие стандарты качества, так и экологические цели.

Методология *6 Sigma*, направленная на уменьшение дефектов и отклонений в производственных процессах, может быть адаптирована для решения экологических проблем. Учитывая экологические аспекты, компании могут использовать этот подход для снижения энергозатрат, минимизации использования токсичных материалов и оптимизации процессов с точки зрения устойчивого развития.

В современном управлении качеством ключевую роль также играет управление рисками, особенно в отношении экологических рисков. Компании должны идентифицировать потенциальные экологические угрозы и разрабатывать меры по их снижению. Это может включать оценку климатических рисков, управление нехваткой ресурсов или соблюдение экологических норм и требований.

Современные подходы к управлению качеством выходят за рамки обеспечения качества продукции или услуг и включают экологические аспекты как неотъемлемую часть стратегии компании. Это требует пересмотра многих процессов – от разработки продукта до управления цепочками поставок и взаимодействия с заинтересованными сторонами. Компании, которые включают экологическую ответственность в

управление качеством, выигрывают не только за счет улучшения имиджа, но и благодаря повышению эффективности, снижению издержек и долгосрочной конкурентоспособности.

Список использованных источников

1. Пантелеев Л. С. Переработка промышленных отходов строительства (от разборки зданий) / Л. С. Пантелеев // Право, экономика и управление: состояние, проблемы и перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 14 июня 2023 года / Гл. редактор Э.В. Фомин. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2023. – С. 212-216. – *EDN JPUNAY*.
2. Пантелеев Л. С. Исследование качества конструкционных материалов по показателю износостойкости в приводах поступательного перемещения на базе роликвинтовых передач / Л. С. Пантелеев, Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов // Техническое регулирование, метрологическое обеспечение и управление качеством в коксохимическом производстве : Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Ярославль, 02 марта 2022 года. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2022. – С. 60-63. – *EDN TUUBLC*.
3. Саулова Т. А. Экологические подходы к управлению качеством городской среды / Т. А. Саулова // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: Сборник материалов по итогам Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 29 октября 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 305-309. – *EDN ZRJWRN*.

УДК 006 (075.8)

Л. С. Пантелеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

научный руководитель: Ю. А. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПОДДЕРЖАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: В данной статье рассматривается роль управления качеством (УК) в обеспечении экологической безопасности предприятий. Особое внимание уделяется интеграции систем экологического менеджмента (СЭМ), таких как *ISO 14001*, в структуры УК. Описаны принципы непрерывного улучшения и их влияние на сокращение экологических рисков и ресурсов.

Ключевые слова: управление качеством, экологическая безопасность, система экологического менеджмента, управление рисками, устойчивое развитие.

В современном мире, где растет осознание важности защиты окружающей среды, роль управления качеством (далее – УК) выходит за рамки обеспечения качества продукции и эффективности процессов в компаниях. Оно становится ключевым инструментом для обеспечения экологической безопасности и поддержки целей устойчивого развития. Тесная связь между УК и охраной окружающей среды позволяет компаниям не только соблюдать законодательные требования, но и активно способствовать сохранению природы.

Эффективная система управления качеством (далее – СМК) обеспечивает систематическое планирование, контроль и улучшение процессов. В современных компаниях все чаще внедряются системы экологического менеджмента (далее – СЭМ), такие как *ISO 14001*, в существующие структуры УК. Эти системы направлены на снижение воздействия на окружающую среду, сохранение ресурсов и продвижение устойчивых бизнес-практик. Интеграция СЭМ в СМК позволяет компаниям гарантировать, что экологические аспекты учитываются на каждом этапе процесса.

ISO 14001 предоставляет рамки для выявления экологических аспектов и рисков, возникающих в результате деятельности компаний, а также их продукции и услуг. В рамках УК эти риски могут отслеживаться и уменьшаться посредством непрерывного процесса улучшений. Такой подход способствует формированию культуры экологической ответственности на всех уровнях компании.

Один из ключевых принципов УК – это стремление к непрерывному улучшению. Этот принцип применим не только к качеству продукции и услуг, но и к экологическим аспектам. Систематический анализ процессов позволяет компаниям выявлять и сокращать экологические воздействия, такие как образование отходов, потребление энергии или выбросы.

Например, регулярные экологические аудиты, которые часто являются частью СМК, помогают выявлять слабые места в использовании ресурсов и внедрять более экологичные альтернативы. Это не только снижает экологический след компании, но и приводит к снижению операционных затрат.

УК включает также эффективное управление рисками. Для компаний, занятых в производственной деятельности или активно использующих природные ресурсы, важно выявлять и минимизировать экологические риски. СМК обеспечивает систематическую оценку этих рисков и реализацию мер по их снижению.

К экологическим рискам можно отнести, например, выброс вредных веществ, неправильную утилизацию отходов или неэффективное использование природных ресурсов. Применение принципов УК, таких как предотвращение ошибок и проактивное управление рисками, позволяет компаниям предотвращать потенциальные экологические ущербы и избегать юридических последствий, связанных с нарушениями природоохранного законодательства.

Управление цепочками поставок – ещё одна область, где УК играет важную роль в обеспечении экологической безопасности. Эффективная система УК гарантирует соблюдение экологических стандартов не только в рамках самой компании, но и среди поставщиков. Это включает выбор поставщиков, применяющих экологически чистые практики, а также мониторинг и оценку экологических воздействий на всех этапах цепочки создания стоимости.

Введение экологических критериев при выборе поставщиков и постоянный контроль за их соблюдением позволяют компаниям гарантировать, что воздействие на окружающую среду минимизируется не только внутри компании, но и по всей цепочке поставок. Это повышает прозрачность и доверие к устойчивым бизнес-практикам.

Внедрение эффективной СЭМ в рамках УК требует всестороннего обучения и повышения осведомленности сотрудников. Только при условии,

что все сотрудники понимают важность охраны окружающей среды и активно участвуют в этом процессе, компания может достичь своих экологических целей. Системы УК играют ключевую роль в разработке и реализации программ обучения, направленных на формирование осознанного экологического поведения.

Сотрудники на всех уровнях должны быть обучены понимать экологические последствия своей работы и действовать в соответствии с этим знанием. Это может осуществляться через регулярные тренинги, семинары или внутренние информационные кампании. Успех системы экологического менеджмента во многом зависит от мотивации сотрудников, что поддерживается хорошо налаженной системой УК.

УК включает в себя постоянный анализ и оптимизацию производственных процессов. Это позволяет минимизировать потери ресурсов и сократить количество производственных отходов. Например, улучшенные методы контроля качества могут снизить количество дефектной продукции, что, в свою очередь, сокращает потребление сырья и энергии.

Частью УК являются мониторинг и снижение энергозатрат на всех этапах производства. Эффективное использование энергии не только сокращает расходы предприятия, но и снижает выбросы углекислого газа и других вредных веществ, что положительно сказывается на экологической безопасности.

Через УК компании могут внедрять экологические критерии при выборе поставщиков. Это позволяет сотрудничать с компаниями, которые соблюдают высокие экологические стандарты, и минимизировать воздействие на окружающую среду по всей цепочке поставок. Таким образом, УК влияет не только на внутренние процессы, но и на экологическую безопасность через управление партнерствами.

УК может включать в себя разработку систем экологического мониторинга, которые позволяют в режиме реального времени отслеживать выбросы загрязняющих веществ, качество воды и воздуха, а также другие экологические показатели. Это помогает предприятиям быстро реагировать на потенциальные экологические угрозы и предотвращать их.

Комбинированное применение УК и экологического менеджмента позволяет компаниям разрабатывать инновационные решения для повышения эффективности использования ресурсов. УК способствует внедрению новых технологий и методов, которые не только улучшают качество, но и минимизируют использование таких ресурсов, как вода.

Роль УК в обеспечении экологической безопасности предприятий является ключевой. Интеграция систем экологического менеджмента, стимулирование непрерывного улучшения и управления рисками позволяет компаниям существенно снизить воздействие на окружающую среду. Кроме того, инновации, поддерживаемые УК, способствуют более эффективному использованию ресурсов. В конечном итоге, грамотно внедренная система УК не только повышает экологическую ответственность, но и способствует устойчивому развитию и конкурентоспособности предприятия в долгосрочной перспективе. Экологическая безопасность становится неотъемлемой частью бизнеса.

Список использованных источников

1. Пантелеев Л. С. Исследование конструкции карусельного генератора в условиях ветровых скоростей города Владимира / Л. С. Пантелеев // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: Сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 20 марта – 07 апреля 2023 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2023. – С. 159-162. – *EDN IMFLRM*.
2. Пантелеев Л. С. Переработка промышленных отходов строительства (от разборки зданий) / Л. С. Пантелеев // Право, экономика и управление: состояние, проблемы и перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 14 июня 2023 года / Гл. редактор Э. В. Фомин. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2023. – С. 212-216. – *EDN JPUNAY*.
1. 3. Белоусова В. П. Экологическая безопасность как составной компонент экономической безопасности предприятия / В. П. Белоусова, А. Л. Белоусов // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 76-85. – DOI 10.17213/2075-2067-2024-3-76-85. – *EDN DVFBFV*.

Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

УДК 656.08, 625.7, 004.032.26

*А. Ю. Абалев, Л. В. Грунская, С. А. Галактионов, И. Д. Нургалиев,
С. А. Тряпкин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

СНИЖЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕОБУЧЕНИЯ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРЕДНЕГО УРОВНЯ АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Одним из перспективных направлений прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования является использование рекуррентных искусственных нейронных сетей [1]. Поэтому, задача увеличения точности такого прогноза – актуальна.

Одним из способов повышения точности работы нейронной сети является увеличение ее ёмкости, т. е. увеличение количества связей между нейронами. Наиболее простым методом повышения ёмкости нейронной сети является увеличение количества скрытых слоев, проводящих выделение признаков во входных данных и их обработку.

Побочным эффектом увеличения ёмкости нейронной сети является увеличение вероятности переобучения нейронной сети – явления, при котором нейросеть хорошо распознаёт примеры только из обучающей выборки. Работа переобученной нейронной сети на примерах из контрольной выборки, или на реальных данных, происходит с неприемлемо высокой погрешностью. Одним из признаков переобученной нейронной сети является возрастание разности

$$\Delta = \varepsilon_o - \varepsilon_t$$

между ошибками валидации ε_o и обучения ε_t при увеличении количества эпох обучения. Наиболее частой причиной переобучения нейросетей является ограниченный объём обучающей выборки.

В процессе решения задачи прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования использовался набор открытых данных [2] за период с 2001 по 2010 года включительно. Общий объём данных

составил 3652 отсчёта. Последовательность данных об уровне аварийности была разделена на обучающую, содержащую 2920 отсчётов, и контрольную, состоящую из 732 отсчётов, выборки. Обучающая и контрольная выборки были разбиты на фреймы, состоящие из 30 отсчётов входной последовательности и 7 отсчётов «прогноза».

Нейронная сеть состояла из 2 слоев *LSTM*-нейронов 2 слоев обратного распространения и выходного слоя. В процессе обучения представленной рекуррентной нейронной сети было отмечено явление переобучения (табл. 1).

Таблица 1

Изменение ошибки в процессе обучения РНС			
Эпоха обучения	Выборка		Δ
	Обучающая	Тестовая	
1	0,5732	0,7393	0,1661
2	0,4899	0,5780	0,0881
3	0,4742	0,5378	0,0636
4	0,4638	0,5552	0,0914
5	0,4548	0,5510	0,0962

Анализ представленных в таблице данных показывает, что минимальная разность между ошибками обучения и валидации наблюдается после третьей эпохи обучения. Дальнейшие попытки продолжить обучение нейронной сети приводят к уменьшению ошибки обучения и возрастанию ошибки валидации.

Способом избежать переобучения нейронной сети является включение слоя отбрасывания (исключения) между скрытыми слоями обратного распространения [3]. Слой отбрасывания служит для исключения части информации, передаваемой синапсами между слоями нейронной сети. Информация исключается случайным образом. Передаваемые сигналы корректируются таким образом, чтобы их дисперсия осталась неизменной. Вероятность отбрасывания конкретной синаптической связи является характеристикой слоя отбрасывания. Слой отбрасывания используется только в процессе обучения и не оказывает влияния на работу нейросети с контрольной выборкой и реальными данными.

В процессе обучения рекуррентной нейронной сети (рис. 1), предназначенной для прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах

общего пользования, было установлено, что увеличение вероятности отбрасывания до 0,8 позволяет избежать явления переобучения, что положительно сказывается на точности прогнозирования как непосредственно уровня аварийности, так и тенденции его изменения.

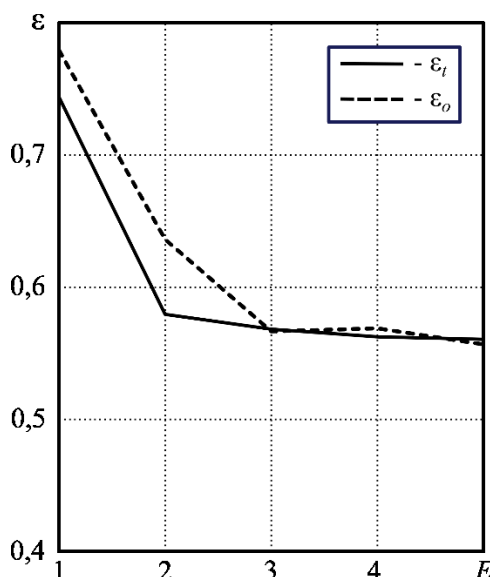


Рис. 1. Изменение ошибки рекуррентной нейронной сети со слоем отбрасывания с вероятностью 0,8

Таким образом, при решении задачи прогнозирования среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования с помощью рекуррентных нейронных сетей, в случае невозможности увеличения объема обучающей выборки, наиболее простым способом избежать явления переобучения является использование слоя отбрасывания с вероятностью отбрасывания не менее 0,8.

Список использованных источников

1. A. Abalyaev and L. Grunskaya, «Development of Reccurent Neuron Net System for Forecasting of an Accident Rate Mean Level on General Use Roads», 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/EMCTECH55220.2022.9934077.
2. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения 18.10.2024).
3. Nitish Srivastava, Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan Salakhutdinov. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting // Journal of Machine Learning Research. – 2014. – Т. 15.

УСТАНОВКА ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ШАТУНА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Совершенствование конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ), является важной задачей в процессе разработки двигателей внутреннего сгорания. Уменьшение массы шатуна при сохранении прочности может привести к увеличению экономичности двигателя на 20-30 % и снижению динамических нагрузок на 15-20 % [1].

При работе дизельного двигателя шатун подвергается нагрузкам от газовых и инерционных сил, действующих как в продольном, так и в поперечном направлении. Важные конструкционные элементы, такие как верхняя головка, стержень и нижняя головка, имеют сложную структуру, что приводит к образованию зон с высокой концентрацией напряжений. Для изготовления шатунов используются 40Х, 40ХН и подобные.

Силы инерции зависят от массы шатуна. Для шатунов автотракторных дизелей характерен удельный вес шатуна, вычисляемый как отношение веса шатуна $G_{\text{ш}}$ к площади поршня $F_{\text{п}}$, в среднем равный $G_{\text{ш}}/F_{\text{п}} = 0,003$ МПа. При этом, у дизелей 4С10,5/12 (ВМТЗ) и 2156НМ9 (МАН) удельный вес шатуна составляет 0,00265 МПа, а для дизеля S6D-155-4 (Комацу) достигает 0,0046 МПа. Динамика шатуна, как и динамика поршня, определяется отношением радиуса кривошипа R к длине шатуна L , $\lambda = R/L$. Для шатунов с косым разъемом характерны величины $\lambda = 0,258 \dots 0,274$, а с прямым – $\lambda = 0,272 \dots 0,280$. Уменьшение λ позволяет снизить силы инерции, но приводит к увеличению высоты силового агрегата. Кроме того, уменьшение угла боковой силы при меньших значениях λ позволяет снизить износ зеркала цилиндра, т. к. уменьшается угол действия боковой силы. Применение больших значений λ для дизелей с шатуном, имеющим прямой разъем кривошипной головки, обусловлено большей жёсткостью конструкции шатуна с прямым разъемом.

Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс зависят, в частности, от массы поршневой головки шатуна. Относительная масса поршневой головки шатуна $m_{\text{пг}}/m_{\text{ш}} = 0,27 \dots 0,38$. Для отечественных дизелей относительная масса поршневой головки изменяется в относительно малых пределах, и равна 0,34...0,35.

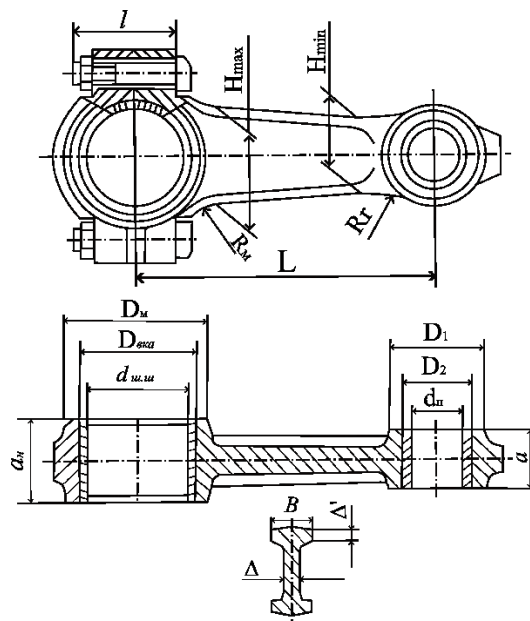


Рис. 1. Схема и основные размеры шатуна

В известных конструкциях дизелей используется плавающий поршневой палец, устанавливаемый с относительным зазором (отношением зазора между пальцем и втулкой к диаметру поршневого пальца) в пределах $0,4 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-3}$.

Прочность верхней головки шатуна определяется относительной толщиной головки, равной отношению наружного диаметра поршневой головки шатуна, к диаметру расточки под втулку пальца D_1/D_2 , диаметром головки к минимальной ширине стержня D_1/H_{min} и радиусом перехода от головки к стержню R_r (рис. 1). Для выполненных конструкций тракторных дизелей характерны величины D_1/D_2 лежащие в пределах $1,28 \dots 1,39$. Однако выпускаются двигатели с отношением, достигающим 1,50, например, D-330 (Катерпиллер). Отношение D_1/H_{min} на выполненных конструкциях, как правило лежит в пределах $1,68 \dots 2,02$, но для дизеля Д-240 (ММЗ) оно равно 1,58, а для V6-200 (Камминс) составляет 2,11. Величина R_r изменяется в весьма широких пределах, определяемых, прежде всего, размерами шатуна и другими конструктивными соображениями, и составляет от 60 до 200 мм.

Стержни шатуна изготавливаются двутаврового сечения. Их геометрические параметры определяются отношением максимальной и минимальной ширины стержня H_{max}/H_{min} , ширины полки к минимальной ширине стержня B/H_{min} , толщины стенки к минимальной ширине стержня Δ/H_{min} и толщины полки к ширине стержня Δ'/H_{min} . Форма стержня определяется отношением H_{max}/H_{min} . Для автотракторных дизелей характерны прямые

стержни шатуна, с отношением равным $H_{\max}/H_{\min} = 1,00$, или стержни незначительно расширяющиеся к кривошипной головке $H_{\max}/H_{\min} = 1,13 \dots 1,17$. Однако, для дизелей СМД-60/62 $H_{\max}/H_{\min} = 1,22$. Отношение для большинства конструкций шатунов лежит в пределах $0,67 \dots 0,84$. Однако, для дизеля 4Ч10,5/12 относительная ширина полки равна 0,88. Относительная толщина стенки составляет $\Delta/H_{\min} = 0,14 \dots 0,23$, но для дизелей А-41 и А-01 (АМЗ) она составляет 0,12. Относительная толщина полки $\Delta'/H_{\min} = 0,11 \dots 0,20$, при этом, для большинства дизелей лежит в пределах $0,13 \dots 0,16$.

Оценка прочностных характеристик шатуна невозможна без его статических испытаний нагрузками, действующими в КШМ. Такие испытания проводятся с помощью специализированных стендов. Их результатами являются предел прочности шатуна и его элементов, их деформации, а также критические зоны, подверженные усталостному износу или разрушению.

Типичная конструкция стенда для статического нагружения шатуна представляет собой раму, объединяющую нижнюю плиту, служащую основанием для кривошипной головки шатуна, и верхнюю плиту, передающей, посредством поршня с проушинами и пальца, усилие на поршневую головку шатуна. Для фиксации направления действия силы используются специальные направляющие. Нагружающее усилие создается и регулируется с помощью ходового винта [2, 3].

К недостаткам описанных конструкций относится невозможность, или достаточно большая сложность, приложения боковой силы, приводящей к изгибу шатуна, и, как следствие, к сложному напряженно-деформированному состоянию (НДС), а также невозможность точно задавать и контролировать прилагаемую нагрузку, представляющую собой сумму газовой силы и силы инерции, действующих в КШМ.

В работе [4] предлагается, для исследования нагрузок, действующих на коленчатый вал, использовать стенд статического нагружения, состоящий из блока и деталей кривошипно-шатунного механизма. Такой подход позволит существенно приблизить условия нагружения деталей КШМ к действующим в работающем двигателе.

Схема стенда для статического нагружения шатуна, построенная с учетом опыта [4], представлена на рис. 2.

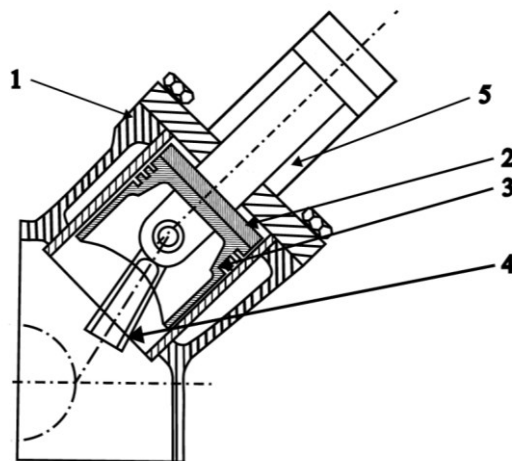


Рис. 2. Стенд для статического нагружения шатуна

Основные элементы установки включают в себя блок цилиндра (1), 2 опорную проставку (2), поршень (3) и шатун (4). Для нагружения шатуна, в отличие от конструкции [4], используется гидроцилиндр (5), что позволяет точно дозировать и автоматически контролировать прилагаемую нагрузку.

Предлагаемая конструкция стенда для статического нагружения шатуна позволяет учесть сложное НДС, характерное для работы КШМ, в реальной конструкции силового агрегата, а также благодаря использованию гидроцилиндра для создания нагружающего усилия, точно направить прилагаемую нагрузку.

Список использованных источников

1. Корчагин В. А. Теоретические и практические основы методологии расчета показателей экологичности автомобильных двигателей / В. А. Корчагин, С. А. Ляпин, Ю. Н. Ризаева и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 1 (64). – С. 96-102.
2. Краснокутский А. Н. Оценка и сравнение долговечности шатунов из стали и титанового сплава высокофорсированного авиационного дизеля / А. Н. Краснокутский, А. О. Калинин // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2012. – № 8. – С. 30-36.
3. Патент № SU 1523944 A1. Гоц А. Н., Некрасов С. И. Способ испытания на долговечность шатуна. – 1989.
4. Абрамишвили М. М., Чистяков В. К. Моделирование напряженно-деформированного состояния коленчатого вала и его опор в условиях вазистатического нагружения // Двигателестроение. – 1989. – № 10. – С. 5-6.

ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Проблема загрязнения теплоносителя возникла сразу же, как в двигателях для отвода излишнего тепла начали применять систему жидкостного охлаждения (СЖО). Изначально, в качестве охлаждающей жидкости (ОЖ) использовали воду, в результате чего в системе возникали очаги коррозии и отложения накипи на стенках.

Начиная с 50-х годов прошлого века наиболее распространенной ОЖ стала смесь воды и этиленгликоля (50:50) с ингибиторами коррозии. Но несмотря на это, проблема с загрязнениями не была решена. Исследователь *Beupon E.* в конце 60-х, провел исследования 4000 образцов ОЖ, взятых с двигателей легковых автомобилей, разделённых на четыре группы. В результате было установлено, что у 20% двигателей, после первого года эксплуатации, в ОЖ присутствовали загрязнения, вызванные умеренной и сильной коррозией (рис. 1а). После двух лет эксплуатации процент двигателей с загрязнённой ОЖ увеличился до 25%. Аналогичные исследования, спустя 10 лет, проводил *Payerle N.*, который получил следующие результаты: после одного года эксплуатации, загрязнения были обнаружены у 23 % двигателей, после двух и трех лет – 32 % и 36 % соответственно (рис. 1б) [1].

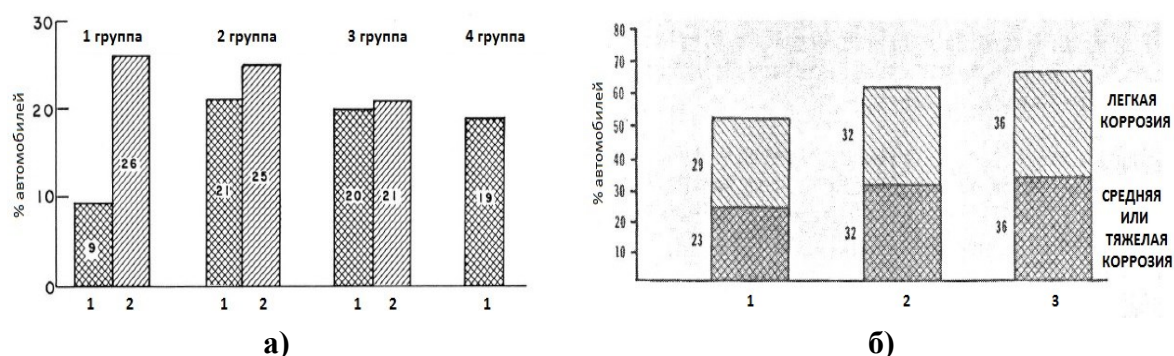


Рис. 1. Статистические данные по загрязнению систем охлаждения автомобильных двигателей [1]: 1, 2 и 3 – соответственно после одного, двух и трех лет эксплуатации ОЖ

Возникновение загрязнений в ОЖ оба автора объясняют не соблюдением владельцами транспортных средств требований по обслуживанию СЖО. Отсутствие контроля за оптимальным соотношением воды и этиленгликоля и возобновление естественной убыли ОЖ только водой, что опять же уменьшало общую долю этиленгликоля в теплоносителе.

Компания *Fleetguard* в течение 12 лет, анализировала фильтры охлаждающей жидкости (ФОЖ), снятые с различных тяжело нагруженных двигателей [2]. В период 1975-1976 года были проверены более 100 фильтров, из них 30 % процентов имели значительное количество загрязнений. В 1983-1985 годах были исследованы 150 фильтров, многие содержали значительное количество грязи, песка и масла. В 1986 году были проверены еще 70 фильтров, результаты представлены на графике (рис. 2).

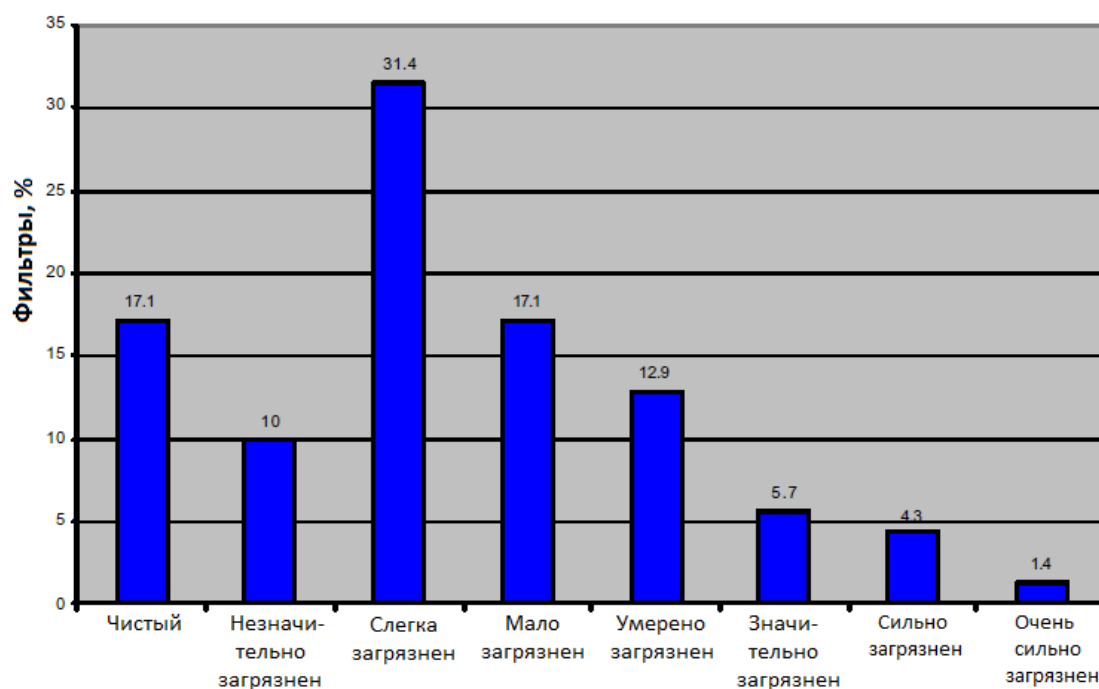


Рис. 2. Уровень загрязненности фильтров охлаждающей жидкости [2]

Анализ графика показывает, что только 27 % ОЖ не содержали загрязнений.

В 1985 году Гаврилов А. К. в работе [3] опубликовал результаты испытаний опытного образца ФОЖ в СЖО дизеля 6Ч 13/14 автомобиля МАЗ-500. За пробег 4700 км, фильтром были пойманы загрязнения общей массой 223 грамма.

В период с 1989-1990 год *Woodward S. M.* провел исследования ОЖ, взятых с 2500 легковых и грузовых автомобилей. Более 25 % образцов содержали загрязнения в виде твердых частиц.

В 1993 году *Woyciesjes P. M.* исследовал ОЖ тяжело нагруженных двигателей *Cummins* и *Detroit Diesel*. Были проверены 21 ФОЖ. 19 % процентов из них имели тяжелые масляные загрязнения, а 38 % загрязнены были твердыми частицами.

В 2003 году Аюкин З. А. в работе [4] представил данные о состоянии основных деталей СЖО 130 двигателей модели КАМАЗ-740, поступавших на капитальный ремонт (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика основных элементов СЖО и количественная оценка их дефектовки [4]

Наименование элемента	Описание состояния	Доля с описанными изменениями в общей выборке, %
Блок цилиндров	Налет рыхлой ржавчины, начало коррозионно-эрозионного изнашивания ложа водяного насоса	40
	Плотные отложения ржавчины и накипи	55
Гильзы цилиндров	Отложение продуктов коррозии и накипи в пределах 0,5...0,7 мм с внешней стороны	60
	Неглубокие язвы в зонах воздействия боковой силы перекладки поршня	42
	Плотные толстые слои отложений в пределах 1,5 мм и более	35
Головки цилиндров	Незначительные кавитационные разрушения, налет ржавчины	55
	Сильные коррозионные и кавитационные разрушения кромок каналов подвода и отвода охлаждающей жидкости, выкрашивание краев отверстий до 3 мм	40
Жидкостный насос	Средняя степень поражения коррозией рабочих поверхностей, толщина накипи 1,5–2 мм	44
	Сильный кавитационно-коррозионный износ корпуса и разрушение лопаток крыльчатки	40
Коробка термостатов, корпус включателя гидромуфты	Начальная стадия коррозионного разрушения, наличие продуктов накипи и неглубоких язв	62
	Обильные отложения, глубокие язвы, сильный коррозионный износ внутренних поверхностей и выходных кромок отверстий и каналов	37
Радиатор	Незначительная деформация, частичное закупоривание сот	50
	Значительное закупоривание сот, коррозионные разрушения	40

Все элементы СЖО были со значительными признаками коррозионного, кавитационного, эрозионного износа и плотными отложениями накипи. Автор отмечает, что накопление продуктов коррозии, а также недостаточная очистка корпусных деталей двигателя при производстве (наличие остатков формовочного песка во внутренних полостях литых деталей), приводит к закупориванию трубок радиатора, а также усилению эрозионных процессов.

В 2004 году *Eaton E.* и *Duvnjak E.* опубликовали работу об исследовании 71 ФОЖ, снятых с тяжело нагруженных двигателей. В 32 % фильтров были обнаружены песок (вероятно, формовочный) и различный мусор, включая металлические стружки.

В период с 2014 по 2020 год специалистами НТЦ «АвтоСфера» при ВлГУ проводились исследования опытных образцов ФОЖ на различных автотранспортных предприятиях г. Владимира [5]. Фильтры были установлены на городских автобусах и сняты спустя 35-40 тыс. км. пробега. В результате оказалось, что за указанное время работы фильтры собирали от 70 до 130 граммов загрязнений, представляющих собой мазеобразную массу из частиц песка, металлов, резины, масла и др.

Исследования отечественных и зарубежных авторов показали схожие результаты. В 23-38 % двигателей были обнаружены загрязнения в ОЖ. Наличие загрязнений в теплоносителе приводят к неисправностям в СЖО, таким как закупоривание и уменьшение проходных сечений каналов, износ всевозможных уплотнений, отложения на стенках гидравлического контура, абразивный износ поверхностей и интенсификация кавитационно-коррозионных повреждений. Таким образом, фильтрация ОЖ является эффективным способом очистки от загрязнений, что в свою очередь повышает эксплуатационные показатели двигателя.

Список использованных источников

1. *Payerle N. Engine Coolant Performance in Late Model Passenger Cars // SAE Technical Paper.* – 1976. – 760631. – p. 8.
2. *Hudgens, R.D. and Hercamp, R.D., Filtration of Coolants for Heavy Duty Engines // SAE Technical Paper.* – 1988. – 881270. – p. 24.
3. Гаврилов А. К. Фильтрация жидкости в охлаждающей системе дизеля // Двигателестроение. – 1985. – №7. – С. 54-56.
4. Аюкин З. А. Комплексный подход к совершенствованию системы охлаждения двигателей // Вестник КГТУ. – 2003. - №1. – С. 6-11.

5. Драгомиров С. Г., Драгомиров М. С., Эйдель П. И., Гамаюнов А. Ю., Селиванов Н. М. Высокоэффективная фильтрация охлаждающей жидкости – перспективное направление совершенствования автотранспортных двигателей // 8-е Луканинские чтения. «Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса». – М. : МАДИ, 2019. – С. 488-501.

УДК 621.56

М. А. Грибанов, Д. С. Белов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. Ю. Абальев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТУРБОХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В настоящее время холодильные установки широко применяются в различных областях производственной и научной деятельности. Наибольшее распространение они нашли в пищевой промышленности для консервации и продления срока хранения продуктов питания и полуфабрикатов, медицине – для хранения медикаментов и обеспечении работы аппаратов МРТ, в химической промышленности – в различных технологических процессах, в быту и транспорте – для охлаждения помещений и поддержании микроклимата и в многих других случаях. Поэтому, разработка и развитие холодильной техники является, на сегодняшний день, актуальной задачей.

Холодильная машина – это совокупность элементов и систем, позволяющих совершать обратный термодинамический цикл используя энергию в виде работы или теплоты. Их можно разделить на:

- **паровые (парокомпрессионные).** В качестве рабочего тела используют аммиак и хладоны – фтористые и хлористые производные предельных углеводородов.
- **воздушные (газовые).** В них в качестве рабочего тела выступает воздух, а передача теплоты от «холодного» источника «горячему» осуществляется за счёт затраты механической энергии.
- **абсорбционные (на смесях холодильных агентов).** Для технологических процессов двухтемпературных уровней (домашние холодильники), а также процессов с переменной температурой подвода и отвода теплоты применяют смеси хладагентов.

В России в настоящее время производят холодильные машины всех типов. Активно проводится работа над совершенствованием существующих и созданием новых типов холодильных машин.

Наибольшее распространение (рис. 1а) получили парокомпрессионные холодильные установки. Основной областью их применения является кондиционирование воздуха, в бытовых и коммерческих холодильниках, на крупномасштабных складах, в грузовых рефрижераторах и железнодорожных вагонах.

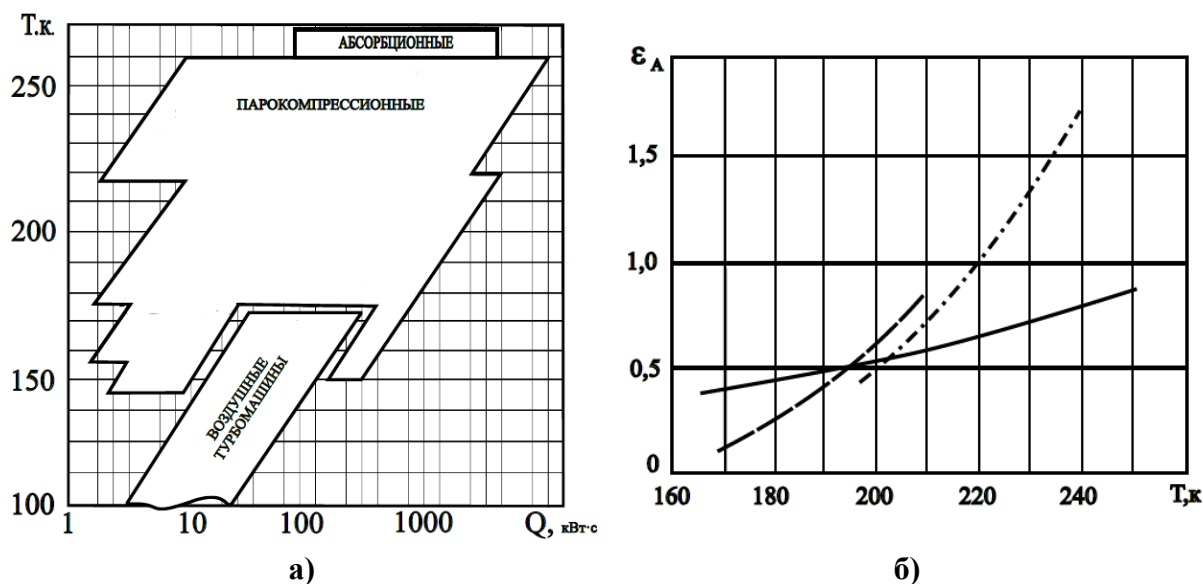


Рис. 1. Параметры холодильных установок: а – область применения; б – эффективность в зависимости от температуры охлаждения, — – воздушные турбохолодильные установки, --- каскадные парокомпрессионные установки, —.— двухступенчатые парокомпрессионные установки [1]

Парокомпрессионные холодильные установки с поршневым компрессором позволяют достичь температур охлаждения 240 К (рис. 1а). Благодаря применению винтовых компрессоров и каскадному сжатию удастся расширить температурный диапазон их применения до 170 К [3]. Однако парокомпрессионные холодильные установки обладают существенным недостатком, т. к. они работают, в основном, на хладагентах $R12$, $R22$ или аммиаке. Эти хладагенты отрицательно воздействуют на озоновый слой атмосферы Земли или, как аммиак, ядовиты. Несмотря на это, доля аммиачных холодильных машин начинает увеличиваться из-за прекращения выпуска $R12$ и перехода на более дорогой хладагент $R134a$. Этим недостатком лишено использование в качестве хладагента воздуха.

Принцип работы воздушной холодильной машины основан на цикле сжатия и расширения воздуха в детандер-компрессорном агрегате, что позволяет понижать температуру до требуемого уровня. Процесс работы: воздух, сжатый в компрессоре, охлаждается в теплообменнике и затем подаётся на вход в детандер, имея сравнительно низкую температуру и достаточно высокое давление. Расширяясь воздух совершает работу совершает полезную работу. При этом его температура понижается. Перспективность воздушной холодильной установки заключается в высокой энергоэффективности при использовании центробежного компрессора и турбодетандера, и, тем самым, позволяющих увеличить холодильный коэффициент установки почти в 2 раза. Использование повышенного уровня давлений и двухступенчатого сжатия еще больше повышает энергетическую эффективность воздушных холодильных установок и позволяет расширить температурную область применения примерно до 180 – 190 К (рис. 1.б)

Кроме того, воздушные холодильные машины имеют ряд преимуществ в случае совместного получения холода и тепла, имеют место существенно большие, чем в гидравлическом тракте холодильной машины гидравлические потери в объекте охлаждения, а также необходимо обеспечить минимальные весовые и габаритные характеристики.

Перспективным является использование воздушных холодильных установок на судах и траулерах. Судовые холодильные установки эксплуатируются в более сложных условиях, чем стационарные, к которым можно отнести, например, изменение в широком диапазоне температуры и влажности воздуха, температуры забортной воды, интенсивности солнечной радиации; высокую коррозионную активность воздуха и морской воды; наличие вибрации и качки; ограниченность численности персонала и возможности проведения ремонтных работ. [3]

Если в промышленных стационарных (наземных) холодильных установках в качестве хладагента широко применяется аммиак, то охлаждение трюмов и твиндеков на судах, оборудованных аммиачными холодильными машинами, обычно рассольное, так как правилами Морского регистра РФ применение аммиака для непосредственного охлаждения трюмов на судах запрещено.

В работе [3] описана конструкция воздушной холодильной установки, обеспечивающей охлаждение морепродукции на траулерах и сейнерах до 190 К. К её конструктивным особенностям относится использование порш-

невого двухступенчатого компрессора и поршневого детандера, объединенных одним коленчатым валом. Для охлаждения воздуха на выходе из первой ступени компрессора используется забортная вода, а в концевом холодильнике – атмосферным воздухом. Для увеличения эффективности установки используется рекуперация холода, позволяющая охладить воздух на входе в детандер до 260 К. Сжатие в компрессоре первой ступени осуществляется до 0,4...0,6 МПа, на во второй – 0,8...1,0 МПа.

На бывшей кафедре судовых двигателей внутреннего сгорания и установок Дальневосточного государственного технического университета (Инженерная школа ДВФУ) была разработана и запатентована воздушная холодильная установка на основе турбодетандера, способная охлаждать воздух до 200К [3]. Особенностью разработанной установки является совмещение первой ступени компрессора с компрессором газотурбинной установки, распределение воздуха после компрессора первой ступени осуществляется с помощью пневморегулятора. Использование компрессора второй ступени позволяет увеличить давление на входе в турбодетандер с 0,35 до 0,74 МПа. Без компрессора второй ступени температура на входе из турбодетандера не превышает 237 К.

На основании выполненного анализа можно сделать вывод о перспективности применения воздушных холодильных установок в области глубокой заморозки, требующей достижения температур 200 К и ниже, как обладающих лучшими эффективностью охлаждения и экологичностью, по сравнению с парокомпрессионными холодильными установками.

Список использованных источников

1. Papcov A. et al. Воздушные холодильные установки // *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. – 2020. – т. 1. – с. 488-491.
2. Быков А. В. Холодильные машины. Справочник. – М. : Легкая и пищевая промышленность. – 1982. – 223 с.
3. Самсонов А. И., Самсонов А. А., Сазонов С. Т. В. Воздушная турбохолодильная установка // *Вологдинские чтения*. – 2012. – №. 80. – т. 144-145.
4. Калекин В. В. К вопросу совершенствования судовых холодильных установок на судах речного и морского транспорта // *Вестник Саратовского государственного технического университета*. – 2016. – т. 1. – №. 1 (82). – т. 68-72.

5. Север А. В. Содержание подходов к созданию технического облика аэродромных средств кондиционирования воздуха с использованием воздушной холодильной машины // Символ науки. – 2023. – №. 11-1-2. – т. 57-60.

УДК 621.56

М. А. Грибанов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. Ю. Абалеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИКЛА ВОЗДУШНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Холодильная техника нашла широкое применение в пищевой, медицинской, химической и других отраслях промышленности. Наибольшее распространение нашли парокомпрессионные и абсорбционные холодильные установки. Однако, при достаточно высокой эффективности, они обладают рядом недостатков, таких как глубина охлаждения, зависящая от физических свойств легкокипящей жидкости, служащей теплоносителем, потенциальная пожарная опасность и токсичность теплоносителя, малые значения холодильного коэффициента при глубоком охлаждении. Всех этих недостатков лишены газовые холодильные установки, использующие в качестве рабочего тела атмосферный воздух.

Идеальный цикл воздушной холодильной установки состоит из адиабатного процесса сжатия в компрессоре, изобарного процесса охлаждения сжатого воздуха до температуры окружающей среды (высшего источника теплоты) с последующим адиабатным расширением в детандере. Процесс отвода теплоты от охлаждаемого объекта (низшего источника теплоты) является изобарным. В случае использования в воздушной холодильной установке рекуператора, процесс охлаждения сжатого после компрессора воздуха происходит до достижения рабочим телом температуры объекта охлаждения, а воздух перед компрессором нагревается до температуры окружающей среды. Оба этих процесса являются изобарными и осуществляются как продолжение процессов обмена теплотой с высшим и низшим источниками.

Влияние на термодинамическую эффективность цикла воздушной холодильной установки (холодильный коэффициент, ε_r) оказывает процесс сжатия в компрессоре:

$$\varepsilon_t = \frac{T_2}{T_1 - T_2},$$

где T_1 – температура воздуха на входе в компрессор, К, T_2 – температура воздуха на выходе из компрессора, К.

В свою очередь, изменение параметров воздуха в компрессоре целиком определяется степенью повышения давления в нём, π_k .

Для воздушной холодильной установки был проведен расчёт параметров идеального термодинамического цикла при $\pi_k = 2 \dots 15$. Расчет проводился для установок, обеспечивающих охлаждение на 50, 70 и 100 К при температуре окружающей среды 298 К. Результаты расчета для воздушных холодильных установок без рекуператора и с рекуператором представлены на рис. 1.

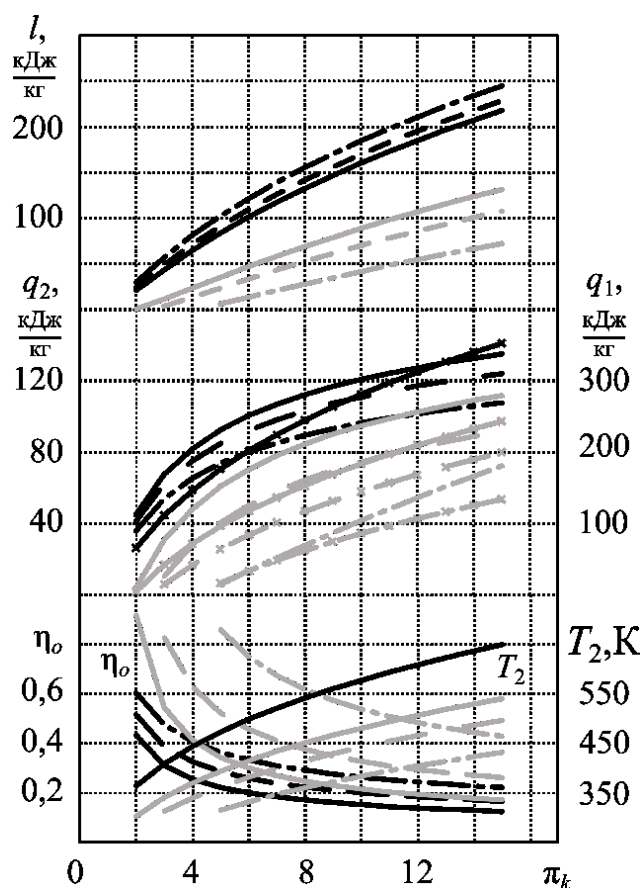


Рис. 1. Показатели цикла воздушной холодильной установки в зависимости от степени повышения давления в компрессоре: — — $\Delta T = 50$ К, — — — $\Delta T = 70$ К, — · — — $\Delta T = 100$ К, x — q_1 , ■ — с рекуператором, ● — без рекуператора

Анализ представленной на рис. 1 информации показывает, что воздушная холодильная установка без рекуператора в области низких π_k становится неработоспособной. Так, для обеспечения $\Delta T = 70$ К необходима $\pi_k \geq 3$, а $\Delta T = 100$ К – $\pi_k \geq 5$. В тоже время, воздушная холодильная установка с рекуператором сохраняет свою работоспособность при $\pi_k = 2$ независимо от глубины охлаждения. Это связано с существенно более низкой температурой воздуха после детандера в холодильной установке с рекуператором, вызванной дополнительным охлаждением сжатого в компрессоре воздуха.

Температура воздуха после компрессора T_2 для воздушной холодильной установки с рекуператором оказывается выше, чем для установки без рекуператора. Такой эффект связан с подогревом воздуха на входе в компрессор холодильной машины с рекуператором теплоты. Учитывая тот факт, что в идеальной холодильной машине с рекуперацией воздух на входе в компрессор имеет температуру окружающей среды, температура на выходе из компрессора не зависит от глубины охлаждения и изменяется от 364 К при $\pi_k = 2$ до 649 К при $\pi_k = 15$. Для воздушной холодильной установки без рекуперации температура на выходе из компрессора уменьшается пропорционально глубине охлаждения.

Относительный холодильный коэффициент воздушной холодильной установки без рекуперации теплоты η_o выше, чем аналогичный показатель установки с рекуперацией. Кроме того, для холодильных установок обоих типов характерно уменьшение η_o при увеличении π_k . Это связано с увеличением максимальной и уменьшением минимальной температур цикла холодильных установок при неизменных температурах высшего и низшего источников теплоты. При малых π_k разница между максимальной и минимальной температурой рабочего тела и температурами соответствующих источников теплоты меньше, а, следовательно, цикл воздушной холодильной установки оказывается ближе к циклу холодильной установки работающей по циклу Карно.

Удельное количество теплоты, отводимой от объекта охлаждения q_2 , в цикле холодильной установки с регенератором, выше, чем в аналогичном цикле установки без регенератора, что объясняется меньшей температурой теплоносителя подаваемого к объекту охлаждения. Такая особенность позволяет в холодильной машине с рекуператором использовать меньшее количество рабочего тела для достижения того же результата, по сравнению с машиной без рекуператора. Количество удельной теплоты, отводимой от рабочего тела к высшему источнику q_1 для установки с рекуператором также

выше, чем для холодильной машины без рекуператора. Кроме того, если в установке без рекуператора q_1 изменяется в зависимости от глубины охлаждения, то для холодильной машины с рекуператором, из-за того, что температура на входе в компрессор равна температуре окружающей среды, q_1 зависит только от степени повышения давления.

Удельная работа l , затрачиваемая на проведение цикла холодильной установки, для цикла с рекуперацией теплоты оказывается больше, чем для аналогичного цикла без рекуперации. Эта разница возрастает с 50 кДж/кг при $\pi_k = 2$ до 75 кДж/кг при $\pi_k = 15$. Кроме этого, увеличение глубины охлаждения приводит к росту затрат удельной работы для холодильной машины с рекуперацией теплоты, и к уменьшению – без рекуперации. Последнее объясняется уменьшением теплосодержания рабочего тела, поступающего в детандер после рекуператора с ростом глубины охлаждения. Для цикла без рекуперации, некоторое уменьшение теплосодержания рабочего тела, расширяющегося в детандере, компенсируется уменьшением затрат на его сжатие в компрессоре. В целом, уменьшение количества рабочего тела, необходимого в холодильной установке с рекуперацией теплоты, по сравнению с аналогичной установкой без рекуперации, осуществляющих отвод одного и того же количества теплоты q_2 от объекта охлаждения, компенсирует большие затраты удельной работы на осуществление цикла.

В целом, проделанный анализ позволяет сделать вывод о перспективности использования воздушных холодильных установок с центробежным компрессором и турбодетандером, оснащенных рекуператором теплоты. При этом, для увеличения холодопроизводительности может потребоваться двух- или многоступенчатое сжатие воздуха в компрессоре. Воздушные холодильные установки без рекуперации теплоты проще всего будет реализовать с помощью поршневых компрессора и детандера, т. к. для их работы необходимо обеспечить π_k не менее 5, что соответствует степени сжатия 3...4 и более.

Список использованных источников

1. Пигарев В. Е., Архипов П. Е. / Под ред. В. Е. Пигарева. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха. – М. : Маршрут, 2003. – 423 с. ISBN 5-89035-122-2.

УДК 621.431.7-71 : 621.65.69

М. Д. Демидов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

Научный руководитель: С. Г. Драгомиров (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЖИДКОСТНЫХ НАСОСОВ И УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТИ

Нерешенной проблемой в области систем жидкостного охлаждения автомобильных двигателей является загрязнение охлаждающей жидкости и всей системы в целом. Эта проблема является критически острой, поскольку загрязнения системы жидкостного охлаждения (СЖО) могут привести к ухудшению показателей двигателей и даже полному их выходу из строя.

Одной из инновационных идей для решения вышеуказанной проблемы является использование для очистки охлаждающей жидкости поля центробежных сил, возникающих в камере жидкостного центробежного насоса системы. С помощью центробежных сил производится сепарация (улавливание) частиц загрязнений с последующим их удержанием в специальном грязесборнике. Таким образом, жидкостный насос кроме основной функции перекачивания жидкости приобретет вторую дополнительную функцию – очистки жидкости (центробежный насос-сепаратор). В таком случае не понадобится устанавливать специальный фильтр в виде отдельного агрегата.

При этом интересно отметить, что гидравлические характеристики центробежного насоса (расход жидкости, напор) остаются неизменными при изменении их конструкции для обеспечения улавливания твердых частиц загрязнений в жидкости.

Для реализации этой идеи выбрано два актуальных направления работ:

- разработка модификаций насосов с механическим приводом (насосы СЖО двигателей) с функцией очистки жидкости;
- разработка модификаций насосов с электрическим приводом (насосы предпусковых подогревателей, вспомогательные подкачивающие насосы для автомобильной техники) с функцией очистки жидкости.

Оба эти направления представляют интерес, как в научном плане, так и в плане практического внедрения результатов.

В процессе работ по этим двум направлениям возникает объективная необходимость создания и использования специальных установок, позволяющих моделировать реальные условия работы жидкостных насосов и устройств очистки в лабораторных условиях.

Цель данного этапа работы – создание лабораторных установок для исследования центробежных насосов различного конструктивного исполнения с реализацией дополнительной функцией очистки охлаждающей жидкости автомобильных двигателей.

Создаваемые лабораторные установки должны выполнять следующие задачи:

- определение характеристик насоса (данные по частоте вращения вала, расходу жидкости и давлению, создаваемому насосом на выходе);
- исследование различных конструкций насоса;
- определение улавливающих способностей насоса-сепаратора (в том числе и по фракциям).

На кафедре двигателей Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г.Столетовых в ходе проведения исследовательских работ были созданы две лабораторные установки:

- лабораторная установка для насосов с механическим приводом с дополнительной функцией очистки охлаждающей жидкости (рис. 1), которая позволяет обеспечить привод насоса и фиксацию всех его рабочих показателей, включая и определение улавливающей способности тестовых частиц загрязнений;
- лабораторная установка для насосов с электрическим приводом с дополнительной функцией очистки охлаждающей жидкости (рис. 2).

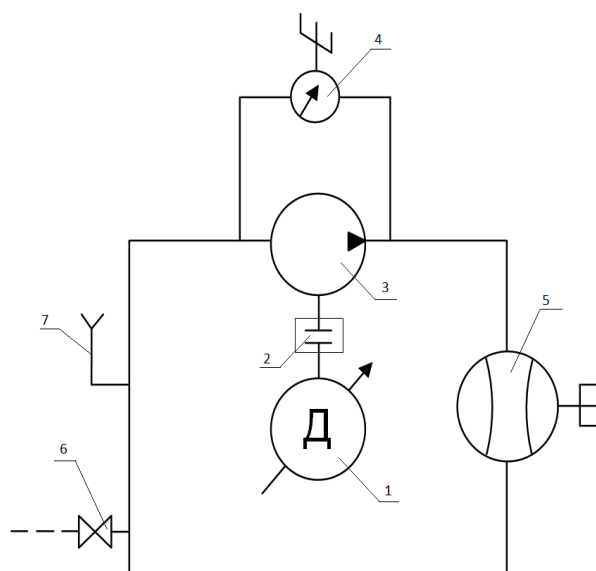
Особенность данной лабораторной безмоторной установки – имитация гидравлического контура подсистемы обогрева салона транспортного средства.

Обе лабораторные установки позволяют обеспечить привод насоса и фиксацию всех его рабочих показателей, включая и определение улавливающей способности тестовых частиц загрязнений.

Улавливающая способность устройств очистки характеризуется коэффициентом очистки β , определяемом по формуле:

$$\beta = m_2 / m_1, \quad (1)$$

где m_1 – масса тестовых частиц, введенных в гидравлический контур; m_2 – масса тестовых частиц, уловленных насосом-сепаратором (из грязесборника).



а)



б)

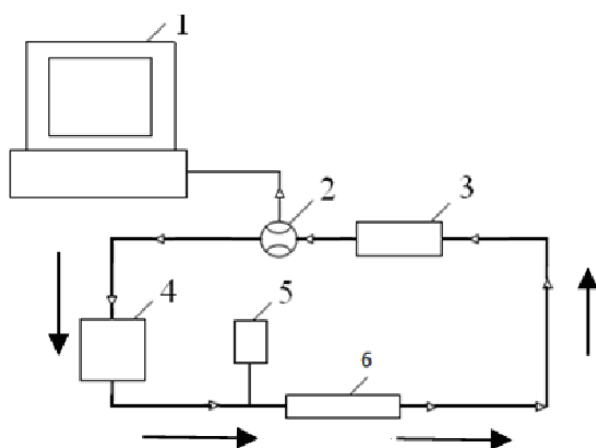
Рис. 1. Схема (а) и внешний вид (б) лабораторной для насосов с механическим приводом с дополнительной функцией очистки охлаждающей жидкости: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – насос; 4 – датчик давления; 5 – расходомер жидкости; 6 – кран; 7 – воронка

Сам процесс определения коэффициента β заключается во введении в гидравлический тракт лабораторной установки некоторого количества m_1 специальных тестовых частиц, имитирующих реальные твердые частицы загрязнений в системе охлаждения двигателя. Затем по количеству уловленных тестовых частиц m_2 , извлеченных из грязесборника насоса-сепаратора, по вышеприведенной формуле определяется коэффициент очистки β .

Подбор тестовых частиц для подобных исследований является наиболее интересным вопросом в методическом плане и наиболее сложной задачей в практической плоскости.

Более-менее удовлетворительный выход удалось найти в использовании для этой цели частиц корунда (белый электрокорунд Al_2O_3), применяемых для пескоструйных аппаратов в зубопротезном деле.

Этот кондиционированный песок отличается малым разбросом размеров твердых частиц, а также пониженным содержанием пыли и примесей.



а)



б)

Рис. 2. Схема (а) и внешний вид (б) лабораторной установки с электрическим приводом для насосов-сепараторов: 1 – персональный компьютер; 2 – ультразвуковой расходомер *US-800*; 3 – устройство для спрямления потока; 4 – насос-сепаратор; 5 – устройство для ввода тестовых частиц; 6 – прозрачная трубка

Предприятия отечественной промышленности выпускают по соответствующим стандартам [1, 2] целую гамму порошков электрокорунда с различным размером зерен.

В данных исследованиях использовались в качестве тестовых частиц порошки белого электрокорунда компании «РuDент» с номинальными размерами зерен 110, 150, 250, 320 мкм.

По результатам проведенных лабораторных получены следующие данные по коэффициенту улавливания в зависимости от размера тестовых частиц (табл. 1).

Таблица 1. Результаты экспериментального определения коэффициента улавливания β для двух различных типов насосов-сепараторов

Размер тестовых частиц, мкм	Коэффициент улавливания β	
	Насос с механическим приводом	Насос с электроприводом
100	0,92	0,91
150	0,93	0,92
250	0,94	0,94
320	0,96	0,96

Важным результатом лабораторных исследований, помимо определения коэффициента улавливания β , стало уточнение мест рационального расположения улавливающих отверстий в стенке улитки насоса, формы этих отверстий и расположение самого грязесборника. Проведение исследований насосов-сепараторов в лабораторных условиях позволило решить и эту задачу.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 52381-2005. Материалы абразивные. Зернистость и зерновой состав шлифовальных порошков. Контроль зернового состава. – М. : Стандартинформ, 2005. – 15 с.: ил.
2. ГОСТ 28924-91. Материалы шлифовальные. Методы определения физических и механических свойств. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 14 с.: ил.

УДК 621.431.7-71

И. В. Кулешов (Россия, г. Владимир, ООО «НТЦ «АвтоСфера» при ВлГУ))
Научный руководитель: С. Г. Драгомиров (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ МОДУЛЯ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ С АВТОНОМНЫМ НАСОСОМ

Загрязнение охлаждающей жидкости (ОЖ) автотранспортных поршневых двигателей обусловлены структурными и конструктивными осложнениями их систем жидкостного охлаждения (СЖО) при одновременном повышении требований к их надежности и теплоотводящей функции в процессе непрерывного форсирования двигателей. Высокая вероятность загрязнения СЖО автотранспортных двигателей (особенно тяжелонагруженных) и отсутствие на сегодняшний день эффективных научно-технических решений в этой области делают решение проблемы загрязнения актуальным [1].

Данные по эксплуатации транспортной техники показывают, что от 25 до 40 % неисправностей и отказов двигателей приходится на СЖО. Чаще всего неполадки в системе охлаждения, например, автомобиля, появляются уже после 150...200 тыс. км его пробега. У двигателей тяжелых грузовиков (а также автобусов), работающих обычно с 70...85 % нагрузкой, из-за более

тяжелых условий работы неполадки могут возникнуть уже после 500...700 часов эксплуатации (30...50 тыс. км пробега) [2].

В ходе наших работ был создан и исследован модуль очистки ОЖ с автономным насосом [3] (рис. 1). Также он прошел эксплуатационные испытания на автомобиле УРАЛ с дизелем ЯМЗ-236 (рис. 2). В ходе лабораторных исследований образца модуля очистки были определены его гидравлические характеристики, а так же улавливающая способность.



Рис. 1. Модуль очистки ОЖ с автономным насосом



Рис. 2. Модуль очистки ОЖ, установленный на автомобиль УРАЛ

Характеристика гидравлического сопротивления модуля очистки ОЖ представлена на рис. 3.

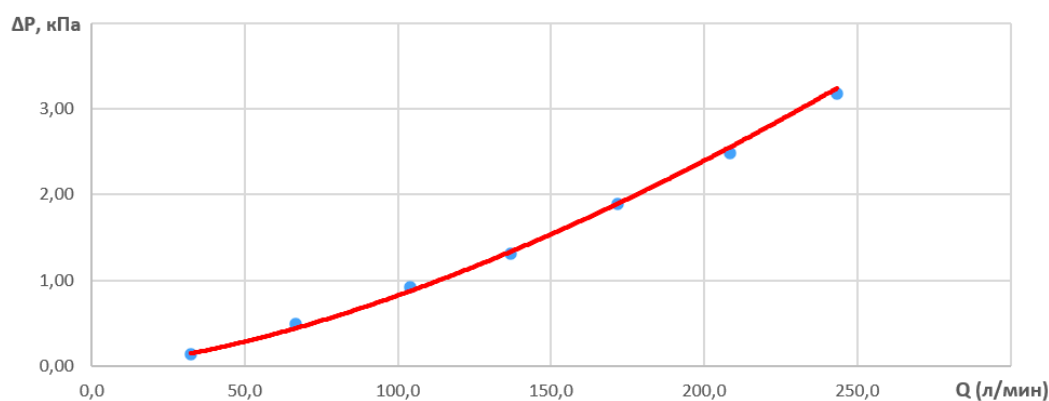


Рис. 3. Характеристика гидравлического сопротивления модуля очистки ОЖ с автономным насосом

Далее была определена улавливающая способность (коэффициент очистки) β модуля очистки. Использовались тестовые частицы корунда с

номинальным размером $\delta = 100$ мкм. Эксперимент проводился по ранее разработанной и успешно апробированной методике. Время эксперимента составляло 10 минут. Его результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Улавливающая способность модуля очистки

Параметр	Значение
Размер частиц, мкм	100
Время эксперимента, мин	10
Масса навески, г	25
Уловлено, г	22,35
Коэффициент очистки β	0,894

Проведенные лабораторные исследования модуля очистки показали, что он обладает очень малым гидравлическим сопротивлением при высокой улавливающей способности. Такие показатели модуля очистки ОЖ делают его перспективным для практического применения.

Пробег автомобиля УРАЛ с установленным модулем очистки составил 18383 км. За это время, через равные интервалы вскрывался грязесборник фильтра-сепаратора, входящего в состав модуля очистки. Полученные образцы загрязнений (рис. 4), согласно разработанной специальной методике, обрабатывались, взвешивались и подвергались химическому анализу.



а)



б)

Рис. 4. Загрязнения ОЖ в исходном состоянии (с влагой):

а – образец загрязнений при очистке грязесборника фильтра-сепаратора;

б – собранные образцы загрязнений

Суммарная масса загрязнений составила 27,77 г. Распределение суммарной массы загрязнений по фракциям представлено в графическом виде на рис. 5.

Данные этого графика показывают, что в общей массе загрязнений преобладают частицы с размерами 100...250 и 250...450 мкм. Эти фракции имеют относительную долю 37,1 и 36,1 % соответственно. Несколько меньше частиц с размерами 450...700 мкм, 700...1000 мкм. Их количество составляет от 8 до 15 %. Остальные фракции имеют доли менее 10 %.

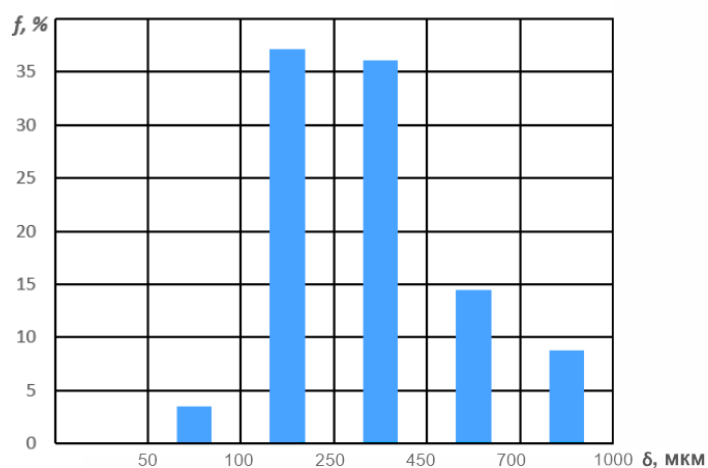


Рис. 5. Распределение частиц загрязнений ОЖ по фракциям (для общей массы загрязнений)

Полученные образцы загрязнений также подверглись химическому анализу с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра последовательного анализа *ARLADVANTX* (*ThermoScientific* (США), № 38436-08 в Государственном реестре средств измерений). Полученные данные сведены в таб. 2.

Таблица 2. Результаты химического анализа образцов загрязнений

Химические вещества или соединения	Количество, %
Оксиды меди и соединения фосфора	12,69
Оксиды железа (продукты коррозии)	87,31

Нельзя не заметить преобладающего количества соединений железа (продуктов коррозии) среди загрязнений – 87,31 %. Возможная причина их

появления в системе охлаждения – кавитационные и коррозионные разрушения элементов системы охлаждения из черных металлов.

Проведенные лабораторные исследования и эксплуатационные испытания разработанного модуля очистки охлаждающей жидкости двигателей тяжелой транспортной техники позволяют сделать выводы о его исключительно низком гидравлическом сопротивлении, а также высокой очищающей способности.

Список использованных источников

1. Драгомиров С. Г., Драгомиров М. С., Эйдель П. И., Гамаюнов А. Ю. Высокоэффективная фильтрация охлаждающей жидкости – перспективное направление совершенствования автотранспортных двигателей. – 8-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса: сб. трудов Международной н.-т. конф. 31 января 2019. – М. : МАДИ, 2019. – с. 488-501.
2. *Hudgens R. D., Hercamp R. D. Filtration of Coolants for Heavy Duty Engines. – SAE Techn. Pap. Ser. № 881270. – 17 pp.*
3. Заявка на изобретение № 2023112634 МПК F01P 11/12 (2006.01). Модуль очистки охлаждающей жидкости транспортных поршневых двигателей: № 2023112634 : заявл. 17.05.2023 / Гамаюнов А. Ю., Драгомиров М. С., Драгомиров С. Г., Эйдель П. И., Кулешов И. В. – 14 с.

УДК 629.113

Н. В. Чернов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **А. М. Шаранов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОРАЗМЕРНОГО ДИЗЕЛЯ

Одноцилиндровые дизели с ручным и электростартерным пуском находят широкое применение в различных сферах средствах малой механизации, в частности, в качестве приводов мотокультиваторов, водяных помп, электро-генераторных установок, легких транспортных и специальных средств.

Обеспечение надежного пуска двигателей внутреннего сгорания является актуальной задачей.

По сравнению с многоцилиндровыми, одноцилиндровые дизели характеризуются определенными особенностями, к которым следует отнести:

- высокую неравномерность вращения коленчатого вала;
- меньший относительный суммарный момент инерции вращающихся деталей;
- отсутствие компенсации работы сжатия работой расширения, имеющей место в многоцилиндровых двигателях;
- использование, наряду с электростартерным, ручного запуска.

Ручной запуск дизелей без устройств облегчения пуска с рабочим объемом более до 500 см^3 в одноцилиндровом исполнении достаточно затруднен из-за значительных усилий при преодолении такта сжатия.

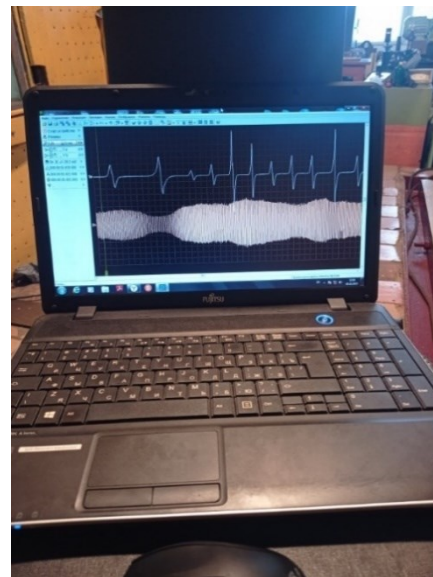
В этой связи целью настоящего исследования являлась разработка моторной установки и методики исследования процесса ручного пуска маломерного дизеля 1Ч 9,5/9,2.

Моторная установка (рис. 1) включает в себя исследуемый двигатель, жестко закрепленный на подмоторной раме, систему отвода отработавших газов, а также необходимую регистрирующую аппаратуру.



Рис. 1. Моторная установка для исследования процесса ручного пуска двигателя 1Ч 9,5/9,2

Регистрация параметров двигателя при ручном запуске осуществлялась с помощью 6-ти канального цифрового осциллографа и персонального компьютера (рис. 2).

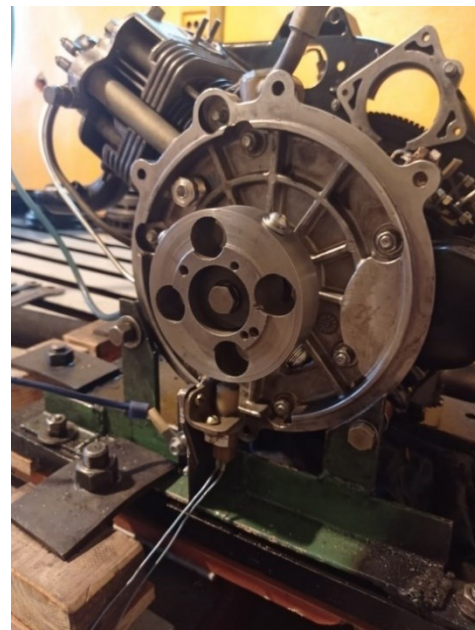
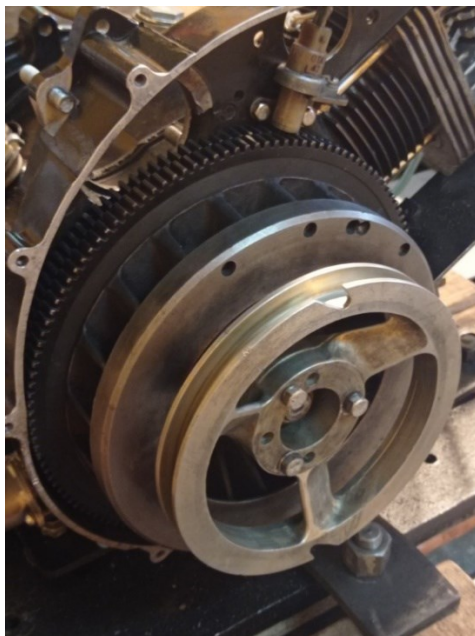


а)

б)

**Рис. 2. Регистрирующая аппаратура:
а) цифровой 6-канальный осциллограф «Постоловского»;
б) персональный компьютер**

Измерение частоты вращения коленчатого вала производилось по сигналам штатного индуктивного датчика, установленного над зубчатым венцом маховика (рис. 3 а).



а)

б)

**Рис. 3. Место установки датчиков:
а – частоты вращения коленчатого вала;
б – положения коленчатого вала**

Положение коленчатого вала определялось по сигналам индуктивного датчика, установленного под приводной муфтой с противоположной стороны от маховика. (рис. 3 б).

Для повышения точности на муфте установлены: одна метка, соответствующая положению поршня в ВМТ и три промежуточные метки через 90 град. п.к.в. Регулировка зазоров между датчиками и метками позволила выделить сигнал метки ВМТ от сигналов промежуточных меток (рис. 4).

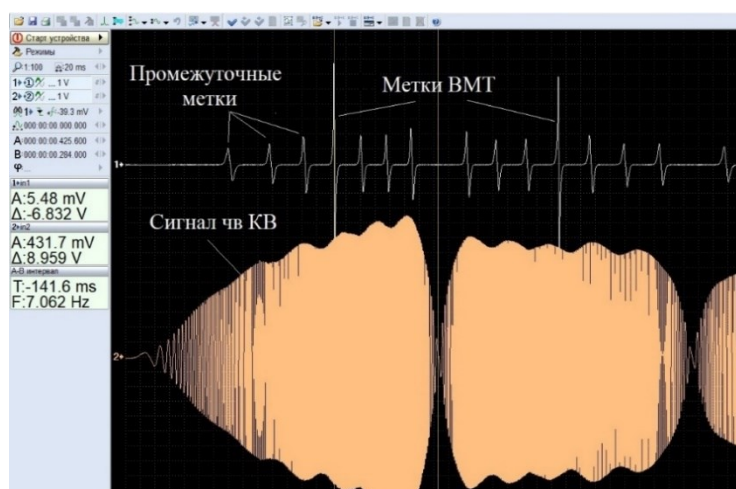


Рис. 4. Внешний вид осциллограммы прокрутки коленчатого вала

Обработка сигнала с датчика частоты вращения коленчатого вала в процессе ручного пуска позволила определять мгновенные показатели (угловой скорости, углового ускорения) в диапазоне 2,73 град. п.к.в., что существенно повышает точность определения показателей.

Результаты обработки осциллограмм представлены на рис. 5.

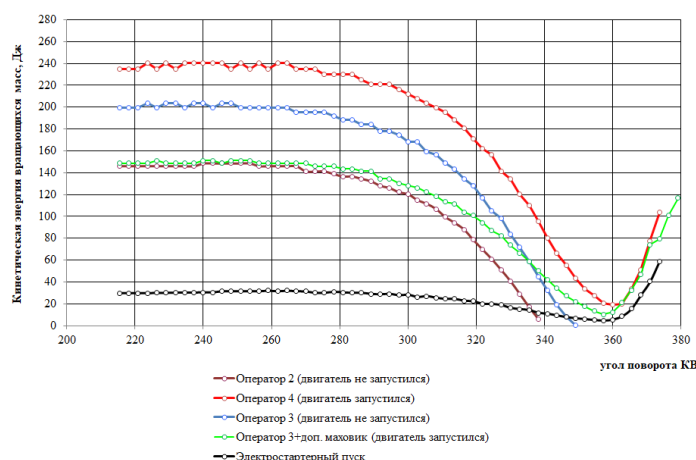


Рис. 5. Изменение кинетической энергии в процессе ручного пуска дизеля 1Ч 9,5/9,2

Разработанная методика определения основных параметров дизеля при его ручном пуске позволяет производить исследования влияния различных факторов на пуск малоразмерных одноцилиндровых дизелей.

УДК 629.113

Н. В. Чернов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **А. М. Шарапов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОРАЗМЕРНОГО ДИЗЕЛЯ

Ручной запуск дизелей без устройств облегчения пуска с рабочим объемом более до 500 см³ в одноцилиндровом исполнении достаточно затруднен из-за значительных усилий при преодолении такта сжатия.

В этой связи целью настоящего исследования являлось изучение процесса ручного пуска дизеля 1Ч 9,5/9,2.

Существенным способом снижения прикладываемого усилия при пуске возможно использование кинетической энергии вращающихся масс двигателя, основными из которых являются – маховик, коленчатый вал, соединительные муфты.

Кинетическая энергия тел вращения определяется по известной формуле:

$$E_{кин} = 1/2 J_{сум} \cdot \omega^2,$$

где $J_{сум}$ – суммарный момент инерции вращающихся масс двигателя;
 ω – угловая скорость коленчатого вала.

Из приведенного выражения следует, что при неизменном моменте инерции вращающихся узлов двигателя запасенная кинетическая энергия в значительной степени определяется угловой скоростью коленчатого вала, развиваемой при прокрутке.

Для достижения больших значений угловой скорости и, соответственно, для более эффективного накопления энергии во время ручного пуска необходимо, чтобы этот процесс проходил в течение нескольких полных оборотов коленчатого вала предыдущих тактов, включая «холостой» такт сжатия, до момента «рабочего» такта сжатия и последующего запуска.

Эта задача решается применением механизмов декомпрессии надпоршневого пространства цилиндра.

Принцип действия декомпрессоров основан, как правило, 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 автоматическим и ручным включением.

Автоматический механизм декомпрессии центробежного типа, расположенный на распределительном валу и автоматически отключающийся при достижении пусковых оборотов дизеля, представлен на рис. 8.

Принцип действия основан на том, что при малой частоте вращения и в покое, с тыльной стороны впускного кулачка распределительного вала выступает штифт, вызывающий разкомпрессию надпоршневого пространства в цилиндре дизеля. С достижением пусковых оборотов режим декомпрессии отключается.

Программой настоящего исследования предусматривалось:

- исследование процесса накопления кинетической энергии при ручном запуске;
- определение оптимального количества оборотов коленчатого вала при прокрутке до «рабочего такта сжатия» на накопленную кинетическую энергию и процесс запуска;
- определение влияния инерционных масс на пуск двигателя.

На первом этапе исследования проводилось исследование изменения угловой скорости и кинетической энергии при прокрутке декомпрессированного дизеля 1Ч 9,5/9,2 в штатной комплектации.

Результаты обработки осциллограммы представлены на рис. 1.

Из представленных данных следует, что максимальную угловую скорость, а следовательно, и наибольшую кинетическую энергию вращающиеся массы приобретают в течении первых двух оборотов коленчатого вала. При последующих оборотах накопленная энергия снижается. Это можно объяснить конструктивными особенностями пускового шкива и длиной пускового шнура.

Для исследования влияния разгона маховых масс в течение определенного количества оборотов коленчатого вала на пусковые свойства дизеля использовался многоцикловой декомпрессионный механизм, позволяющий взводить механизм на любое количество циклов от одного до шести.

Результаты обработки этих осциллограмм представлены на рис. 2.

Приведенные графики показывают, что при ручном запуске с помощью пускового шнура увеличение количества «холостых» оборотов до

начала сжатия приводит к значительному уменьшению запасенной кинетической энергии.

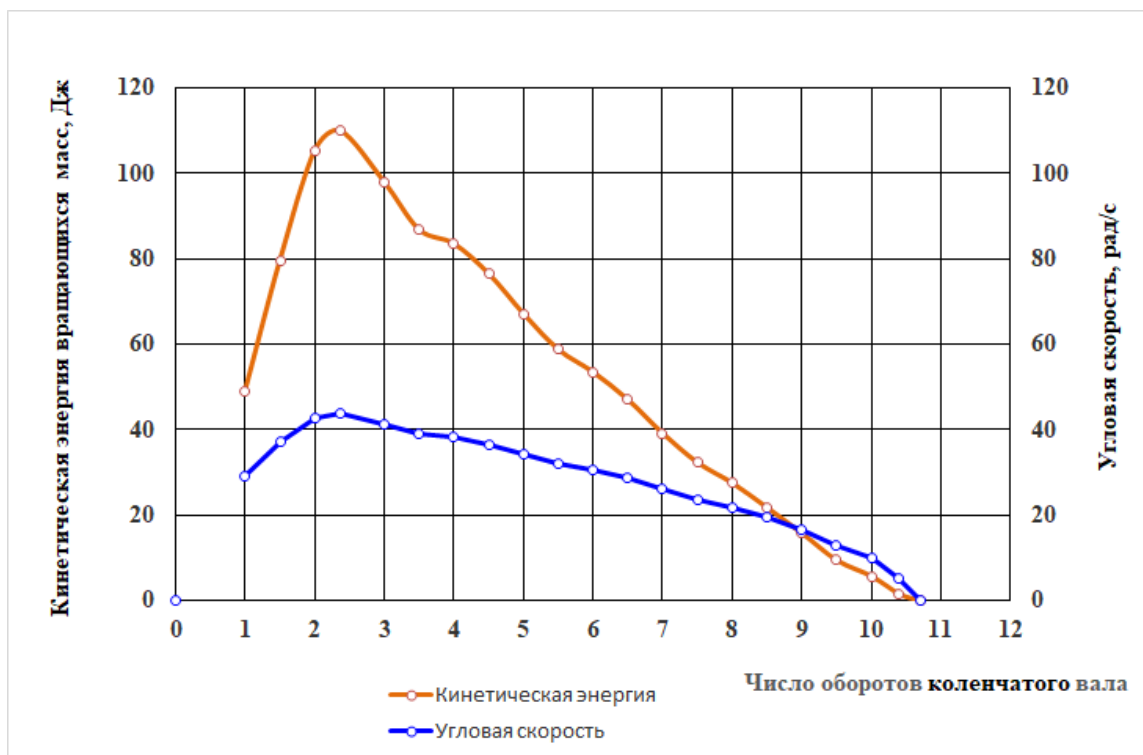


Рис. 1. Изменение угловой скорости и кинетической энергии вращающихся масс при ручном пуске декомпрессированного дизеля 1Ч 9,5/9,2

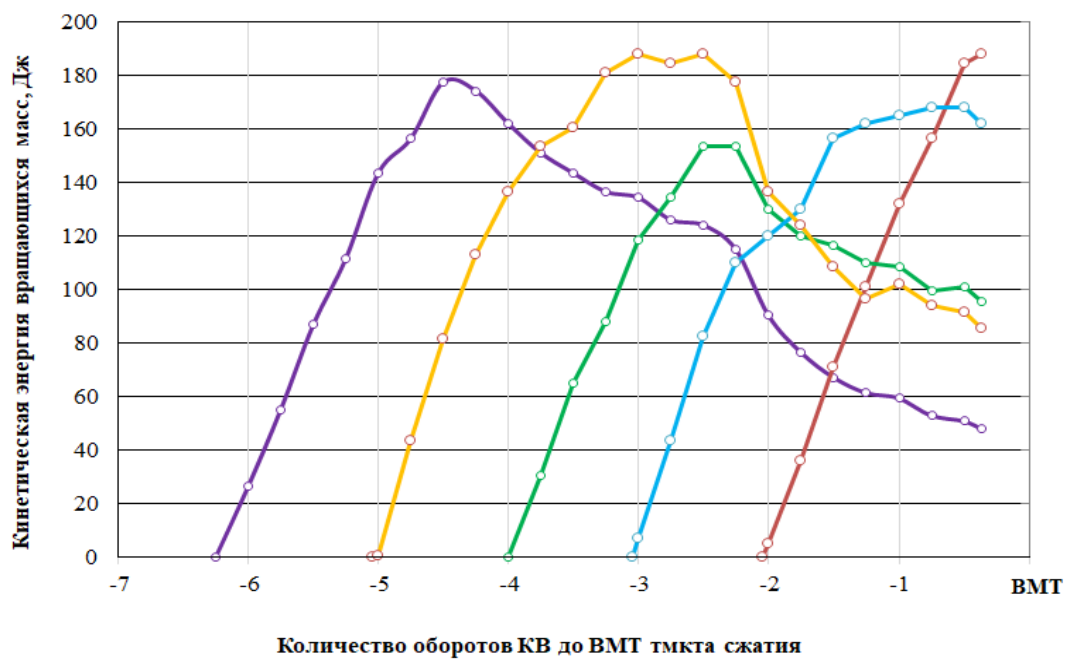


Рис. 2. Зависимость запасенной кинетической энергии от количества оборотов до начала сжатия

Наиболее оптимальным для штатного пускового устройства является два оборота до начала сжатия, что обеспечивает максимальную угловую скорость и кинетическую энергию маховых масс дизеля.

Выполнение указанных требований реализовано в разработанной конструкции декомпрессионного механизма (рис. 3). Отличительная особенность разработанного декомпрессионного механизма – предварительное его ручное включение с последующим его автоматическим выключением при нажатии выпускного клапана. Разработанный профиль валика декомпрессора обеспечивает прокрутку коленчатого вала до срабатывания в течение двух оборотов коленчатого вала.

Проведенные исследования показали, что пуск дизеля 1 Ч 9,5/9,2 в штатной комплектации человеком со средней физической силой и определенными навыками практически невозможен. Так из четырех запусков разными людьми (операторами) дизель запустился только в одном случае (оператор 4) (рис. 4).

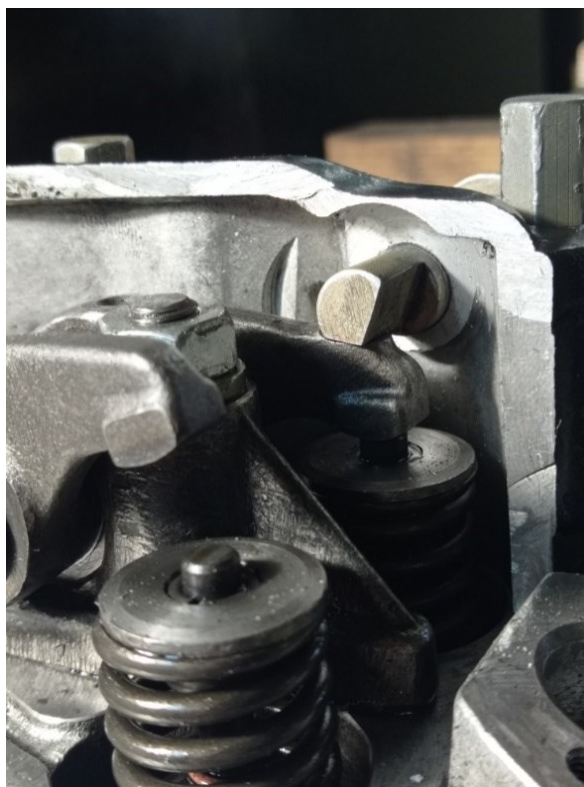


Рис. 3. Внешний вид разработанного декомпрессионного механизма с приводом на один клапан во включенном состоянии

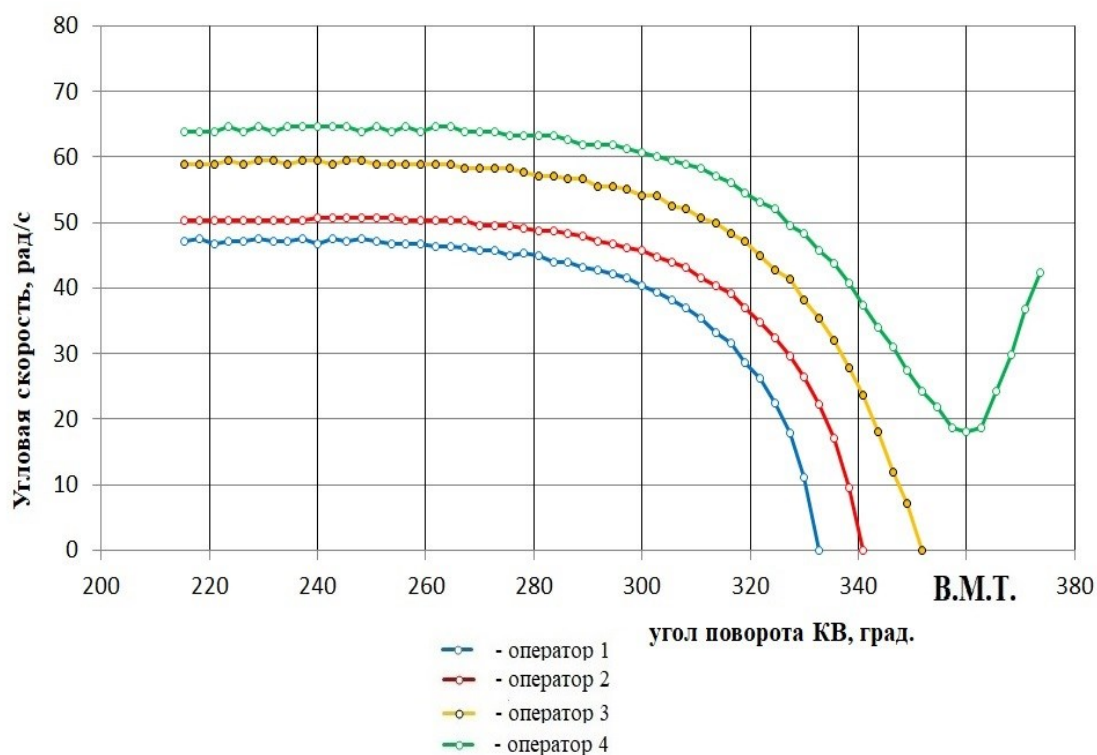


Рис. 4. Изменение угловой скорости в процессе ручного пуска дизеля 1Ч 9.5/9,2 разными операторами

Как следует из приведенного графика, физиологические факторы человека существенным образом влияют на процесс раскручивания коленчатого вала при ручном пуске. К таким факторам можно отнести: массу человека, его физические данные, возраст и т.д. В результате при запуске двигателя 1Ч9,5/9,2 разными людьми наблюдается значительные расхождения в запасенной энергии, которая достигает 84,7 % (рис. 5).

Как видно из приведенных графиков только оператору 4 в силу своих физических возможностей удалось разогнать вращающиеся массы до значений 65 рад/с и накопленной в этом случае кинетической энергии (около 240 Дж) оказалось достаточно, чтобы преодолеть противодействие сжатия и пройти В.М.Т. При этом дизель уверенно запустился.

Для увеличения кинетической энергии было исследование влияния момента инерции маховика на процессы ручного запуска.

Для исследования использовались штатный и опытные маховики с различными моментами инерции. Их характеристики, в сравнении с маховиком дизеля «*Hatz-1D90*», приведены на рис. 6.

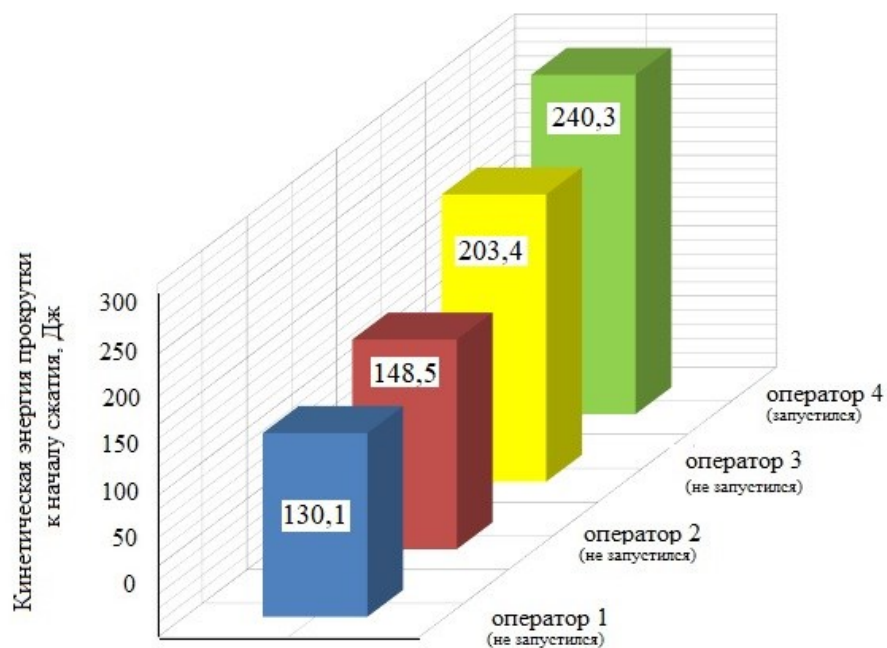


Рис. 5. Влияние физиологических факторов человека на накопленную энергию при ручном пуске дизеля 1Ч 9,5/9,2 и его запуск

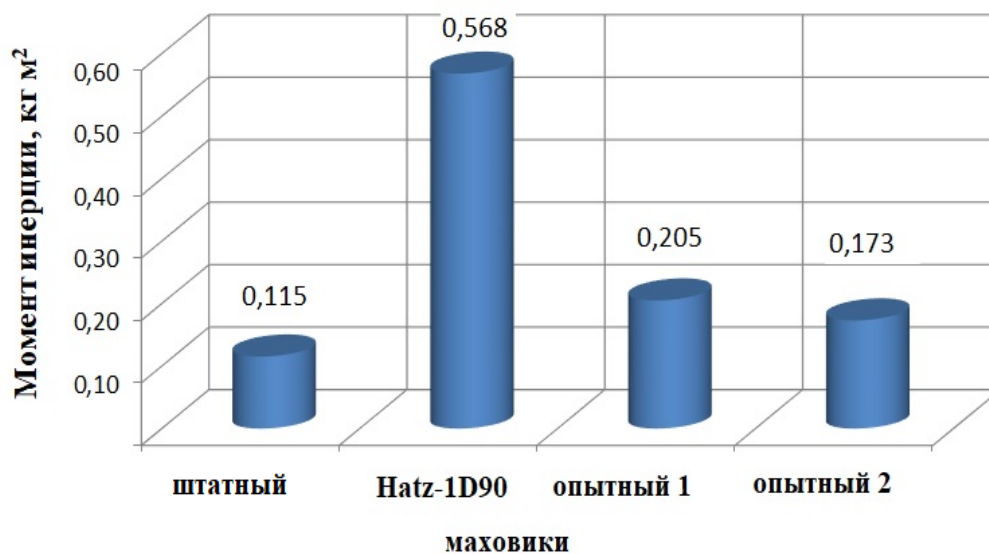


Рис. 6. Моменты инерции маховиков

Параметры маховиков и ручного пуска оператора 3 приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры ручного пуска с различными маховиками

	Параметры	Маховик		
		штатный	опытный № 1	опытный № 2
1	Масса маховика, кг	10,0	19,1	15,0
2	Момент инерции, кг·м ²	0,115	0,205	0,173
3	Угловая скорость к моменту сжатия (100 град. до В.М.Т.), рад/с	58,9	50,8	52,2
4	Кинетическая энергия к моменту сжатия (100 град. до В.М.Т.), Дж	199,4	264,8	239,0
5	Остаточная кинетическая энергия при прохождении В.М.Т., Дж	0	14,6	20,2
6	Наличие запуска	нет	да	да

На рис. 7 и 8 представлены результаты ручного пуска дизеля с маховиками, имеющими различные моменты инерции.

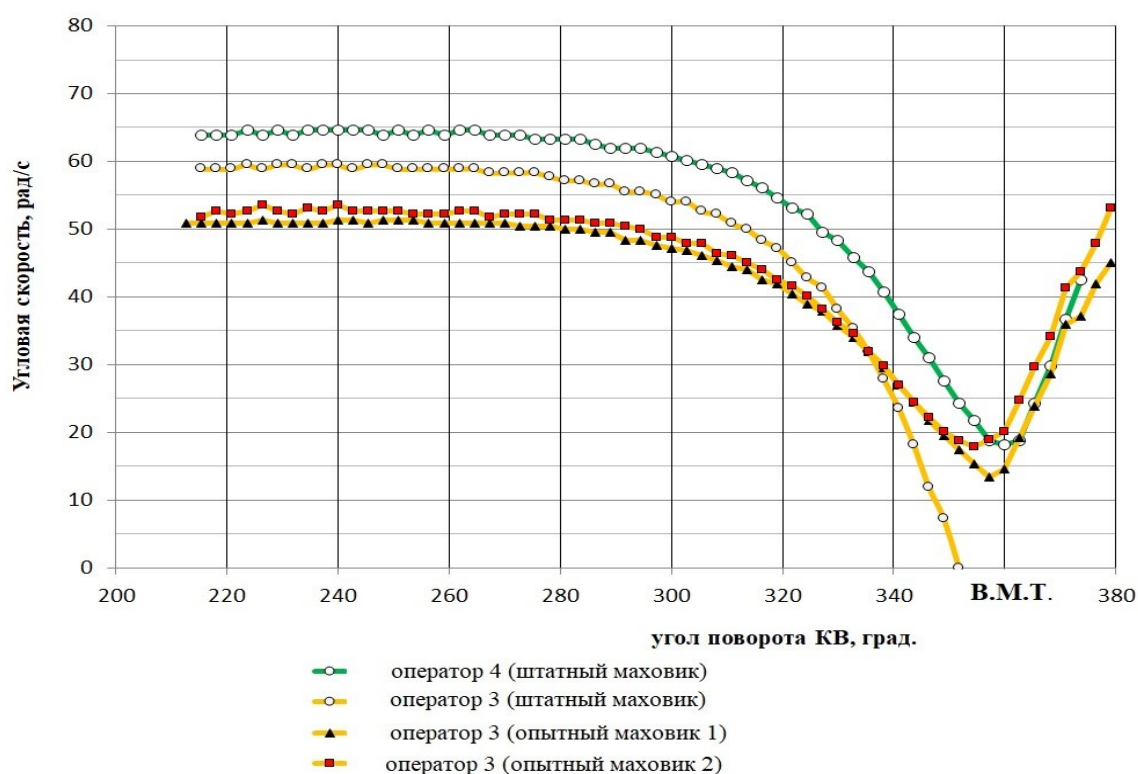


Рис. 7. Изменение угловой скорости в процессе ручного пуска дизеля 1Ч 9,5/9,2 с различными маховиками

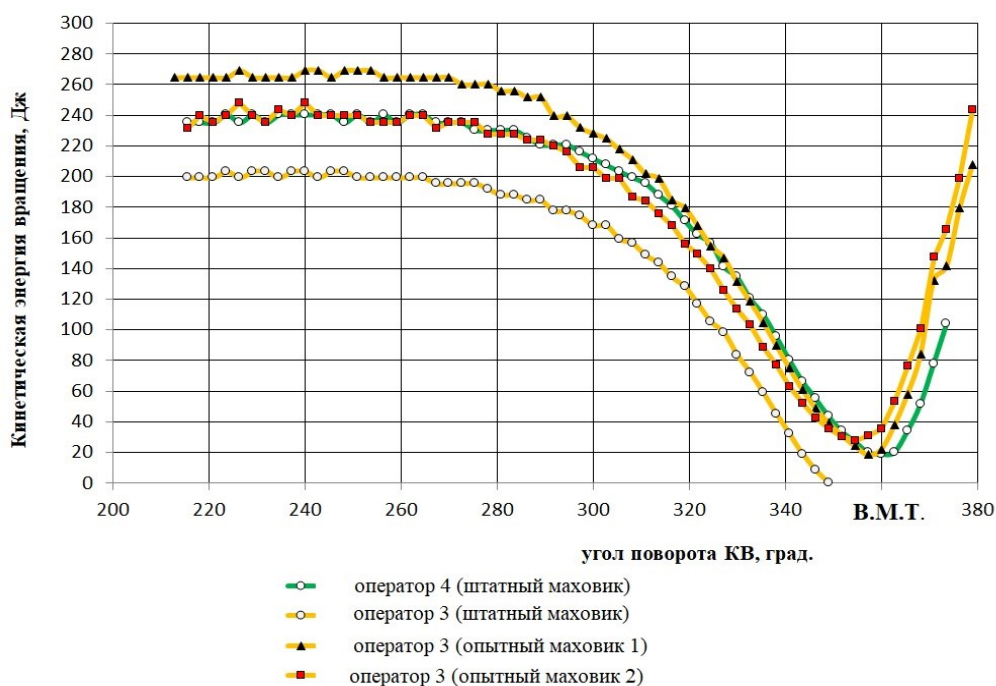


Рис. 8. Изменение кинетической энергии вращающихся масс в процессе ручного пуска дизеля 1Ч 9,5/9,2 с различными маховиками

Несмотря на снижение ускорения маховиков с увеличенными моментами инерции, их кинетическая энергия к моменту сжатия превысила значения штатного маховика на 32,8 % для опытного № 1 и 19,9 % для опытного № 2, что и сделало возможным успешный запуск в обоих случаях.

Для добавления к инерционному моменту крутящего момента со стороны оператора при подходе поршня к В.М.Т. было исследовано влияние длины пускового шнура на эффективность запуска. Увеличенная длина шнура обеспечивала вращение коленчатого вала в течение 2,5-3 оборотов, в т.ч. при прохождении В.М.Т.

Вместе с тем следует отметить, что многочисленные запуски с удлиненным шнуром показали, что в случае недостаточного ускорения маховых масс и не преодоления В.М.Т, возможно обратное вращение коленвала и обратная намотка шнура, что может повлечь травмы оператора.

В процессе исследования установлено, что для обеспечения безопасного ручного пуска действие шнура должно заканчиваться в начале процесса сжатия и дальнейшее вращение маховых масс должно происходить за счет накопленной в процессе разгона энергии.

Секция «АВТОМАТИЗАЦИЯ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА В АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ»

УДК 621.865.8

Е. А. Головченко (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент),

Научный руководитель: В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ОПЕРАЦИЙ

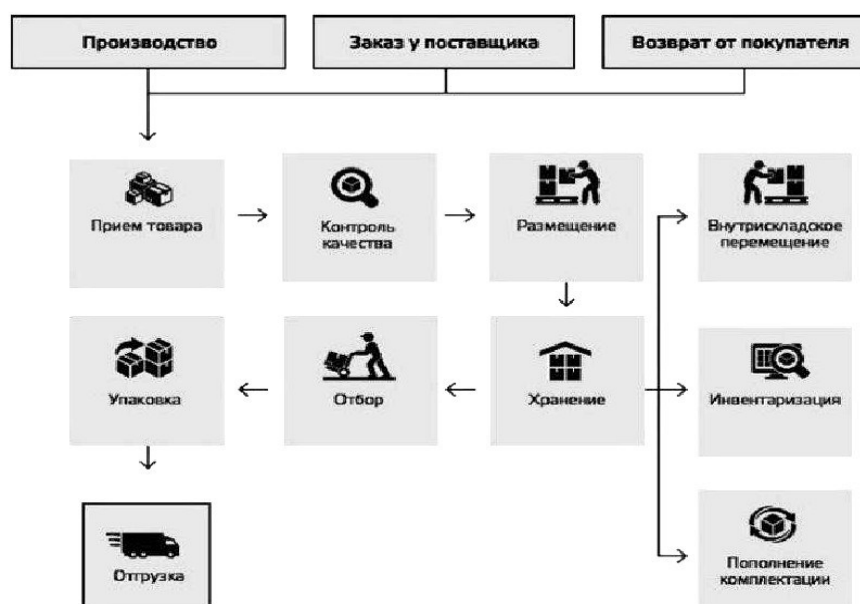


Рис. 1. Структура системы автоматизации складских операций

Автоматизированные складские системы (*automated storage and retrieval system*, или *ASRS*) представляют собой комплексные решения задач процесса хранения и извлечения груза в складских помещениях. Системы включают ряд управляемых программой устройств, способных размещать и извлекать груз. Принцип работы *ASRS* описывается фразой «Товар к человеку» и предполагает полную автоматизацию процесса (рис. 1).

Под складской робототехникой понимается использование роботизированных технологий и систем автоматизации на складе или в распределительном центре для выполнения задач, связанных с перемещением, организацией и управлением товарами и материалами. Такие роботы и системы

автоматизации предназначены для рационализации и оптимизации складских операций, повышения их эффективности, точности и производительности.

В последние годы логистическая отрасль претерпела трансформацию, в которой различные типы роботов играют ключевую роль в рационализации операций и оптимизации эффективности. В настоящее время используются следующие типы логистических роботов:

Автономные мобильные роботы (AMR) – это сложные роботы, которые могут самостоятельно перемещаться по складу, устраняя необходимость во вмешательстве человека. AMR используют машинное обучение, искусственный интеллект и датчики, для планирования и корректировки своих маршрутов в режиме реального времени. Они также могут справляться с непредвиденными проблемами, будь то избегание столкновения с человеком или уклонение от падающих предметов.

Автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV) – роботы, которые следуют по заранее определенным траекториям, используя комбинацию датчиков, маркеров и лазеров для точной навигации и перемещения.

В отличие от *AMR*, *AGV* полагаются на фиксированные маршруты и указания операторов склада для работы. Они также имеют меньшую приспособляемость к неожиданным изменениям в окружающей среде.

Автоматизированные управляемые тележки (AGC) – роботы, которые используют заранее определенные пути для транспортировки инвентаря. Они оснащены магнитной лентой, метками радиочастотной идентификации (*RFID*) и датчиками для навигации по складу и обнаружения препятствий.

Автоматизированные системы хранения и поиска (ASRS) – системы с компьютерным управлением, предназначенные для автоматического хранения и извлечения предметов из зон хранения на складе.

При интеграции с системой управления складом (*WMS*) автоматизированные системы хранения и поиска могут идентифицировать запасы, которые необходимо перемещать. Такие системы включают в себя вертикальные подъемные модули, горизонтальные карусели, контейнерные шаттлы, мини-погрузчики и агрегатные погрузчики.

Коллаборативные роботы, также известные как *коботы*, представляют собой усовершенствованные роботизированные системы, которые могут работать вместе с людьми на складе.

В отличие от традиционных роботов, коботы имеют датчики и функции безопасности, такие как ограничения мощности и усилия. Коботы могут выполнять различные складские задачи, такие как проведение проверок качества и упаковка продукции.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или складские дроны, представляют собой воздушных роботов, которые могут извлекать предметы и делать высококачественные снимки запасов. Оснащенные датчиками и камерами, они могут летать самостоятельно или управляться персоналом склада. Благодаря своей скорости и размеру БПЛА могут перемещаться по узким складским проходам, что делает их идеальными для сканирования запасов.

Роботы типа «товар к человеку» (GTP) – роботы, которые доставляют выбранные товары операторам склада, устраняя необходимость перемещаться по складским проходам только для поиска и комплектации товаров. Роботы *GTP* включают в себя краны-штабелеры и конвейерные ленты. Эти роботы особенно эффективны на больших складах, так как они могут обрабатывать большие объемы заказов.

Роботы для укладки на поддоны и разгрузки поддонов (PDR) оснащены роботизированной рукой и захватным устройством для точного подъема и позиционирования предметов, адаптируясь к различным размерам и весовым вариациям. Эти роботы оценивают расположение каждого предмета и безопасно расставляют предметы с помощью датчиков и сложного программирования.

Роботы для разгрузки поддонов распаковывают поддоны, эффективно реверсируя процесс штабелирования, чем снижают риск повреждения предметов и максимально увеличивают емкость склада.

Сортировочные роботы (ASR) используют комбинацию датчиков, компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения для точной идентификации, категоризации и упорядочивания элементов. Оснащенные адаптируемыми захватами и системами транспортировки, они могут эффективно сортировать продукцию. Эта технология не только повышает операционную эффективность, но и снижает количество человеческих ошибок и трудозатраты.

Автоматизированные роботы для маркировки (ALR) – роботы, которые могут помочь операторам склада автоматически разместить этикетку в нужном месте на упаковке. Они оснащены прецизионными аппликаторами, чтобы каждый раз размещать этикетки в нужном месте. Эти роботы

также оснащены датчиками и камерами для определения положения и ориентации продукта, чтобы они могли соответствующим образом корректировать нанесение этикетки.

Упаковочные роботы (PR) – роботы, которые могут помочь обеспечить надежную упаковку продуктов и поддонов для транспортировки и хранения, обеспечивая постоянное натяжение упаковки, сокращая при этом ручной труд и отходы материала. Они оснащены датчиками нагрузки для определения веса и устойчивости поддона и поворотными столами для вращения поддона или продукта, обеспечивая равномерную упаковку со всех сторон.

Сборщики коробок (CER) – роботы, которые автоматизируют процесс формирования плоских картонных листов в коробки, чтобы подготовить их к упаковке. Эти роботы оснащены захватами для захвата и перемещения плоских картонных листов, а также конвейерными лентами, которые проталкивают пакеты вперед к диспенсеру для ленты, запечатывая дно картонного ящика.

Роботы-уборщики (Cleaning robots) – роботы, которые поддерживают стандарты чистоты и гигиены на объекте, обеспечивая более безопасную и эффективную рабочую среду. Они оснащены вращающимися щетками, вакуумными системами и датчиками для обнаружения грязи и препятствий, а также падений. Роботы для уборки включают в себя роботов для мытья полов, роботов-пылесосов и роботов для дезинфекции.

Охранные роботы (Security robots) – роботы, которые могут помочь повысить безопасность склада, обеспечивая непрерывное наблюдение и немедленные оповещения при обнаружении несанкционированного доступа, потенциальных нарушений или других необычных действий. Они оснащены датчиками движения и звука, а также камерами, обеспечивающими 360-градусный обзор, ночное видение и даже тепловизионное изображение для комплексного наблюдения.

Антропоморфные роботы (AR) – это автоматизированные складские комплектовщики, которые могут имитировать движения и функции, подобные человеческим, что делает их универсальными для складских задач, требующих более человеческого подхода, таких как отбор и размещение мелких деталей, оснащены руками, похожими на человеческие, что позволяет им выполнять широкий диапазон движений. Они также оснащены передовыми датчиками, камерами и алгоритмами машинного обучения.

Складские роботы решают задачи сортировки, погрузки и разгрузки,

транспортировки, управления запасами, комплектации и упаковки товара на складе.

Список использованных источников

1. *Margherita Carrozzo. Types of Robots in Warehousing. – AutoStore, January 30, 2024, [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.autostoresystem.com/insights/types-of-robots-in-warehousing> (дата обращения 20.10.2024).*

УДК 608.2

Г. А. Котов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: **О. В. Веселов** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ *MATLAB* ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКЗОСКЕЛЕТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Производственные процессы на предприятиях не стоят на месте и активно развиваются. При многообразии внедренных технологий и автоматизации производств все еще остается под угрозой здоровье и качество труда человека на предприятиях. Полностью отказаться от человеческого труда невозможно, поэтому решаются вопросы улучшения качества и производительности работника с точки зрения безопасности к его здоровью.

По аналитическим данным за последние пять лет зарекомендовали себя пассивные экзоскелеты, которые разгружают нагрузки на тело человека путем распределения усилий на тазобедренные кости. При этом КПД пассивных экзоскелетов существенно малое, поэтому прибегают к пассивно-активным и активным экзоскелетам. Многие ученые сегодня решают проблему внедрения конструкций экзоскелетов в различные сферы деятельности человека.

Данное направление появилось не так давно, но при этом ученые уже добились значимых результатов в этой области [1-4]. В работах рассматриваются различные конструкции устройств для нижних конечностей человека, которые помогают без стеснения в локомоциях разгружать человеческое тело от нагрузок или в некоторых случаях увеличивать силу, выносливость и др. Применение конструкций экзоскелетов рассматривают и в медицинской отрасли. При восстановлении опорно-двигательной системы человека используют реабилитационные устройства [5].

Далее приводится система активного экзоскелета нижних конечностей с шестью подвижными звеньями (рис. 1). Для того чтобы человек чувствовал себя в устройстве экзоскелета комфортно, необходимо создать такие условия, при которых наибольшее количество двигательных функций сохранится. С учетом этого в конструкции применяются шесть звеньев, имитирующих работу суставов: М1, М2 – голеностопный сустав; М3, М4 – коленный сустав; М5, М6 – тазобедренный сустав. Все шесть звеньев оснащаются электроприводами с единым центром управления.

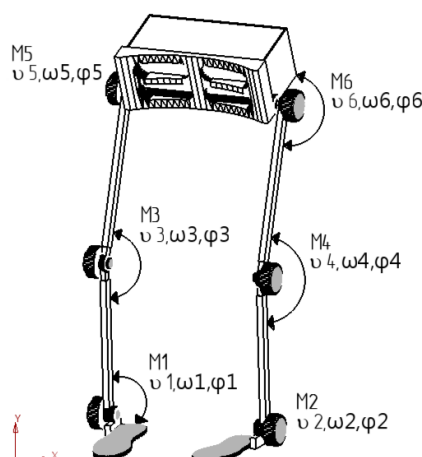


Рис. 1. Структурная схема экзоскелета нижних конечностей

Первым шагом для разработки конструкции экзоскелета является проведение математического исследования и сбор аналитических сведений работы всей системы. Современные средства моделирования позволяют построить с высокой точностью механическую и управляющую систему с последующей возможностью изменять параметры и исследовать процесс управления экзоскелетом [6, 7].

Для моделирования была выбрана среда *Matlab*. В пакете моделирования *Simulink* при помощи блоков *Simscape* разработана механическая система экзоскелета нижних конечностей (рис. 2).

Разработанная модель состоит из различных подсистем, описывающих параметры и положение твердых тел в пространстве. Для компенсации размера модели, системы левой и правой конечности экзоскелета были заключены в подсистемы. По примеру одной подсистемы, аналогичным образом построена вторая конечность (рис. 3).

Входе моделирования происходит построение графиков, характеризующих положение суставов в разный момент времени. Проводится запись углов отклонения в местах сочленений, а также фиксируется момент силы (рис. 5).

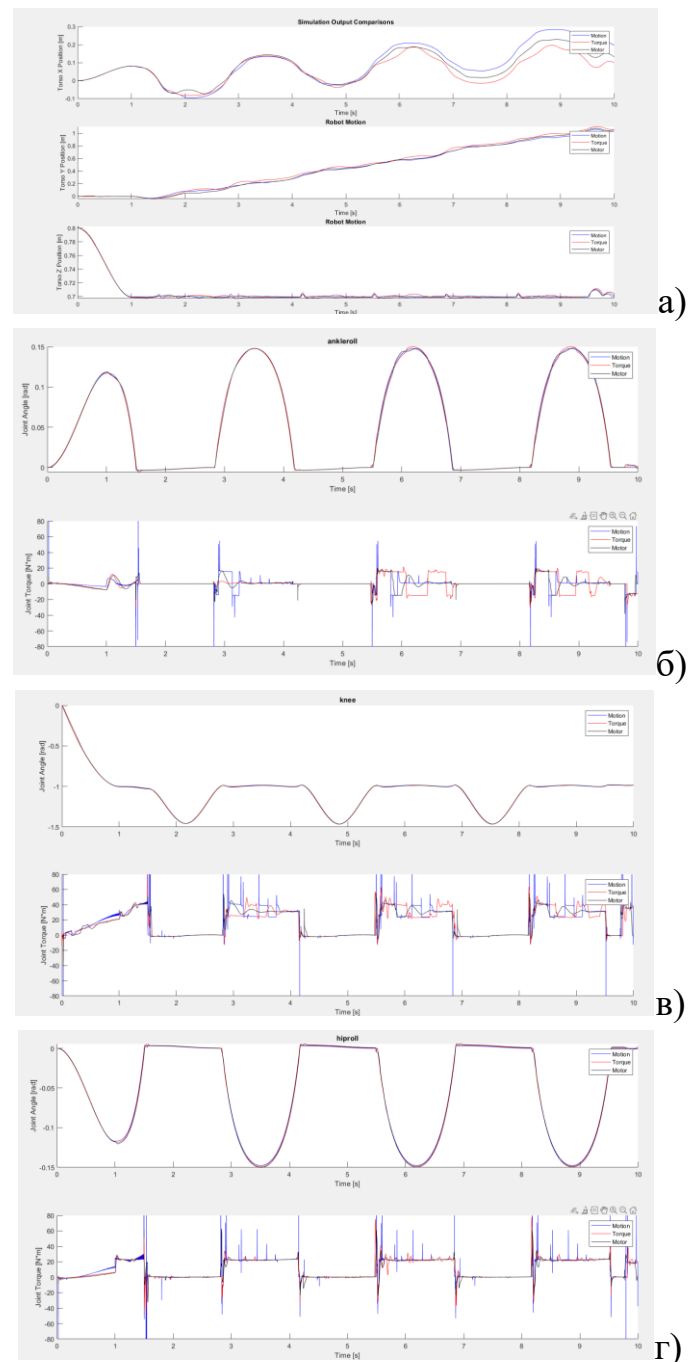


Рис. 5. Результаты моделирования: а – параметры движения экзоскелета; б – параметры голеностопного сустава; в – параметры коленного сустава; г – параметры тазобедренного сустава

Моделирование показало, что момент силы при ходьбе изменяется в диапазоне от -80 до 80 Н·м.

На сегодняшний день существуют различные инструменты моделирования, которые позволяют на стадии разработки конструкции сложной системы исследовать различные процессы как в статической, так и в динамической среде. Перспективы проведенного исследования показали работоспособность математического аппарата *Matlab* в построении систем экзоскелета. В дальнейшем будет проработана возможность импортирования 3D-модели экзоскелета из САПР и проведение моделирования с учетом всех особенностей конструкции.

Список использованных источников

1. Бжихатлов И. А., Громов В. С. Исследование колебаний платформы двуногого шагающего робота // Изв. вузов. Приборостроение. 2020. Т. 63, № 3. С. 278-285.
2. Верейкин А. А., Ковальчук А. К., Кулаков Д. Б., Семенов С. Е. Анализ и выбор кинематической структуры исполнительного механизма экзоскелета // Научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № ФС77 – 4. С. 72-93.
3. Блинов А. О. Сравнительный анализ электромеханической модели экзоскелета с звеньями переменной длины и модели, содержащей абсолютно твердые звенья / А. О. Блинов, А. В. Борисов, Л. В. Кончина, М. Г. Куликова, К. С. Маслова // Российский журнал биомеханики. – 2024. – Т. 28, № 2. – С. 125-135.
4. Герегей А. М. Исследование амплитуд движений в крупных суставах верхних и нижних конечностей и сочленениях позвоночника при использовании промышленных экзоскелетов / А. М. Герегей, Е. В. Бондарук, И. С. Малахова, А. Р. Ефимов, В. Х. Тах, А. В. Сотин // Российский журнал биомеханики. 2020. Т. 24. № 4. С. 475-490.
5. Хусейн Т. С., Веселов О. В. Модель мехатронного модуля экзоскелета голеностопного сустава // Системы Методы Технологии. 2023. № 2. С. 23-29.
6. Котов Е. А., Друк А. Д., Клыпин Д. Н. Разработка экзоскелета нижних конечностей человека для медицинской реабилитации // Омский научный вестник. 2021. № 4 (178). С. 91-97.
7. Котов С. В. Клинико-физиологическое обоснование применения экзоскелета «экзоатлет» при ходьбе для больных с рассеянным склерозом

/ С. В. Котов, К. А. Петрушанская, В. Ю. Лиждвой, Е. В. Письменная, А. Б. Секирин, И. А. Сутченков // Российский журнал биомеханики. 2020. Т. 24. № 2. С. 148-166.

УДК 623.4.084.5

М. С. Лабаев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. А. Кобзев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ В *MATLAB* АВТОПИЛОТА ПРОДОЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ МАЛОГО БПЛА

Цель исследования состояла в создании математической модели для БПЛА самолетного типа [1]. Формирование автопилота летательного аппарата сопряжено с некоторыми сложностями, такими как: выведение законов механики летательного аппарата, получение аэродинамических коэффициентов для формы аппарата; определение компонентов системы автоматического управления и всей системы управления в целом с учетом их взаимосвязи и взаимодействия с внешней средой

Создание автопилота для БПЛА считается не простой задачей, так как модель динамики полёта БПЛА состоит из двенадцати неизвестных: шесть из них описывают движение поступательное, где три характеризуют положение тела относительно нормальной СК, а оставшиеся три измеряют скорости тела в связанной СК. Вторая половина описывает вращательное движение; это три угла Эйлера и угловые скорости, измеренные вдоль осей связанной СК. Основы формирования модели автопилота хорошо описаны в [2, 3, 4, 5].

Первостепенной задачей для моделирования высоты полета БПЛА является получение аэродинамических коэффициентов (C_{ma} , C_{mq} , $C_{m\delta e}$) для выбранной конструкции БПЛА, от которых зависит управляемость самолета.

Коэффициент C_{ma} называют производной продольной статической устойчивости. Он должен быть отрицательным, чтобы летательный аппарат был статически устойчив.

Коэффициент C_{mq} именуется производной демпфирования тангажа. Он предназначен для демпфирования возникающих колебаний, для устойчивости ЛА должен быть отрицательным.

Аэродинамический коэффициент $C_{m\delta_e}$ руля высоты – главная производная управления. Главная она потому, что возникающие моменты являются планируемым результатом отклонения определенной поверхности управления. Так, результатом отклонения руля высоты δ_e является момент угла тангажа θ .

Для их нахождения можно смоделировать 3D модель летательного аппарата и воспользоваться специальными программами, которые способны смоделировать, как модель самолета будет реагировать на обтекание её потоком воздуха. По такому же принципу испытывают готовые образцы в аэродинамической трубе. В данной программе *Solidworks* представлены 3D модели различных самолетов в открытом доступе. Для наших целей подходит уменьшенная модель самолета Як-54 (рис. 1), его размеры и массо-инерционные параметры были заранее известны.



Рис. 1. Модель ЯК-54 и его 3D модель

Для анализа коэффициентов используется модуль *Floworks*, в котором происходит набегание воздушного потока на модель Як-54, на основании реакции самолета формируются аэродинамические коэффициенты для данной модели БПЛА.

Для поддержания продольной траектории полета по определенному маршруту нужно регулировать угол тангажа θ , скорость тангажа q , высоту полета h и воздушную скорость V_a . Для управления ими используется руль высоты δ_e и дроссельная заслонка, параметр δ_t . Изменение угла тангажа приводит к изменениям воздушной скорости и высоты БПЛА, воздушная скорость влияет на скорость набора высоты, а дроссельная заслонка регулирует воздушную скорость. Структурная схема замкнутого контура стабили-

зации угла тангажа приведена на рис. 2. представляет собой контур с обратными связями по углу тангажа и углу отклонения руля высоты/элеронов. Контур регулирования угла тангажа θ имеет свою особенность: поскольку $a_{\theta 3}$ зависит от $C_{m\delta e}$, имеющего знак минус, то для обеспечения устойчивой системы компенсатор должен быть одного знака с параметром $a_{\theta 3}$.

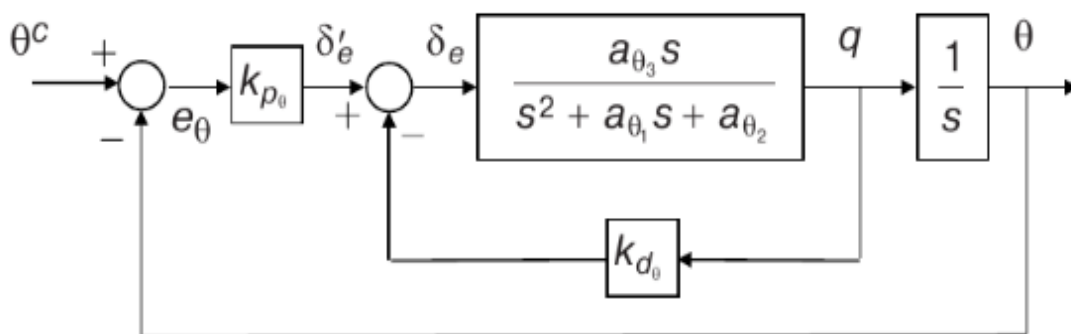


Рис. 2. Схема замкнутого контура стабилизации угла тангажа

Динамическая модель системы удержания высоты полета БПЛА представлена структурной схемой на рис. 3.

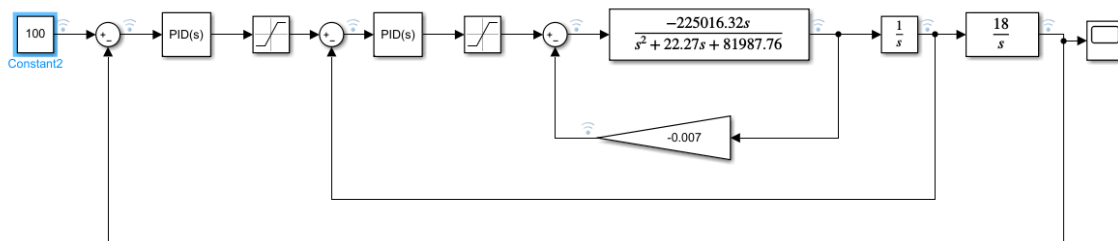


Рис. 3. Модель системы удержания высоты полета БПЛА

Модель построена из условия, чтобы летательный аппарат совершал плавный подъем на требуемую высоту. У самолета Як-54 есть ограничение на угол отклонения руля высоты $\pm 25^\circ$, это ограничение в модели тоже учитывается. Для этого ограничения установлен блок насыщения, не позволяющий отклонять руль высоты на граничные значения. Уравнения, на которых основана модель, применимы при малом угле атаки и нормальных условиях. При этом возникающие силы и моменты, действующие на БПЛА, определяются довольно точно. Они применимы при квазистационарном по-

токе воздуха, но не подходят при моделировании нестационарной аэродинамики. Характеристика набора высоты приведена на рис. 4. При подъеме на высоту 100 метров, где вертикальная ось X – высота БПЛА относительно земли, а горизонтальная ось t – время, измеряемые в метрах и секундах соответственно.

Выделяются характерные участки траектории. Первые 50-60 метров БПЛА летит на максимальном угле тангажа. После достижения отметки в 60 метров БПЛА уменьшает скорость подъема высоты и угол тангажа, путем уменьшения угла отклонения руля высоты, чтобы плавно оказаться на заданной высоте полета.

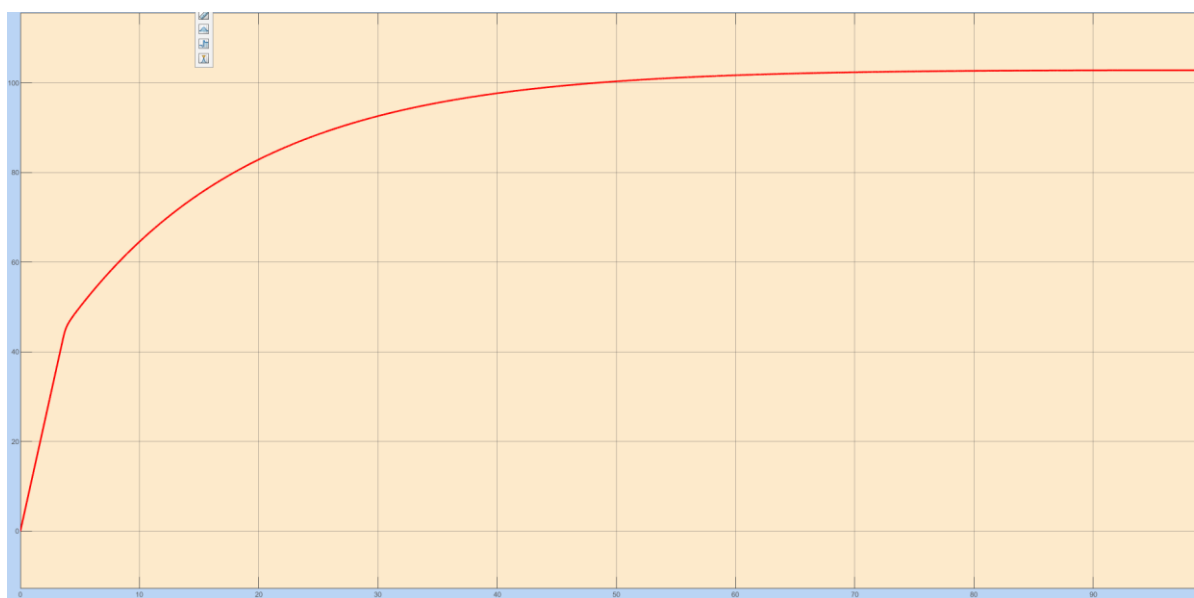


Рис. 4. Характеристика набора высоты БПЛА при подъеме на высоту 100 м

Для обеспечения монотонных процессов потребовалось ввести корректирующие звенья, в виде ПИД регуляторов.

Список использованных источников

1. Захарченко, В. А. Дистанционно пилотируемый летательный аппарат / В. Ф. Захарченко // Большая российская энциклопедия: [в 35 т.] / М. : Большая российская энциклопедия, 2004-2017.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / М. : ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
3. Бочкарев, А. Ф. Аэромеханика полета: Динамика полета. Учебник для авиационных вузов / А. Ф. Бочкарев, В. В. Андреевский, В. М. Белоконов

- и др.; Под ред. А. Ф. Бочкарева и В. В. Андреевского. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. – 360 с.
4. Боднер, В. А. Системы управления летательными аппаратами / В. А. Боднер М. : Машиностроение, 1973. – 506 с.
 5. Распопов, В.Я. Автопилот мини-беспилотного летательного аппарата / В. Я. Распопов, С. В. Телухин, Д. М. Малютин, Р. В. Алалуев, А. П. Шведов, Я. С. Кузнецов, А. В. Ладонкин // Мехатроника, автоматизация, управление. Приложение. – 2008 – № 10(91). – С. 19-24.

УДК 007.52

М. С. Лабаев (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. А. Кобзев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

НАСЕКОМОПОДОБНЫЕ РОБОТЫ: ПОСЛЕДНИЕ МИРОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Некоторое время назад была популярной одна познавательная передача про роботов малого размера, которые занимались обследованием домашней техники и её ремонтом. Задача обследовать труднодоступные места является основным предназначением для роботов насекомых. Ради выполнения этих задач создаются в разных научных центрах малогабаритные прототипы роботов.

Предполагаемые прототипы имитируют разные варианты передвижений живых насекомых, выделяются плавающие, ползающие, летающие и бегающие на лапках роботы-насекомые, однако, их существенный недостаток состоит в малых габаритах, не позволяющий установить более мощные двигатели и батарею большей ёмкости.

Ограничение применяемых технологий вынуждает искать неординарные прикладные решения, то есть поиск новых технологий, откуда идет совершенствование всей области науки о робототехнике. Целью доклада является изучение и классификация новейших технологий в данной области.

В самом наименовании этой сферы робототехники уже заложен её главный принцип – подобие насекомым; чаще всего ориентируются на следующих насекомых: стрекоз, водомеров, муравьев, пчел [1]. Насекомоподобных роботов можно классифицировать по способу их перемещения, по типу используемого энергоносителя, по степени автономности и т.д. Свой

аспект классификации – вид системы автоматического управления. Как правило, это адаптивные САУ.

Классификация по способу передвижения:

- плавающие;
- ползающие;
- летающие;
- специфический способ перемещения.

Один из представителей плавающих роботов был представлен университетом Гарварда [1] в качестве проекта *RoboBee* (рис. 1).



Рис. 1. Третья версия *RoboBee*

Данная разработка способна перемещаться не только в жидкой среде, но и в воздушном пространстве. Результата удалось достичь с помощью новых элементов в конструкции, которые помогают роботу на каждом этапе выныривания:

1. Робот плывет к поверхности и собирает воду в воздушное отделение.
2. Электролитическая пластина преобразует воду в газ, который выталкивает робота из воды. Угловые поплавки помогают роботу стабилизироваться.

Классификация по типу используемой энергии:

- электрическая энергия;
- химические реакции;
- магнитное поле.

Предыдущие проекты сильно зависели от электричества. Альтернативу предлагают изобретатели из Лаборатории автономных роботов Университета Южной Калифорнии, которые изобрели *RoBeetle* (рис. 2).

Долгосрочной автономности ученые добились с помощью жидкого топлива на метаноле, который питает искусственные мышцы из никель-титана [2]. На верхней стороне жука расположены отверстия, через которые испаряется метанол. Пары метанола входят в реакцию окисления с нанесенным никелем, в результате которой происходит нагрев никель-титановых проволок.

В результате мышца растягивается, вместе с ней движутся передние ноги *RoBeetle*, закрывая отверстия, через которые испаряется метанол. Проволока прекращает нагреваться и остывает, а мышца сокращается в обратную сторону и подтягивает за собой ноги с корпусом.

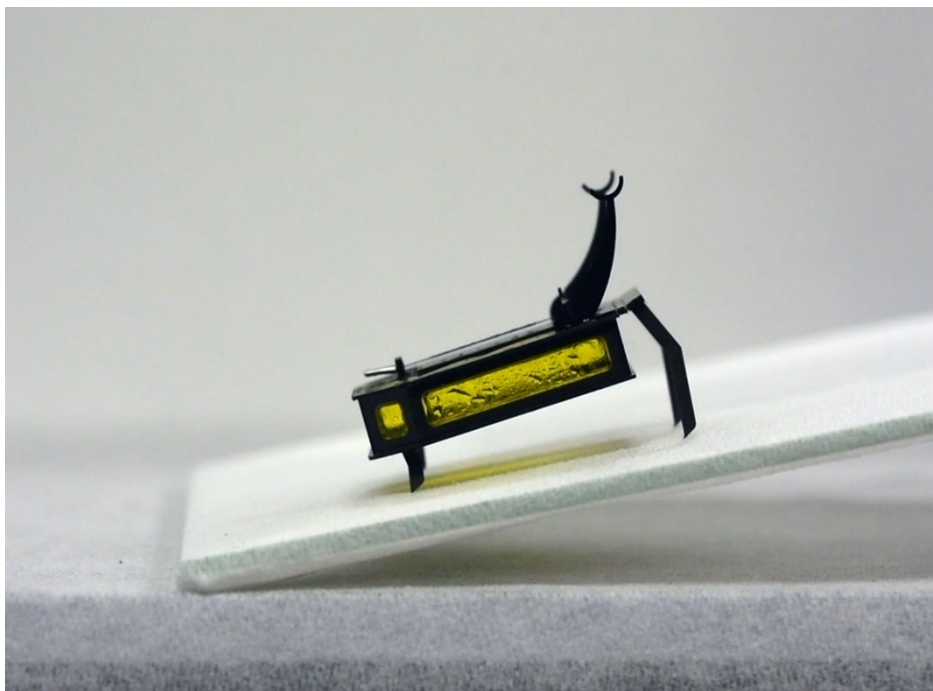


Рис. 2. *Robettle* – автономный робот, работающий на метаноле

Классификация по степени автономности:

- автономные;
- питающиеся от внешней сети.

В уже рассматриваемом в статье проекте *Robobee* от Гарвардского университета есть версия автономного робота (рис. 3). Инженеры разместили на борту пчелы аккумулятор, электронику и солнечные батареи для подзарядки «на лету» [1]. Кроме того, была добавлена вторая пара крыльев.

Это нужно для увеличения грузоподъемности робота. Новая версия весит около 259 мг. Однако робот не приспособлен к работе в водной среде, как и третья версия не может работать автономно. Появится ли универсальная версия – открытый вопрос. Если получится, проект подойдет для разведки любых местностей и завалов.

Перспективное направление в развитии этого вида роботов (как и других) адаптивное и интеллектуальное управление. В первой группе, в свою очередь перспективно концептуальное управление с коррекцией управляющего воздействия. При это достаточно просто решается вопрос перехода на новую траекторию, парирование нерасчетных возмущений и дрейфа внутренних параметров объекта и компонентов системы.



Рис. 3. *RoboBee*, четвертая версия

В итоге отметим следующее.

1. Создание роботов, которые будут имитировать движения и поведение насекомых, открывает широкие перспективы для создания устройств, способных выполнять различные задачи в условиях, где человек не может или не хочет работать.

2. Благодаря своей малой массе и компактности, насекомоподобные роботы могут быть использованы на практике для исследования труднодоступных мест, помощи в спасательных операциях, а также для выполнения задач в медицине, сельском хозяйстве и других областях.

3. Для расширения функций этого вида роботов весьма перспективно применение адаптивного и интеллектуального управления, в том числе концептуального с коррекцией управляющего воздействия.

4. Как глобальный итог – развитие данного направления обещает улучшить нашу жизнь и сделать ее более эффективной и безопасной.

Список использованных источников

1. G.C.H.E. de Croon, J.J.G. Dupeyroux, S.B. Fuller, J. A. R. Marshall, «Insect-inspired AI for autonomous robots», *Science Robotics*, vol. 7, no. 67, 2022.
2. XIUFENG YANG, LONGLONG CHANG, и NÉSTOR O. PÉREZ-ARANCIBIA. *An 88-milligram insect-scale autonomous crawling robot driven by a catalytic artificial muscle. // Science robotics – August 2020.*
3. Jonathan Shaw. *Exploring engineering's limits to build a mobile microbot colony* // *Harvard magazine – September 2017.*

УДК 62.529

А. М. Лобанов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: А. В. Ифанов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ДВУХКОЛЁСНОГО БАЛАНСИРУЮЩЕГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

В условиях стремительного прогресса в сфере робототехники всё более востребованными становятся исследования, посвящённые взаимодействию человека и машины. Эти исследования и привели к разработке двухколёсных робототехнических систем, которые могут найти применения в разнообразных сферах деятельности. Такие роботы имеют больше возможностей для использования их в помещениях для различных работ, от робота уборщика до робота экскурсовода. Конечно же такие роботы не могут обойтись без системы балансировки.

Существуют различные виды систем балансировки:

1. Система балансировки на основе гироскопа. Гироскопы измеряют угловые скорости и ускорения, что позволяет роботу быстро корректировать своё положение и баланс.
2. Система балансировки на основе акселерометров. Акселерометры измеряют ускорение и силу тяжести, что помогает роботу поддерживать баланс.

3. Система балансировки на основе камер. Камеры анализируют окружение и помогают роботу корректировать своё положение.
4. Система балансировки на основе ультразвуковых датчиков. Ультразвуковые датчики измеряют расстояние до объектов, что помогает роботу избегать препятствий и поддерживать баланс.
5. Система балансировки на основе лазерных датчиков. Лазерные датчики измеряют расстояние до объектов, что помогает роботу корректировать своё положение и избегать препятствий.
6. Система балансировки на основе инерциальных измерительных модулей (ИММ). ИММ объединяют гироскопы и акселерометры, обеспечивая более точные данные о положении и движении робота.

Каждая из этих систем имеет свои преимущества и особенности. Я же хочу акцентировать своё внимание на системе балансировки с использованием гироскопа. Как мне кажется наиболее целесообразно использование именно этой системы, так как она имеет ряд преимуществ перед остальными системами балансировки:

1. Низкая стоимость: Гироскопы являются одними из самых доступных компонентов для навигации роботов. Это делает их идеальным выбором для бюджетных моделей.
2. Высокая точность: Гироскопы обеспечивают точное измерение угловых скоростей и ускорений, что позволяет роботу быстро и точно реагировать на изменения положения.
3. Быстрое реагирование: Гироскопы могут быстро передавать данные о положении и скорости, что позволяет роботу быстро корректировать своё движение и баланс.
4. Энергоэффективность: Гироскопы потребляют меньше энергии по сравнению с другими системами, что увеличивает время автономной работы робота.
5. Гироскопы занимают меньше места, что позволяет создавать более компактные и маневренные роботы.
6. Простота: Гироскопы не требуют сложной установки и обслуживания, что упрощает их использование и снижает затраты на обслуживание.

Чтобы доказать свою точку зрения, я разработал макет двухколёсного робота на основе программной среды *Arduino*. (рис. 1 и рис. 2).

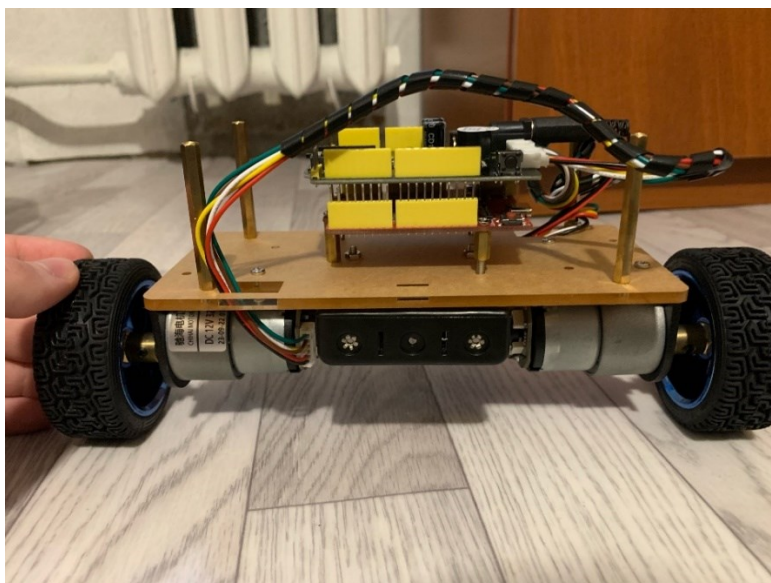


Рис. 1. Макет двухколёсного робота вид спереди



Рис. 2. Макет двухколёсного робота вид сверху

Для его создания мне потребовались основная плата управления *Keystudio v4.0*, *Keystudio Balance Shield V3* с встроенным трёх осевым гироскопом, двигатели постоянного тока $12V$ с встроенными энкодерами, расположенными на валах двигателей, два колеса, соединительные провода, соединительные винты и гайки, платформа, на которой будут расположены платы и двигатели, элемент питания для трёх батарей *AA 18650*, представленные на рис. 3.

Также я разработал программу управления для самобалансировки, представленную на рис. 4 – 8.

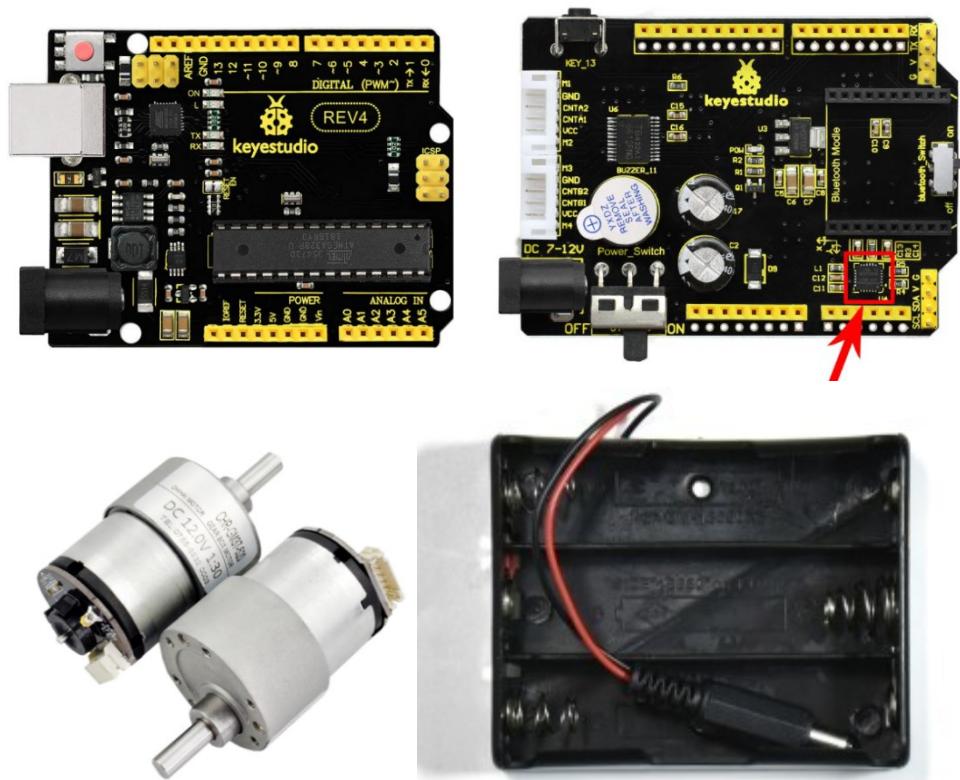


Рис. 3. Компоненты для сборки макета

```
#include <MsTimer2.h>           //библиотека внутреннего таймера
#include <PinChangeInt.h>        //эта библиотека может использовать все контакты arduino UNO в качестве внешнего прерывания
#include <MPU6050.h>             // библиотека чипа MPU6050
#include <Wire.h>                // библиотека для обмена данными

MPU6050 mpu6050;
int16_t ax, ay, az, gx, gy, gz;

//TB6612 микс
const int right_R1=8;
const int right_R2=12;
const int PWM_R=10;
const int left_L1=7;
const int left_L2=6;
const int PWM_L=9;

////////////////////////////////////
float Angle;
float angle_X;
float angle_Y;
float angle0 = 1;
float Gyro_x,Gyro_y,Gyro_z;
////////////////////////////////////

////////////////////////////////////
float Q_angle = 0.001;
float Q_gyro = 0.003;
float R_angle = 0.5;
char C_0 = 1;
float dt = 0.005;
float K1 = 0.05;
float K_0,K_1,t_0,t_1;
float angle_err;
float q_bias;

float accelz = 0;
float angle;
float angleY_one;
float angle_speed;

float Pdot[4] = { 0, 0, 0, 0};
float P[2][2] = {{ 1, 0 }, { 0, 1 }};
float Pctr_0, Pctr_1, E;

////////////////////////////////////PD parameters////////////////////////////////////
double kp = 34, ki = 0, kd = 0.62;
double setp0 = 0; |
```

Рис. 4. Фрагменты кода № 1 программы для самобалансировки робота

```

double kp = 34, ki = 0, kd = 0.62;
double setp0 = 0;
int PD_pwm;
float pwm1=0,pwm2=0;

void setup()
{
    pinMode(right_R1,OUTPUT);
    pinMode(right_R2,OUTPUT);
    pinMode(left_L1,OUTPUT);
    pinMode(left_L2,OUTPUT);
    pinMode(FWM_R,OUTPUT);
    pinMode(FWM_L,OUTPUT);

    digitalWrite(right_R1,1);
    digitalWrite(right_R2,0);
    digitalWrite(left_L1,0);
    digitalWrite(left_L2,1);
    analogWrite(FWM_R,0);
    analogWrite(FWM_L,0);

    Wire.begin();
    Serial.begin(9600);
    delay(1500);
    MPU6050.initialize();
    delay(2);

    MsTimer2::set(5, DSzhongduan);
    MsTimer2::start();
}

void loop()
{
    Serial.print("angle = ");
    Serial.println(angle);
    Serial.print("Angle = ");
    Serial.println(Angle);
}

////////////////////////////////////
void DSzhongduan()
{
    sei();

```

Рис. 5. Фрагменты кода № 2 программы для самобалансировки робота

```

{
    sei();
    MPU6050.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
    angle_calculate(ax, ay, az, gx, gy, gz, dt, Q_angle, Q_gyro, R_angle, C_0, K1);
    PD();
    anglePWM();
}

////////////////////////////////////
void angle_calculate(int16_t ax,int16_t ay,int16_t az,int16_t gx,int16_t gy,int16_t gz,float dt,float Q_angle,float Q_gyro,float R_angle,float C_0,float K1)
{
    Angle = -atan2(ay , az) * (180 / PI);
    Gyro_x = -gx / 131;
    Kalman_Filter(Angle, Gyro_x);
    Gyro_z = -gz / 131;
    float angleAx = -atan2(ax, az) * (180 / PI);
    Gyro_y = -gy / 131.00;
    Yiorderfilter(angleAx, Gyro_y);
}

////////////////////////////////////
void Kalman_Filter(double angle_m, double gyro_m)
{
    angle += (gyro_m - q_bias) * dt;
    angle_err = angle_m - angle;

    Pdot[0] = Q_angle - P[0][1] - P[1][0];
    Pdot[1] = - P[1][1];
    Pdot[2] = - P[1][1];
    Pdot[3] = Q_gyro;

    P[0][0] += Pdot[0] * dt;
    P[0][1] += Pdot[1] * dt;
    P[1][0] += Pdot[2] * dt;
    P[1][1] += Pdot[3] * dt;

    Pct_0 = C_0 * P[0][0];
    Pct_1 = C_0 * P[1][0];

    E = R_angle + C_0 * Pct_0;
    K_0 = Pct_0 / E;
    K_1 = Pct_1 / E;

    t_0 = Pct_0;
    t_1 = C_0 * P[0][1];

    P[0][0] -= K_0 * t_0;

```

Рис. 6. Фрагменты кода № 3 программы для самобалансировки робота

```

P[0][0] -= K_0 * t_0;
P[0][1] -= K_0 * t_1;
P[1][0] -= K_1 * t_0;
P[1][1] -= K_1 * t_1;

q_bias += K_1 * angle_err;
angle_speed = gyro_m - q_bias;
angle += K_0 * angle_err;
}

////////////////////////////////
void Ylorderfilter(float angle_m, float gyro_m)
{
    angleY_one = K1 * angle_m + (1 - K1) * (angleY_one + gyro_m * dt);
}

////////////////////////////////
void PD()
{
    PD_pwm = kp * (angle + angle0) + kd * angle_speed;
}

////////////////////////////////
void angleFRN()
{
    pwm2=-PD_pwm;
    pwm1=-PD_pwm;

    if (pwm1>255)
    {
        pwm1=255;
    }
    if (pwm1<-255)
    {
        pwm1=-255;
    }
    if (pwm2>255)
    {
        pwm2=255;
    }
    if (pwm2<-255)
    {
        pwm2=-255;
    }
}

```

Рис. 7. Фрагменты кода № 4 программы для самобалансировки робота

```

    pwm1=-255;
}
if (pwm2>255)
{
    pwm2=255;
}
if (pwm2<-255)
{
    pwm2=-255;
}

if (angle>80 || angle<-80)
{
    pwm1=pwm2=0;
}

if (pwm2>=0)
{
    digitalWrite(left_L1, LOW);
    digitalWrite(left_L2, HIGH);
    analogWrite(PWM_L, pwm2);
}
else
{
    digitalWrite(left_L1, HIGH);
    digitalWrite(left_L2, LOW);
    analogWrite(PWM_L, -pwm2);
}

if (pwm1>=0)
{
    digitalWrite(right_R1, LOW);
    digitalWrite(right_R2, HIGH);
    analogWrite(PWM_R, pwm1);
}
else
{
    digitalWrite(right_R1, HIGH);
    digitalWrite(right_R2, LOW);
    analogWrite(PWM_R, -pwm1);
}
}
}

```

Рис. 8. Фрагменты кода № 5 программы для самобалансировки робота

Для двухколёсного робота использование системы балансировки с гироскопом является наиболее простым, с точки зрения реализации, решением. В тоже время, данный макет показал свою работоспособность. Время нахождения равновесия, замеренное в процессе эксперимента с макетом, составило менее 3 секунд.

УДК 621.865.8 (075.8)

Д. Д. Логинов (Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант)

Научный руководитель: О. В. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАСЧЁТ МОМЕНТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В БЕДРЕННОМ И КОЛЕННОМ СУСТАВАХ ПРИ ПОДНЯТИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Расчёт моментов, которые развивают бедренные и коленные суставы является одним из этапов построения кинематики экзоскелета нижних конечностей, а также в выборе двигателей для такой системы. Нижние конечности в упрощенном виде представляют собой два трехзвенных манипулятора каждый с тремя степенями подвижности: движения бедра, голени и стопы. Сами движения обычно подразделяют на фазы. В данном случае рассматривается фаза поднятия ноги. Для расчёта моментов возникающих в суставах при поднятии ноги можно рассматривать нижнюю конечность как отдельный двухзвенный манипулятор и пренебречь одной степенью подвижности в виде стопы. На рис. 1 представлена схема двухзвенной нижней конечности.

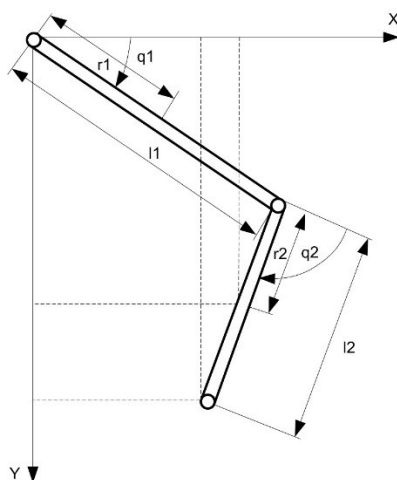


Рис. 1. Кинематика нижней конечности

Описание такого механизма может быть получено с помощью уравнения Лагранжа 2-го рода [1]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right)^T - \left(\frac{\partial T}{\partial q} \right)^T = M - \left(\frac{\partial \Pi}{\partial q} \right)^T. \quad (1)$$

Изменения моментов возникающих в суставах при поднятии конечности, можно получить из системы линеаризованных уравнений (2) с отклонениями q .

$$\begin{cases} \alpha_{11} \Delta \ddot{q}_1 + a_{12} \Delta \ddot{q}_2 + b_{11} \Delta \dot{q}_1 + b_{12} \Delta \dot{q}_2 + c_{11} \Delta q_1 + c_{12} \Delta q_2 = \Delta M_1, \\ \alpha_{21} \Delta \ddot{q}_1 + a_{22} \Delta \ddot{q}_2 + b_{21} \Delta \dot{q}_1 + b_{22} \Delta \dot{q}_2 + c_{21} \Delta q_1 + c_{22} \Delta q_2 = \Delta M_2, \end{cases} \quad (2)$$

где:

$$\begin{aligned} a_{11} &= m_1 r_1^2 + m_2 (l_1^2 + r_2^2) + m_0 (l_1^2 + l_2^2) + J_1 + J_2 \\ &\quad + 2l_1 \cos q_2 (m_2 r_2 + m_0 l_2), \\ a_{12} &= m_2 r_2^2 + m_0 l_2^2 + J_2 + l_1 \cos q_2 (m_2 r_2 + m_0 l_2) \\ a_{21} &= m_2 r_2^2 + m_0 l_2^2 + J_2 + l_1 \cos q_2 (m_2 r_2 + m_0 l_2) \\ a_{22} &= m_2 r_2^2 + m_0 l_2^2 + J_2 \\ b_{11} &= -2l_1 \sin q_{20} (m_2 r_2 + m_0 l_2) \dot{q}_{20}, \\ b_{12} &= -2l_1 \sin q_{20} (m_2 r_2 + m_0 l_2) (\dot{q}_{10} + \dot{q}_{20}), \\ b_{21} &= 2l_1 \sin q_{20} (m_2 r_2 + m_0 l_2) \dot{q}_{10}, \\ b_{22} &= 0, \\ c_{11} &= -g (\cos q_{10} (m_1 r_1 + m_2 l_1 + m_0 l_1) + \cos (q_{10} + q_{20}) (m_2 r_2 + m_0 l_2)), \\ c_{12} &= -g (m_2 r_2 + m_0 l_2) \cos (q_{10} + q_{20}) - l_1 \sin q_{20} (m_2 r_2 + m_0 l_2) \\ &\quad \cdot (2\ddot{q}_{10} + \ddot{q}_{20}) - l_1 (m_2 r_2 + m_0 l_1) \cos q_{20} (2\dot{q}_{10} \dot{q}_{20} + \dot{q}_{20}^2) \\ c_{12} &= -g (m_2 r_2 + m_0 l_2) \cos (q_{10} + q_{20}) \\ c_{22} &= -g (m_2 r_2 + m_0 l_2) \cos (q_{10} + q_{20}) - l_1 (m_2 r_2 + m_0 l_1) \sin q_{20} \cdot \ddot{q}_2 \\ &\quad + l_1 (m_2 r_2 + m_0 l_2) \dot{q}_{10}^2 \cos q_{20} \end{aligned}$$

Для вычислений моментов в конкретной точке необходимо, знать массу каждого звена (m_1, m_2), длину (l_1, l_2), центр масс (r_1, r_2), а также углы отклонения (q_1, q_2), скорость движения ($\dot{q}_1, \dot{q}_2$), ускорение ($\ddot{q}_1, \ddot{q}_2$), а также моменты инерции (J_1, J_2).

Расчёт массы и длины конечности (в данном случае звена) производится на основе общих характеристик человеческого тела. Среднестатистически это масса 80,5 кг, при росте 177 см. Эти данные взяты за основу. В. Н. Селуянов установил [2], что массы сегментов тела можно определить с помощью следующего уравнения:

$$m_x = B_0 + B_1 m + B_2 H, \quad (3)$$

где m_x – масса одного из сегментов тела (кг), m – масса всего тела (кг); H – длина тела (см); B_0, B_1, B_2 – коэффициенты регрессионного уравнения, они различны для разных сегментов (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты уравнения массы сегментов тела

Сегменты	Коэффициенты уравнения		
	B_0	B_1	B_2
Стопа	—0,83	0,008	0,007
Голень	—1,59	0,036	0,012
Бедро	—2,65	0,146	0,014

Подставив данные в уравнение (3), получим следующие значения:

$$m_{\text{бедро}} = 11,581 \text{ кг},$$

$$m_{\text{голень}} = 3,432 \text{ кг},$$

$$m_{\text{стопа}} = 1,053 \text{ кг}.$$

Поскольку степень подвижности в виде стопы не учитывается, то массы голени и стопы суммируются. А значит:

$$m_1 = 11,581 \text{ кг},$$

$$m_2 = 4,485 \text{ кг}.$$

Длину звеньев можно определить через пропорции человеческого тела. [2] Длина ноги равняется 40 % общей длины человеческого тела. Длина бедра составляет 48 % от общей длины нижней конечности, голень 43 %, а стопа 9 %. На основе данных о росте равному 177 см, получаем длины каждого из звеньев:

$$l_1 = 0,34 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,36 \text{ м}.$$

Центр масс при этом равняется примерно половине длины звена, а значит:

$$\begin{aligned}r_1 &= 0,17 \text{ м}, \\r_2 &= 0,18 \text{ м}.\end{aligned}$$

Момент инерции может быть посчитан по формуле:

$$J = \frac{ml^2}{3}, \quad (4)$$

где m – масса звена, l – длина звена.

Подставим значения массы и длин звеньев в уравнение (4) и получаем:

$$\begin{aligned}J_1 &= 0,75 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \\J_2 &= 0,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.\end{aligned}$$

Угол отклонения каждого звена берется максимальный, а именно 90 градусов для каждого, что равняется 1,57 радиан, длительность этого движения зададим в 1 секунду. В таком случае получаются одинаковые значения угла отклонения, скорости и ускорения. Предположим, что оба звена двигаются с одинаковой угловой скоростью в каждый момент времени поэтому подставив все полученные значения в уравнение (2) и получим максимальные моменты двух звеньев равные:

$$\begin{aligned}M_1 &= 70,86 \text{ Н} \cdot \text{м}, \\M_2 &= 16,16 \text{ Н} \cdot \text{м}.\end{aligned}$$

Таким образом произведен расчёт моментов возникающих в коленном и бедренном суставах при угле отклонения 90 градусов при поднятии нижней конечности. Дальнейшим этапом будет являться получение полного уравнения динамики движения нижних конечностей при ходьбе.

Список использованных источников

1. Илюхин Ю. В., Подураев Ю. В. Проектирование исполнительных систем роботов. Линеаризованные системы: Учебное пособие – М. : Издательство МПИ, 1989. – 75 с.
2. Уткин В. Л. Биомеханика физических упражнений: Учеб. Пособие для студентов фак. физ. Воспитания пед. ин-тов и для ин-тов физ. культуры по спец. № 2114 «Физ. воспитание». – М. : Просвещение, 1989. – 210 с.: ил.

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В современном мире машиностроительная отрасль играет ключевую роль в развитии экономики и обеспечении потребностей общества. Однако предприятия этой отрасли сталкиваются с рядом проблем, связанных с повышением требований к качеству и надёжности выпускаемой продукции. Одной из таких проблем является необходимость обеспечения высокой износостойкости ответственных деталей машин и механизмов.

На территории России находится более 60 000 предприятий машиностроительной и металлообрабатывающей отрасли. Данные отрасли являются высоко востребованными и занимают более 15 % всего промышленного производства России. Задействованные в машиностроительной и металлообрабатывающей отраслях предприятия приносят около 30 % от общего объема промышленной продукции.

Необходимость обеспечения высокого качества и долговечности деталей, используемых в изделиях ответственного назначения, таких как элементы силовых установок, детали редукторов, валы, шестерни и т. д. Использование продукта направлено на решение проблемы снижения износа и повышения устойчивости к коррозии таких деталей за счет применения технологии лазерного поверхностного термического упрочнения. Эта технология позволяет создать на поверхности детали упрочненный слой, который повышает ее прочность, твердость и износостойкость, а также снижает коэффициент трения с сопрягаемыми деталями. Таким образом, применение данной технологии позволяет увеличить срок службы деталей и снизить затраты на их замену, что приводит к общему снижению затрат на обслуживание и ремонт изделий ответственного назначения.

Принципиально новым решением при реализации данного проекта является коррекция мощности лазерного излучения и скорости передвижения лазерного луча в процессе воздействия посредством оценки значения температуры в области обрабатываемой поверхности детали, таким образом новизна проекта заключается в разработанной адаптивной системе управле-

ния, включающей в себя контрольно-измерительную систему, специализированное программное обеспечение и управляющие программы лазерного поверхностного термического упрочнения.

Система управления объединяет пирометр и электродвигатель для контроля температуры упрочнения и скорости вращения двигателя. Пирометр используется для бесконтактного измерения температуры на поверхности детали в зоне обработки. Измерительные преобразователи позволяют системе управления регулировать процесс лазерного термического упрочнения в режиме реального времени, изменяя скорость перемещения луча.

Рис. 1. Структурная схема управления

Система управления включает в себя следующие компоненты:

1. Пирометр: бесконтактный инфракрасный термометр, предназначенный для измерения температуры поверхности объекта. Он передаёт данные о температуре на контроллер.
2. Контроллер: электронное устройство, которое получает информацию о температуре от пирометра и управляет работой электродвигателя. Контроллер может быть программируемым логическим контроллером (*PLC*) или микроконтроллером.
3. Электродвигатель: мотор, который приводит в движение рабочий орган, например, лазерную головку или другое устройство для упрочнения поверхности.
4. Датчик обратной связи: устройство, которое измеряет фактическую скорость вращения электродвигателя и передаёт данные на контроллер.
5. Регулятор скорости: компонент системы управления, который изменяет скорость вращения электродвигателя в зависимости от измеренной температуры. Регулятор может быть выполнен на базе ПИД-регулятора или другого алгоритма управления.
6. Исполнительный механизм: устройство, которое преобразует сигнал от регулятора скорости в механическое перемещение, например, изменение положения лазерной головки или сопла для подачи упрочняющего вещества.

При работе системы управления контроллер получает данные о температуре от пирометра и сравнивает их с заданным значением. Если температура выше заданной, регулятор скорости увеличивает скорость вращения электродвигателя, чтобы ускорить процесс упрочнения. Если температура ниже заданной, регулятор уменьшает скорость вращения электродвигателя. Таким образом, система управления поддерживает заданную температуру упрочнения и обеспечивает оптимальную скорость вращения электродвигателя для достижения наилучшего качества упрочнения.

Преимущества предлагаемого технического решения:

1. При помощи разработанной адаптивной системы управления лазерным упрочнением удастся установить максимальный контроль всех необходимых параметров, это позволит повысить твердость упрочняемой поверхности и антикоррозийные свойства, следствием чего будет являться повышение износостойкости и качества работы пуансона. Также разработанная адаптивная система управления лазерным упрочнением позволит избежать

оплавления обрабатываемой поверхности, что в свою очередь позволит улучшить показатели шероховатости и сэкономить на последующей обработке пуансона шлифованием.

2. Предприятия сэкономят свои финансовые и временные ресурсы благодаря повышенной на 15-20 тыс. циклов износостойкости пуансонов.

3. За счет высоких физико-механических свойств упрочненных пуансонов удастся повысить качество и сохранить цену продукции, выпускаемой на предприятиях.

4. Упрочненные детали позволят не только сэкономить временные и финансовые ресурсы, но также и сократить количество бракованной продукции на предприятиях на 5-10 %, следствием этого является повышение производительности технологических процессов на предприятиях.

По данной теме написано свидетельство ЭВМ «Программа для контроля параметров процесса лазерного термического упрочнения стальных деталей» и выигран конкурс «Студенческий стартап» от Фонда Содействия Инновациям

В заключение хочется отметить, что разработка технологии лазерного поверхностного термического упрочнения деталей ответственного назначения является перспективным направлением для предприятий машиностроительной отрасли. Эта технология обладает рядом преимуществ, таких как высокая точность, скорость, бесконтактность и экологичность. Применение лазерной технологии позволит повысить качество и надёжность выпускаемой продукции, снизить затраты на производство и обеспечить конкурентоспособность отечественных предприятий на мировом рынке.

Список использованных источников

1. Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly Media. ISBN: 978-0-596-51613-0.
2. Arkin, R. C. (1997). *Motor schema-based mobile robot navigation*. *International Journal of Robotics Research*, 16(3), 283-307.
3. Arulampalam, M. S., Maskell, S., Gordon, N., & Clapp, T. (2002). *A tutorial on particle filters*.

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА СЕДЕЛЬНОГО АВТОПОЕЗДА С ФУНКЦИЕЙ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ СНОСУ

В докладе рассматривается основной принцип работы системы автоматического торможения седельного автопоезда и противодействия сносу транспортного средства с заданной траектории. Классически на данном виде транспортных средств для тормозных систем используется сжатый воздух для формирования тормозного усилия.

1. Функциональная схема

Тормозная система предназначена для предотвращения сноса транспортного средства, может улучшить показатели маневренности автопоезда [1, 2,]. Функциональная схема системы автоматического управления приведена на рис. 1.

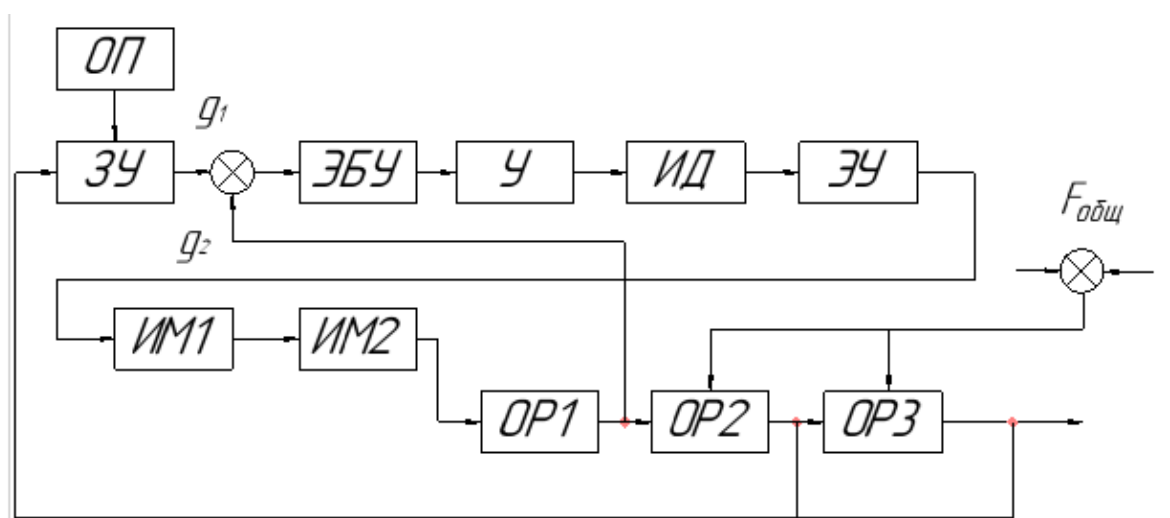


Рис. 1. Функциональная схема системы управлением торможением

На рисунке использованы следующие обозначения:

ОП – окружающее пространство;

ЗУ – задающее устройство (рулевое колесо и педаль сектора газа);

ЭБУ – электронный блок управления системой торможения;

У – усилитель;

ИД – исполнительный двигатель (приводит в действие компрессор);

ЭУ – элемент управления (эл. магнитный клапан);

ИМ1 – исполнительный механизм (пневмоцилиндр);

ИМ2 – исполнительный механизм (тормозной механизм);

ОР1 – объект регулирования колеса автомобиля и прицепа;

ОР2 – объект регулирования – корпус тягача;

ОР3 – объект регулирования – прицеп;

$F_{\text{общ}}$ – силы действующие на прицеп и тягач;

g_1 – желаемая траектория (в том числе скорость перемещения);

g_2 – действительная траектория;

Особенности САУ сноса транспортного средства и прицепа:

- 1) выделены три последовательно соединенных объекта регулирования *ОР1*, *ОР2*, *ОР3*;
- 2) первый *ОР1* представляет в то же время свою автономную систему;
- 3) второй и третий объекты *ОР2*, *ОР3* представляют инерционную массу и описываются совокупностью уравнений движения;
- 4) не показаны возмущения с прицепа на тяговую систему.

Нужная траектория транспортного средства задается водителем (ЗУ и элемент сравнения). В САУ также входят датчиков угла поворота рулевого колеса, датчик положения педали тормоза, датчики скорости колес и датчик бокового ускорения, который нужен для определения сноса транспортного средства относительно запланированной траектории (на схеме не показаны). В ЭБУ (туда же физически входит и элемент сравнения) формируется сигнал ошибки контура управления.

2. Принцип работы системы

Принцип работы системы управления сцепкой иллюстрируется рис. 2. При повороте, как показано на рисунке (в данном случае левом), есть вероятность потерять управление и уйти с заданной водителем траектории. Определение сноса транспортного средства с прицепом производится путем обработки сигналов с датчиков бокового ускорения, датчика поворота рулевого колеса и датчиков скорости колес посредством заложенного в электронном блоке управления «нормального» значения углового ускорения и скорости движения автопоезда. С помощью того же датчика углового ускорения микроконтроллер определяет на какие колеса и с каким тормозным усилием нужно затормозить чтобы избежать заноса и вернуться на желаемую траекторию движения, заданную водителем. Задача решается с учетом динамики транспортной системы и прицепах [3, 4].

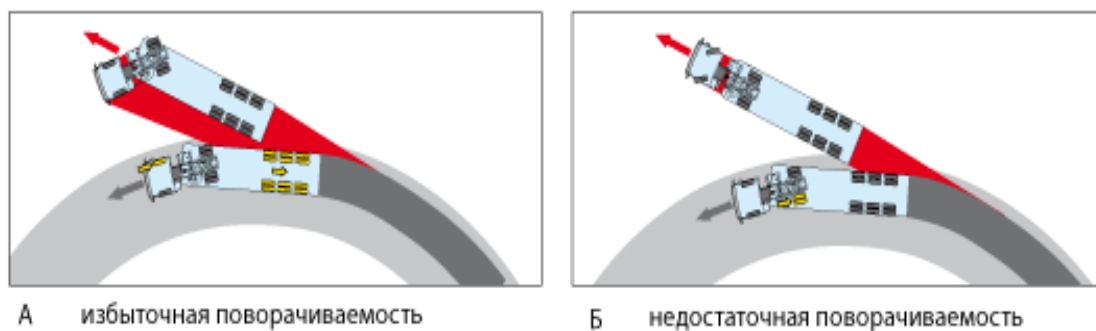


Рис. 2. Схема работы системы при торможении на повороте

На рис. 2А показана схема противодействия заносу автомобиля при избыточной поворачиваемости. В данном случае электронный блок управления получает данные с датчика бокового ускорения, сигнализирующие о превышении «нормальных» значений бокового ускорения, соответствующих данному углу поворота и скорости движения и исходя из этих формирует и подает электрические сигналы на тормозные модуляторы прицепа и передний модулятор правого колеса, тем самым выравнивая транспортное средство. На рис. 2Б представлена схема сноса без системы управляемого торможения и с наличием такой системы при недостаточной поворачиваемости. Здесь микроконтроллер формирует и подает сигнал на исполнительное устройство заднего левого колеса и посредством дифференциала правое ведущее колесо начинает двигаться быстрее. Это способствует повороту транспортного средства.

Аналогичная работа системы будет и для правого поворота только срабатывание тормозных механизмов будет с противоположных сторон тягача соответственно.

Список использованных источников

1. Оценочные показатели и расчет маневренности полуприцепного автопоезда: учеб. пособие / Г. И. Гладов, Л. В. Демидов. – М. : МАДИ, 2016. – 124 с.
2. Каталог продукции *WABCO*. [Электронный ресурс]. URL: https://www.wabco-customercentre.com/catalog/docs/wabco_product-catalogue_ru.pdf (дата посещения 19.06.2024).

3. Каталог *VOLVOTRUCKS*. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.volvotrucks.us/-/media/vtna/files/shared/body-builder/wiring-diagrams/22622040031w.pdf> (дата посещения 25.06.2024).
4. Показатели тормозных свойств. [Электронный ресурс]. URL: <https://industrial-wood.ru/lesotransportnye-mashiny/5685-pokazateli-tormoznyh-svoystv.html> (дата посещения 25.06.2024).

УДК 621.865.8

Ю. С. Потанин (Россия, г. Владимир, ООО «Экзо Солюшенс», заместитель генерального директора)

Научный руководитель: **А. А. Кобзев** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПОЛУАКТИВНЫЙ ЭКСОСКЕЛЕТ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Деятельность рабочего на современном автозаводе или автосервисе не настолько физически трудна, как в прошлом веке. Сегодня большую часть трудоёмких операций осуществляют роботы, либо средства малой механизации. Тем не менее, даже без подъёма грузов некоторые повторяющиеся действия человеку сложно даются в силу специфических положений тела и конечностей, называемых вынужденными позами, например – вытянутые вверх руки при обслуживании автомобилей на подъемнике. Для облегчения физического труда в данных ситуациях актуальным средством является экзоскелет.

Ещё в 2017 году производственные подразделения *Ford* совместно с производителем экзоскелетов *Ekso Bionics* начали апробацию модели экзоскелета *EksoVest* на заводах по производству автомобилей. *EksoVest* – это модель пассивного экзоскелета (т.е. без источника питания) для верхних конечностей (рис. 1).

Основным недостатком пассивных экзоскелетов являются поддерживающие усилия, оказываемые на оператора в тот момент, когда оператор в них не нуждается. Например, экзоскелет, помогающий оператору поддерживать спину в наклоне, может мешать при ходьбе, когда угол между нижними конечностями и спиной становится похож на угол при наклоне.

Пассивный экзоскелет, показанный на рис. 1, мешает оператору производить манипуляции руками при опускании их вниз, т.к. усилие под-

держки сохраняется. Примером такой негативной ситуации служит переноска и настройка инструмента, лежащего на столе, когда оператор вынужден преодолевать поддерживающее усилие экзоскелета при опускании рук вниз.



Рис. 1. Экзоскелет верхних конечностей на производстве

Решением данной проблемы может служить применение полуактивного экзоскелета, включающего электронные средства, позволяющие экзоскелету оказывать помощь оператору только в необходимые моменты времени. В данной статье описывается экзоскелет, поддерживающий верхние конечности оператора в вынужденной позе «руки подняты вверх». Данная поза часто встречается на сборочных конвейерах автомобильных заводов, в автомастерских при обслуживании транспорта и т.п.

Предлагаемая конструкция экзоскелета, приведенная на рис. 2, включает в себя:

- пояс и грудные лямки, закрепляемые на телеоператора. Они позволяют настроить размер экзоскелета точно под антропометрические данные оператора;
- плоскопараллельные механизмы, состоящие из вертикальной стойки и качающегося коромысла, имеющего ось вращения в области плеча оператора. Стойки крепятся к поясу за счет шарниров, а коромысла - к локтям оператора за счет манжет. Эти механизмы приблизительно повторяют кинематику работы плечевого сустава оператора во время подъема-опускания рук. По сути, эти механизмы являются «руками экзоскелета»;

- упругие элементы, препятствующие «складыванию» плоско-параллельных механизмов под действием массы рук оператора. Они обеспечивают усилие поддержки рук оператора, работая вместе с плоско-параллельным механизмом;

- блоки полуактивных приводов, расположенные на каждой из «рук экзоскелета».

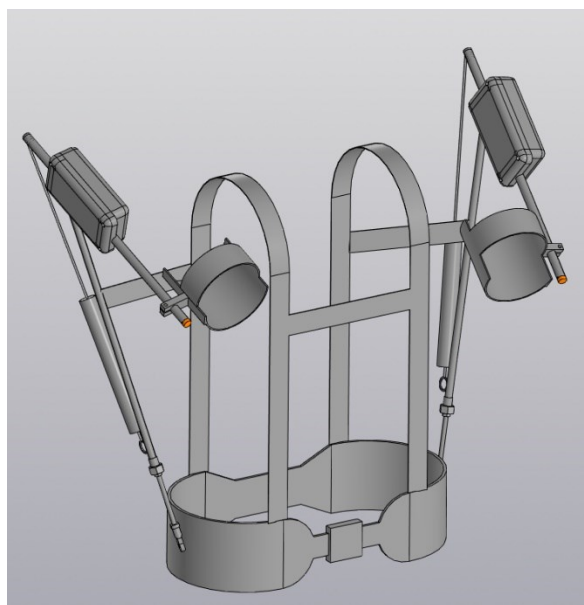


Рис. 2. Модель полуактивного экзоскелета верхних конечностей

Блоки полуактивных приводов являются главной отличительной чертой данного экзоскелета. Они позволяют по команде оператора блокировать/разблокировать работу упругих элементов. Это достигается за счет жесткого присоединения/отсоединения упругих элементов от коромысел.

При необходимости оказания поддержки рукам, оператор нажимает кнопки управления, расположенные на торцах трубок коромысел. Команда от кнопки обрабатывается электрической схемой, которая активирует привод. Привод блокирует перемещение законцовки упругого элемента внутри трубки коромысла, тем самым организуя их жесткую связь. В итоге при попытке оператора опустить руки, упругий элемент будет развивать усилие, которое через манжеты будет передаваться на локти оператора и поддерживать его руки. При последующем нажатии кнопки привод разблокирует свободное перемещение упругого элемента внутри коромысла, и оператор сможет свободно опускать руки.

Конструктивно блок полуактивных приводов представляет собой корпус, крепящийся на коромысле каждой из «рук». В каждом корпусе расположены:

- привод блокировки, реализованный на миниатюрном ДПТ с редуктором и датчиком обратной связи на потенциометре;
- управляющая схема на базе микроконтроллеров *AVR*;
- элементы питания на базе бытовых батарей типа *AAA*.

На рис. 3 приведен внешний вид открытого и закрытого блока полуактивных приводов.



Рис. 3. Блок полуактивных приводов

При эксплуатации данного экзоскелета оператором отмечено повышение удобства, в основном – за счет возможности отключения поддерживающего усилия, когда оператору необходимо опускать руки. А при поднятых руках, как показано на рис. 4, экзоскелет обеспечивает усилие поддержки, снижающее утомляемость грудных и плечевых групп мышц.



Рис. 4. Полуактивный экзоскелет верхних конечностей

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОБИЛЬНОГО РОБОТА

В данный момент при разработке роботов, которые планируются для самостоятельного перемещения по условиям пересеченной местности стоит одна, большая задача. Создание условий адаптации и ориентирования этого робота на местности.

В многоконечностных устройствах находится большое количество разнообразных датчиков. Рассмотрим для примера робота гексапода из статьи *«Алгоритм управления шестиногого шагающего робота с использованием силомоментного оцувствления»*.

- Гироскоп – устройство способное реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено
- Тензометрический датчик – использующий способность твердого материала менять электрическое сопротивление при различных деформациях: сжатии, скручивании, растяжении.
- Различные датчики положения конечностей робота.

Однако весь этот комплект датчиков не позволяет получить полное представление об окружающей среде, в которой находится робот. Для устранения этой проблемы была предложена система синтеза тензометрического датчика с системой сканирования местности типа *SLAM*.

SLAM (Simultaneous localization and mapping) технология – это одновременная локализация (определение своего местоположения) и картографирование (сканирование). Исходными данными для ориентации прибора в пространстве являются окружающие объекты (например, деревья, столбы, здания, а также внутри помещения стены, потолки, пол, статичные предметы) в процессе сканирования, а также встроенные в прибор датчики. В каждый момент времени прибор определяет свое местоположение за счет окружающего пространства и датчиков, и проводится сканирование, а получаемые данные доступны для наблюдения с начального момента времени до текущего либо на дисплее прибора, либо на дисплее вспомогательного устройства (смартфоне, планшете, компьютере).

В настоящее время сенсоры для работы SLAM в основном делятся на две категории: лазерные сканеры и камеры.

1. Лазерные сканеры

Лазерный сканер может сканировать объекты и структуры в окружающей среде. Благодаря высокой точности, высокой итоговой эффективности и невысокой вычислительной нагрузке, лазерное сканирование используется очень широко. Лазерное сканирование играет решающую роль, особенно при съемке объектов со сложной текстурой, в ограниченных пространствах и/или при недостаточным освещении.

Информация об объекте, собранная лазерным сканером, представляет собой серию дискретных точек с точной информацией об угле и расстоянии, которые называются облаками точек. Обычно лазерная система, использованная в *SLAM*, вычисляет изменение расстояния и ориентации относительно движения лазерного сканера путем сопоставления и сравнения двух облаков точек в разное время, после чего осуществляет позиционирование. При этом сама информация об облаке точек содержит прямые геометрические связи, а пространственная структура и форма объекта становятся интуитивно понятными.

2. Фото-видео сенсоры

Визуальный *SLAM* (*Visual SLAM*) получает объемную и избыточную информацию о текстурах из окружающей среды, обладая мощными возможностями распознавания сцен. Ранний визуальный *SLAM* был основан на теории фильтрации, а ее нелинейная модель ошибок и огромная вычислительная сложность стали препятствиями для ее практической реализации.

Преимущество визуального *SLAM* заключается в богатой текстурной информации, которую он использует. Например, два рекламных щита одинакового размера, но с разным содержанием не могут быть различены с помощью лазерного алгоритма *SLAM* на основе облака точек, тогда как зрение может легко их различить. В то же время визуальную информацию можно легко использовать для отслеживания и прогнозирования динамических целей внутри сцены, таких как пешеходы, транспортные средства и т. д., что крайне важно для решения задач в сложных динамических сценах.

Эти устройства совмещают такие технологии, как объединение данных из нескольких источников и интеллектуальный анализ для представления отдельных панорамных 3D-моделей в режиме реального времени, что значительно повышает точность и эффективность создания итоговых моделей.

Для реализации этого проекта необходимо установить на робота гексапод одну из моделей сканера с вращающимся лидаром с углом обзора в 360.

При перемещении данного робота сканер будет собирать всю информацию об окружающей среде, которая находится вокруг робота. А тензOMETрические датчики будут давать сведение о составе грунта под конечностями робота.

Итогом проделанного анализа станет карта траектории движения с прилегающим пространством, которое находилось вокруг сканера, а так же характеристика поверхности грунта с помощью которого можно будет заранее планировать последующее движение робота в этом же участке (рис. 1).

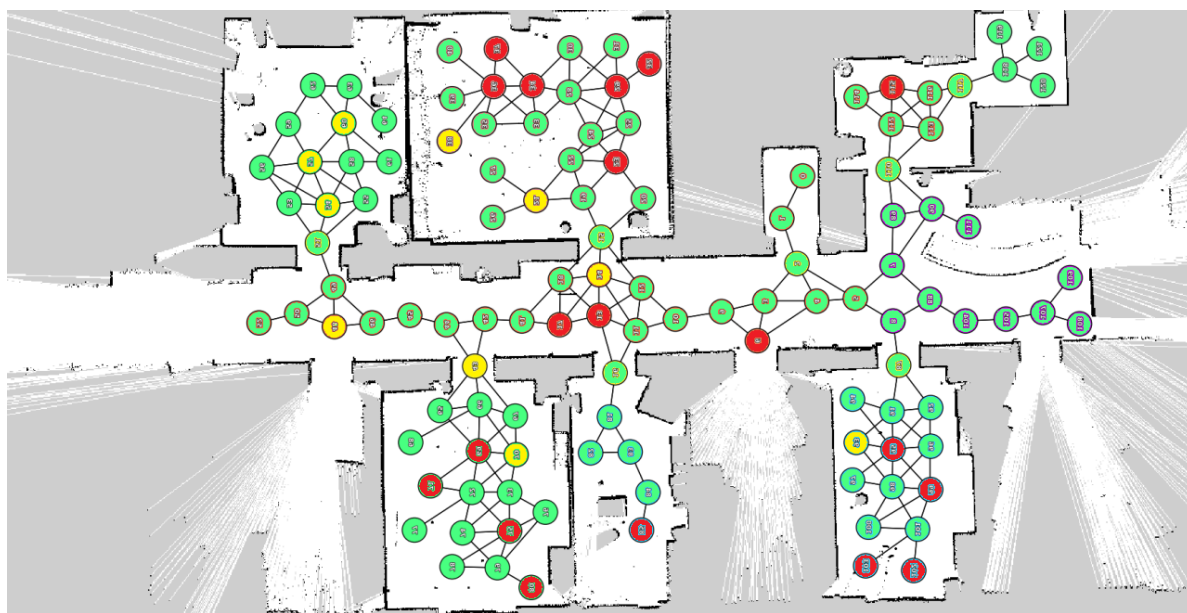


Рис. 2. Примерное изображение результата синтеза

УДК 621.865.8

Д. А. Уткина (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент),

Научный руководитель: В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОХОДКИ ТРАНСПОРТНОЙ ЧЕТЫРЁХНОГОЙ ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Организация доставки грузов в труднопроходимой местности возможна при использовании в качестве транспортной платформы шагающих машин, четыре (шесть) ног обеспечивают возможность для передвижения там, где перемещение колесной (гусеничной) техники невозможно или крайне затруднено.

Рассмотрим задачу планирования движения четырёхногой роботизированной платформы.

Для планирования походки, первым шагом является анализ общих моделей походки четвероногого робота, чтобы получить продолжительность фаз подъёма ноги, движения в воздухе, фазы опускания ноги на землю и фазы выдержки. Затем планируется траектория движения каждой ноги и последовательность движений каждой ноги.

Рассмотрим типовые походки собаки, которые выглядят, как показано на рис. 1.

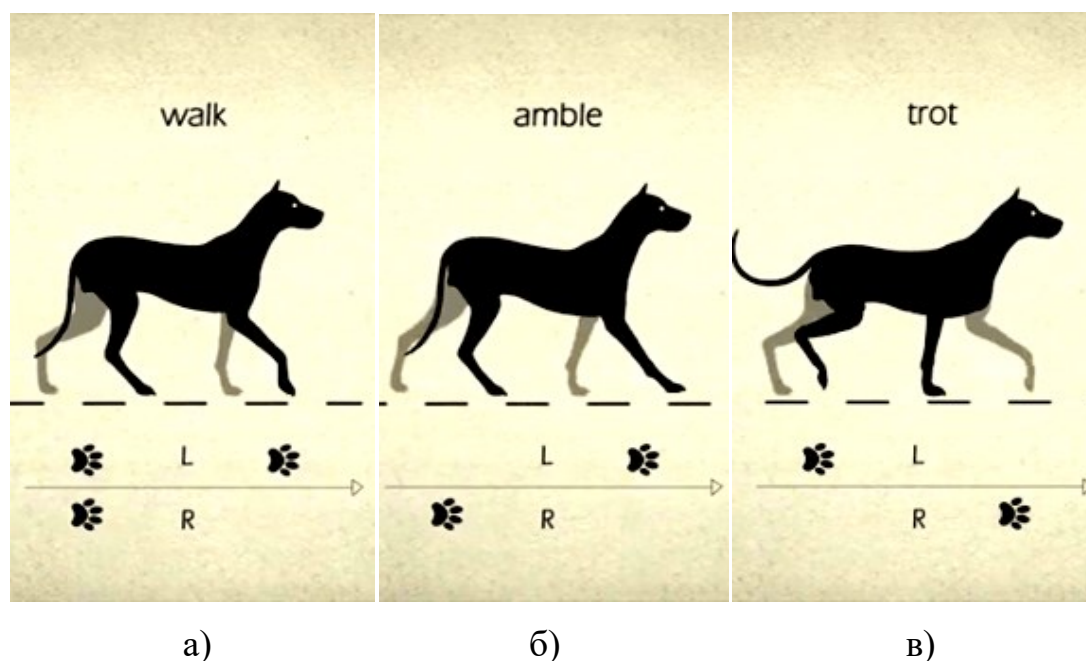


Рис. 1. Типы походок четырёхногого робота:
а – «ХОДЬБА»; б – «ПРОГУЛКА»; в – «РЫСЬ»

Последующий анализ проведём на этих трёх типах походок. Определим направление движения и порядок нумерации ног собаки следующим образом (рис. 2).

Разбор планирования походки разделен на две части.

Первая часть: траектория движения каждой ноги, которая содержит отрыв ноги и касание земли в цикле. Скорость движения собаки зависит от времени, затраченного на отрыв и касание земли.

Вторая часть: движение 4 ног, т.е. последовательность движений, которая является циклическим процессом. Последовательность и распределение по времени движений 4 ног определяет характер походки собаки.

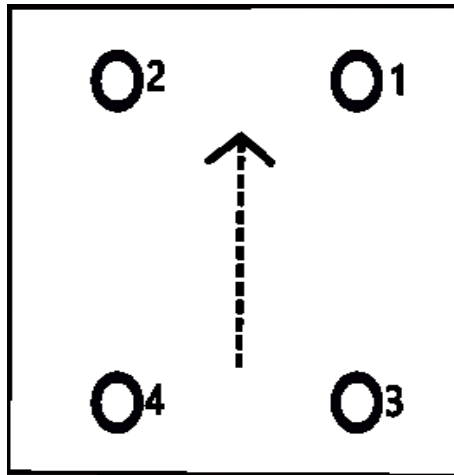


Рис. 2. Порядок ног четырёхногого робота:
«1» – правая передняя нога; «2» – левая передняя нога
«3» – правая задняя ног; «4» – левая задняя нога.

Для проведения анализа рассмотрим характер движения ног: время, траектории и фазы (рис. 3).

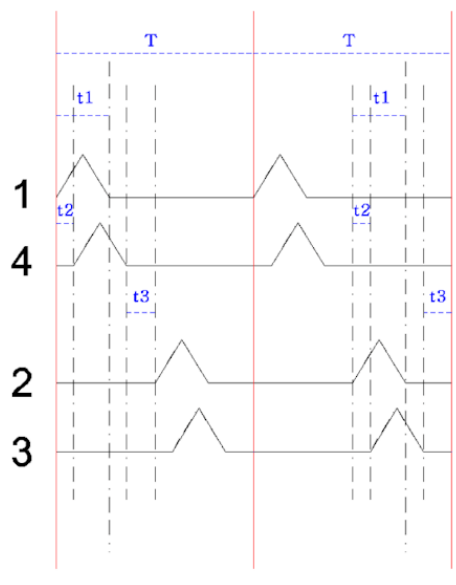


Рис. 3. Характер движения ног робота

t_1 – время, в течение которого ноги подняты над землей, включая отрыв и касание земли, «*swing_time*»;

t_2 – интервал между моментом, когда ноги на диагональных противоположных концах платформы только что подняты, «*clearance_time*». Ноги «1» и «4» – это первая диагональная пара, а ноги «2» и «3» – вторая диагональная пара;

t_3 – время, необходимое для того, чтобы все 4 ноги коснулись земли – «*overlap_time*»;

T – время, необходимое каждой ноге для завершения одного цикла движения:

$$T = (t_1 + t_2 + t_3) * 2.$$

Цикл движения каждой ноги, время, в течение которого она находится в воздухе и на земле, одинаковы. Разница лишь заключается в моменте, когда поднимается каждая нога, то есть фазе движения.

«ХОДЬБА», «ПРОГУЛКА» и «РЫСЬ» в основном следуют правилу, что первая диагональная пара ног выходит первой в определенном ритме, а затем вторая пара идет в том же ритме. Следовательно, для смены типа походки достаточно изменить распределение времени между t_1 , t_2 и t_3 .

Реализация походок.

1. «ХОДЬБА» относится к статичной походке, при которой три ноги соприкасаются с землей как минимум и максимум одна нога отрывается. Другими словами, три ноги находятся как минимум в фазе поддержки, а одна нога – максимум в фазе движения. Только когда $t_2 \geq t_1$ и $t_3 \geq 0$, можно достичь этого эффекта, как показано на рис. 4.

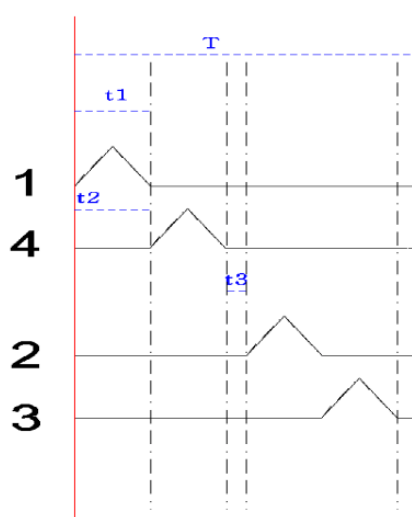


Рис. 4. Характер движения ног робота «ХОДЬБА»

2. «ПРОГУЛКА». Походка промежуточная между «ХОДЬБОЙ» и «РЫСЬЮ», при которой одна нога, а иногда и две, отрываются от земли.

«ПРОГУЛКА» формируется при условии $0 < t_2 < t_1$ и $t_3 \geq 0$, как показано на рис. 5.

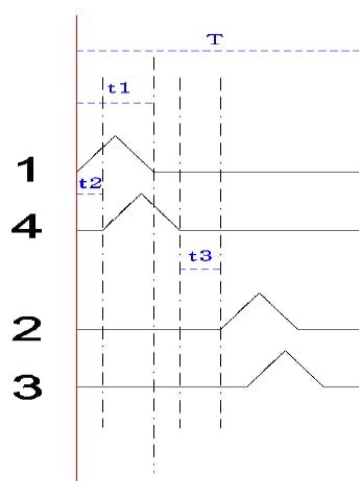


Рис. 5. Характер движения ног робота «ПРОГУЛКА»

3. «РЫСЬ». Это динамичный бег, то есть каждая диагональная пара ног отрывается и касается земли одновременно. Генерация походки реализуется при условии $t_2 = 0$ и $t_3 \geq 0$ (рис. 6).

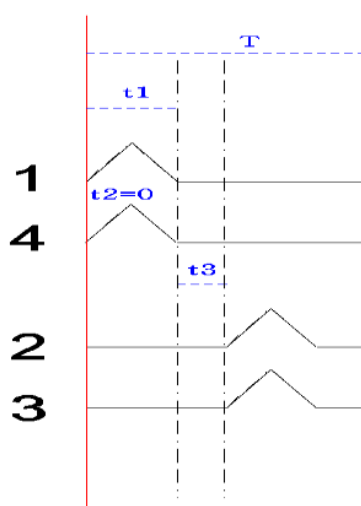


Рис. 6. Характер движения ног робота «РЫСЬ»

Список использованных источников

1. Hammer X Hiwonder, David Hiwonder. *Quadruped Robot Gait Planning and Application*, 2022, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hackster.io/472607/quadruped-robot-gait-planning-and-application-761df> (дата обращения 02.10.2024).

АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ АКТИВАЦИИ НЕЙРОНОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

С развитием технологий и увеличением объемов информации, обрабатываемой в интеллектуальных транспортных системах (ИТС), возрастает потребность в эффективных методах анализа данных и принятия решений. Одним из наиболее перспективных подходов в области машинного обучения является использование нейронных сетей, которые способны выявлять сложные зависимости и паттерны в больших объемах данных. Основным вычислительным элементом нейронных сетей – это искусственный нейрон [1] (рис. 1).

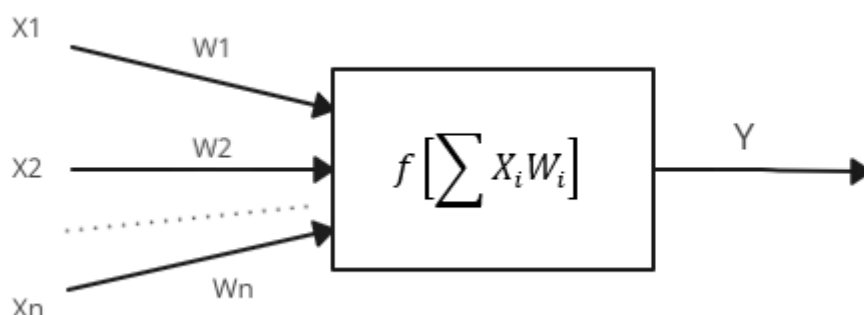


Рис. 1. Схема искусственного нейрона:
 $X_1, X_2, \dots, X_n$ – входные сигналы, $W_1, W_2, \dots, W_n$ – весовые коэффициенты,
 f – функция активации, Y – выходной сигнал

Таким образом выходной сигнал описывается как $Y = f(\sum_{i=1}^n X_i W_i) \pm bias$.

В последние годы ИТС стали важным элементом городской инфраструктуры, обеспечивая безопасность, эффективность и экологическую устойчивость транспортных систем. Задачи, которые решаются с помощью ИТС, такие как прогнозирование дорожных условий, распознавание объектов и оптимизация маршрутов, требуют высокой точности и скорости обработки информации. Выбор функции активации в нейронных сетях имеет большое значение для достижения поставленных целей, так как он напрямую влияет на способности модели к обобщению и её обучаемость.

Существует множество различных функций активации, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Анализ функций активаций в контексте применения в ИТС позволяет оптимизировать процессы обучения нейронных сетей и повышать эффективность работы системы.

1. Сигмоидная функция представлена на рис. 2.

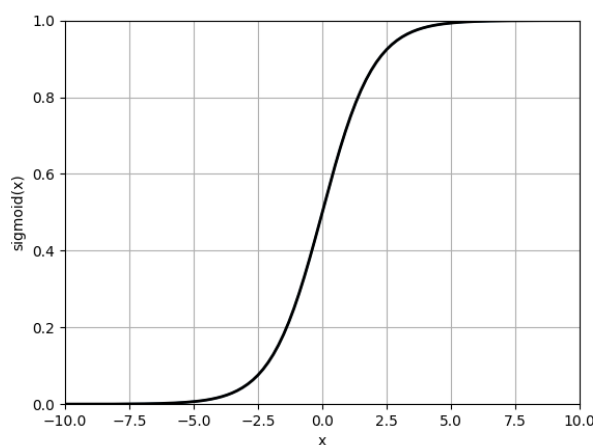


Рис. 2. Сигмоидная функция активации

Имеет диапазон значений $\{0; 1\}$. Несмотря на активное применение, сигмоидная функция имеет проблемы с исчезающим градиентом, что делает её менее эффективной в глубоких нейронных сетях.

Часто используется в задачах бинарной классификации дорожных событий, транспортных средств. Описывается

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}.$$

2. Гиперболический тангенс

Функция имеет диапазон значений $\{-1; 1\}$, что позволяет нейронным сетям более эффективно обрабатывать данные с центром в нуле. Однако, как и в случае с сигмой, при больших значениях аргумента также может наблюдаться проблема исчезающего градиента.

Используется для нормализации данных, полученных с внешних датчиков, прогнозирования и управления транспортным потоком.

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

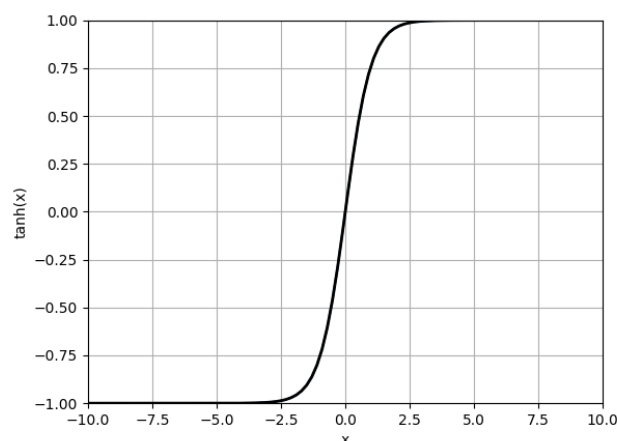


Рис. 3. Гиперболический тангенс

3. *ReLU* – является одной из самых популярных функций активации в современных нейронных сетях благодаря своей простоте и эффективности. Помогает избежать проблемы затухающего градиента, но имеет недостаток в виде потери информации, возникающую из-за неактивированных нейронов, если весовые коэффициенты инициализированы неправильно.

Применяется для прогнозирования трафика, обработки изображений и видео, обнаружения аномалий.

$$ReLU(x) = \max(0, x)$$

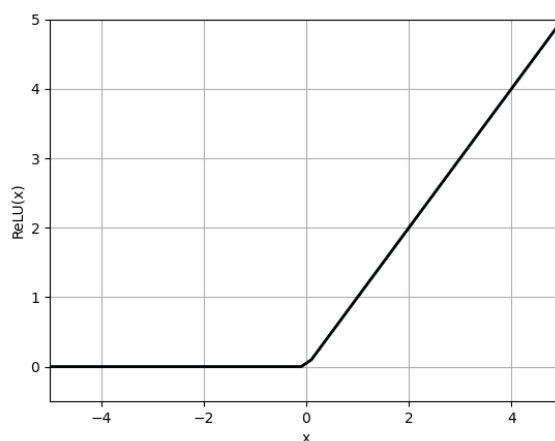


Рис. 4. Функция активации *ReLU*

4. *Leaky ReLU* – модифицированная версия *ReLU*. Позволяет избежать потери информации за счет сохранения небольшого градиента при отрицательных значениях.

Применяется для обработки данных, поступающих с сенсоров, анализа больших данных, прогнозирования транспортной нагрузки.

$$\text{Leaky ReLU}(x) = \max(\alpha x, x)$$

α — коэффициент отрицательного наклона

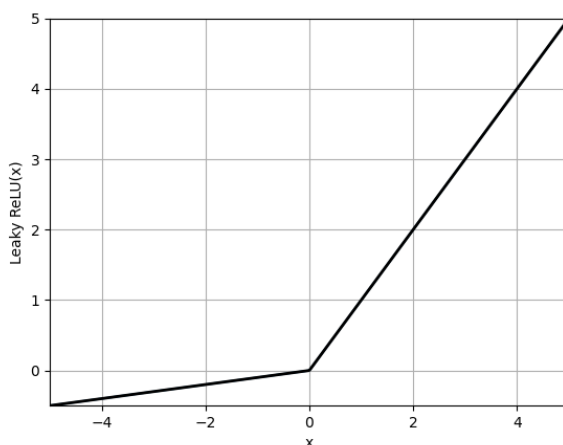


Рис. 5. Функция активации *Leaky ReLU*

5. *ELU* — представляет собой измененную версию функции *ReLU*. Ускоряет обучение глубоких нейронных сетей, справляется с проблемой потери информации.

Применяется для повышения устойчивости моделей к шуму и нестабильным данным, что особенно важно в реальных условиях эксплуатации, обработки изображений.

$$\begin{cases} x, & \text{if } x > 0 \\ \alpha(e^x - 1), & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

α — коэффициент, влияющий на наименьшее значение функции

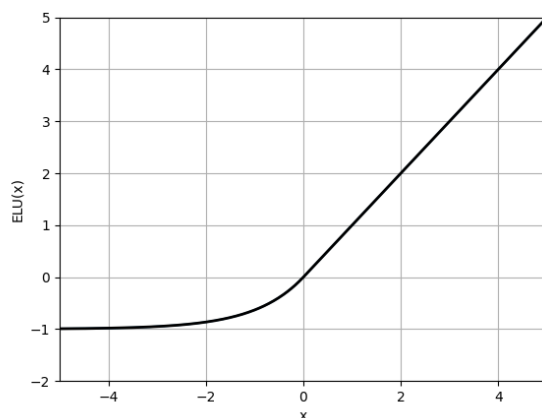


Рис. 6. Функция активации *ELU*

6. *Swish* – представляет собой саморегулируемую функцию активации, не подверженную исчезновению градиента.

Позволяет генерировать более качественные выборки данных для транспортного моделирования при использовании с *GAN* (*Generative Adversarial Network*) архитектурой сети.

$$Swish(x) = \frac{x}{1 + e^{-\beta x}}$$

β – коэффициент нелинейности

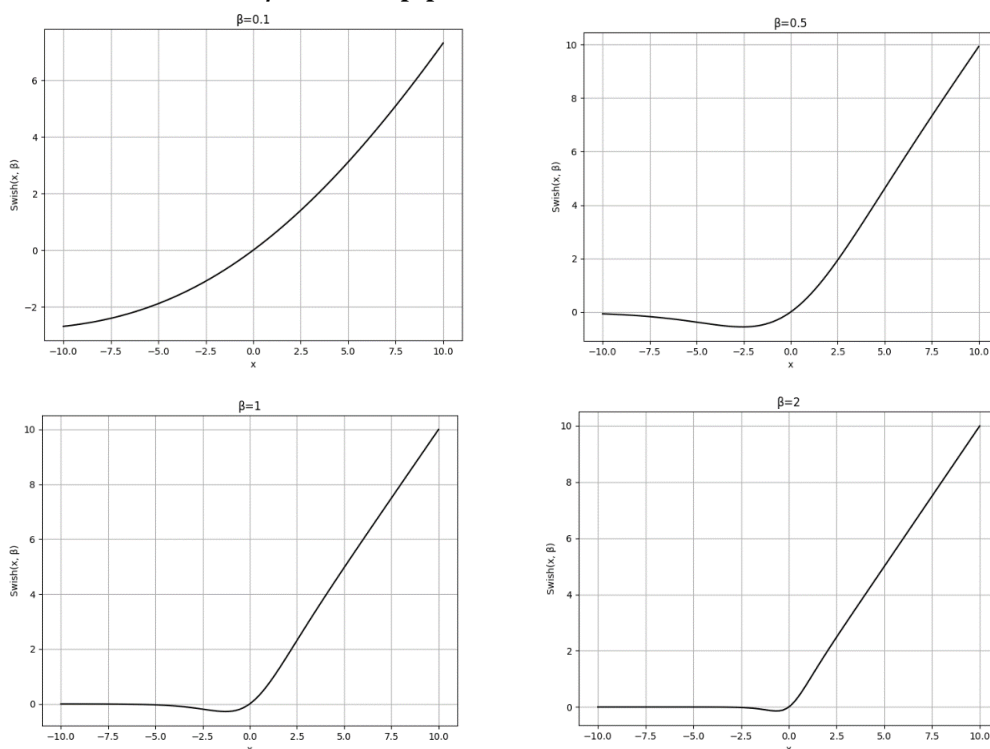


Рис. 7. Функция активации *Swish* с разным параметром β

7. *SiLU* [2] – частный случай функции *Swish*, при $\beta = 1$. Является гладкой, монотонно возрастающей и не имеет эффекта насыщения как сигмоидная функция, что позволяет модели обучаться более эффективно и быстро сходиться к оптимальному решению.

Используется в системах, обученных с подкреплением для управления светофорами и в системах компьютерного зрения.

$$SiLU(x) = x\sigma(x) = \frac{x}{1+e^{-x}}.$$

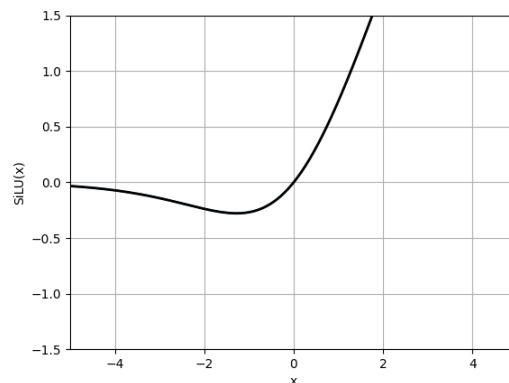


Рис. 8. Функция активации *SiLU*

8. *Softmax* не является непрерывной математической функцией. В отличие от других функций активации, *softmax* принимает массив входных данных и отображает их в распределение вероятностей. Функция часто используется в последнем слое нейронной сети для многоклассовой классификации.

Кривая функции *softmax* имеет свойство, что вероятность любого элемента вектора увеличивается, если значения других элементов уменьшаются, сумма выходных данных всегда равняется 1.

Чувствительна к выбросам и несбалансированным данным, что может приводить к неверным вероятностным оценкам.

$$s_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^k e^{z_k}}$$

s_i – выходное значение функции,
 z_i – входной сигнал i – ого нейрона,
 k – количество нейроннов в выходном слое .

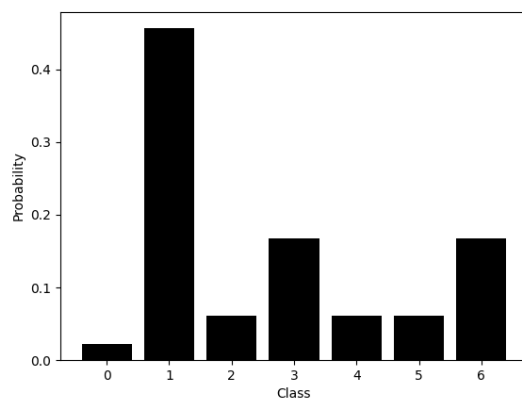


Рис. 9. Выходные значения функция активации *Softmax*

Не менее важным аспектом создания нейронной сети является нелинейность, дифференцируемость, область значений, монотонность функций активации поскольку эти параметры влияют на скорость обучения, проблемы затухания градиента и мертвых нейронов.

Выводы

В ходе работы проведен детальный анализ наиболее распространенных функций активации, их характеристик и практическое применение в интеллектуальных транспортных системах. Показаны аналитические зависимости, которыми описываются приведенные функции.

В контексте ИТС выбор функции активации должен основываться на конкретной задаче. Например, для задач классификации объектов на дороге (автомобилей, пешеходов и велосипедистов) могут использоваться функции, такие как сигмоидная, *Softmax*. Для задач регрессии, где требуется предсказать, например, время прибытия или количество транспорта на перекрестке, могут быть более уместны гиперболический тангенс, *ReLU*, *Leaky ReLU* или *ELU* так как они обеспечивают большую точность и быстрое действие. Для задач управления *Swish*, *SiLU*.

Функции активации играют ключевую роль в производительности нейронных сетей, применяемых в интеллектуальных транспортных системах. Выбор оптимальной функции активации зависит от типа задачи, свойств данных и архитектуры сети.

Список использованных источников

1. Гафаров, Ф. М. Искусственные нейронные сети и приложения: учебное пособие / Ф. М. Гафаров, А. Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.

2. *Elfwing S., Uchibe E., Doya K. Sigmoid-weighted linear units for neural network function approximation in reinforcement learning // Neural Networks. – 2018. – № 107. – P. 3-11.*

УДК 621.865.8

М. О. Чаева (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

И. И. Красенко (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Шагающие транспортные машины, ноги которых представляют собой систему рычагов, являются более приспособленными для передвижения по естественному грунту. Этому способствуют свойства опорно-двигательного аппарата шагающего движителя: дискретность колеи и наличие нерабочего пространства ног. Эти свойства позволяют достичь высокую опорную и профильную проходимость для шагающей машины.

В настоящее время при проектировании шагающих аппаратов с шестью конечностями решается задача организации эффективного управления всеми шестью ногами и объединения этих методов управления с системами распознавания образов, чтобы робот мог автоматически обходить препятствия и по возможности плавно перемещаться по неровной поверхности. Кроме того, ожидается, что помимо преодоления обычных препятствий типа впадин и выступов такие роботы смогут относительно просто справляться и с более сложными задачами, например, перешагивание через большие преграды.

Одной из задач, решаемых системой управления шагающими машинами, является задача определения устойчивости робота: центр тяжести должен находиться внутри многоугольника опоры робота. На это также может влиять размещение ног в вершинах опорного многоугольника.

Для шестиногого робота с симметрично распределенными ногами, когда они все соприкасаются с землей, опорный многоугольник представляет собой шестиугольник. Если три ноги подняты - многоугольник опоры становится треугольником. Важно, чтобы центр тяжести никогда не выходил

за пределы многоугольника. На рис. 1 показана зона устойчивости платформы для шестиногого робота, когда три ноги находятся в воздухе, а три касаются поверхности.

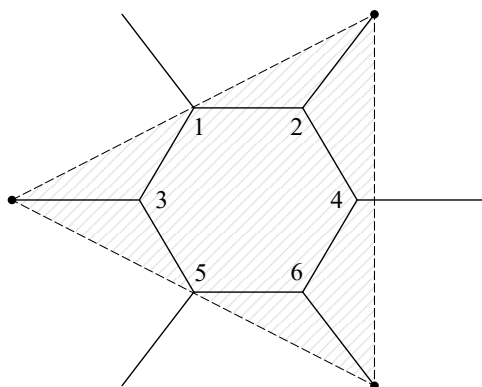


Рис. 1. Зона устойчивости платформы шестиногого робота

Различают несколько типов походки шагающего робота.

Волновое движение очень популярно и легко реализуемо. Порядок смены ног является циклическим. Момент движения ноги называется фазой вытягивания, а период, в течение которого нога соприкасается с землей – фаза рефрактерности. Такую походку также называют периодической и используют на прямых плоскостях.

Свободная походка – решение о том, какую ногу переместить и куда поставить, принимается постоянно. Такая походка требует сложного алгоритма управления, датчиков и быстрой системы управления. Она подходит для использования на сложной местности.

Движение проводника. Следующая нога ставится на то место, где ранее находилась предыдущая нога. Её применение аналогично свободному движению.

В процессе движения робота по пересеченной местности, скорость тела изменяется в зависимости от наличия числа возможных шагов. Когда количество доступных возможных шагов ограничено, скорость тела робота уменьшается, замедлением передвижения ног робота. В этой ситуации робот должен уметь правильно поддерживать свое тело ногами, которые находятся в фазе поддержки, так что другие ноги (в фазе переноса) могут быть размещены в ближайших запланированных местах впереди по направлению.

Формирование шагов представляет собой циклический процесс переноса ступни от одной опорной точки к другой.

Траектория ступни строится из набора годографов (рис. 2):

1. $B_0 \rightarrow B_1$ – отрыв ступни (годограф g_0);
2. $B_1 \rightarrow B_2$ – перенос в область новой опорной точки (годограф g_1);
3. $B_2 \rightarrow B_3$ – опускание конечности до опорной поверхности (годограф g_2);
4. $B_3 \rightarrow B_0 \rightarrow B_4$ – перенос конечности в опорном состоянии – рабочая фаза (годограф g_3);
5. $B_4 \rightarrow B_5$ – отрыв ступни (годограф g_0);
6. $B_5 \rightarrow B_6$ – перенос в область новой опорной точки (годограф g_6).

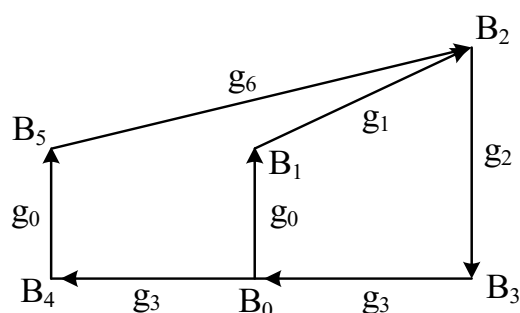


Рис. 2. Составные элементы шага

Цикл имеет 2 набора годографов – сокращенный и расширенный. Первый набор: g_0, g_1, g_2, g_3 ; второй: g_3, g_0, g_6, g_2, g_3 . Сокращенный набор применяется в начале движения робота для группы конечностей, которые первыми отрываются от опорной поверхности для переноса в новую опорную зону.

Однако при движении по неровной поверхности в автономном режиме, системе управления нужна информация о взаимодействии конечностей с опорной поверхностью. Для этой цели на конечностях устанавливаются датчики, определяющие момент соприкосновения ноги с поверхностью и степень нагрузки на каждую опору.

Для решения задач управления шагающим роботом-гексаподом, структура управления представлена тремя уровнями (рис. 3): прикладной; навигационный; обеспечение движения.

Каждому уровню определен свой ряд задач, выполняемых функциональными модулями, а обмен данными и передача команд между модулями

происходит с помощью блоков взаимодействия, входящих в каждый модуль.

Взаимодействие между уровнями осуществляется через блоки взаимодействия управляющих модулей уровней:

- модуль формирования задач прикладного уровня;
- навигационный модуль навигационного уровня;
- модуль управления и координации движения уровня обеспечения движения.

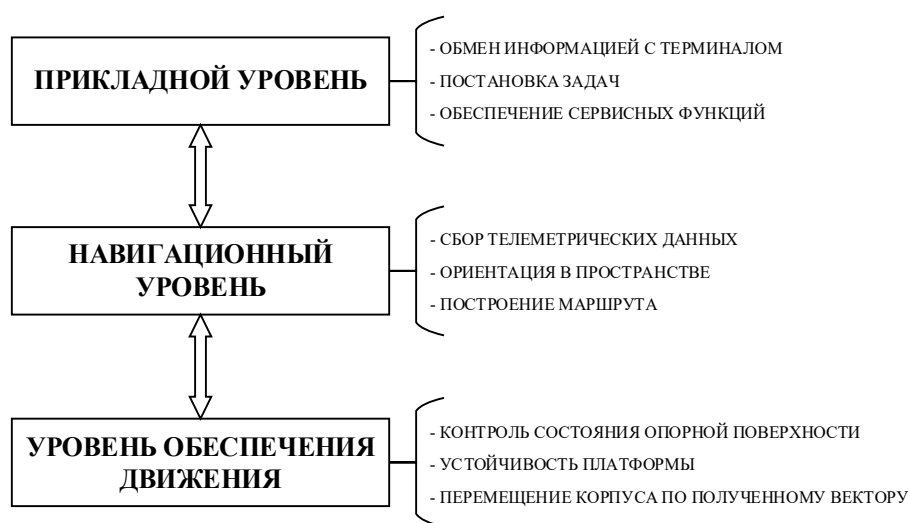


Рис. 3. Структура системы управления шагающим роботом-гексаподом

Прикладной уровень решает задачи связи с терминалом управления, а также сервисные задачи и устанавливает задачи для навигационного уровня.

Навигационный уровень призван решать задачи ориентирования в пространстве, обнаружения непреодолимых препятствий, планирование безопасного маршрута движения. На этом уровне формируется общий вектор движения корпуса и его корректировка в случае необходимости.

Уровень системы управления обеспечения движения предназначен для решения задач перемещения корпуса по заданному вектору в условиях с заранее не известным расположением неровностей на опорной поверхности.

Прикладной и навигационный уровни абстрагированы от реализации задач обеспечения движения.

Исходя из поставленных задач, можно определить составные части для каждого уровня системы управления и их взаимодействие.

Список использованных источников

1. Павловский В. Е., Панченко А. В. Модели и алгоритм управления движением малого шестиногого робота. М. : Изд-во «Новые технологии», № 11, 2012, стр. 23-28.
2. Голубев Ю. Ф., Охоцимский Д. Е. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата. – М. : Наука, 1984. 312 с.

УДК 007.5

А. В. Шабунин (Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент)

Научный руководитель: **Г. А. Котов** (Россия, г. Владимир, ассистент каф. АМур, ВлГУ)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МЕХАТРОННОГО УСТРОЙСТВА ЭКЗОСКЕЛЕТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Экзоскелеты представляют собой высокотехнологичные устройства, используемые человеком в качестве увеличения физических возможностей. Активные экзоскелеты, в отличие от пассивных, используют электрические и механические компоненты для увеличения силы и выносливости. В России разработка и применение активных экзоскелетов развиваются, что открывает новые возможности для различных отраслей промышленности.

Ученные выделяют несколько сфер применения экзоскелетов [1]:

1. Медицина:

- Реабилитация: экзоскелеты используются для восстановления двигательных функций у пациентов после травм или операций;
- Ортопедия: устройства помогают людям с ограниченными возможностями улучшить качество жизни и повысить мобильность.

2. Военное дело:

- Боевые операции: экзоскелеты могут увеличивать силу и выносливость солдат, что особенно важно в условиях боевых действий.

3. Промышленность:

- Строительство: увеличивают производительность труда рабочих, занятых на тяжелых строительных работах;

- Добыча полезных ископаемых: помогают шахтерам работать в условиях повышенной нагрузки.

При многообразии представленных образцов конструкций активного экзоскелета на сегодняшний день не существует прототипа устройства, прошедшего все этапы тестирования и исследования. Во многом барьером запуску в серийное производство данных устройств является недочеты системы управления.

Конструкция экзоскелета нижних конечностей представляется в виде антропоморфного шестизвенного механизма (рис. 1). В состав которого входит: бедро, голень, стопа.

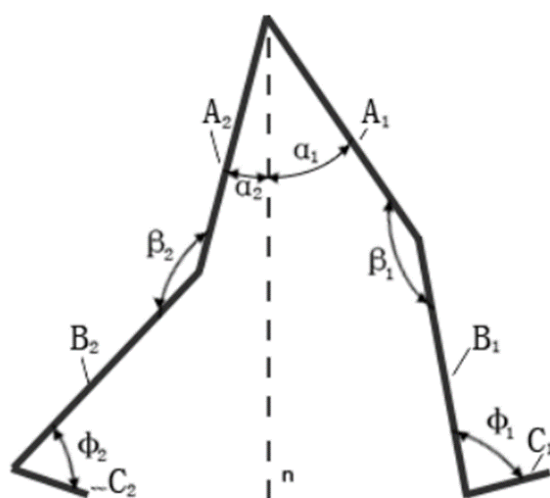


Рис. 1. Схема экзоскелета нижних конечностей

При проектировании устройства экзоскелета необходимо учесть кинематические связи между всеми звеньями системы. Расчеты углов отклонения звеньев экзоскелета позволяют обеспечить в управлении устойчивое вертикальное положение. Для определения углов сочленений экзоскелета можно воспользоваться системой уравнений:

$$\begin{aligned}\alpha_1(t) &= -550,557t^5 + 654,385t^4 - 286,377t^3 + 52,188t^2 - 0,827t - 0,545 \\ \alpha_2(t) &= -162,572t^5 - 5,429t^4 + 107,434t^3 - 40,221t^2 + 1,988t + 0,167 \\ \beta_1(t) &= -998,56t^5 + 1204t^4 - 535,971t^3 + 100,142t^2 - 4,887t - 2,56 \\ \beta_2(t) &= -473,502t^5 + 237,22t^4 + 23,827t^3 - 15,389t^2 + 0,339t + 2,572 \\ \varphi_1(t) &= 14,736t^5 + 88,841t^4 - 88,137t^3 + 25,515t^2 - 3,027t + 1,972 \\ \varphi_2(t) &= 11732t^5 - 1526t^4 + 725,46t^3 - 147,069t^2 + 10,749t + 1,687\end{aligned}$$

Исходя из анализа подвижных частей экзоскелета и максимальных углов отклонения была разработана конструкция экзоскелета при помощи инструментов современного САПР отечественного производства Компас-3D (рис. 2).

Предполагается, что разрабатываемая конструкция экзоскелета нижних конечностей должна быть параллельной структурой конечностей человека. В то же время каркас является жесткой структурой, для того чтобы нагрузка приходилась на каркас, а не на тело человека [2]. При проектировании конструкции были поставлены задачи обеспечить простоту конструкции и возможность регулирования длин звеньев экзоскелета.

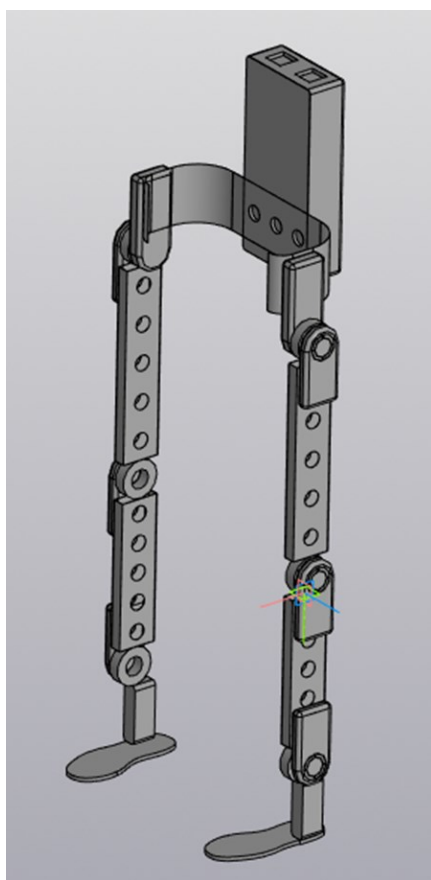


Рис. 2. Разработанная конструкция экзоскелета

Данные для разработки конструкции были взяты из открытых научных источников. Некоторые из них представлены в табл. 1 [3-5]. В ходе проработки 3D-модели были реализованы возможности перемещения голеностопного, коленного, тазобедренного суставов.

Таблица 1. Статистические данные пропорций нижних конечностей человека

Рост, см	Таз, см	Бедро, см	Колено, см	Голень, см	Лодыжка, см
163	89	54	35	36	21
168	92	55	36	37	21,5
173	95	57	37	38	22
178	98	59	38	39	23
183	100,5	60	39	40	24
188	103	62	41	41	24,5
193	106	64	42	42,5	25

К перспективам развития активных экзоскелетов можно отнести: разработку более совершенных моделей с расширенными возможностями; внедрение искусственного интеллекта для повышения эффективности и безопасности использования; снижение стоимости производства для широкого спектра использования экзоскелетов.

В дальнейшем разработанную конструкцию экзоскелета планируется произвести из металлических узлов и провести полунатурные исследования для подтверждения расчетных результатов входе математического анализа.

Список использованных источников

1. Щербина К. К., Головин М. А., Золотухина М. В. Исследование направления развития экзоскелетов опорно-двигательного аппарата // Физическая и реабилитационная медицина. 2019. Т. 1. № 4. С. 5-14.
2. Котов Е. А., Друк А. Д., Клыпин Д. Н. Разработка экзоскелета нижних конечностей человека для медицинской реабилитации // Омский научный вестник. 2021. № 4 (178). С. 91-97.
3. Верейкин А. А., Ковальчук А. К., Кулаков Д. Б., Семенов С. Е. Анализ и выбор кинематической структуры исполнительного механизма экзоскелета // Научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № ФС77 - 4. С. 72-93.
4. Котов Е. А., Друк А. Д., Клыпин Д. Н. Разработка экзоскелета нижних конечностей человека для медицинской реабилитации // Омский научный вестник. 2021. № 4 (178). С. 91-97.
5. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки: Издательство НПП – «Стимул». Иваново. 1996. 344 с.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Технический прогресс требует применения деталей с более совершенными физико-механическими характеристиками (прочность, износостойкость, легкость и так далее). На смену традиционным материалам приходят титановые сплавы, коррозионностойкие стали, высокопрочные чугуны, жаропрочные стали и им подобные.

Данные типы материалов практически по всем параметрам превосходят традиционные конструкционные стали. Однако их основным недостатком является то, что они трудно поддаются механической обработке. Так, при прочих равных условиях время на обработку заготовок из титановых сплавов примерно в 2-20 больше, чем заготовок из обычной конструкционной стали.

Этот факт является основной причиной низкой производительности технологических процессов, связанных с механической обработкой заготовок из таких материалов, и существенным удорожанием готового изделия в целом.

Решением этой проблемы может стать изменение пластических свойств твердосплавных материалов в процессе их обработки. Одним из способов ее реализации является нагрев заготовок, желательно в зоне резания, с целью снижения сил сопротивления пластическим деформациям, возникающим при снятии удаляемого слоя металла.

Способы нагрева заготовок можно разделить на две большие группы:

- глобальный (нагрев ведется для всей заготовки);
- локальный (нагрев ведется только области заготовки, которая расположена непосредственно перед зоной резания).

Первый метод характеризуется рядом особенностей, ограничивающих его применение при механической обработке заготовок:

- частая смена фаз нагрева-охлаждения заготовки ведет к изменению структуры материала, а, следовательно, и к неконтролируемому изменению его физико-механических свойств;
- материал обрабатываемой заготовки должен обладать достаточной тепловой инерцией во избежание быстрого охлаждения ее тела в процессе

механической обработки;

- отсутствие возможности регулировки температуры заготовки в процессе её продолжительной обработки;

- передача тепловой энергии от заготовки деталям технологического оборудования, в котором она закреплена и т.д.

Второй способ состоит в нагреве только поверхностного слоя, расположенного непосредственно перед зоной резания. Данный способ лишен большинства перечисленных выше недостатков и поэтому является более технологичным. Для его реализации может быть использовано различное оборудование, которое должно располагаться вблизи рабочей зоны станка.

Известны следующие методы передачи тепловой энергии в заданную область.

1. Нагрев потоком раскаленных газов.

Газовую горелку монтируют на суппорте станка, таким образом, чтобы «жало» пламени на ее выходе касалось только области заготовки, расположенной перед режущим инструментом. Данный метод обладает следующими достоинствами:

- независимость от магнитных свойств материала,
- независимость от электропроводности материала,
- независимость от геометрии заготовки,
- простота конструкции.

Вместе с тем ему присущ и ряд недостатков (низкая концентрация плотности тепловой энергии на конце «жала» пламени, относительно продолжительное время нагрева поверхностного слоя заготовки, окисление поверхностных слоев заготовки под воздействием пламени горелки, вредные условия труда для обслуживающего персонала). Это ограничивает его применение только на черновых операциях.

2. Нагрев при помощи электрической дуги.

Несмотря на высокую плотность тепловой энергии в центральной части столба электрической дуги данный метод не нашел применения для нагрева поверхностных слоев заготовок в виду нестабильности горения электрической дуги и сложностью управления данным процессом.

3. Плазменный нагрев.

Данный метод близок к электродуговому.

Используемое устройство – плазмотрон.

Принцип его работы заключается в том, что между ним и вторым электродом, которым является сама заготовка, создается электрическая дуга, с помощью которой происходит нагрев заготовки в среде аргона или азота.

Обработка заготовки может осуществляться в двух режимах:

-простое оплавление верхнего слоя материала на величину припуска на механическую обработку и сдувание расплавленного металла с тела заготовки.

-удаление оплавленного материала механическим путем (срезание).

Недостатком данного метода является большой расход электроэнергии на работу плазмотрона, что ограничивает его применение только случаями удаления больших припусков.

Схемы работы плазмотронов в рассмотренных режимах (при сдувании металла с тела заготовки потоком плазмы и его удалением механическим путем) показаны на рис. 1.

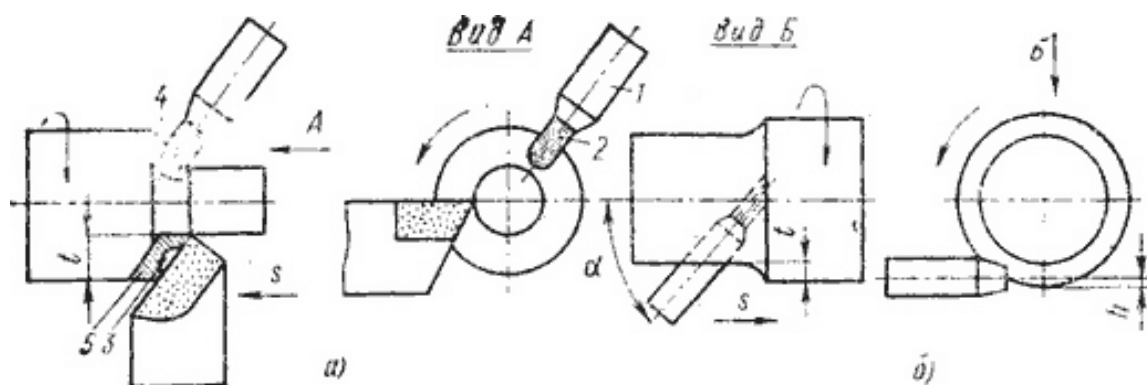


Рис. 1. а) Схема обработки с нагревом срезаемого слоя с его последующим удалением с помощью лезвийного инструмента; б) Схема обработки с оплавлением срезаемого слоя металла и его удаление с заготовки посредством сдувания

4. Нагрев при помощи кварцевых или диодных ламп.

Недостатки метода: сложная конструкция, низкий КПД, низкая плотность светового потока.

Данные недостатки этого метода нагрева заготовок, определили его применение только на операциях обработки деталей простых форм.

5. Нагрев в электролите.

При реализации данного метода под заготовкой устанавливается

резервуар с 25 % раствором карбоната калия (K_2CO_3). Резервуар связывается с системой подачи и отвода жидкости. Заготовки снизу омывается раствором карбоната калия. Резервуар и заготовка включаются в электрический контур с напряжением порядка 140 В. Раствор карбоната калия является электролитом и в его среде под действием приложенного напряжения создаются каналы сплошной проводимости, по которым движутся электроны, разогревающие заготовку. Принцип работы устройства показан на рис. 2.

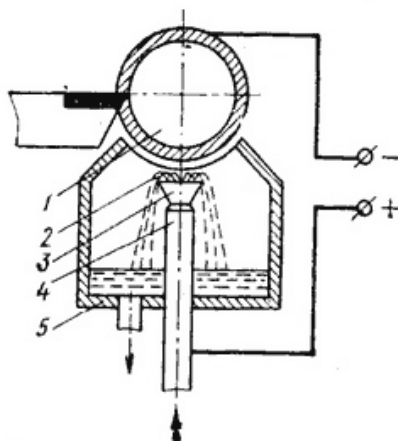


Рис. 2. Схема обработки резанием с нагревом в электролите:
 1 – заготовка; 2 – электролит; 3 – сопло; 4 – трубка для подачи электролита;
 5 – ванна для сбора и отвода электролита

6. Лазерный нагрев.

В данном методе используется лазерная установка, с помощью которой лазерный луч фокусируется в нужной точке поверхности заготовки, вызывая практически мгновенный ее нагрев.

Главным достоинством данного метода является высокая точность концентрации тепловой энергии в нужной области. В настоящее время известны различные типы лазеров, отличающихся своими физико-техническими характеристиками. В связи с этим для повышения эффективности их использования для решения поставленной задачи необходимо выполнить дополнительные исследования по изучению интенсивности поглощения энергии, переносимой лазерным лучом, различными конструкционными материалами.

НАШИ АВТОРЫ

АБАЛЯЕВ Андрей Юрьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ТДиЭУ <i>E-mail: ice_aya@bk.ru</i>
АКИМОВА Мария Александровна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студентка гр. УК-122
АМИРСЕЙИДОВ Шихшамиль Шихсеидович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
АЛЕКСЕЕВ Роман Андреевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. ТСБ-122
БАГИРОВ Александр Борисович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. ТСБ-123
БАРАНОВ Артем Евгеньевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. АТ-122
БЕЛОВ Дмитрий Сергеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЭНм-124
БОЛАЧКОВА Мария Валерьевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. ПМИ-122
БОСОВ Егор Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
ВЕСЕЛОВ Олег Вениаминович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н., профессор кафедры АМиР
ВОЗДВИЖЕНСКАЯ Алиса Магомедовна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. УК-121
ГАЛАКТИОНОВ Сергей Алексеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЛТ-123
ГАМАЮНОВ Антон Юрьевич	Россия, г. Владимир, ООО «НТЦ «АвтоСфера» при ВлГУ»
ГОЛОВЧЕНКО Екатерина Алексеевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МРм-123

ГОРБУНОВ Роман Викторович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
ГРАМОТОВА Ангелина Алексеевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студентка УК-122
ГРИБАНОВ Марк Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЭН-123
ГРУНСКАЯ Любовь Валентиновна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н., профессор кафедры ОИПФ
ГРУШЕНКО Богдан Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. УКм-124
ДАВЛАТШОЕВ Рашид Асанхонович	Республика Таджикистан, г. Душанбе, Таджикский технический университет им. академика М. С. Осими, к.т.н., доцент, <i>E-mail: d_rashid71@mail.ru</i>
ДЕМИДОВ Максим Дмитриевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры ТДиЭУ
ДРАГОМИРОВ Сергей Григорьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н. профессор кафедры ТДиЭУ <i>E-mail: dsst3pin@yandex.ru</i>
ЗАЙОНЧЕВСКИЙ Иван Дмитриевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. АТ-122
ИФАНОВ Андрей Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АМиР <i>E-mail: ifanov@mail.ru</i>
КИНДЕЕВ Евгений Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: kindeyev@yandex.ru</i>
КИРИЛЛОВ Александр Геннадьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: kirillov_ag@mail.ru</i>
КИРИЛЛОВ Николай Львович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. АИС-122

КОБЗЕВ Александр Архипович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н., профессор кафедры АМиР <i>E-mail: kobzev42@mail.ru</i>
КОВШОВ Владимир Иванович	Россия, г. Москва, МАДИ, аспирант кафедры ЭАТиС
КОЖУШНАЯ Марина Дмитриевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студентка гр. УК-122
КОКУРИН Никита Сергеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. ЗИСТд-120
КОКУРИНА Юлия Камильевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, ст. преподаватель кафедры ФАиП <i>E-mail: kokurina.1978@mail.ru</i>
КОЛОВ Дмитрий Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: kolovda@mail.ru</i>
КОТОВ Георгий Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант, ассистент кафедры АМиР
КРАСЕНКО Ирина Ивановна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МРм-124
КРУГЛОВ Илья Игоревич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. ИТ-122
КУЛЕШОВ Иван Викторович	Россия, г. Владимир, ООО «НТЦ «АвтоСфера» при ВлГУ»
ЛАБАЕВ Михаил Сергеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МРм-124
ЛАПИН Дмитрий Николаевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
ЛАТЫШЕВ Михаил Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н., профессор кафедры АТБиУК
ЛЕВИТ Сергей Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК

ЛОБАНОВ Антон Михайлович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МРСп-121
ЛОГИНОВ Даниил Дмитриевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АМиР
МАЖИТОВ Бахриддин Жамилович	Республика Таджикистан, г. Душанбе, Таджикский технический университет им. академика М. С. Осими, к.т.н., доцент <i>E-mail: mjbahriddin@mail.ru</i>
МАКСИМОВ Виктор Александрович	Россия, г. Москва, МАДИ, д.т.н., профессор кафедры ЭАТиС <i>E-mail: vamaximov57@mail.ru</i>
МИНАКОВ Евгений Иванович	Россия, г. Тула, ТулГУ, д.т.н., доцент
МИЩЕНКО Зорислав Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: zvm2002@rambler.ru</i>
МОИСЕЕВ Роман Викторович	Россия, г. Владимир, ФБУ Владимирский ЦСМ
НАЗАРКИН Виктор Гаврилович	Россия, г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ, кафедра ТЭТС, к.т.н., профессор <i>E-mail: nazarkin@lan.spbgasu.ru</i>
НАЗАРОВ Алексей Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: ip-nazarov@mail.ru</i>
НГУЕН Ван Ты	Социалистическая Республика Вьетнам, г. Ханой, Вьетнамский государственный технический университет им. Ле Куи Дона, ассистент кафедры «Автомобили»
НЕМКОВ Владимир Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, ст. преподаватель кафедры АТБиУК
НЕМОНТОВ Владимир Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., профессор кафедры АМиР <i>E-mail: n_v_a@list.ru</i>

НИЯЗОВ Одил Сатторович	Республика Таджикистан, г. Душанбе, Таджикский технический университет им. академика М. С. Осими, ст. преподаватель
НУЖДИН Роман Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК
НУРАЛИЕВ Бовабег	Республика Таджикистан, г. Душанбе, Таджикский технический университет им. академика М. С. Осими, ст. преподаватель
НУРГАЛИЕВ Иван Дмитриевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЛТ-123
ОЛЕНЕВ Евгений Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, д.т.н., профессор кафедры ЭПБС
ОРЕХОВ Виталий Владимирович	Россия, г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ, аспирант кафедры ТЭТС
ОРЕЛ Софья Игоревна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студентка гр. ТСБ-121
ОРЛОВ Дмитрий Юрьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК, ученый секретарь- исполнительный директор ВРО МОО «АПК»
ОРЛОВ Юрий Анатольевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: orlww@mail.ru</i>
ПАВЛОВ Александр Андреевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
ПАВЛОВ Денис Андреевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. ЛТ-121
ПАНТЕЛЕЕВ Лев Сергеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. УКм-124

ПАТРИКЕЕВ Григорий Андреевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. АИС-122
ПЕТРУШИН Александр Дмитриевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АМиР
ПЕШЕХОНОВ Андрей Юрьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МРм-123
ПОПОВ Илья Манолисович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
ПОТАНИН Юрий Сергеевич	Россия, г. Владимир, ООО «Экзо Солюшенс», заместитель генерального директора
ПРОКОПЬЕВА Ульяна Витальевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студентка гр. ТСБ-122
РОЖКОВ Артем Юрьевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. АТ-122
САБИРОВ Тимур Рустамович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
САВИН Данила Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МР-121
САФРОНЧЕВ Александр Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, аспирант кафедры АТБиУК
СВЕТУШЕНКО Станислав Геннадьевич	директор ООО «Аудит Сервис Оптимум», старший преподаватель ВлГУ, Владимир, член ТК 274, член ТК 465
СМИРНОВ Дмитрий Николаевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: sdn87ussr@yandex.ru</i>
СОЛНЦЕВ Алексей Александрович	Россия, г. Москва, МАДИ, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ЭАТиС <i>E-mail: solntsev@madi.ru</i>
СУШКОВ Дмитрий Ильич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. АТ-123

ТОЛКОВ Алексей Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: tolkovalex@gmail.com</i>
ТОЛКОВ Олег Алексеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, студент гр. Ссп-122
ТРИФОНОВА Алевтина Сергеевна	Россия, г. Владимир, директор по качеству МПО «Автоприбор»
ТРЯПКИН Сергей Александрович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЛТ-123
ТУМАНОВА Нина Ивановна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК
УТКИНА Дарья Андреевна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студентка гр. МР-121
ФЕДОТОВ Андрей Алексеевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АТБиУК, студент гр. ТСБ-122
ФЕДЮШКИНА Ольга Валерьевна	Россия, г. Москва, МАДИ, инженер кафедры ЭАТиС
ХАЗОВ Никита Ильич	Россия, г. Тула, ТулГУ, аспирант <i>E-mail: nikita.hazov511@yandex.ru</i>
ХУДЯКОВА Екатерина Олеговна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, к.т.н., доцент кафедры АТБиУК <i>E-mail: wertyus@mail.ru</i>
ЧАЕВА Маргарита Олеговна	Россия, г. Владимир, ВлГУ, специалист по УМР кафедры АМиР
ЧАН Дык Кхань Зыонг	Россия, г. Москва, МАДИ, аспирант кафедры ЭАТиС
ЧЕРНОВ Никита Витальевич	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра ТДиЭУ, студент гр. ЭНм-123
ШАБУНИН Андрей Владимирович	Россия, г. Владимир, ВлГУ, кафедра АМиР, студент гр. МР-121

ШАРАПОВ
Александр Минахбетович

Россия, г. Владимир, ВлГУ,
к.т.н., доцент кафедры ТДиЭУ
E-mail: shar-am@mail.ru

ШВЕДАКОВА
Елизавета Андреевна

Россия, г. Владимир, ВлГУ,
кафедра АТБиУК, студентка гр. ТСБ-121

ШЕЛЛЕНБЕРГЕР
Александр Юргенович

Россия, г. Владимир, ВлГУ,
кафедра АТБиУК, студент гр. АТ-121

ШУАЙБО
Чжан

Россия, г. Владимир, ВлГУ,
кафедра АМиР, студент гр. Ам-123

ЩУКИН
Александр Александрович

Россия, г. Владимир, ВлГУ,
аспирант кафедры АТБиУК

Научное электронное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXVI Международной научно-практической конференции,
посвящённой памяти профессора Юрия Васильевича Баженова

21 – 22 ноября 2024 г.

Владимир

Компьютерная верстка Д. Н. Смирнова

Издаются в авторской редакции

Авторы публикуемых статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведённых фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имён, географических названий и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации, и заимствованных данных.

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 8 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Изд-во ВлГУ
rio.vlgu@yandex.ru

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
sdn87ussr@yandex.ru