

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

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXIII Международной научно-практической конференции

18 – 19 ноября 2021 г.,
г. Владимир

Под общей редакцией профессора Ю. В. Баженова



Владимир 2021

УДК 629.113

ББК 39.33

A43

Редакционная коллегия:

А. Г. Кириллов, кандидат технических наук, доцент (*отв. редактор*)

Ил. В. Денисов, кандидат технических наук, доцент (*зам. отв. редактора*)

А. С. Ратников, кандидат технических наук, доцент (*член редколлегии*)

Д. Н. Смирнов, кандидат технических наук, доцент (*секретарь редколлегии*)

Издаётся по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных
A43 средств : материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. 18 – 19 нояб.
2021 г., г. Владимир / под общ. ред. проф. Ю. В. Баженова ; Владим.
гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ,
2021. – 314 с.

ISBN 978-5-9984-1309-4

Представлены материалы XXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти доктора технических наук, профессора Аринина Игоря Николаевича, которая состоялась 18 – 19 ноября 2021 г. на базе кафедры автомобильного транспорта ВлГУ.

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

УДК 629.113

ББК 39.33

ISBN 978-5-9984-1309-4

© ВлГУ, 2021

© Коллектив авторов, 2021

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Уважаемые коллеги!

Вашему вниманию предлагается сборник материалов XXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященный памяти известного ученого в области автомобильного транспорта доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Аринина Игоря Николаевича.

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

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

Материалы конференции содержат 80 статей, в которых приведены результаты исследований ученых Российской Федерации и Арабской Республики Египет.



Председатель оргкомитета, заместитель
директора ИМиАТ по научной работе
профессор Ю. В. Баженов



СОДЕРЖАНИЕ

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

А. А. Аблаев, А. Н. Кузнецов

Разработка технологии восстановления передней ступицы
автомобиля ВАЗ-2121 электроискровым методом 11

Ю. В. Баженов, С. В. Кобозев

Выбор диагностического параметра для оценки ресурсного
состояния ГТЦ тормозной системы автомобиля 15

Ю. В. Баженов, Д. А. Королев

Исследование эксплуатационной надёжности амортизаторов
автомобилей *LADA VESTA* 19

П. П. Ершов

Сравнение регламента и стоимости технического обслуживания
электромобиля и автомобиля на ДВС на примере автомобилей
Nissan LEAF и *Nissan NOTE* 22

Д. А. Колов

Надёжность и перспективы электромобилей 25

Д. А. Колов

Надёжность электронных систем автомобилей 29

Д. А. Колов

Подходы к анализу рентабельности гибридных городских автобусов
для условий РФ 33

Д. А. Колов

Подходы к исследованию рентабельности гибридных грузовиков
для условий РФ 37

М. В. Латышев, А. Г. Кириллов, О. П. Кокарев

Калибровка тензодатчика давления в тормозном механизме 41

Д. Н. Смирнов

Литий-титанатные аккумуляторы 47

Д. Н. Смирнов

Почему дорожает бензин? 51

Д. Н. Смирнов

Свойства бензина при зимней эксплуатации транспортных средств 55

Д. Н. Смирнов

Экологичность электромобилей 58

Е. Д. Ямщиков, М. Ю. Баженов

Исследование эксплуатационной надежности датчиков ABS
автомобилей LADA 62

Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

А. Ю. Абалев, В. С. Блинов

Влияние формы камеры сгорания на показатели процесса
тепловыделения газового двигателя с искровым
зажиганием..... 66

А. Ю. Абалев, Л. В. Грунская

Определение параметров обучения рекуррентной нейронной
сети для прогнозирования уровня аварийности на дорогах
общего пользования 69

А. Ю. Абалев, М. В. Огнев

Влияние отношения диаметров дополнительного и управляющего
жиклеров ЭГФ на показатели процесса сгорания дизеля 4Ч10,5/12 73

А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий, М. Нур, А. И. Эль-Сиси, С. Нада

Эффективность применения биодизеля на базе касторового масла..... 76

А. Н. Гоц

Снижение теплонапряжённости поршней тракторных дизелей 79

А. Н. Гоц, Ш. А. Амирсейидов

Прогнозирование долговечности коленчатого вала..... 84

А. Н. Гоц, В. С. Клевцов

Ускоренные испытания головок цилиндров дизеля за счет
повышения частоты нагружения 91

С. Г. Драгомиров

Ключевые этапы эволюционного развития поршневых двигателей 95

С. Г. Драгомиров

Основные особенности очистки охлаждающей жидкости двигателей
тепловозов 99

С. Г. Драгомиров

Перспективы применения электромобилей в свете энергетического
кризиса..... 103

С. Г. Драгомиров, И. В. Кулешов	
Основные требования к модулю очистки охлаждающей жидкости двигателей тяжелой транспортной техники	107
А. В. Завитков, И. С. Печников	
Современные методы восстановления и повышения износостойкости деталей двигателя внутреннего сгорания	111
С. И. Потапов	
Поршневая машина Потапова.....	116
А. М. Шаранов	
Особенности изготовления и эксплуатации батарей на <i>Li-iON</i> аккумуляторах для лёгких транспортных средств.....	119
А. М. Шаранов	
Стенд для испытаний легких мототранспортных средств.....	125
А. М. Шаранов	
Улучшение пусковых качеств одноцилиндрового дизеля.....	129

Секция «БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И В ТЕХНОСФЕРЕ»

В. М. Баландин	
Основные экологические проблемы и способы их решения.....	135
Е. А. Баландина	
Безопасность транспортных средств.....	140
Е. А. Баландина, В. М. Баландин	
Выбор средств индивидуальной защиты на примере работы литейщика цветных металлов на машинах литья под давлением.....	145
Е. А. Баландина	
Направление «Техносферная безопасность» в современных условиях	149
Ив. В. Денисов	
Исследование системы «Автошкола»	153
Ив. В. Денисов	
Анализ схемы организации дорожного движения на перекрёстке ул. Куйбышева – ул. Безыменского г. Владимира.....	155
Ив. В. Денисов	
Анализ схемы организации дорожного движения на перекрёстке ул. Растопчина – поворот на ТЦ Гранд Восток г. Владимира.....	159

<i>Ив. В. Денисов</i>	
Анализ схемы организации дорожного движения на перекрестке ул. Техническая – ул. Народная – ул. Волковская г. Родники	163
<i>Ив. В. Денисов</i>	
Внешняя информативность автотранспортного средства	168
<i>Ив. В. Денисов</i>	
Водитель такси	170
<i>Ив. В. Денисов</i>	
Исследование системы кругового движения на участке улично-дорожной сети.....	172
<i>Ив. В. Денисов</i>	
Исследование системы «Тормозная эффективность автотранспортного средства».....	174
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Оптимизация формы ведущей звёздочки велосипеда или велотренажёра для инвалида	176
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Оптимизация формы ведущей звёздочки транспортного средства с мускульным приводом	178
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Очистка сточных вод автомойки самообслуживания	180
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Расчёт коэффициента звукоизоляции для многослойных систем	183
<i>Е. А. Киндеев</i>	
Экологическое воздействие окрасочных работ	187
<i>А. В. Толков</i>	
Исследование интенсивности и состава транспортных потоков на перекрёстке улица Горького – Промышленный проезд г. Владимира	191
<i>А. В. Толков</i>	
Исследование интенсивности и состава транспортных потоков на перекрёстке улица Горького – улица Северная г. Владимира	195
<i>А. В. Толков</i>	
Исследование интенсивности и состава транспортных потоков на реконструированном перекрёстке Ерофеевский спуск – Лыбедская магистраль г. Владимира	199

<i>А. В. Толков</i>	
Исследование скоростей движения транспортных средств на перекрестке улица Горького – Промышленный проезд г. Владимира	203
<i>Н. И. Туманова</i>	
Нулевой травматизм – осознанная безопасность труда	209
<i>Н. И. Туманова</i>	
Организация безопасных условий труда на предприятиях информационного обслуживания	212
<i>Н. И. Туманова</i>	
Оценка профессиональных рисков	215
<i>Н. И. Туманова</i>	
Формирование культуры безопасности в промышленном производстве	218
<i>Е. О. Худякова</i>	
Влияние электромагнитного излучения на человека	221
<i>Е. О. Худякова</i>	
Рациональное использование природных ресурсов, технологии и способы защиты окружающей среды и «Зелёное строительство»	223
<i>Е. О. Худякова</i>	
Рациональное природопользование	228
<i>Е. О. Худякова</i>	
Глобальная проблема «Коронавирус»	232
<i>И. Е. Чудакова</i>	
Пожарная авиация МЧС России	236
<i>И. Е. Чудакова</i>	
Современные системы безопасности при перевозке детей в автомобилях	241
<i>И. Е. Чудакова</i>	
Собаки – спасатели на службе МЧС России	245

Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев

Выбор статистических методов для управления качеством процесса
технического обслуживания и текущего ремонта
в ООО «Виктория» 249

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев

Апробация системы статистического управления процессом
технического обслуживания и текущего ремонта автотранспортных
средств в ООО «Виктория» 253

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев

Анализ неисправностей, возникших повторно после проведения
ремонта автотранспортных средств в ООО «Виктория» 256

Р. М. Струнин, Ю. А. Орлов, Е. В. Арефьев

Анализ факторов возникновения дорожно-транспортных
происшествий 259

Секция «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

А. В. Баталов, О. В. Веселов, Д. Д. Логинов, А. А. Тихонова

Алгоритм учёта пространственного положения оператора в системе
управления активным экзоскелетом ног 263

О. В. Веселов, Д. Д. Логинов, А. В. Баталов, А. А. Тихонова

Взаимосвязанное управление приводами экзоскелета 267

А. А. Кобзев

Анализ характерных траекторий в РТК гидрорезания
нефтепроводов 271

А. А. Кобзев

Анализ электроусилителя рулевого управления как мехатронной
системы 275

А. А. Кобзев

Обобщённый алгоритм управления РТК гидрорезания
нефтепроводов 278

А. А. Кобзев

Структурное представление электроусилителя рулевого управления
как мехатронной системы 282

Ю. Е. Мишулин	
Анализ динамики транспортного средства как источника возмущения на механика-водителя	285
Ю. Е. Мишулин	
Анализ прогнозирующих полиномов при формировании управляющих воздействий	286
Ю. Е. Мишулин	
Бортовая информационная система транспортного средства	291
Ю. Е. Мишулин	
Исследовательская программа по системам двигателя и шасси транспортных средств	295
В. А. Немонтов	
Обзор методов навигации автономных мобильных роботов	299
В. А. Немонтов	
Аппаратное обеспечение беспилотного автомобиля как автономного мобильного робота	301
В. А. Немонтов	
Системы автоматизированного вождения транспортных средств.....	306
В. А. Немонтов	
Ультразвуковая система навигации мобильного робота	309
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	313

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

УДК 621.9.048.4

А. А. Аблаев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

А. Н. Кузнецов (Россия, г. Самара, СамГТУ)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕДНЕЙ СТУПИЦЫ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2121 ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ МЕТОДОМ

Передняя ступица автомобиля ВАЗ-2121 работает в тяжелых условиях, так как сам автомобиль часто эксплуатируется в условиях бездорожья, при этом ступица испытывает большие нагрузки, работает на износ и лимитирует надежность передней подвески. Одним из слабых мест рассматриваемого элемента является посадочная поверхность под роликовые подшипники, подвергающаяся высоким динамическим нагрузкам и, как следствие – преждевременному износу.

Ступицы изготавливают из поковок дорогих высокопрочных марок сталей 40ХГНМ твердостью НВ 138 ГОСТ 9012-59, проходящие многократные циклы специальных термических обработок. Передняя ступица относится к 3-ему классу – «полые цилиндры» и представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Передняя ступица автомобиля ВАЗ-2121 (и всех его модификаций)

Исследования изношенной поверхности ступицы позволяет разработать технологический процесс её восстановления, с дальнейшим внедрением в авторемонтное производство.

Основной частью технологического процесса можно назвать план операций по устранению дефекта, составленный в виде маршрута. При этом технологический маршрут составляют так, чтобы каждая последующая операция обеспечивала сохранность качества рабочих поверхностей деталей предыдущих операций. Для одной и той же детали можно разработать несколько вариантов технологического процесса. Из них нужно выбрать тот, который будет наиболее производительным и экономичным для конкретных условий производства. Решение такой задачи существенно облегчается при наличии типовых технологических процессов. Технологический процесс восстановления исследуемой детали представлен в таблице 1.

Таблица 1

Технологический процесс восстановления поверхности под подшипники передней ступицы

Наименование операций и содержание переходов	Оборудование и инструмент	База и способ закрепления	Технические требования
005 Моечная 1. Очистить поверхность детали от грязи; 2. Промыть в моющем средстве	Металлическая щетка; Моющее средство МЛ-51	-	-
010 Дефектовочная 1. Определение размеров	Микрометр	-	Точность измерения 0,01 мм
015 Шлифовочная 1. Установить ступицу в патрон шлифовального станка; 2. Отшлифовать поверхность	Круглошлифовальный станок 3161; Шлифовальный круг - электрокорунд керамический 36-СМ1	Патроном, за наружную цилиндрическую поверхность	Отклонения от геометрической формы (справочные данные)
020 Наплавочная 1. Наплавить покрытия на деталь	Электроискровой комплекс БИГ-1; Электрод Х-28	Патроном, за наружную цилиндрическую поверхность	7 режим наплавки
025 Шлифовочная 1. Установить ступицу в патрон шлифовального станка; 2. Отшлифовать поверхность	Круглошлифовальный станок 3161; Шлифовальный круг – белый электрокорунд 60-СМ1	Патроном, за наружную цилиндрическую поверхность	Отклонения от геометрической формы (справочные данные)

Установление минимальных припусков, т.е. слоя материала, удаляемого с поверхности заготовки (детали) при её обработке снятием металла, является важным вопросом с точки зрения качества обработки и себестоимости материала. Необходимый для технологического прохода так же общий припуск – слой металла, необходимый для выполнения всей совокупности технологических переходов.

Для устранения износа посадочных поверхностей под подшипники необходимо произвести черновую шлифовку, с последующей наплавкой и уже чистовой шлифовкой.

В соответствии с технической литературой выбрали припуски на обработку:

- черновая шлифовка – $z_{\text{чер. шл}} = 0,5$ мм (на сторону);
- наплавка – $z_{\text{нап.}} = 0,8$ мм (на сторону);
- чистовая шлифовка – $z_{\text{чис. шл.}} = 0,3$ мм (на сторону).

Расчёт времени необходимого для операции 020 электроискровой наплавки можно представить следующим образом.

Необходимо наплавить на две цилиндрические поверхности $\varnothing 39$ мм, шириной по 20 мм.

Оборудование для наплавки – электроискровой комплекс БИГ-1.

Способ наплавки – ручной.

Величина наплавляемого слоя – 0,8 мм, где 0,3 мм приходится на припуск на обработку (шлифование).

Площадь наплавляемой поверхности:

$$S_{\text{нап.}} = 2\pi Rb, \quad (1)$$

$$S_{\text{нап.}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 19,5 \cdot 20 = 2449,2 \text{ мм}^2, S_{\text{нап.}} = 24,5 \text{ см}^2.$$

По паспортным данным производительность установки БИГ-1 составляет 6 см² в минуту ($P_{\text{нап.}} = 6 \text{ см}^2$).

Величина наплавляемого слоя в соответствии с выбранным режимом составляет 0,2 мм. Исходя из этого, наплавка будет проходить в 4 слоя ($i = 4$).

Определение основного машинного времени сводится к следующей формуле:

$$t_{\text{о.}} = 2i(S_{\text{нап.}} / P_{\text{нап.}}), \quad (2)$$

$$t_o = 2 \cdot 4 \cdot (24,5 / 6) = 32,7 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное и вспомогательное время берем из справочника:

$$t_{пз} = 8,0 \text{ мин.}; t_b = 0,39 \text{ мин.};$$

$t_{орм}$ – время обслуживания рабочего места принимаем 13 % от оперативного:

$$t_{орм} = 0,13 \cdot (32,7 + 0,39) = 4,3 \text{ мин.}$$

$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время находим по следующей формуле:

$$t_{шк} = t_o + t_b + t_{орм} + t_{пз}, \quad (3)$$

$$t_{шк} = 32,7 + 0,39 + 4,3 + 8 = 45,4 \text{ мин.}$$

Для того чтобы предложить ремонтному производству электроискровую технологию, необходимо было поднять ее технико-экономическую эффективность. Эту задачу решили:

- частичной механизацией процесса наплавки и отката, как правило, от последующей механической обработки образованной поверхности с использованием металлорежущего оборудования;

Поверхности, образованные электроискровой наплавкой и упрочнением, существенно отличаются от поверхностей, образованных другими методами. Текстура поверхности условно зерниста и нерегулярна.

Понять и привыкнуть, что электроискровые покрытия обладают хорошей работоспособностью, для ремонтников оказалась не простой задачей. Только положительные стендовые испытания и длительные эксплуатационные наблюдения снимают их сомнения. Для достижения цели был выполнен комплекс исследований, включающий в себя определение твердости, износостойкости, химического и фазового состава, а также микроструктуры изучаемых образцов.

В целях сбережения ресурса и снижения экологической нагрузки на окружающую среду весьма актуально процессы реновации деталей

Сочетая в себе возможность точечного воздействия на обрабатываемую деталь с высокой адгезией применяемого материала, метод электроискровой наплавки характеризуется низкой энергоемкостью.

ВЫБОР ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО СОСТОЯНИЯ ГТЦ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Ресурсное состояние главного тормозного цилиндра (ГТЦ) автомобиля включает в себя целый комплекс параметров, обеспечивающих наиболее эффективное функционирование тормозной системы, один из которых связан с формированием *зависимости давления* в системе (или его изменения) от величины износа уплотнительных манжет. Обоснованность выбора данного показателя обусловлена, прежде всего, тем, что он позволяет достаточно четко отследить изменения на магистрали ГТЦ в процессе эксплуатации, а также предупредить о необходимости проведения технического обслуживания системы после достижения определенных значений. Соответственно, исследование зависимости показателя давления в тормозной системе от величины износа уплотнительных манжет носит актуальный характер, определяющий предмет исследования в контексте эффективного способа диагностирования ресурсного состояния ГТЦ автомобиля.

На процесс изнашивания уплотнительных манжет активно влияет «нестабильность давления» в тормозной системе, под действием которого ухудшаются упругие свойства материала, из которого они изготовлены, и интенсифицируются физико-химические процессы, способствующие появлению адгезии и распаду органического связующего материала.

Специальные (высокоэластичные) материалы уплотнительных манжет повреждаются в процессе эксплуатации, в основном, из-за разрушения поверхностных слоев под воздействием влияния сил трения. В менее эластичных материалах манжет повреждения возникают в связи с отслаиванием, микрорезанием, царапанием и другими процессами, сопровождающими изнашивание их рабочих поверхностей. [1].

В результате выполненных теоретических исследований, в данной работе доказано значительное воздействие рабочих процессов антиблокировочной системы на работоспособность уплотнительных манжет ГТЦ, с увеличением числа рабочих циклов снижается их ресурсное состояние. Исходя из специфических особенностей конструкции, принципа работы антиблокировочной системы (АБС) и ГТЦ, можно установить зависимость показателя

давления в тормозной системе автомобиля от величины износа уплотнительных манжет (рис. 1).

Выполненные в работе исследования показывают, что расхождение между теоретической и экспериментальной кривыми зависимостей незначительно.

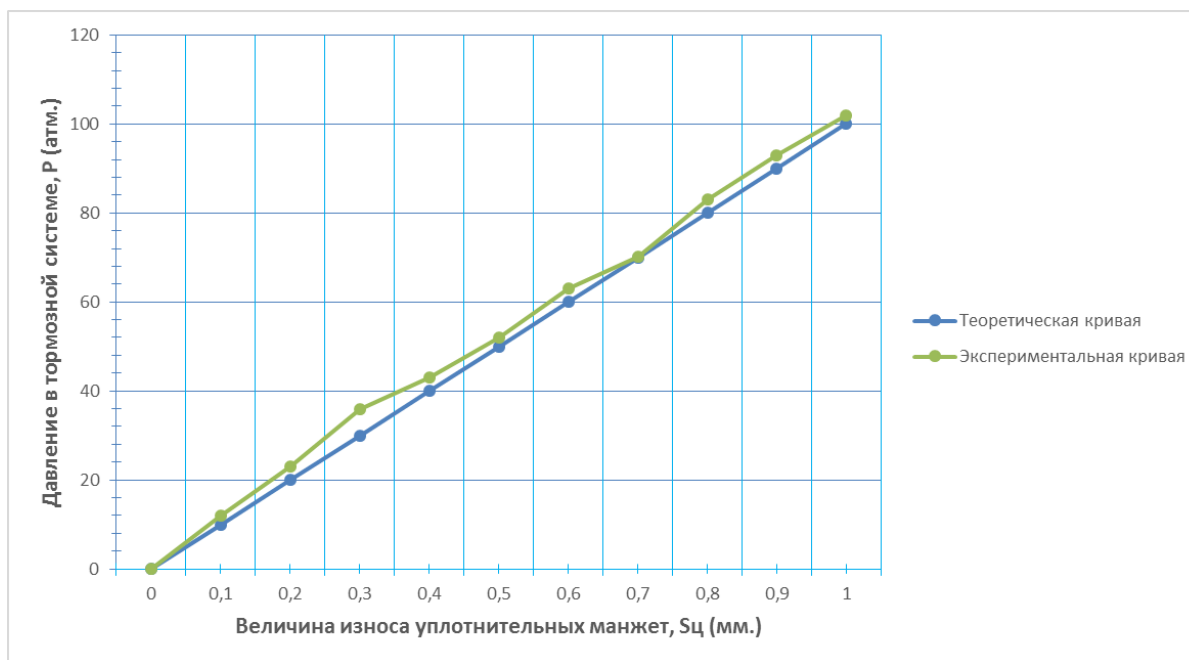


Рис. 1. Зависимость создаваемого давления в тормозной системе автомобиля с АБС от величины износа уплотнительных манжет ГТЦ

При каждом экстренном торможении и автоматическом включении в работу тормозной системы АБС возрастает число двойных ходов уплотнительных манжет по рабочей поверхности ГТЦ, что значительно увеличивает путь трения и, следовательно, процесс их интенсивного изнашивания. Амплитуда перемещения элементов тормозных цилиндров в процессе функционирования антиблокировочной системы небольшая, поэтому существует вероятность изменения давления за счет упругой деформации манжет без их перемещения, что создает условия для интенсивного набухания, в результате которого манжеты могут, какой-то период времени оставаться в крайних положениях, не полностью растормаживая колесо [2].

Следует отметить, что современные АБС, используемые на легковых автомобилях, в процессе функционирования корректируют давление в тормозной системе на 15 – 50 % при движении по дороге с цементобетонным или асфальтобетонным покрытием и на 75 – 90 % при движении по льду.

Изменение показателя давления в тормозной системе осуществляется с достаточно высокой частотой, составляющей 2 – 25 Гц для разных моделей антиблокировочной системы.

Учитывая количество двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра во время экстренного торможения, можно рассчитать зависимость давления в тормозной системе автомобиля с АБС и величину износа уплотнительных манжет. Для этого вначале определяют число двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра по формуле:

$$N_{\text{АБС}} = N_{\text{служ}} + N_{\text{экст}},$$

где $N_{\text{АБС}}$ – число двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра на автомобиле с АБС;

$N_{\text{служ}}$ – число двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра при служебном торможении;

$N_{\text{экст}}$ – число двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра при экстренном торможении.

При этом следует учитывать, что число двойных ходов уплотнительных манжет внутри цилиндра в процессе функционирования АБС напрямую зависит от частоты модуляции давления и длительности торможения. Соответственно, общее число двойных ходов, влияющих на износ уплотнительных манжет ГТЦ, составит:

$$N_{\text{АБС}} = n[(1 - qk) + qkf(t_{\text{экст}} - t_{\text{увел}})],$$

где n – удельное количество торможений;

q – доля экстренных торможений от общего числа торможений автомобиля;

k – коэффициент увеличения доли экстренных торможений для автомобилей с АБС;

f – средняя частота модуляции давления АБС;

$t_{\text{экст}}$ – средняя длительность экстренного торможения;

$t_{\text{увел}}$ – продолжительность периода увеличения давления в тормозной системе.

Рост числа перемещений манжет при экстренном торможении автомобиля приводит к увеличению пути трения по поверхности тормозного цилиндра $S_{\text{ц}}$, который может быть определен из выражения:

$$S_{\text{Ц}} = 2nS[g_p + qkf(t_{\text{ЭКСТ}} - t_{\text{УВЕЛ}})g_{\text{АБС}}],$$

где S – пробег автомобиля;

g_p – средняя величина рабочего хода поршня ГТЦ;

$g_{\text{АБС}}$ – средняя величина рабочего хода поршня ГТЦ при включении в работу АБС [3].

Увеличение пути трения элементов ГТЦ при функционирующей АБС в значительной степени обусловлено амплитудой движения уплотнительных манжет на разных режимах работы. Установлено, что ход поршней ГТЦ при служебном торможении составляет 12 – 15 мм, при экстренном – 1 – 2 мм (низкий коэффициент сцепления с дорожным покрытием) и 0,3-0,8 мм (высокий коэффициент сцепления с дорожным покрытием) [4].

Вывод. Результаты выполненных исследований доказывают наличие тесной взаимосвязи между показателем давления в тормозной системе, оборудованной АБС, и величиной износа уплотнительных манжет ГТЦ. Следовательно, этот показатель может быть использован в качестве диагностического параметра для оценки ресурсного состояния ГТЦ.

Внедрение результатов исследования в технологические процессы ТО и ремонта автомобилей позволят своевременно обнаруживать и устранять возникающие в ГТЦ неисправности, что приведет к существенному повышению надежности тормозной системы автомобиля в целом.

Список использованных источников

1. Ахметшин, А. М. Адаптивная антиблокировочная тормозная система колесных машин: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.05.03 / А. М. Ахметшин. – М., 2003. – 255 с.
2. Ахметшин, А. М. Самообучающаяся антиблокировочная тормозная система колесных машин / А. М. Ахметшин. – М. : МГИУ, 2002. – 140 с.
3. Бородин, А. Л. Разработка метода диагностирования гидравлических тормозных систем автотранспортных средств на режимах служебного торможения / А. Л. Бородин, В. И. Васильев, А. В. Шарыпов, А. П. Черепанов // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 4. – С. 29-32.
4. Радченко, М. Г. Влияние антиблокировочной системы на долговечность элементов главного тормозного цилиндра автомобиля: автореф. дисс., канд. техн. наук: 05.22.10 / М. Г. Радченко. – Волгоград: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2013. – 18 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АМОРТИЗАТОРОВ АВТОМОБИЛЕЙ *LADA VESTA*

Амортизаторы являются крайне важными элементами подвески, выполняющими одну из основных ее функций – демпфирование вертикальных колебаний при движении автомобиля. Снижение эффективности демпфирования оказывает негативное влияние на устойчивость и управляемость автомобиля, так как происходит ухудшение контакта колес с дорожным покрытием, увеличение тормозного пути, нарушение корректной работы антиблокировочной системы и системы курсовой устойчивости. Кроме того, увеличивается нагрузка на остальные элементы подвески и, как следствие, происходит их ускоренное изнашивание.

Возникновение отказов телескопических стоек амортизаторов происходит по ряду причин, наиболее распространенными из которых являются нарушение герметичности в результате износа или механического повреждения сальника, нарушение работы клапанов из-за их засорения или деформации. К потере работоспособности амортизаторов может приводить также повышение паразитных утечек, возникающих в результате увеличения зазора между рабочими поверхностями поршней и цилиндрами. Кроме того, со временем изменяется вязкость жидкости и другие ее физико-химические свойства, негативно влияющие на способность амортизаторов гасить колебания, возникающие во время движения.

Амортизаторы относятся к невосстанавливаемым элементам подвески и в случае отказа выполняется их замена на новые. Поэтому для оценки эксплуатационной надежности этих конструктивных элементов подвески в соответствии с ГОСТ 27.002-2015 рекомендуется использовать показатели безотказности, основными из которых являются: средняя наработка до отказа $t_{ср}$, вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $F(t)$ [1, 3].

Экспериментальные исследования по оценке безотказности этих элементов передних (ПП) и задних (ПЗ) подвесок автомобиля проводились на базе сервисного предприятия ООО «Автоэкспресс-Владимир» в процессе выполнения ТО, ремонта и диагностирования автомобилей *LADA VESTA*.

Значения средних наработок подвесок до потери ими работоспособного состояния по результатам обработки статистических данных, характеризующих их эксплуатационную надежность, представлены на рис. 1 в виде гистограмм и сглаживающих их теоретических кривых (функций распределения).

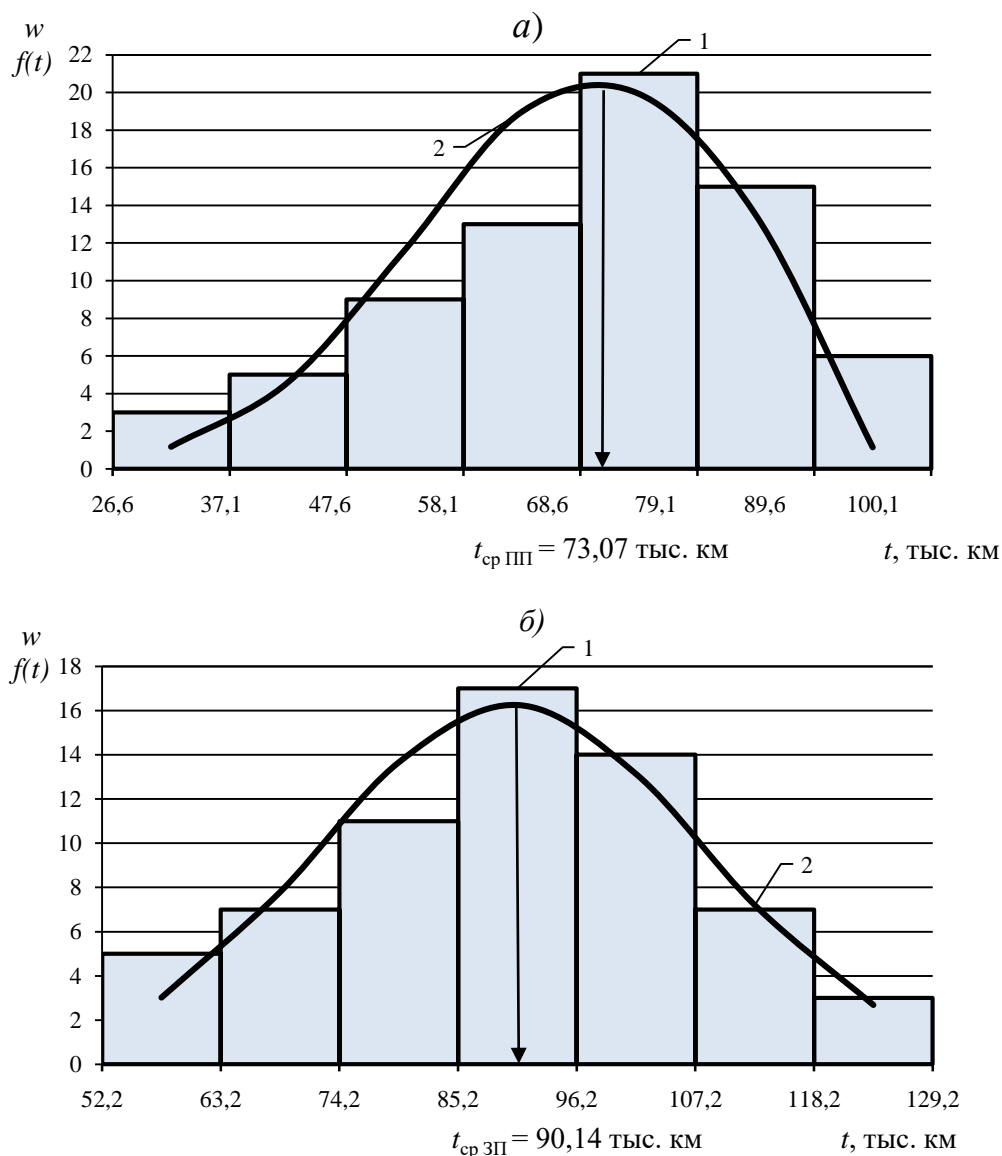


Рис. 1. Гистограммы 1 и дифференциальные функции 2 распределения наработок до отказов амортизаторов автомобилей LADA VESTA: а) передней подвески; б) задней подвески

Из представленных гистограмм видно, что амортизаторы передней подвески имеют меньшее значение средней наработки до отказа ($t_{\text{ср ПП}} = 75,07$ тыс. км), чем у задней подвески ($t_{\text{ср ЗП}} = 90,14$ тыс. км). Объясняется это тем, что телескопические стойки ПП работают в более тяжелых

условиях, так как они связаны с управляемыми колесами и, кроме вертикальных, воспринимают и поперечные нагрузки в процессе движения автомобиля.

Статистические оценки безотказности амортизаторов передней и задней подвесок по интервалам наработки, которые наглядно показывают их изменение от начала эксплуатации до предельного состояния, приведены в виде графиков на рис. 2.

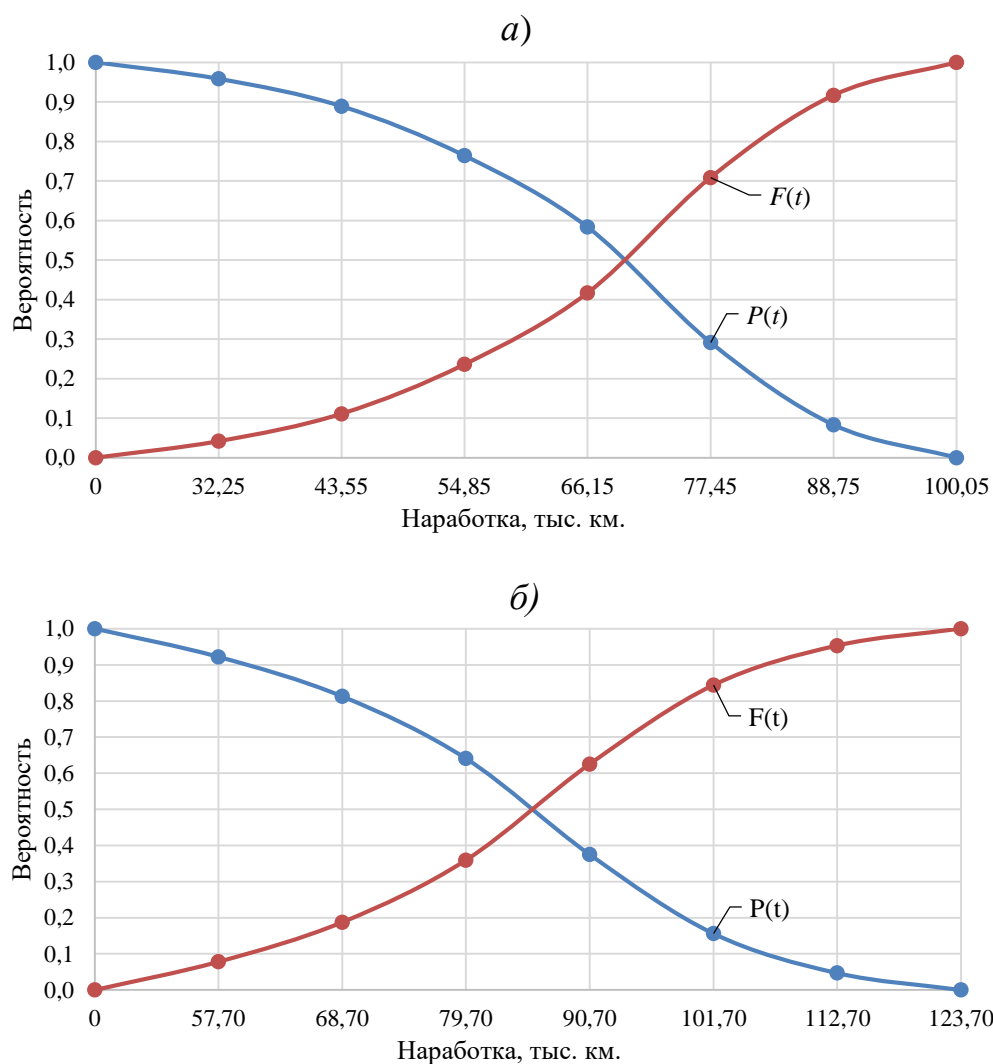


Рис. 2. Графики изменения вероятностей отказа и безотказной работы амортизаторов автомобилей LADA VESTA в зависимости от наработки:
а) передней подвески; б) задней подвески

Полученные в результате выполненных исследований статистические оценки эксплуатационной надежности свидетельствуют о том, что вероятность безотказной работы амортизаторов ПП автомобилей LADA VESTA

(рис. 2, а) на наработке от 0 до 43,5 тыс. км находится на достаточно высоком уровне $\{P(t) = 0,9\}$. Затем происходит ее постепенное снижение и к наработке 100 тыс. км амортизатор полностью теряет работоспособность. Вероятность безотказной работы амортизаторов ЗП (рис. 2, б) сохраняет высокое значение безотказности $\{P(t) = 0,9\}$ до наработки 60 тыс. км и достигает нулевого значения к наработке 123,7 тыс. км.

Внедрение результатов выполненных исследований в технологические процессы ТО и ремонта позволяет оптимизировать систему технической эксплуатации автомобилей, существенно повысить эксплуатационную надежность рассматриваемых в работе амортизаторов и подвесок в целом, а также уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций на дорогах.

Список использованных источников

1. Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин: учебное пособие для вузов / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2021. – 315 с.
2. Баженов, Ю. В. исследование надежности подвесок автомобиля *LADA KALINA* в эксплуатации / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 1 (60). – С. 9-15.
3. Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем: учеб. пособие. – СПб. : Лань, 2015. – 240 с.
4. Парфеньева, И. Е. Оценка технического уровня гидравлических амортизаторов автомобилей / И. Е. Парфеньева // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 21. – С. 37-45.
5. Проников, А. С. Надежность машин / А. С. Пронико – М. : Машиностроение, 1978. – 592 с.

УДК 633.16:631.559

П. П. Еришов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СРАВНЕНИЕ РЕГЛАМЕНТА И СТОИМОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ И АВТОМОБИЛЯ НА ДВС НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЕЙ *NISSAN LEAF* И *NISSAN NOTE*

В современном мире для многих автолюбителей покупка электромобиля вместо привычного автомобиля, оснащенного двигателем внутреннего

сгорания обусловлена в первую очередь меньшей стоимостью его эксплуатации. Однако, стоимость эксплуатации включает в себя не только топливо или электроэнергию, но так же и техническое обслуживание автомобиля.

Для сравнения регламента и стоимости технического обслуживания электромобиля и автомобиля на ДВС необходимо выбрать два максимально схожих по эксплуатационным характеристикам автомобиля.

На середину 2021 года самым массовым электромобилем в Российской Федерации является *Nissan LEAF*. Его доля в общем автопарке электромобилей составляет 80 % (около 9 000 автомобилей). А в качестве автомобиля на ДВС для сравнения будет выбран автомобиль *Nissan NOTE*, оснащенный автоматической коробкой передач.

Заводские регламенты обслуживания обоих автомобилей предписывают проводить ТО с периодичностью 15 000 км либо 1 год. Техническое обслуживание предполагает замену расходных материалов, а так же диагностические работы.

Для наглядности, регламенты замены расходных материалов, а так же ориентировочные стоимости материалов до пробега 90 000 км или 6 лет эксплуатации приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнение регламента и стоимости технического обслуживания автомобилей
Nissan LEAF и *Nissan NOTE***

ТО	<i>Nissan LEAF</i>	<i>Nissan NOTE</i>
1	2	3
ТО-15000	1. Замена салонного фильтра; 2. Смазка замков, петель и защелок. Ориентировочная стоимость расходных материалов: 1500 руб.	1. Замена моторного масла и масляного фильтра; 2. Замена свечей зажигания. Ориентировочная стоимость расходных материалов: 5000 руб.
ТО-30000	1. Замена салонного фильтра; 2. Смазка замков, петель и защелок; 3. Замена тормозной жидкости; 4. Замена масла редуктора. Ориентировочная стоимость расходных материалов: 4000 руб.	1. Замена моторного масла и масляного фильтра; 2. Замена свечей зажигания; 3. Замена воздушного фильтра; 4. Замена салонного фильтра; 5. Замена тормозной жидкости. Ориентировочная стоимость расходных материалов: 7000 руб.

Продолжение таблицы 1

1	2	3
ТО-45000	<p>1. Замена салонного фильтра;</p> <p>2. Смазка замков, петель и защелок.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 1500 руб.</p>	<p>1. Замена моторного масла и масляного фильтра;</p> <p>2. Замена свечей зажигания.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 5000 руб.</p>
ТО-60000	<p>1. Замена салонного фильтра;</p> <p>2. Смазка замков, петель и защелок;</p> <p>3. Замена тормозной жидкости;</p> <p>4. Замена масла редуктора.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 4000 руб.</p>	<p>1. Замена моторного масла и масляного фильтра;</p> <p>2. Замена свечей зажигания.</p> <p>3. Замена воздушного фильтра;</p> <p>4. Замена салонного фильтра;</p> <p>5. Замена тормозной жидкости.</p> <p>6. Замена масла АКПП.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 10000 руб.</p>
ТО-75000	<p>1. Замена салонного фильтра;</p> <p>2. Смазка замков, петель и защелок.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 1500 руб.</p>	<p>1. Замена моторного масла и масляного фильтра;</p> <p>2. Замена свечей зажигания.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 5000 руб.</p>
ТО-90000	<p>1. Замена салонного фильтра;</p> <p>2. Смазка замков, петель и защелок;</p> <p>3. Замена тормозной жидкости;</p> <p>4. Замена масла редуктора.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 4000 руб.</p>	<p>1. Замена моторного масла и масляного фильтра;</p> <p>2. Замена свечей зажигания;</p> <p>3. Замена воздушного фильтра;</p> <p>4. Замена салонного фильтра;</p> <p>5. Замена тормозной жидкости;</p> <p>6. Замена охлаждающей жидкости двигателя.</p> <p>Ориентировочная стоимость расходных материалов: 10000 руб.</p>

Из таблицы следует, что автомобиль на ДВС требует замены гораздо большего числа расходных материалов каждое техническое обслуживание. На расходные материалы для ТО владелец *Nissan LEAF* за 90 000 км пробега

или 6 лет эксплуатации потратит около 16 500 руб., а владелец *Nissan NOTE* – около 42 000 руб.

Из всего вышеизложенного следует, что в период первых 90 000 км пробега техническое обслуживание электромобиля обойдется значительно дешевле.

УДК 531.7.08

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

НАДЕЖНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Под давлением загрязнения окружающей среды и энергетического кризиса электромобили стали тенденцией будущего развития и центром конкуренции и развития во всем мире. Сроки перехода на электромобили по странам представлены в таблице 1. Однако современные электромобили имеют ряд проблем. В таблице 2 представлен перечень отзывных компаний электромобилей за 2019 – 2021 годы.

Таблица 1

Целевые сроки прекращения продажи новых бензиновых или дизельных автомобилей

Страна	Год
Норвегия	2025
Исландия, Ирландия, Израиль, Словения, Нидерланды	2030
Дания	2035
Великобритания, Шри-Ланка, Испания, Португалия, Франция, Канада	2040
Коста-Рика	2050

Таблица 2

Отзывные компании электромобилей за 2019 – 2021 гг.

Производитель	Модель	Причина
<i>GM</i>	<i>Chevrolet Bolt</i>	Возгорание батареи
<i>Porsche</i>	<i>Taycan</i>	Проблемы с программным обеспечением
<i>Ford Motor</i>	<i>Mustang Mach-E EV</i>	Проблемы с программным обеспечением
<i>Ford Motor</i>	<i>Kuga</i>	Возгорание батареи
<i>Hyundai Motor</i>	<i>Kona</i>	Возгорание батареи
<i>Tesla Motors</i>	<i>Tesla</i>	Возгорание батареи. проблемы с программным обеспечением
<i>Volkswagen</i>	<i>ID.3</i>	Проблемы с программным обеспечением

Отчет Лондонской пожарной службы, основываясь на небольшой местной выборке, сообщает, что вероятность возгорания бензиновых и дизельных автомобилей 0,04 %, в то время как этот показатель для электромобилей более чем вдвое больше – 0,1 %. К основным причинам возгораний электромобилей относят: особенности работы *Li-ion* батарей, погодные условия эксплуатации, частые вибрации и удары в процессе эксплуатации, производственные дефекты. Оценки возможных событий, по данным открытых источников, приводящих к самовозгоранию электромобиля приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Возможные события, при которых происходит самовозгорание
электромобиля**

Событие	Вероятность, %
Самовозгорание при парковке	7
Самовозгорание во время движения	7
Самовозгорание при зарядке	36
Самовозгорание при парковке после заряда	29
Самовозгорание после столкновения	21

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

В таблице 4 представлена надежность элементов электромобиля, взятая из открытых источников.

Как видно из таблицы общую надежность электромобиля лимитирует аккумуляторная батарея. В таблице 5 представлены данные о надежности аккумуляторной *Li-ion* батареи по данным из открытых источников.

Таблица 4

Надежность систем электромобиля за весь срок эксплуатации

Система электромобиля	Вероятность отказа, %
Аккумуляторная батарея	13,5
Электродвигатель	8,3
Высоковольтная система управления	2,6
Механические приводы	5,12

Таблица 5

Вероятность отказа *Li-ion* батареи по годам эксплуатации

Года эксплуатации, лет	Вероятность отказа, %
1	0
5	10
10	41
15	71
20	93

В таблице 6 приведена оценка возможных неисправностей аккумуляторной системы электромобиля. Систему разложим на составляющие: датчик, аккумулятор и исполнительный механизм.

Таблица 6

Неисправности аккумуляторной системы электромобиля

Тип неисправности	Описание
1	2
Неисправность электронной системы управления	Под влиянием аппаратного сбоя, такого как сбой связи CAN, отказ реле, отказ соединительных проводов и т.д. данная система не может нормально работать
Неисправность контактора	Под воздействием высокотемпературной дуги во время рабочего процесса электро-эрозии контакторы не могут нормально подключать или отключать цепь высокого напряжения автомобиля
Внутреннее короткое замыкание	Разряд, вызванный разностью потенциалов и сопровождающийся выделением тепла, когда материалы положительного и отрицательного электродов внутри батареи соединены друг с другом
Внешнее короткое замыкание	Аномальный разряд, вызванный прямым соединением положительного и отрицательного электродов батареи
Ошибка перезарядки	Продолжение зарядки аккумулятора после полной зарядки
Ошибка чрезмерного разряда	Продолжение разряда батареи после того, как батарея достигла напряжения отключения разряда
Ошибка подключения	Ненормальное соединение между соседними ячейками в системе батарей
Несоответствие параметров разных ячеек одного блока	Различия в параметрах ячеек батареи, вызванные производственным процессом или процессом использования

Продолжение таблицы 6

1	2
Нарушение изоляции	Явление, при котором внешняя жидкость попадает в аккумуляторную батарею и изоляционный слой разрушается, изоляционные характеристики внешнего высоковольтного контура снижаются
Неисправность системы терморегулирования	Система охлаждения / нагрева не может нормально работать из-за неисправности оборудования
Неисправность датчика сбора данных	Смещение значения измерения, дрейф, снижение точности и замерзание значения измерения, вызванное старением и ухудшением условий эксплуатации

Статистика показывает, что 40 % возгораний электромобилей вызваны внутренним коротким замыканием аккумулятора. Когда происходит описанное событие, большое количество энергии в батарее высвобождается за короткое время, что приводит к быстрому повышению температуры батареи. В то же время будут происходить цепные реакции вызванные высокой температурой, такие как снижение емкости, разложение границы раздела твердых электролитов, реакция между отрицательным материалом и электролитом, плавление сепаратора, что в конечном итоге приведет к тепловому разгону аккумулятора и в дальнейшем к серьезным несчастным случаям, связанным с безопасностью, таким как протечка аккумулятора, пожар и возгорание электромобиля.

Существует следующие причины внутреннего замыкания батареи:

- 1) примеси материала и заусенцы, образующиеся в процессе производства батареи, могут вызвать частичное короткое замыкание во время длительного рабочего процесса батареи;
- 2) выдавливание, деформацию и прокол батареи, вызванные экстремальными условиями, такими как столкновение транспортного средства;
- 3) под влиянием перезаряда и чрезмерного разряда, которые вызывают снижение емкости батареи, дендрит лития, образованный литием на электроде, проникает в сепаратор и вызывает короткое замыкание.

Другой наиболее часто встречающейся неисправностью аккумулятора является внешнее короткое замыкание. Данное событие вызывает 20 % отказов аккумуляторов. Событие имеет следующие причины: деформация корпуса аккумуляторной системы в результате столкновения, погружение в воду и выход из строя соединительной линии. Это вызывает короткое замыкание положительного и отрицательного электродов аккумулятора. Когда происходит замыкание, энергия, запасенная в батарее, выделяется в виде

тепла, что приводит к быстрому повышению температуры батареи. Когда одна батарея в аккумуляторном блоке закорочена, чтобы сбалансировать напряжение ее параллельные ветви должны разряжаться большим током, что приводит к чрезмерному разряду батареи в общем. Если короткое замыкание длится долго, то это приведет к необратимому повреждению аккумулятора.

Выводы:

1) необходимо разработать методы повышения отказоустойчивости и исследовать методы диагностирования множественных неисправностей аккумуляторной системы;

2) нужно разработать более эффективное управление тепловым режимом батареи, как для положительных, так и для отрицательных температур эксплуатации;

3) требуется совершенствование системы самодиагностики батареи на основе данных из разнесенных независимых источников, что повысит отказоустойчивость системы;

4) предлагается внесение возможности механического изолирования неисправных аккумуляторных ячеек.

УДК 531.7.08

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

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

Безопасность транспортных средств и защита окружающей среды все больше зависят от правильного функционирования систем с электронным управлением. С момента появления электронных систем в 1960-х годах их использование на транспортных средствах стало быстро расти. От самых ранних примеров, таких как круиз-контроль и замена динамо-машин на генераторы, до современных антиблокировочных тормозов и систем управления двигателем.

Основные требования к надежности электронных систем автомобиля отражены в международном стандарте *ISO 26262* по функциональной безопасности дорожных транспортных средств. Одним из фундаментальных требований этого документа является возможность предотвращения отказа.

Для этого требуется система с резервированием, которая удваивает стоимость электроники.

Надежность становится главным приоритетом для автомобильных полупроводников. Полупроводниковые устройства в автомобилях должны служить до 20 лет, даже при частом использовании в экстремальных условиях окружающей среды. Например, информационно-развлекательная система автомобиля, не считается критически важной для безопасности при ее проектировании, она, должна работать так же хорошо, как и критически важная система в аварийной ситуации. Категория аудио, коммуникаций, развлечений и навигации наиболее проблемная область в жалобах на качество электронных систем автомобилей. На его долю приходится 22 % всех зарегистрированных неисправностей электронных систем автомобиля.

В настоящее время автомобильные производители начали требовать, чтобы электронные компоненты прослужили 18 лет без сбоев. Частично это связано с тем, что потребители с меньшей вероятностью купят следующий автомобиль у той же компании при повторных сбоях. Проблема усугубляется тем, что количество микросхем и электронных компонентов в автомобилях быстро растет. *Audi* сообщает о 7 000 полупроводниковых устройств в своих моделях, и каждый день выпускается около 4 000 автомобилей. Выход из строя в пределах одной части на миллион равен 24 неисправным автомобилям в день. Для *BMW*, которая использует примерно вдвое меньше электронных компонентов, но производит 10 000 автомобилей каждый день, это равняется 54 неисправным автомобилям. И это только для начала, потому что количество электронного контента в автомобилях растет.

В настоящий момент на электронику приходится до 30 % стоимости автомобиля. С появлением автономного вождения (прогнозируется к 2030 году) доля в стоимости вырастет до 50 %. Не всегда ясно, что является серьезным дефектом, а что нет. Некоторые скрытые дефекты могут никогда не вызвать отказы, в то время как другие, менее очевидные, могут перерасти в более серьезные проблемы при различных условиях окружающей среды или чрезмерной вибрации.

Одним из способов повышения надежности электронных систем автомобилей является распределенное подключение контроллеров к каждому исполнительному механизму. Отказ одного из электронных контроллеров не ведет к отказу всей электроники автомобиля. Построение модели отказа электронного автомобильного компонента требует долгого тестирования с целью выведения полуэмпирической зависимости.

Для оценки надежности электронных систем используют 2 показателя: доля транспортных средств, с отказом отнесенная к общему пробегу автомобилей; доля транспортных средств, отнесенная к общему количеству транспортных средств. Данные для анализа предлагается собирать опираясь на работу компаний занимающихся арендой автомобилей.

На рис. 1 приведена взаимосвязь между частотой отказов электронных систем автомобиля и его возрастом. График показывает, что наибольшее число неисправностей изошло в течении первых 3 лет эксплуатации.

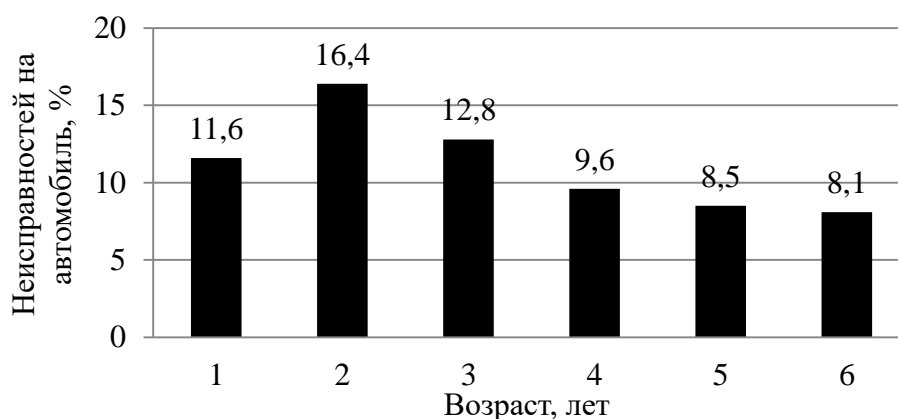


Рис. 1. Доля отказов электронных компонентов автомобиля от общего числа отказов в зависимости от его возраста

В электронных компонентах автомобилей постепенному отказу подвержены следующие элементы: интегральные схемы; межкомпонентные соединения; керамические конденсаторы; электролитические конденсаторы; пленочные конденсаторы; устройства памяти; светоизлучающие диоды и резисторы для лазерных диодов; покрытия на основе серебра; разъемы реле и других электромеханических компонентов; вискеры олова.

На рис. 2 показано количество отказов электронных систем за весь срок службы автомобиля от общего числа отказов. График показывает, что наибольшее число отказов приходится на системы автосигнализации. Системы, считающиеся критически важными для безопасности, либо потому, что они влияют на характеристики транспортного средства во время удара, либо потому, что их неправильная работа может косвенно привести к возникновению аварии, нуждаются в особой оценки их надежности. Основными такими системами являются АБС и подушки безопасности. Считается, что они имеют наибольший потенциал для изучения.

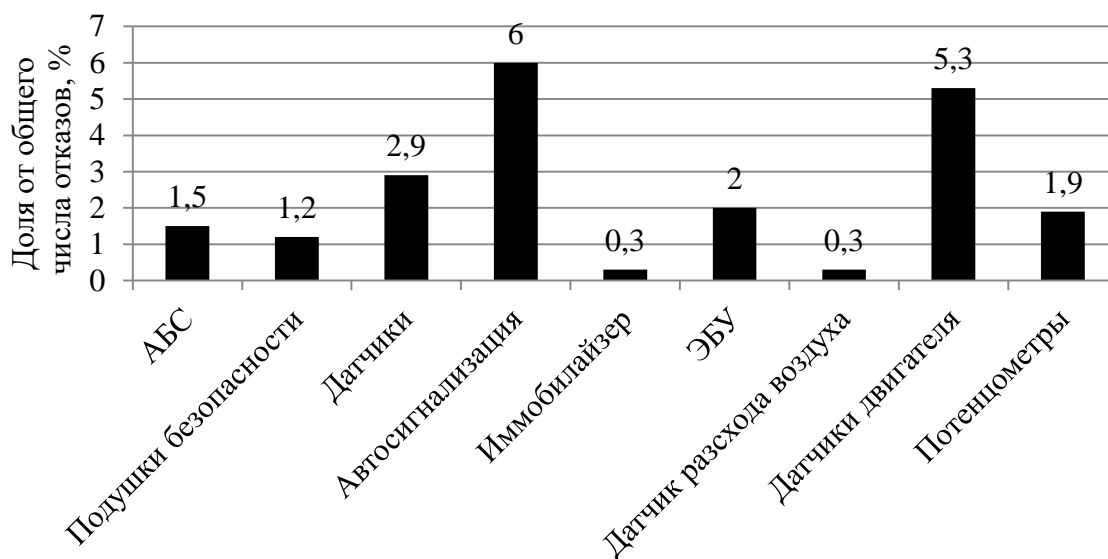


Рис. 2. Доля отказов электронных систем автомобиля за весь срок службы

Распределение отказов внутри одной электронной системы сильно различается. Например, на рис. 3 приведено число отказов датчика АБС и ЭБУ АБС по годам эксплуатации. Датчик АБС в 5 раз чаще вызывает неисправность, чем ЭБУ АБС.

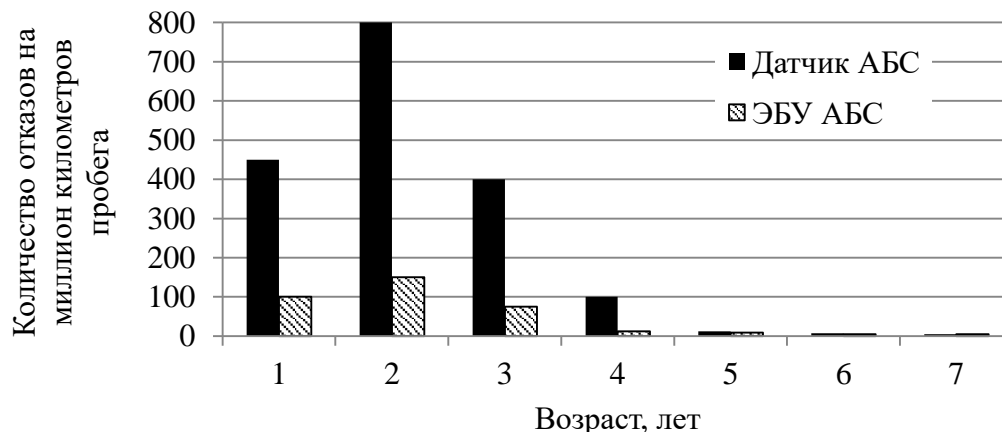


Рис. 3. Число отказов датчика АБС и ЭБУ АБС по годам эксплуатации

Невозможно сделать точные прогнозы относительно будущего числа отказов электронной системы, поскольку в данных сложно выявить четкий тенденций. Нет оснований ожидать, что частота отказов системы будет иметь циклический характер с большим количеством отказов в первые годы внедрения и меньшим количеством отказов по мере развития системы. Каждый раз, когда система обновляется или вводится совершенно новая система, начинается новый цикл.

Существующие системы получают развитие и становятся более совершенными. Например, системы подушек безопасности превратились в сложные наборы подушек, как для передней, так и для боковой защиты с использованием сложных алгоритмов для оптимизации развертывания. Следовательно, ожидается, что частота отказов увеличится просто из-за увеличения количества устройств. Также увеличение сложности программного обеспечения может вызвать увеличение числа отказов.

В будущем будут использоваться электронные системы, обеспечивающие полный контроль над рулевым управлением, предотвращение столкновений, защиту пешеходов и автоматическое ведение по маршруту. Эти типы систем очень важны для безопасности, и любые отказы в этих системах могут иметь серьезные последствия.

Выводы: Отказ систем с электронным управлением составляет небольшую часть всех выявленных неисправностей по сравнению с такими предметами обслуживания, как шины, выхлопные газы и аккумуляторы. Существует множество неисправностей электронных систем, которые могут остаться незамеченными с помощью программы самодиагностики. Частота отказов некоторых систем с электронным управлением сопоставима с некоторыми механическими системами, которые считаются достаточно важными, чтобы быть частью режима ежегодной проверки.

УДК 531.7.08

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

ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ГИБРИДНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РФ

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

Большая часть затрат на жизненный цикл городских автобусов связана с капитальными и эксплуатационными расходами. Несмотря на то, что капитальные затраты на гибридные городские автобусы высоки, более низкие затраты на топливо значительно снижают эксплуатационные расходы, что делает их уже потенциальной заменой для обычных городских автобусов с дизельным двигателем.

Диверсификация альтернативных технологий трансмиссии увеличивает сложность принятия решений, поэтому необходимо детально изучить различные конфигурации городских автобусов. Это особенно важно при оценке рентабельности городских автобусов, когда принимаются во внимание график работы и планирование маршрута.

Обзор исследований посвященных эксплуатации гибридных автобусов выявил, что они посвящены:

- 1) энергоэффективности и снижению выбросов;
- 2) исследованию гибридных схем;
- 3) разработке стратегий управления энергопотреблением;
- 4) анализу затрат и доходов при эксплуатации различных типов городских автобусов.

Типичное использование городских автобусов чрезвычайно хорошо подходит для максимального использования многих преимуществ гибридной технологии. Фактически проекты гибридных городских автобусов были созданы давно. Самым большим технологическим барьером был накопитель энергии, но в настоящее время *Li-ion* батареи предлагают адекватные характеристики с точки зрения мощности и энергоемкости. Однако стоимость литиевых батарей довольно высока, но есть твердое убеждение, что эти затраты могут быть значительно сокращены в будущем.

В настоящее время большинство коммерчески доступных гибридных городских автобусов имеют топологию линейной и параллельной гибридной трансмиссии (рис. 1).

Особенность линейной топологии: всю тяговую мощность вырабатывает только электродвигатель, а мотор-генератор (генераторная установка) с накопителем энергии обеспечивает мощность для тяги. Поскольку между двигателем и колесами нет механической связи, расположение компонентов достаточно гибкое, и управление двигателем не зависит от скорости автомобиля. Линейная топология обеспечивает более высокую энергоэффектив-

ность на низких средних скоростях. Стоимость обслуживания такой компоновки ниже из-за меньших нагрузок на двигатель, но дополнительные компоненты делают его равным по сравнению с параллельным гибридом.

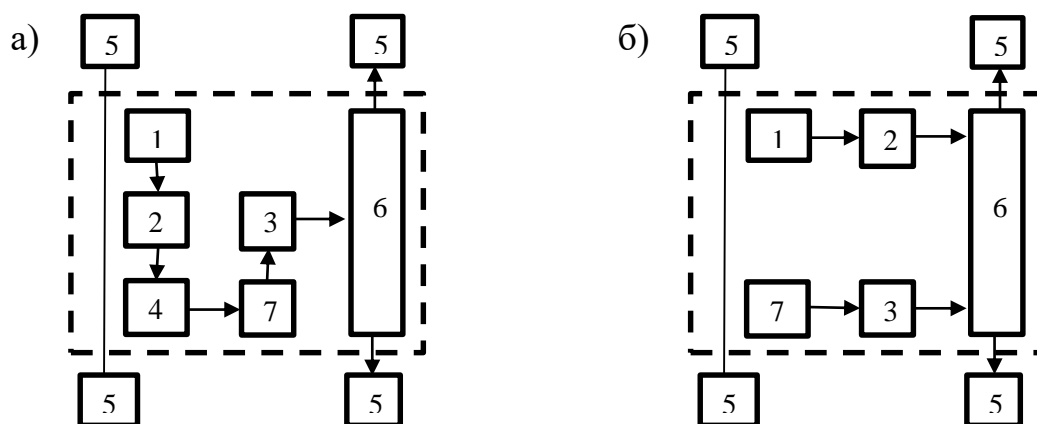


Рис. 1. Упрощенная топология гибридной трансмиссии городского автобуса:
а – линейной; б – параллельной; 1 – дизельное топливо; 2 – ДВС;
3 – мотор – генератор; 4 – генератор; 5 – колесо; 6 – трансмиссия; 7 – батарея

Особенность параллельной топологии: степень гибридизации может довольно сильно варьироваться, что позволяет адаптировать гибридную конфигурацию к конкретному применению и работе. Поскольку двигатель напрямую связан с колесами, это приводит к более высокой эффективности трансмиссии по сравнению с линейной топологией. За счет интеграции тягового электродвигателя в трансмиссию такая гибридная трансмиссия может уместиться в довольно компактном объеме и практически заменить обычную автоматическую трансмиссию. Параллельная гибридная трансмиссия более энергоэффективна при движении с высокой средней скоростью. Такая компоновка обладает небольшим размером накопителя энергии.

Гибридные автобусы дороже в производстве, чем обычные автобусы с дизельным двигателем. Большая часть дополнительных затрат связана с дорогими электрическими компонентами, такими как аккумулятор, электродвигатель и силовая электроника, а также с инженерными разработками, особенно в области управления системой. Поскольку для большинства электрических компонентов требуются относительно стабильные условия работы, то часто используется жидкостное охлаждение для управления тепловым балансом, что требует дополнительных подсистем и управления. После

анализа прайс-листов автобусов установлено, что стоимость гибридной версии автобуса по сравнению с дизельной дороже на 30 – 70 %. Большой разброс отчасти можно объяснить различными гибридными технологиями.

Для проведения моделирования энергоэффективности различных трансмиссий городских автобусов необходимо выбрать эталонные маршруты. В зарубежном опыте существует ряд эталонных маршрутов, среди которых, как пример, можно выделить: *MAN* (автобусный цикл Манхэттена), *NYC* (автобусный цикл Нью-Йорка) и *OCC* (Автобусный цикл округа Ориндж). Эти циклы являются хорошо известными циклами динамометрических испытаний городских автобусов для оценки их энергоэффективности. Характеристики этих маршрутов представлены на рис. 2. К сожалению, в опыте РФ таких общепризнанных нормативных маршрутов не существует.

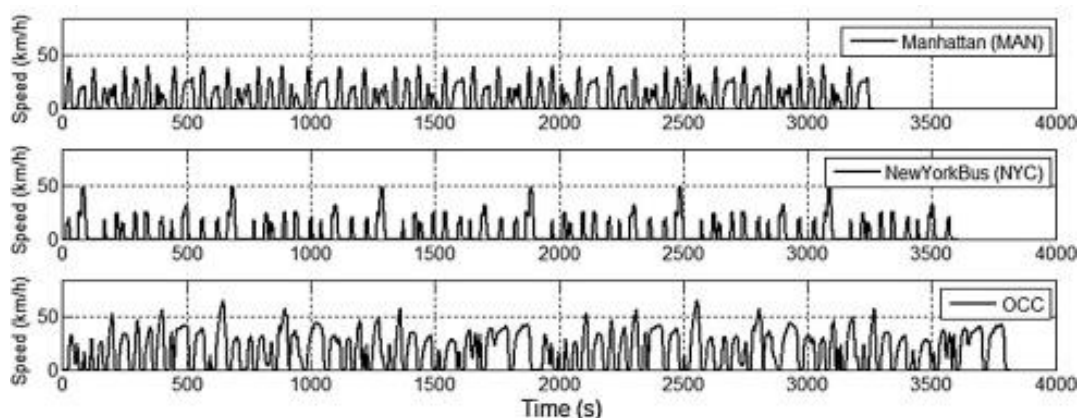


Рис. 2. Типовые маршруты, используемые для моделирования

Влияние ездового цикла представлено на рис. 3, где показано потребление дизельного топлива как функция средней скорости движения при эксплуатации для различных конфигураций трансмиссий автобусов.

Результаты исследований показывают, что если капитальные затраты на гибридные автобусы на 40 % выше, чем на обычные автобусы с дизельным двигателем. Рост цен на топливо снижает затраты на жизненный цикл гибридных конфигураций автобусов относительно обычных дизельных. Это подчеркивает важность выбора топологии гибридной технологии. Затраты на систему хранения энергии (аккумуляторные батареи) являются наиболее критическими факторами для гибридных городских автобусов.

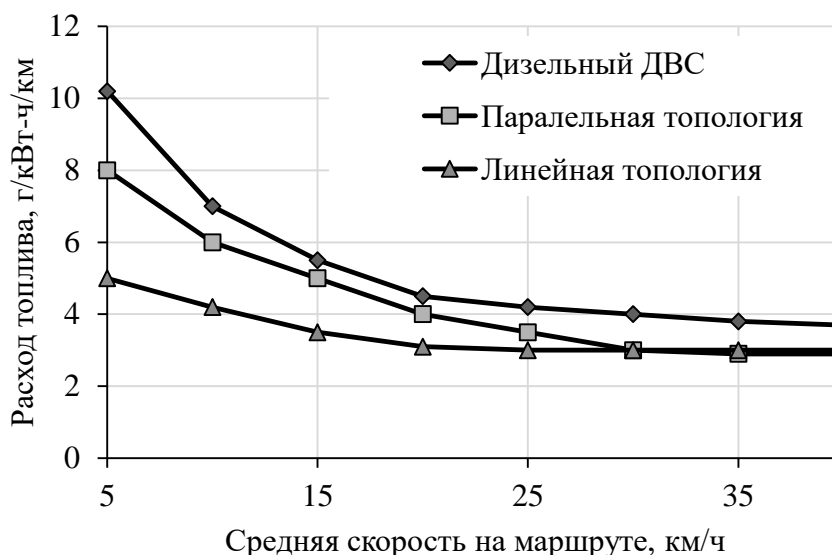


Рис. 3. Энергозатраты в зависимости от средней скорости движения

Выводы: По результатам исследования можно дать определенные рекомендации для транспортных агентств по выбору альтернативных технологий трансмиссии для городских автобусов. Во-первых, очень важно принимать во внимание операционную среду и понимать технические характеристики новых технологий в различных условиях. Во-вторых, преимущества альтернативных технологий трансмиссии с точки зрения энергоэффективности, особенно в сравнении с традиционными дизельными автобусами, должны быть тщательно исследованы на предмет срока службы автобусов. При управлении стоимостью жизненного цикла городского автобусного парка необходимо учитывать множество факторов, а в случае гибридных автобусов особое внимание следует уделять планированию маршрутов движения.

УДК 531.7.08

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

ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ГИБРИДНЫХ ГРУЗОВИКОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РФ

В последние годы экологические проблемы и безопасность энергоснабжения вынудили российское правительство искать экологически безопасные, эффективные и устойчивые транспортные решения. Согласно дан-

ным Международного энергетического агентства *IEA*, автомобильные грузовые перевозки составляют 32 % от общего потребления энергии, связанной с транспортом. В 2021 году спрос на нефть для грузовых автомобильных перевозок в мире составляет более 18 % мирового потребления нефти. Благодаря высокому расходу топлива и относительно интенсивному использованию с точки зрения пройденных километров транспортных средств, на большегрузные автомобили приходится почти 50 % общего расхода топлива на дорогах РФ. РФ будет внедрять экологические стандарты для новых тяжелых коммерческих автомобилей, продаваемых в РФ. Следовательно большегрузные автомобили обладают потенциалом и необходимостью снижения выбросов.

Гибридный электромобиль – многообещающий способ снизить расход топлива и выбросы по сравнению с обычным транспортным средством. Однако основными проблемами, связанными с гибридными электромобилями большой грузоподъемности, являются:

1) разнообразные виды приводов и сложный рабочий цикл исключают универсальный подход к проектированию гибридных электрических силовых агрегатов;

2) большой упор на экономическую рентабельность;

3) отсутствие платформы моделирования для изучения и оптимизации конструкции системы трансмиссии и изучения экономического воздействия гибридной трансмиссии в различных экономических сценариях.

Чтобы преодолеть эти проблемы, в этой статье предлагаются подходы к построению модели, включающую модель деградации батареи и модель общей стоимости владения, чтобы оптимизировать и сравнить производительность архитектур силовых агрегатов.

Были изучены основные архитектуры грузовых гибридных автомобилей, выпускаемых промышленностью, они показаны на рис. 1. Были исследованы преимущества и недостатки каждой гибридной архитектуры по сравнению друг с другом. Установлено, что сравнение между различными гибридными архитектурами в условиях движения в РФ все еще требует изучения.

Из открытых источников установлено, что гибридный автомобиль окупаются менее чем за шесть лет, из которых на параллельную конфигурацию уходит всего 4 года. Конфигурация с разделением мощности имеет наименьшую общую стоимость из-за низкого расхода топлива и окупается за 3 года.

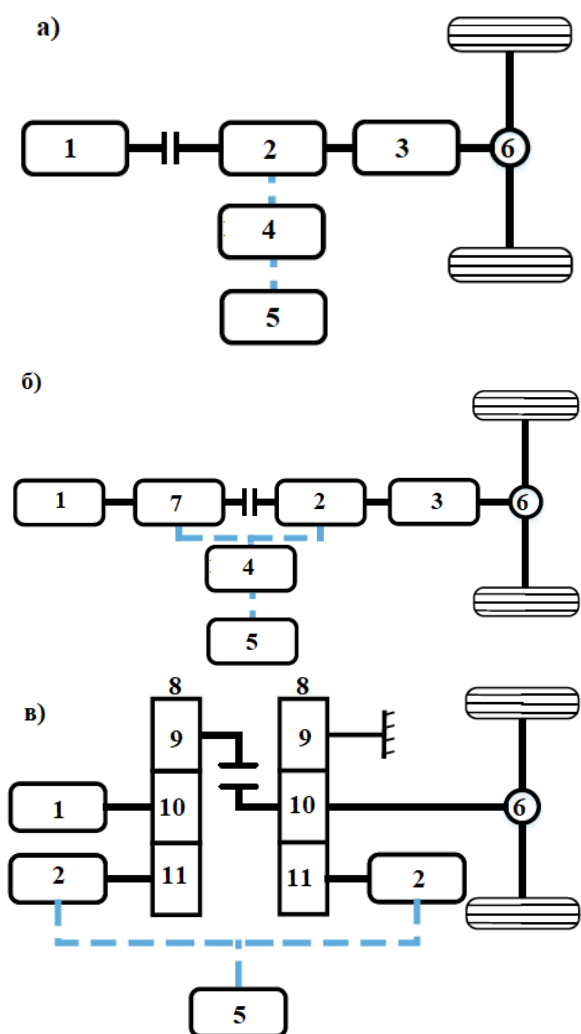


Рис. 1. Архитектуры гибридных электрических силовых агрегатов для большегрузных автомобилей:

- а) параллельная компоновка;
 - б) последовательно-параллельная компоновка;
 - в) компоновка с разделением мощности;
 - 1 – двигатель внутреннего сгорания;
 - 2 – однофазный электродвигатель переменного тока;
 - 3 – трансмиссия;
 - 4 – инвертер;
 - 5 – батарея;
 - 6 – главная передача;
 - 7 – интегрированный стартер-генератор;
 - 8 – планетарная передача;
 - 9 – кольцевая шестерня;
 - 10 – водило;
 - 11 – солнечная шестерня
- разделение мощности;
- – электрическая связь;
 - – механическая связь

Основные параметры автомобиля, которые применимы ко всем трем архитектурам гибридных трансмиссий приведены в табл. 1.

Чтобы проанализировать энергетические характеристики трех гибридных архитектур необходимо провести моделирование с динамикой первого порядка. Основные параметры гибридных архитектур приведены в табл. 2.

Таблица 1

Параметры автомобилей

Параметры	Единица измерения
Масса автомобиля	кг
Радиус колеса	м
Фронтальная площадь автомобиля	м ²
Коэффициент лобового сопротивления	-
Коэффициент сопротивления качению	-
Плотность воздуха	кг/м ³
Коэффициент инерции	-

Таблица 2

Параметры гибридных архитектур

Компонент	Параметр	Единица измерения
ДВС, Электродвигатель, электрогенератор	Тип	-
	Пиковая мощность	кВт
	Номинальная скорость вращения	об/мин
	Максимальный крутящий момент	Нм
	Пиковая эффективность	%
Аккумуляторная батарея	Номинальное напряжение аккумуляторной батареи	В
	Емкость ячейки	А-ч
	Номинальное напряжение батареи	В
	Энергия аккумулятора	кВт-ч
	Степень заряда аккумулятора	%

В аккумуляторной батарее каждый модуль состоит из ряда последовательно соединенных аккумуляторных ячеек, определяемых номинальным напряжением электродвигателя и определенным количеством модулей, подключенных параллельно. Предполагается, что аккумуляторные элементы полностью сбалансированы и деградируют в том же самом источнике. Следовательно, в моделировании нуждается только одна ячейка. Модель эквивалентной схемы внутреннего сопротивления широко используется для представления поведения батареи. В данной модели батарея рассматривается, как напряжение холостого хода U_{XX} и внутреннее сопротивление $R_{БАТ}$ как показано на рис. 2.

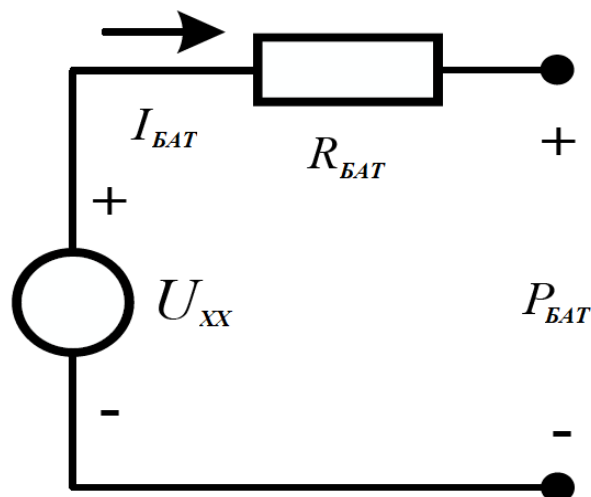


Рис. 2. Эквивалентная модель аккумуляторной батареи

Динамическая модель деградации аккумулятора показана ниже (1).

$$Q_{loss} = Ae^{-\left(\frac{E_a + BC_{rate}}{RT_{bat}}\right)} (A_h)^z, \quad (1)$$

где Q_{loss} – процент потери емкости батареи;

A – предэкспоненциальный множитель;

E_a – энергия активации, Дж;

R – газовая постоянная, Дж/(мольК);

T_{bat} – температура батареи, К;

A_h – емкость батареи, А-ч;

z – индекс;

C_{rate} – скорость разряда батареи;

B – коэффициент компенсации.

Выводы.

В этой статье сравниваются три гибридных электрических силовых агрегата, которые используются в грузовиках большой грузоподъемности. На основе модели динамической деградации батареи, предлагается вывести наилучшее решение стратегии управления затратами на эксплуатацию гибридных грузовиков.

Предположено, что разные архитектуры гибридных автомобилей имеют разные преимущества и могут использоваться для удовлетворения различных требований, таких как экономия топлива, начальная стоимость и период окупаемости.

УДК 619.113

М. В. Латышев, А. Г. Кириллов, О. П. Кокарев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

КАЛИБРОВКА ТЕНЗОДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ В ТОРМОЗНОМ МЕХАНИЗМЕ

Тормозная система автомобиля одна из самых исследуемых систем среди ученых, как за рубежом, так и в нашей стране. По тормозной системе ежегодно проводится десятки исследований и регулярно публикуются научные работы. В данной статье рассматривается процесс калибровки элек-

тронного датчика давления тормозной жидкости в тормозной системе. В качестве калибратора (эталона) использовался механический манометр от 0 до 10 МПа, класс точности 2,5 [1].

В качестве калибруемого элемента (датчика давления) применяется тензометрический преобразователь избыточного давления *MP 25-21 M1* (рис. 1).



Рис. 1. Тензопреобразователь серии *MP*

Основные технические характеристики тензопреобразователя представлены в таблице ниже и на рис. 2.

Таблица 1

Основные технические характеристики

№ п/п	Параметр	Значение
1	Номинальное значение давления, МПа	от 0 до 25
2	Предельные значения давления, МПа	до 50
3	Давление продавливания (разгерметизации), МПа	до 75
4	Рабочие температуры, °С	-45...+ 200
5	Напряжение сигнала, мВ	10

Более подробные технические характеристики указаны в источнике [2].

Функционирование рассматриваемого преобразователя основывается на принципах тензометрии. Внутри датчика имеется титановая диафрагма, которая выгибается при воздействии внешних сил (избыточного давления тормозной жидкости в нашем случае), тем самым изменяя свое сопротивление. Изменение сопротивления и будет показателем изменения давления. У преобразователя имеется 4 вывода (рис. 2, а). Нижняя часть датчика имеет резьбу М 10х1,25. Средняя часть датчика имеет шестигранную форму под торцевой ключ на 12 мм (рис. 2, б).

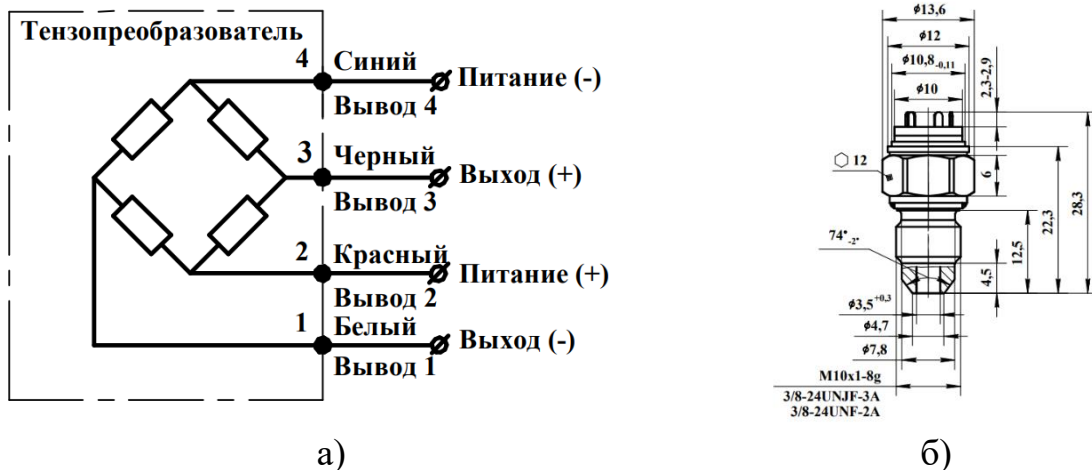


Рис. 2. Схема тензопреобразователя «замкнутый мост»

Два входных и два выходных контакта. Все контакты подключаются на модуль *HX711*, который преобразовывает изменение сопротивления диафрагмы в сопротивление электрической цепи напряжением 5 В. Далее модуль подключен к аналого-цифровому преобразователю (АЦП). В качестве АЦП применяется плата *Arduino Nano*, в которой записывается специальный алгоритм обработки данных с датчика давления и вывода данных на экран компьютера или записи на внешний носитель (рис. 3).

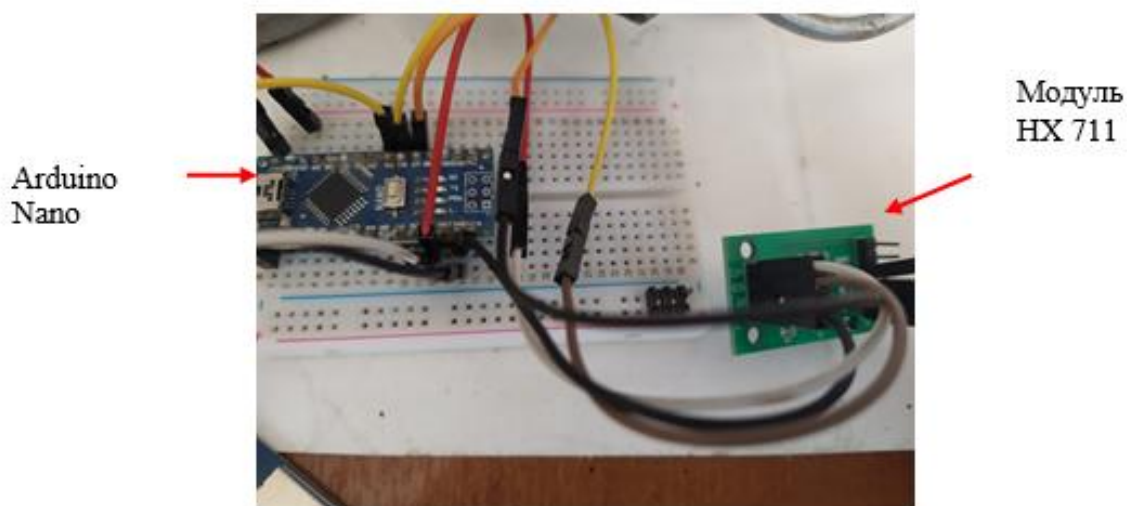


Рис. 3. Модуль HX711 с АЦП *Arduino Nano*

Тензодатчик имеет такую же резьбу, как и тормозной суппорт под штуцер прокачки гидравлической магистрали. Тензодатчик *MP* коммуницирует вместе с модулем *HX711* и АЦП *Arduino Nano*, и подключается к системному блоку персонального компьютера.

В качестве испытательной системы был собран специальный тормозной стенд (рис. 4). Стенд состоит из тормозного механизма с тормозным диском, гидравлического привода, главного тормозного цилиндра (ГТЦ), бачка с тормозной жидкостью, крепежных кронштейнов и механического винта для изменения хода штока ГТЦ, от которого зависит давление в системе. Данный стенд частично имитирует тормозную систему автомобиля. Вместо штуцера прокачки тормозной системы, установлен тензопреобразователь давления *MP 21-25*, который совместно с электронными компонентами позволяет фиксировать изменения давления тормозной жидкости в системе. В гидравлический привод встроен механический манометр для контроля давления тормозной жидкости.

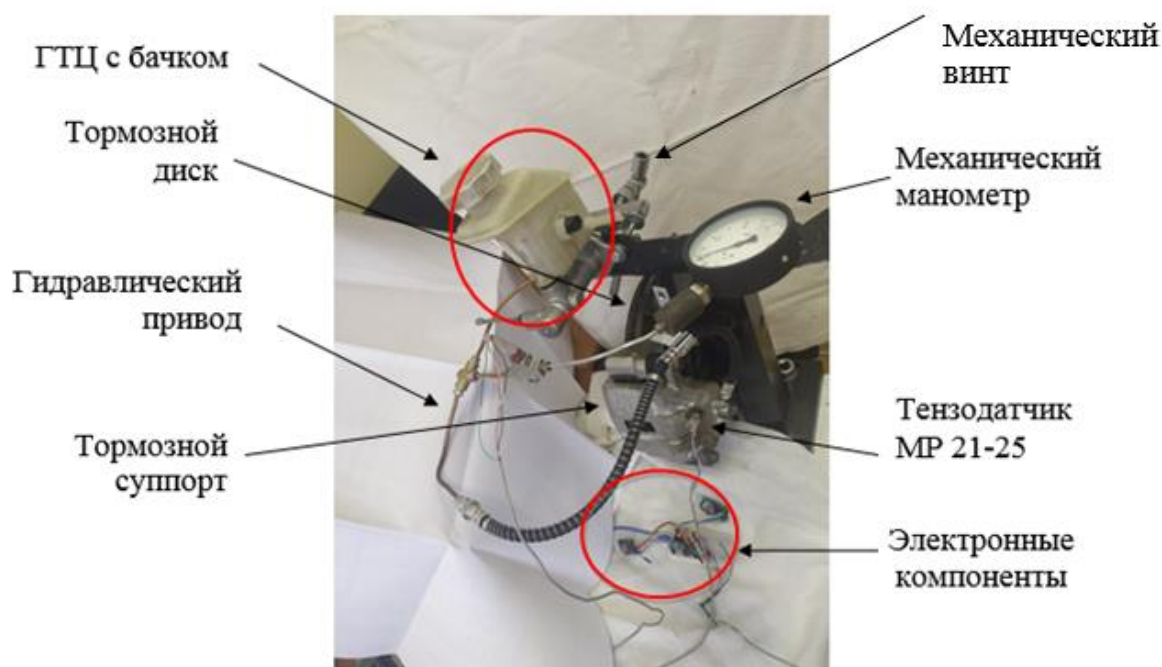


Рис. 4. Тормозной стенд

При перемещении штока главного тормозного цилиндра, в гидравлическом приводе тормозного стенда создается давление, т.е. имитируется нажатие на педаль тормоза. Параллельно в привод подсоединен через тройник механический манометр. Для программатора АЦП написана специальная программа (скетч) в среде программирования *Arduino*, чтобы обрабатывать сигнал от датчика *MP 21-25*.

При создании давления в гидравлическом приводе, тензодатчик изменяет свое сопротивление и в АЦП фиксируется показание изменение электронного сигнала. По умолчанию *Arduino* запрашивает тензодатчик 1000 раз

в секунду. Для калибровки принимаем, что достаточно опрашивать датчик 2 раз в секунду, т.к. измерение физических величин тормозных свойств автомобиля (например, ускорения замедления) измеряется в десятых долях секунды. При увеличении давления на 2 атм., показания датчика были стабильны (рис. 5). Увеличение давления происходило от 0 до 8 атм., с задержкой 5 сек.



Рис. 5. Показания тензопреобразователя от 0 до 10 атм.

Не равномерность повышения давления обуславливается не равномерными действиями оператора.

Увеличиваем давления в приводе с шагом 2 атм. с помощью механического винта, который воздействует на шток ГТЦ. Интервал между показаниями по манометру зависит от времени удерживании давления в приводе на конкретном значении.

Значение давления определяем по манометру. Так как в гидравлическом приводе давление может подниматься свыше 50 атм., то значение для калибровки увеличим до 60 атм. С шагом в 10 атм. (рис. 6).

На значении шкалы манометра 2, 3, 4, 5 и 6 МПа давление в системе не повышалось в течение 5 секунд. Всего на интервале давления от 0 до 60 атм., было снято датчиком 160 значений и записано в память АЦП. Как видно из рис. 6, каждые 10 атм. соответствуют значению датчика в $12,5 \times 10^5$. А 1 атм. (рис. 5) соответствует значению $1,25 \times 10^5$. Стоит отметить, что на максимальных значениях графиков присутствует не большой гистерезис (рис. 5 и 6). При проведении процесса калибровки, на механическом манометре также было не большое отклонение стрелки циферблата назад.

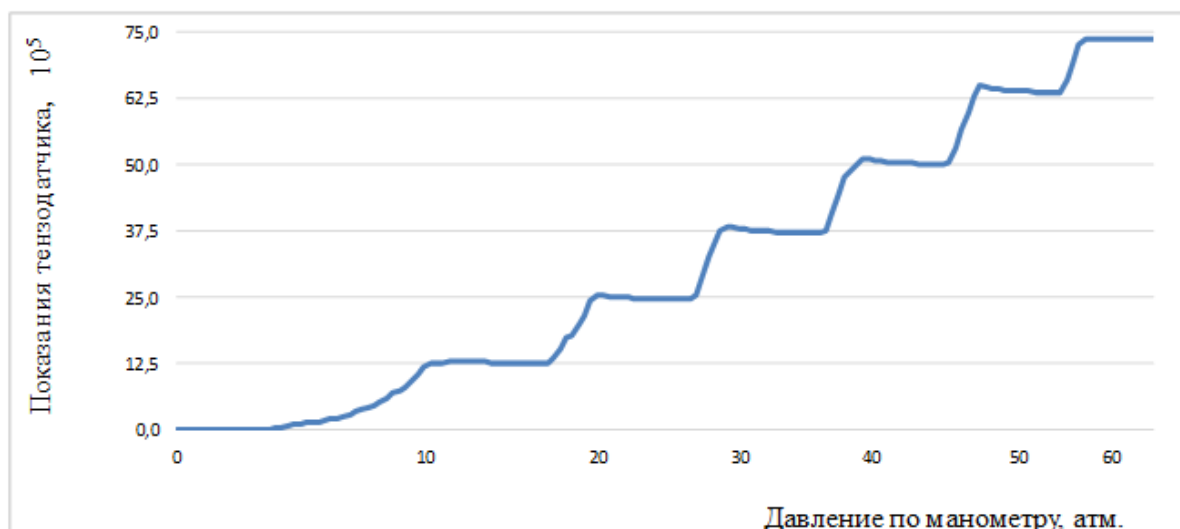


Рис. 6. Показания тензопреобразователя от 0 до 60 атм.

В процессе калибровки, зафиксированные показания тензопреобразователя свидетельствуют о стабильности его работы и возможности применения в качестве электронного измерительного средства давления в гидроприводе тормозной системы с использованием компьютерной техники для дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. ГОСТ 2405-88. Межгосударственный стандарт манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры.
2. Микроэлектронные тензопреобразователи давления и силы преобразователи давления. Тензопреобразователи давления серии *MP* [Электронный ресурс] // URL <http://microtensor.ru/catalog/mikroelektronnye-tenzopreobrazovateli-izbytochnogo-davleniya/serii-mp/MP%201-1-6...150--...>
3. Официальный сайт Ардуино. Среда разработки Ардуино. [Электронный ресурс] // URL http://arduino.ru/Arduino_environment (дата обращения 20.08.2021).
4. Проектирование тормозных систем автомобиля. Часть I. Тормозная динамика автомобилей. Тормозные механизмы. Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности Т 04.06 "Автомобили". Минск 2000.
5. Е. Васильева, Р. Жога, Ю. Малахова. Метрологическое обеспечение процесса диагностики тормозной системы автомобиля. Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск.

6. Воронина, И. Ф., Судак, Ф. М., Злей, А. В. Разработка системы мониторинга материально-технического обеспечения предприятий автосервиса // Вести автомобильно-дорожного института. 2018. № 4 (27). С. 46-52.

7. Бернацкий, В. В., Майоров, А. Ф. Стендовое оборудование для испытаний тормозов автомобиля и его совершенствование для возможности оценки работоспособности элементов тормозной системы с АБС // Журнал автомобильных инженеров. 2014. № 2 (85). С. 36-39.

8. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений // В. Г. Передерий, В. В. Мишустин. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2013. – 226 с.

9. Ляпич, Е. Н., Абдулманапов, М. А., Мохин, И. Н., Кисляков, Г. О. Исследование процесса движения рабочей жидкости в исполнительном механизме гидропривода тормозной системы. Вестник научных конференций. ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, № 2-5(6), 2016 г.

УДК 629.113

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

ЛИТИЙ-ТИТАНАТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Литий-титанатные аккумуляторы являются разновидностью литий-ионных аккумуляторов. У литий-титанатных аккумуляторов в качестве анода используется титанат лития (химическая формула которого $Li_4Ti_5O_{12}$). Разработкой литий-титанатных аккумуляторов начали заниматься ещё в 1980-х гг.

Сегодня о литий-титанатных аккумуляторах мало кто знает, по той причине, что производство их находится на малообъёмном уровне. Однако спрос на литий-титанатные аккумуляторы постепенно увеличивается, и они находят применение во многих отраслях. За счёт своего основного предназначения – электрического накопителя энергии, – литий-титанатные аккумуляторы применяются в современной бытовой технике, электромобилях и автомобилях, энергетических системах и современных гаджетах.

Большинство производителей литий-титанатных аккумуляторов, такие как *Seiko, YABO, Toshiba, Altair Nanotechnologies*, используют производ-

ство *Lithium Titanium Oxide*, на основе современной *LTO* (оксид титана) технологии, с помощью которой получается развитая нанокристаллическая структура анода. Данный факт является основным преимуществом литий-титанатных аккумуляторов. В отличие от пористого углерода, который применяют при создании других видов литиевых аккумуляторов, нанокристаллическая структура обеспечивает стабильность работы поверхности анода. Например, *LTO* технология позволяет получить эффективную площадь поверхности анода приблизительно в 100 м²/г и делает её более стабильной, в отличие от углеродных – около 3 м²/г. Благодаря такой высокой эффективности площади анода, заряд переносится быстрее, а характеристики допустимых токов повышаются. Данные положительные качества обеспечивают продолжительность, стабильность и безопасность эксплуатации литий-титанатных аккумуляторов.

Наиболее известными представителями инновационных аккумулялирующих устройств считаются аккумуляторы *LTO SCIB TOSHIBA*, обладающие очень высокими эксплуатационными характеристиками. В Японии проводится долговременный эксперимент, начиная с 2011 г., по отслеживанию изменения параметров *LTO* устройств при работе в городских автобусах. Первые транспортные средства, оснащённые современными аккумуляторными батареями, совершили пробег более 60 тыс. км, аккумуляторы прошли порядка 3 тыс. циклов быстрой зарядки. За данное время их ёмкость уменьшилась на 3 %. Инновационными аккумуляторами сегодня оснащаются всё больше электроавтомобилей, байков и другой техники на электрической тяге.

Внешняя оболочка литий-титанатных аккумуляторов (рис. 1) состоит из пластика, композиционного материала, иногда цветного металла. Большинство литий-титанатных аккумуляторов имеют клеммы, через которые выполняется контакт. Внешний вид напоминает цилиндр.

При работе литий-титанатного аккумулятора, в нём происходит определённая реакция. Ток накапливается и одновременно передаётся, причём накопление и передача выше, чем в аккумуляторах, созданных по другим технологиям производства. Литий-титанатные аккумуляторы можно зарядить до 100 % всего за 6 – 10 минут. При работе аккумулятор не нагревается, и, следовательно, его перегрев не возможен. Основной принцип работы мало отличается от работы литий-ионных аккумуляторов. В отрицательном электроде, сделанном из слоёного графита, идут беспорядочные процессы: атомы, заряжённые электричеством, перемещаются по матрице, сохраняя

напряжение. При разряде ионы лития стремятся наружу, проходя через катод и взаимодействуя с кислородом. Далее, ионы лития разряжаются, утрачивают первоначальное напряжение и оседают на поверхности анода до следующей зарядки. При зарядании ионов лития, процесс повторяется, но в обратной последовательности. В процессе работы, внутри корпуса скапливаются газы, пары которых выводятся через специальные выхлопные отверстия.



Рис. 1. Литий-титанатный аккумулятор 12 V 30 Ah с балансиром

Зарубежные и российские производители стараются выполнять одни и те же требования при производстве литий-титанатных аккумуляторов, что и является их достоинствами [1]:

- длительный срок службы, превышающий 20 000 циклов разряда/заряда – более 10, а то и 20 лет, в зависимости от модели;
- быстрое время зарядки – не более 6 мин.;
- большие силы тока на входе/выходе, сравнимые с конденсаторами;
- стабильность работы в большом температурном диапазоне от – 40 °С до + 55 °С;
- накопление энергии – 30 ÷ 110 Вт/кг;
- удельная мощность при максимальной нагрузке 3 ÷ 5,1 кВт/кг;

- плотность заряда не более 177 (Вт·ч)/л;
- номинальное напряжение – 1,9 – 2,4 В;
- предельное разрядное напряжение – 1,5 ÷ 1,7 В;
- небольшое внутреннее сопротивление – 1,0 мОм;
- циклическая эффективность «заряд-разряд» при низких токах колеблется в пределах 95 %, при более высоких понижается до 85 %;
- 100 000 сохраняет 90 % ёмкости батареи, 20 000 – 80 %, некоторые производители сумели поднять последний показатель до 40 000 циклов разряд-заряд;
- взрыво- и пожаробезопасность.

Специалисты называют литий-титанатные аккумуляторы «зелёными» источниками энергии, так как их работу можно считать экологически чистой.

Жизненный цикл аккумулятора существенно увеличен за счёт использования лития-титаната при изготовлении анода. Устройство выдаёт более 20 000 циклов заряд-разрядов. При этом возникает недостаток, заключающийся в том, что напряжение таких батарей падает в зависимости от их ёмкости. При понижении рабочего напряжения до 2,0 В снижается показатель удельной энергии. Тем не менее, работая в критических условиях литий-титанатные аккумуляторы самые мощные среди аналогов, способные обеспечивать максимальный поток энергии. Самым большим минусом *LTO* считается их медленное массовое распространение.

Явное преимущество *LTO* в сравнении с другими источниками питания, позволяет широко использовать литий-титанатные аккумуляторы в электрических транспортных средствах, светофорах, электростанциях, яхтах, зарядных станциях, финансовых объектах, больницах, системах резервного питания, станциях связи, центрах телекоммуникации, самоуправляющихся метеостанциях, общественном транспорте. Постепенно литий-титанатные аккумуляторы начинают внедрять и в другие отрасли. Их можно увидеть в мобильных медицинских устройствах, наручных часах, видеокамерах, цифровых аппаратах и даже в сотовых телефонах и ноутбуках.

Первичная зарядка устройства определена химической реакцией катода и анода. Дальнейшая зарядка возможна с помощью подключения внешнего прибора. Заряжают *LTO* только при условии подачи постоянного тока, устанавливается постоянное напряжение до полного заряда.

Литий-титанатные аккумуляторы считаются необслуживаемые. Если происходит повреждение, либо отказ в работе, отремонтировать его нельзя, так как открытие крышки устройства разрушает пластины аккумулятора.

Заряд литий-титанатных аккумуляторов нужно периодически проверять специальными приборами. Специалисты обязаны просматривать корпус на сохранность, клеммы, при необходимости удалять образовавшиеся окисления и грязь. Замыкание контактов недопустимо.

Литий-титанатные аккумуляторы считаются отходами 2 класса опасности, утилизация которых должна выполняться по особым правилам. Поэтому производители рекомендуют при утилизации литий-титанатных аккумуляторов сдавать их компаниям, которые специализируются на утилизации опасных отходов.

Литий-титанатные аккумуляторы являются прорывом в современном производстве аккумуляторов. Их по праву можно назвать совершенными, эффективными и безопасными. Однако их большой недостаток заключается в высокой стоимости и рыночном дефиците. Так стоимость литий-титанатного аккумулятора 12 V 30 Ah с балансиром (рис. 1) составляет 21 780 Р. [2]

Список использованных источников

1. Литий-Титанатные аккумуляторы [Электронный ресурс] // URL : <https://istochnikipitaniy.ru/akkumulyatory/batarei/lto.html> (дата обращения 30.09.2021).

2. Литий-Титанатные *LTO* аккумуляторы [Электронный ресурс] // URL : <https://lifepo4.ru/akkumulyatory-lifepo4/litij-titanatnye-lto-akkumulyatory/> (дата обращения 30.09.2021).

УДК 62-932.4

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

ПОЧЕМУ ДОРОЖАЕТ БЕНЗИН?

Почему в РФ, которая имеет свои нефтеперерабатывающие производства и входит в десятку стран по нефтяным запасам постоянно растут цены на бензин?

Динамика цен на бензин за последние 10 лет демонстрирует свой непрерывный рост (см. рис. 1) [1]. В 2011 году 1 л бензина «АИ-95» стоил 25,25 Р. В 2021 году 1 л бензин этой же марки стоит 48,21 Р. Ежегодный среднеарифметический прирост цены за бензин «АИ-95» за 10 лет составил 2,3 Р. Цифра не большая, но при постоянном процессе заправки транспортного средства данная цифра даёт ощутимый вес, что неблагоприятно сказывается на достатке простого гражданина РФ.

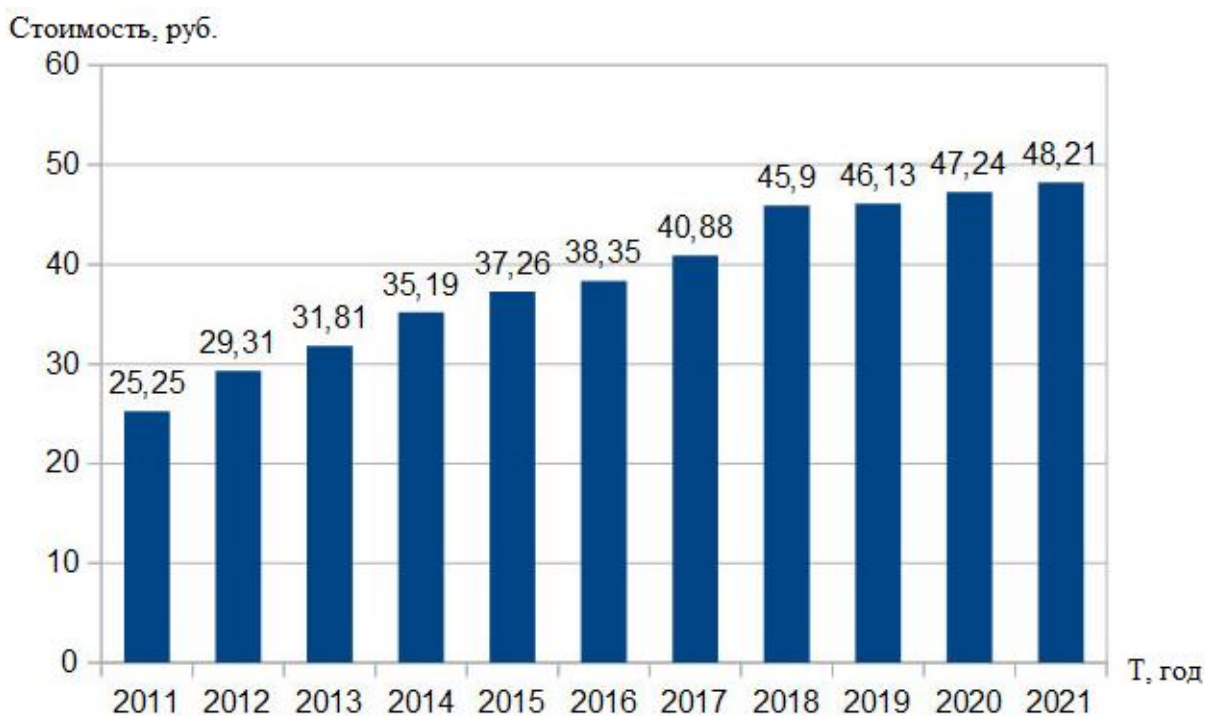


Рис. 1. Динамика цен на бензин за 10 лет [1]

Если провести сравнительный анализ стоимости нефти за рассматриваемый период (2011 – 2021 гг.) (рис. 2) [1], то можно заметить, что на любое изменение стоимости нефти стоимость бензина увеличивается. Специалисты такое явление объясняют акцизной политикой государства и особенностями торговой политики.

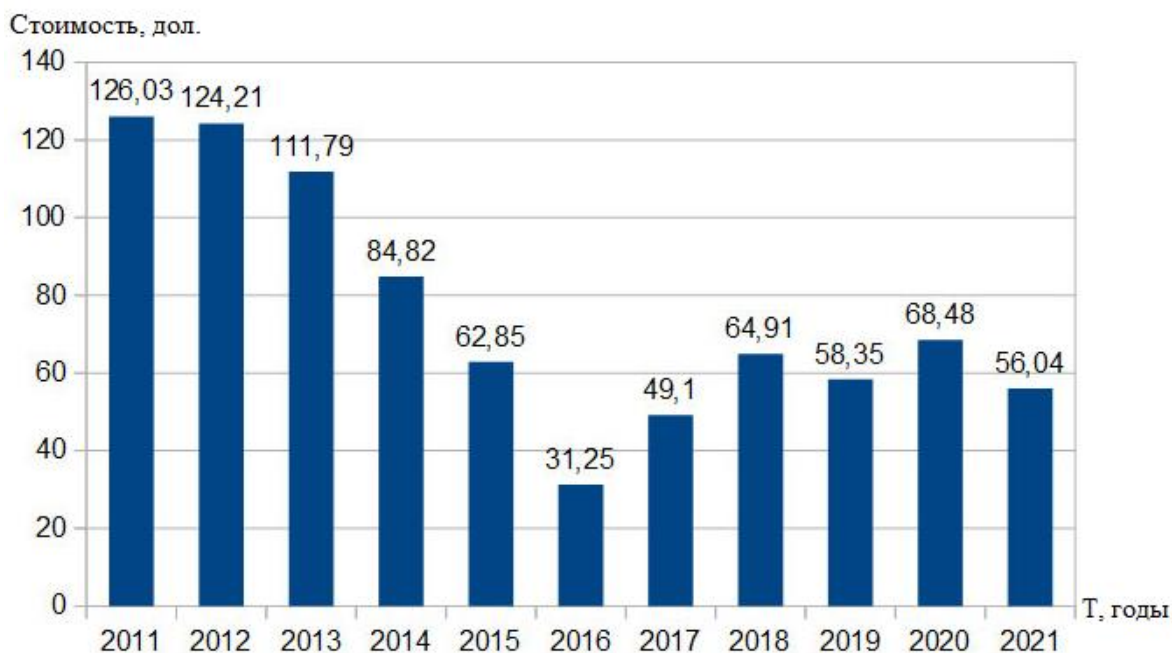


Рис. 2. Динамика стоимости нефти за 10 лет [1]

В прошлом, когда у нас был социалистический строй и плановая экономика стоимость 1 литра бензина была меньше стоимости 1 литра минеральной воды... Современный режим, основанный на капиталистической системе, направлен на полную эксплуатацию народа, который должен вырабатывать свой ресурс на благо олигархических группировок. Так в интересующей нас отрасли народ применяется исключительно для обслуживания нефтедобывающих станций и оборудования для переработки нефти, а основную прибыль от продажи нефти и бензина, и от акцизов, которыми обременили народ, делят олигархические группировки, которым совершенно не интересно благосостояние народа.

Для подтверждения данных умозаключений разберёмся из чего состоит цена на топливо в РФ (рис. 3) [1]. Цена на бензин формируется из налога на добычу полезных ископаемых – 23,20 %, себестоимости добычи нефти – 7,00 %, переработки нефти – 11,00 %, налога на добавленную стоимость – 18,70 %, топливного акциза – 21,34 %, обслуживании автозаправочных станций – 8,06 % и прибыли продавца – 10,70 %. Вся прибыль, получаемая от налога на добычу полезных ископаемых, налога на добавленную стоимость и топливного акциза идёт государству, как видно из диаграммы это составляет 63,24 %.

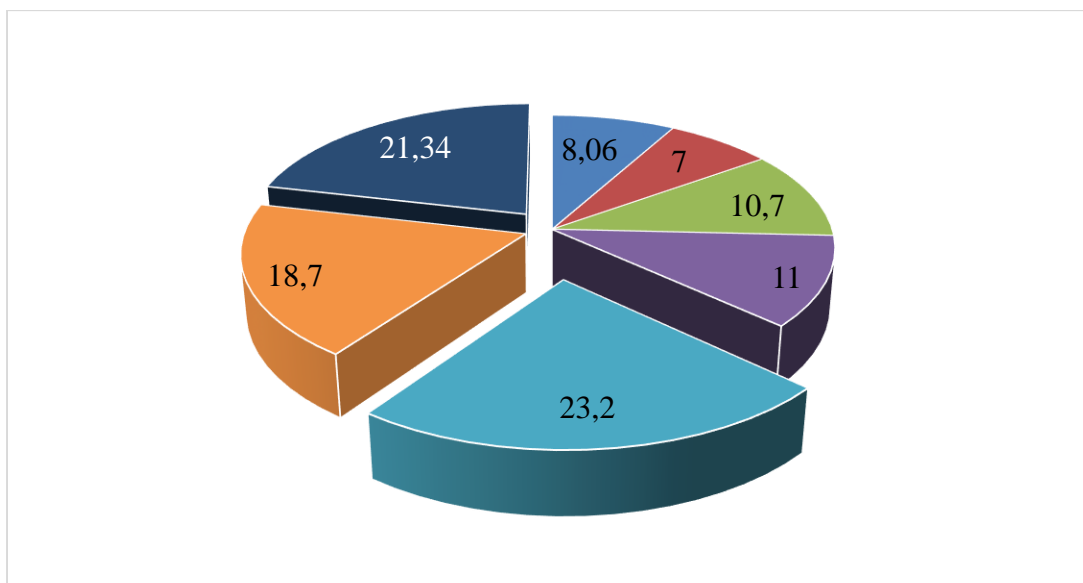


Рис. 3. Состав цены на бензин в РФ: 8,06 % – обслуживание автозаправочных станций; 7 % – себестоимость добычи нефти; 10,7 % – прибыль продавца; 11 % – переработка; 23,2 % – налог на добычу полезных ископаемых; 18,7 % – налог на добавленную стоимость; 21,34 % – топливный акциз [1]

Если бензин, как любой другой товар, будет облагаться только налогом на добавленную стоимость, то он и будет стоить не дороже 20 Р за 1 литр, но это не выгодно олигархическим группировкам.

Однако, есть ещё причины, по которым дорожает бензин. Представители власти РФ ведут двойную «игру» с западными странами: продают нефть и нефтепродукты, так как это выгодно. На рынках Запада работают свои механизмы ценообразования. В ЕС и США за 1 литр «АИ-95» экспортеры получают 53 – 55 Р выручки при более низких налоговых обложениях.

Бензин дорожает потому, что в РФ нет качественного производства. Проводимые проверки качества бензина показывают его низкое качество.

Трейдеры, которые закупают бензин оптом на товарных биржах ранее заявляли о том, что нефтяные компании создают искусственный дефицит и тем самым провоцируют рост цен. И это весьма распространённая ситуация.

Список использованных источников

1. Почему в 2021 опять дорожает бензин?! [Электронный ресурс] // URL : <https://novosti-online.info/4016-pochemu-rastut-ceny-na-benzin.html#:~:text=> (дата обращения 30.09.2021).

СВОЙСТВА БЕНЗИНА ПРИ ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

С наступлением холодной погоды, а именно с 01 октября каждого года в климатическом регионе III (центральные области РФ) [1] необходимо использовать автомобильные бензины для зимней эксплуатации.

Предприятия-производители выпускают на рынок автомобильный бензин в зависимости от времени года: летний и зимний. Такое действие направлено на надёжную работу двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в различные времена года.

Большинство автовладельцев об этом не знают.

Каждый завод-изготовитель транспортных средств (ТС) указывает на какой марке бензина и с каким октановым числом рекомендуется эксплуатировать ДВС. Для ТС, продаваемых в РФ, как правило указывается «не ниже АИ-92» или «не ниже АИ-95». Это означает что октановые числа, полученные исследовательским методом у данных бензинов, будут составлять, соответственно, 92,0 и 95,0.

Однако, для зимней эксплуатации ТС необходимое внимание нужно уделять не октановому числу, а давлению насыщенных паров (ДНП).

Бензин обладает свойством испарения, которое бывает двух видов: статическое и динамическое.

Статическое испарение – это испарение в воздух бензина, находящегося в неподвижном состоянии. Данный вид испарений свойственен закрытым резервуарам. Динамическое испарение – это испарение в воздух бензина, по средствам воздушного потока. В ДВС происходит динамическое испарение бензина.

В топливной системе ДВС, за счёт замкнутого пространства, происходит ограничение свойства испарения бензина. Поэтому скорость испарения равна скорости конденсации и, следовательно, такая система будет находиться в равновесии. В уравновешенной системе пар бензина будет насыщен, а его плотность будет минимальной.

ДНП – это давление, которое развивают пары при равновесии с жидкостью в определённом температурном режиме.

Чем больше испаряемость, тем больше вероятность возникновения паровых пробок в топливной системе ДВС. Пары с примесью воздуха, образуемого при нагревании, смешиваются с бензином, уменьшая общее количество подачи бензина в камеру сгорания ДВС. Что приведёт к обеднению топливной смеси и, далее к остановке двигателя.

Летнее давление насыщенных паров должно находиться в пределах 35 – 80 кПа, зимнее – 70 – 100 кПа. [1] Поэтому бензин, предназначенный для эксплуатации, зимой запрещено использовать в работе летом, как и бензин, предназначенный для эксплуатации летом – в зимнее время.

Для того, чтобы бензин, предназначенный для эксплуатации летом, можно было применять зимой, то в него добавляют бутан, что приведёт к повышению ДНП и топливная смесь будет легко воспламеняться в морозы.

Однако сезонную замену бензина, предназначенного для эксплуатации летом на бензин, предназначенный для эксплуатации зимой производят только крупные «брендовые» автозаправочные станции (АЗС), которых можно «пересчитать по пальцам». Обычные «мелкие» АЗС, зимой так и будут отпускать в продажу бензин с низким ДНП.



Рис. 1. Ассортимент автомобильного бензина

В таком случае более опытные автовладельцы заправляют свои ТС не предназначенным заводом-изготовителем бензином «АИ-95», а бензином «АИ-92».

Из нефтяной фракции посредством перегонки получают автомобильный бензин с максимально возможным октановым числом 80. Далее, для получения более высокого октанового числа в полученный бензин добавляют присадки, замедляющие горение.

Таким образом, при равных условиях, в автомобильном бензине «АИ-92» будет присутствовать меньшее количество присадок, чем в автомобильном бензине «АИ-95». Из этого следует, что автомобильный бензин «АИ-92» более горюч, чем автомобильный бензин «АИ-95». Данный факт, может оказаться решающим при пуске ДВС в мороз. При работе двигателя электронный блок управления внесёт необходимые корректировки: увеличит подачу топлива и уменьшит угол опережения зажигания. Уменьшение угла опережения зажигания уменьшает возможность возникновения детонации.

Так же использование автомобильного бензина с меньшим октановым числом в зимний период позволит немного сэкономить бюджет владельца ТС.

Однако эксперты заявляют, что использование автомобильного бензина «АИ-92» в зимний период вместо «АИ-95» приводит к небольшим потерям производительности ДВС и увеличению расхода топлива. Учитывая, что эксплуатация будет происходить в зимний период, то данное заявление кажется абсурдным. Любое ТС в зимний период увеличивает расход топлива по причине более долгого времени прогрева ДВС. А потеря производительности из-за снижения мощности ДВС за счёт применения низкооктанового бензина будет компенсироваться эффектом роста мощности из-за большего количества кислорода в попадающем в цилиндры воздухе, т.к. все газы в холодных условиях эксплуатации приобретают заметно большую плотность.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия». [Электронный ресурс] // URL : <https://docplan.ru/Index2/1/4294819/4294819042.htm> (дата обращения 30.09.2021);

2. Технический регламент Таможенного Союза 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому

топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» от 18 октября 2011 года. [Электронный ресурс] // URL : <https://docs.cntd.ru/document/902307833> (дата обращения 30.09.2021).

УДК 656.131.7

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

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Экологичность автомобиля можно разделить на следующие этапы:

- 1) выбросы при производстве автомобиля;
- 2) выбросы во время эксплуатации автомобиля;
- 3) выбросы при утилизации автомобиля.

Отчёт британского агентства «*Ricardo*» информирует, что при изготовлении одного легкового автомобиля с двигателем внутреннего сгорания происходит выброс в атмосферу, в среднем 5,6 тонн CO₂, а для электромобиля эта цифра в среднем составляет 8,8 тонн, почти половина из которых, вызваны процессом производства батарей питания.

Компания «*Volkswagen*» провела исследования экологической стоимости производства и эксплуатации автомобиля, в котором было учтено большое число факторов, включая источники выработки электроэнергии, используемой для приведения в движение транспортного средства, вторичная переработка. Компания «*Volkswagen*» считает, что такой анализ говорит о том, что экологичность электромобиля выше, при среднем сроке жизни современного автомобиля – 200 000 км.

Согласно графику (рис. 1), на котором представлено сравнения двух одинаковых автомобилей *Volkswagen Golf*, но разными двигателями: дизель и электро. Из графика видно, что только после 100 000 км пробега выбросы углекислого газа во время эксплуатации автомобиля с электродвигателем становятся меньше, чем у дизеля. В мире наблюдается тенденция к переходу возобновляемых источников энергии, и со временем выбросы будут уменьшаться.

Überholmanöver nach 100.000 Kilometern

Klimabilanz von e-Golf und Golf Diesel in CO₂-Emission in Tonnen/km

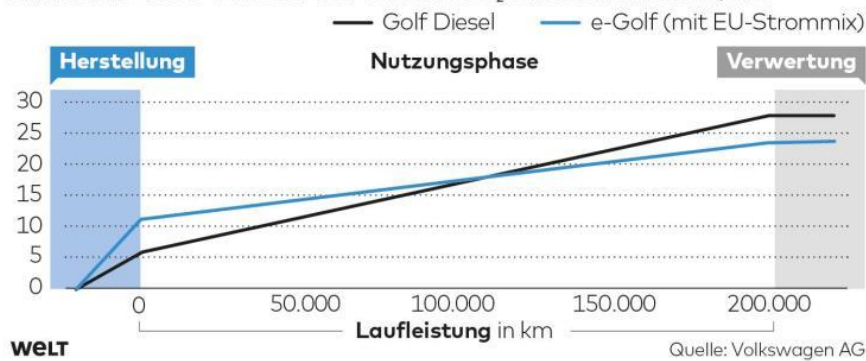


Рис. 1. Выбросы CO₂ при эксплуатации автомобиля

На данный момент компания «Volkswagen» рассчитала выбросы при использовании разных видов топлива на 1 километр. Электромобиль за 1 км пробега выбрасывает в атмосферу 120 г/км, а бензиновый автомобиль 173 г/км.

Производство электромобилей оставляет гораздо худший след в экологию чем производство двигателей внутреннего сгорания. В основном это связано с производством аккумуляторных батарей. Компания «Volkswagen» хочет ещё больше уменьшить выбросы углекислого газа в электромобилях, используя переработанные материалы в производстве аккумуляторов в будущем. Таким образом, выбросы CO₂ при изготовлении автомобиля могут быть уменьшены на четверть. [1]

Также компания «Volkswagen» попробовала рассчитать прогноз выбросов на 2030 год, с учётом дальнейшего развития аккумуляторных батарей, и увеличения части электроэнергии из возобновляемых источников. Получились следующие результаты: *Volkswagen Golf* с электродвигателем снизит показатели выброса CO₂ до 95 г/км, а расчётное количество выбросов *Volkswagen Golf* с бензиновым двигателем уменьшится до 135 г/км. [1]

Инженеры компания «Volkswagen» в настоящее время работают над концепцией утилизации отработанных литий-ионных аккумуляторных батарей. Как сообщает автомобильная группа, на площадке в г. Зальцгиттер (*Salzgitter*) будут перерабатываться использованные автомобильные аккумуляторные батареи: с 2020 г. около 1 200 тонн в год – примерно 3 000 комплектов. Уже рассматривается увеличение производственных мощностей. При этом речь идёт об эффективном процессе, который позволит восстанавливать для повторного использования кобальт, литий, марганец и никель.

Аккумуляторные батареи, «отходившие» своё в электромобилях, могут применяться в стационарных системах хранения энергии, но после этого их все равно нужно утилизировать.

На новом заводе эти старые батареи будут измельчаться, полученный материал будет высушиваться и просеиваться. Далее процесс предусматривает извлечение так называемого «чёрного порошка». Он содержит ценное сырьё – кобальт, литий, марганец и никель (рис. 2). Останется только разделить данные материалы. [2]

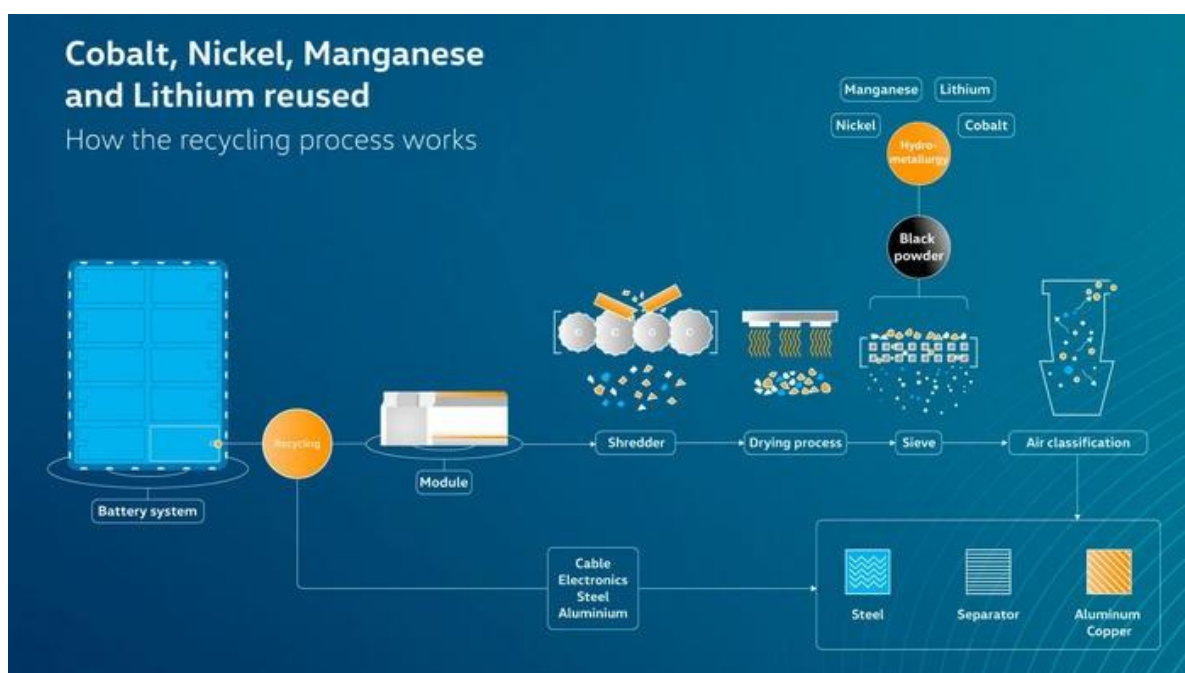


Рис. 2. Процесс утилизации аккумуляторных электронных батарей в ГДР [2]

Извлечённое сырьё будет направляться «в производственную цепочку» концерна «Volkswagen» – одновременно с установкой по переработке аккумуляторов в г. Зальцгиттер создаётся пилотный завод по производству аккумуляторных батарей с «Центром передового опыта».

По словам представителей компании «Volkswagen», в ближайшие годы за проектом в г. Зальцгиттер последуют другие проекты децентрализованных заводов по переработке аккумуляторных электронных батарей.

Эффективное восстановление металлов, содержащихся в батареях, важно не только с точки зрения оптимизации производственных процессов или экологии, но и для снижения углеродного следа автомобильного концерна.

Как известно, отработанные аккумуляторные батареи — это потенциально опасные отходы. Проблемы обращения с ними обсуждаются давно. Сегодня мы наблюдаем, что автопроизводители уже на ранних стадиях развития рынка электрической мобильности создают промышленные предприятия по глубокой переработке батарей.

Согласно последнему отчёту исследовательской группы *Circular Energy Storage*, глобальный рынок утилизации литий-ионных аккумуляторов в этом году достигнет \$ 1,3 млрд. Из них \$ 1,1 млрд придётся на сферу вторичного использования ценных материалов, которые содержатся в старых батареях, а оставшиеся \$ 230 млн – на сектор ремонта и запчастей.

К 2025 г. рынок вторичной переработки литий-ионных батарей достигнет \$ 3,5 млрд. Но ещё большей популярностью будет пользоваться «вторая жизнь» для старых аккумуляторов – этот рынок через семь лет вырастет до \$ 4,2 млрд.

Суммарная ёмкость систем хранения энергии из старых аккумуляторов к 2025 г. может достигнуть 42 ГВт·ч. Из них 80 % будет находиться на территории Китая. Страна хочет подготовиться заранее и уже сейчас разрабатывает единый стандарт утилизации, прежде чем огромное количество отработавших аккумуляторов начнёт поступать обратно на фабрики.

Список использованных источников

1. Немецкие ученые: «Электромобили тоже наносят вред экологии» [Электронный ресурс] // URL : <https://kojieco.ru/nemeckie-uchenye-elektromobili-tozhe-nanosyat-vred-ekologii/> (дата обращения 30.09.2021).
2. *Volkswagen* раскрывает детали работы завода по утилизации батарей электромобилей [Электронный ресурс] // URL : <https://ekos.pro/blog/volkswagen-raskryvaet-detali-raboty-zavoda-po-utilizatsii-batarey-elektromobiley> (дата обращения 30.09.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДАТЧИКОВ ABS АВТОМОБИЛЕЙ LADA

Анализ статистических данных аварийности на дорогах России свидетельствует о том, что несмотря на снижение их общего количества, остается все еще на очень высоком уровне. По данным научного центра БДД МВД России за 2020 год в стране произошло 145 073 ДТП, в которых свыше 16 тыс. человек погибло и 183 040 ранено. При этом доля ДТП из-за технических неисправностей автотранспортных средств (АТС) в России постоянно возрастает и к 2020 г. достигла 14 % [1]. По данным западных источников доля ДТП из-за технических неисправностей автомобилей также достаточно высокая (от 16 % в Германии до 26 % в США).

Особую опасность возникновения аварийных ситуаций представляет эксплуатация транспортных средств, имеющих различного рода повреждения в тормозной системе, отказы которой приводят к тяжелым последствиям дорожно-транспортных происшествий. Из этого следует, что поддержание тормозных систем АТС в технически исправном состоянии представляет собой одно из важнейших условий снижения аварийности на автомобильных дорогах.

Тормозная система автомобиля с ABS включает в себя две основные части:

- базовая тормозная система;
- система регулирования тормозного усилия.

Базовая тормозная система включает в себя главный тормозной цилиндр, колесные тормозные цилиндры и тормозные трубопроводы, которая используется для реализации обычного торможения автомобилей, в то время как система регулирования силы торможения представляет собой гидравлическую систему управления, состоящую из датчиков, контроллеров *ABS*, исполнительных механизмов *ABS* и т.д., которые используются для обеспечения того, чтобы колеса никогда не заблокировались во время торможения. Скорость колеса измеряется датчиками, и процесс расчета скорости колеса обеспечивается программным обеспечением системы управления.

Функция датчика скорости колеса состоит в преобразовании сигнала скорости колеса в электрический сигнал. Электронный блок управления *ABS* определяет скорость колеса, обнаруживая частоту выходного сигнала датчика. При отсутствии системы *ABS*, когда водитель осуществляет резкое торможение в аварийной ситуации, что приведет к блокировке колес. При заблокированных колесах, траектория движения автомобиля остается прямой, что не дает совершить маневр объезда, а это в свою очередь увеличивает возможность аварии. Система *ABS* является активной системой безопасности автомобиля, которая играет жизненно важную роль в предотвращении блокировки колес. Датчик скорости колеса – это ключевая часть системы *ABS*, и точность выходного сигнала от датчика непосредственно влияет на выполнение функции *ABS*. Поэтому, если датчик скорости колеса выйдет из строя, это повлияет на правильное управление *ABS*. В процессе движения, если водитель столкнется с чрезвычайной ситуацией, он применит экстренное торможение и произведет маневр уклонения от столкновения. Кроме того, сложные дорожные условия могут привести к опрокидыванию автомобиля и к автомобильной аварии.

Возникновение отказов колесных датчиков *ABS* происходит по ряду причин, наиболее распространенными из которых являются нарушение целостности электропроводки в результате их обрыва или окисления, неисправности считывающей головки датчика или реперного магнитного диска.

Колесные датчики *ABS* относятся к невосстанавливаемым элементам и в случае потери работоспособности выполняется их замена. Поэтому для оценки эксплуатационной надежности этих конструктивных элементов тормозной системы в соответствии с ГОСТ 27.002-2015 рекомендуется использовать показатели безотказности, основными из которых являются: средняя наработка до отказа $t_{ср}$, вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $F(t)$.

Исследование безотказной работы датчиков *ABS* автомобиля проводилось на базе сервисного предприятия ООО «Автоэкспресс-Владимир» в процессе выполнения ТО, ремонта и диагностирования автомобилей *LADA*. Значения средних наработок колесных датчиков до потери ими работоспособного состояния по результатам обработки статистических данных, характеризующих их эксплуатационную надежность, представлены на рис. 1 в виде гистограммы и сглаживающей теоретической кривой (функции распределения).

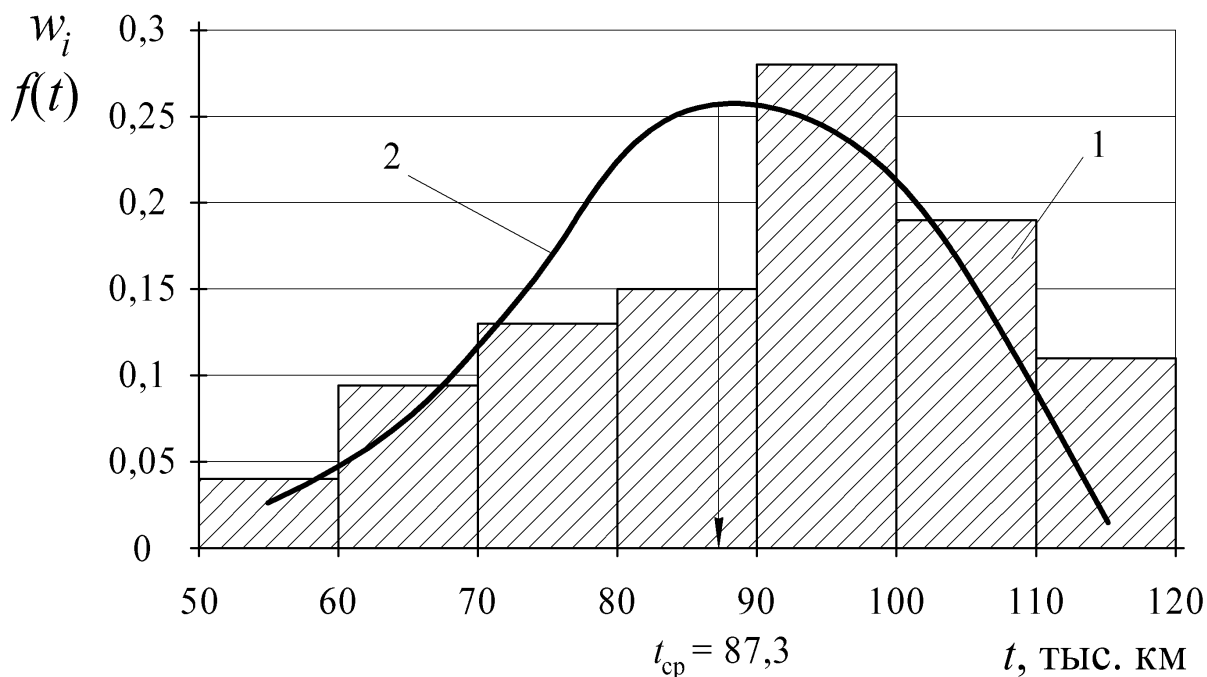


Рис. 1. Гистограмма 1 и дифференциальная функция 2 распределения наработок до отказов колесных датчиков ABS автомобилей LADA

Из представленной гистограммы видно, что колесные датчики ABS имеют значение средней наработки до отказа $t_{cp\text{ ПП}} = 87,3$ тыс. км.

Статистические оценки безотказности датчиков по интервалам наработки, которые наглядно показывают их изменение их состояния от начала эксплуатации до выхода из строя, приведены в виде графиков на рис. 2.

Полученные в результате выполненных исследований статистические оценки эксплуатационной надежности свидетельствуют о том, что вероятность безотказной работы датчиков ABS автомобилей LADA на наработке от 0 до 57 тыс. км находится на достаточно высоком уровне $\{P(t) = 0,9\}$. Затем происходит ее постепенное снижение и к наработке 120 тыс. км датчик теряет работоспособность.

Внедрение результатов выполненных исследований в технологические процессы ТО и ремонта позволяет оптимизировать систему технической эксплуатации автомобилей, существенно повысить эксплуатационную надежность рассматриваемых в работе датчиков ABS и надежность тормозной системы в целом, а также уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций на дорогах.

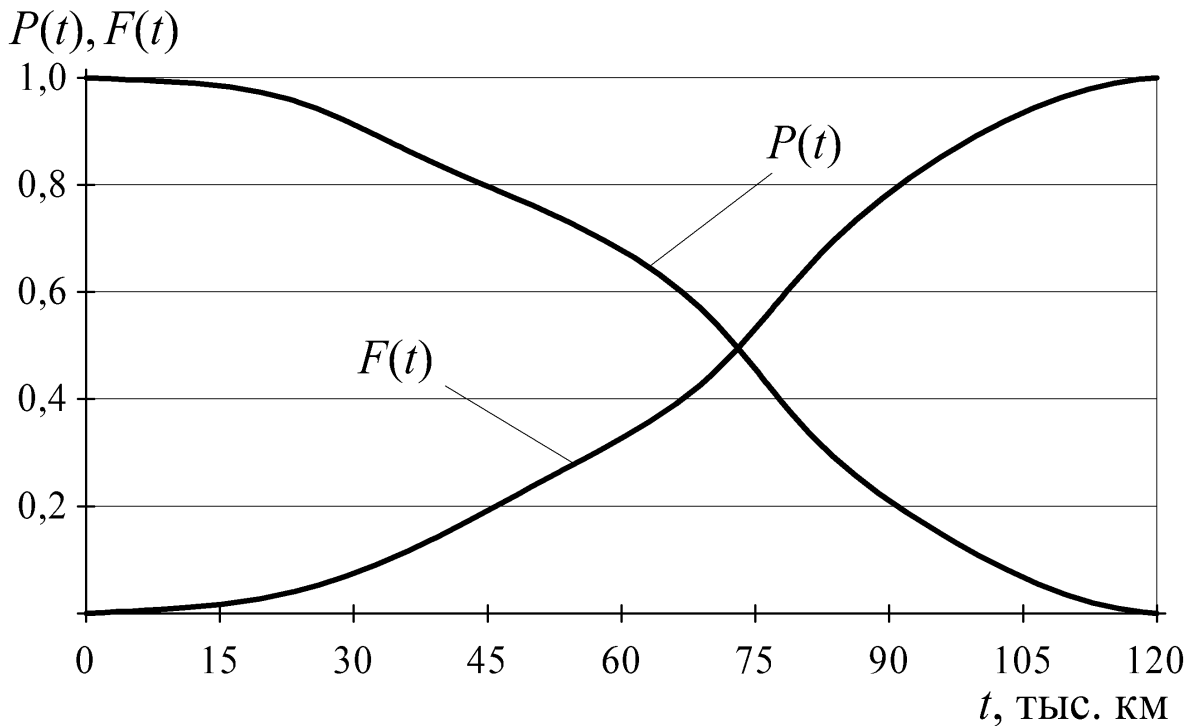


Рис. 2. Графики изменения вероятностей отказа и безотказной работы колесных датчиков ABS автомобилей LADA в зависимости от наработки

Список использованных источников

1. Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин: учебное пособие для вузов / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2021. – 315 с.
2. Баженов, Ю. В. Исследование безотказности рабочей тормозной системы автомобилей ВАЗ-21703 / Ю. В. Баженов, И. В. Денисов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.
3. Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем: учеб. пособие. – СПб. : Лань, 2015. – 240 с.
4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»

УДК 621.433.2

А. Ю. Абаляев, В. С. Блинов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ТЕПЛОЫДЕЛЕНИЯ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ

Использование альтернативных видов топлива, в том числе, компримированного природного газа (КПГ), позволяет улучшить экологические показатели двигателей внутреннего сгорания. Так, по сравнению с бензином, использование КПГ, основным компонентом которого является метан (80...97 %), позволяет сократить выбросы оксида углерода в 5...10 раз, окислов азота в 1,5...2,0 раза, углеводородов в 2...3 раза [1].

Одним из наиболее перспективных путей внедрения КПГ в качестве топлива на автомобильном транспорте и в сельскохозяйственной технике является конвертация серийных двигателей, в том числе дизелей, для работы на природном газе. При конвертации дизеля, помимо установки дополнительного оборудования, такого как свечи зажигания, дроссельная заслонка, газовый редуктор, газовые форсунки, датчики и т. п. необходимо уменьшить степень сжатия до $\varepsilon = 12 \dots 14$. При этом становится возможным выбор такой геометрии камеры сгорания, которая способствует улучшению мощностных показателей двигателя.

Для проведения расчетных исследований влияния формы камеры сгорания (КС) на показатели процесса тепловыделения был выбран дизель Ч10,5/12, конвертированный в газовый двигатель, с уменьшенной до $\varepsilon = 12,1$ степенью сжатия. Математическое моделирование проводилось для топливно-воздушной смеси при $\alpha = 1,35$. Угол опережения зажигания составлял $\varphi_{03} = 24$ °ПКВ, вихревое отношение равно $\omega = 1,5$ и смещении свечи зажигания от оси цилиндра – 10 мм.

Расчетные исследования проводились с КС полусферической формы, используемой на оригинальном дизеле. Кроме того, проводилось исследование рабочего процесса в камере сгорания в форме усеченного конуса высотой 15 мм с диаметром основания 87 мм. Также исследовались процессы

в цилиндрических КС, диаметром 58,2...87,0 мм и с высотой, выбранной таким образом, чтобы обеспечить требуемую степень сжатия.

Математическая модель газодинамических процессов в цилиндре двигателя в трехмерной постановке включает в себя уравнение неразрывности, уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости Навье–Стокса и уравнение энергии. Указанная система уравнений дополняется к–ε моделью турбулентности. Изменение состава рабочего тела описывается уравнением сохранения массы компонента, учитывающего скорость изменения концентрации компонента в результате химической реакции, а также включает в себя источники членов, связанные с образованием компонента в результате химических реакций. Решение системы дифференциальных уравнений проводится с использованием модифицированного метода конечных объемов [2].

Результаты расчета рабочего цикла представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Максимальные давление и температура цикла

Форма камеры сгорания	p_z , МПа	φ_{p_z} , °ПКВ	T_z , К	φ_{T_z} , °ПКВ
Коническая	7,95	13	2488	13
Цилиндрическая \varnothing 58,2 мм	8,97	8	2525	8
Цилиндрическая \varnothing 82,5 мм	7,41	14	2444	16
Цилиндрическая \varnothing 87 мм	6,96	15	2411	19
Полусферическая	8,01	12	2485	13

Анализ результатов расчетов (табл. 1) показывает, что с увеличением глубины КС увеличивается максимальное давление цикла p_z и температура T_z . Так, для цилиндрической камеры сгорания диаметром 58,2 мм – $p_z = 8,97$ МПа и $T_z = 2525$ К, а для цилиндрической КС диаметром 87 мм – $p_z = 6,96$ МПа и $T_z = 2411$ К. При этом, если для цилиндрической КС диаметром 58,2 мм и максимальное давление и максимальная температура цикла достигаются при 8 °ПКВ, то для цилиндрической КС диаметром 87 мм максимальное давление достигается при 15 °ПКВ, а максимальная температура – при 19 °ПКВ. Такой эффект связан с влиянием теплоотвода в стенку КС от рабочего тела в процессе сгорания. В случае глубокой КС площадь контакта продуктов сгорания (ПС) со стенкой КС в процессе тепловыделения минимальна. Только к моменту окончания процесса видимого сгорания ПС вступают в контакт со стенкой КС. Поэтому сгорание развивается с достаточно высокой скоростью, а давление и температура рабочего тела в КС достигает

максимальных значений. В неглубоких КС, в процессе активного тепловыделения, фронт пламени контактирует с относительно холодной поверхностью КС, что приводит к уменьшению скорости тепловыделения и максимального давления и температуры цикла. При этом момент окончания видимого сгорания смещается в сторону больших значений угла ПКВ.

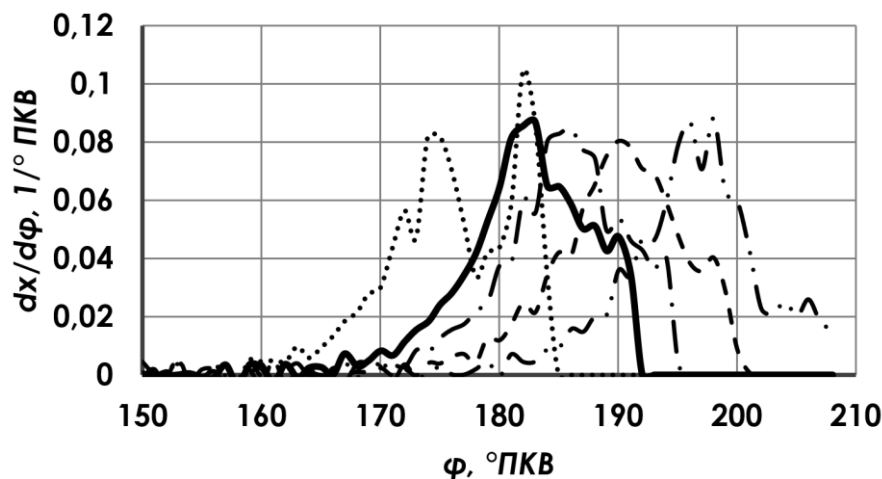


Рис. 1. Скорость относительного тепловыделения для различных КС:
 ... – коническая, – – полусферическая, – · – цилиндрическая $\varnothing 58,2$ мм,
 – – – цилиндрическая $\varnothing 82,5$ мм, – · – цилиндрическая $\varnothing 87$ мм

Анализ кривых относительного тепловыделения (рис. 1) подтверждает сделанный вывод. Так, на начальном участке наклон кривой скорости относительного тепловыделения не зависит от формы камеры сгорания и определяется только лишь составом смеси и внешними факторами, к которым относятся положение свечи зажигания и интенсивность осевого вихря. Однако при развитии очага воспламенения, для цилиндрических КС, с увеличением диаметра и одновременным уменьшением глубины, вследствие контакта фронта пламени со стенкой КС и интенсификации процесса теплообмена, происходит уменьшение угла наклона кривой $dx/d\varphi$ и смещение максимума скорости относительного тепловыделения в область больших углов ПКВ.

Анализ кривой скорости относительного тепловыделения в конической КС показывает, что на начальном этапе (до ВМТ) процесс сгорания носит достаточно интенсивный характер, однако, при контакте фронта пламени с днищем КС, происходит резкое снижение скорости относительного тепловыделения в районе ВМТ. После ВМТ в сгорание вовлекаются пери-

ферийные области КС, наблюдается второй пик на кривой скорости относительного тепловыделения, а давление и температура рабочего тела в КС достигают максимума.

В целом можно сделать вывод о необходимости учета формы КС при конвертации серийного дизеля для работы на КПП. При этом, предпочтительной с точки зрения уменьшения ударных нагрузок в КШМ и снижения шума процесса сгорания является цилиндрическая камера сгорания большого диаметра и малой глубины.

Список использованных источников

1. Блинов, В. С. Моделирование процессов переноса и турбулентного сгорания смеси в газовом двигателе с искровым зажиганием // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: сб. материалов науч.-практ. конф. 12 марта – 6 апр. 2018 г., г. Владимир [Электронный ресурс] / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – с. 1081-1087. ISBN 978-5-9984-0891-5 (CD-ROM).

2. Патанкар, С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. – М. : Энергоатом издат, 1984. – 152 с., ил.

УДК 656.08, 625.7, 004.032.26

А. Ю. Абаляев, Л. В. Грунская (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧЕНИЯ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Одной из важнейших задач, возникающих при массовой эксплуатации транспортных средств, является обеспечение безопасности дорожного движения, и, в частности, снижение уровня аварийности. Важным аспектом этой задачи является прогнозирование уровня аварийности на дорогах общего пользования. Решение этой задачи позволит определить потребность в материально-технических и человеческих ресурсах, необходимых для устранения последствий аварий, найти факторы, оказывающие влияние на уровень аварийности, и предпринять меры к снижению их влияния или, по возможности, полному их устранению.

Обзор методов прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования приведен в [1]. В отечественной и зарубежной практике основными методами прогнозирования аварийности являются статистические методы, использование экспертных систем, применение методов *machine learning* для определения вероятности возникновения пробок на отдельных улицах [2]. Однако, как показывает опыт авторов [3], одним из наиболее эффективных методов прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования является использование рекуррентных нейронных сетей (РНС), построенных на основе архитектуры долгой краткосрочной памяти - *Long Short Term Memory (LSTM)*. Перспективность применения *LSTM* РНС подтверждается появлением зарубежных исследований в этой области [4].

РНС является общепризнанным инструментом для анализа и прогнозирования временных рядов. Особенностью *LSTM* РНС является возможность учёта предшествующих событий даже в том случае, если они происходили непосредственно перед текущим. Благодаря этому появляется возможность увеличить точность прогноза благодаря непосредственному учёту изменения истории временного ряда. Схема работы *LSTM* нейрона приведена на рис. 1.

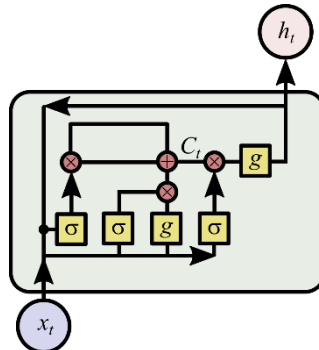


Рис. 1. Схема работы нейрона сети долгой краткосрочной памяти

Для вычисления выхода *LSTM* нейрона используется следующая последовательность действий:

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(w_{f1}h_{t-1} + w_{f2}x_t + b_f); \\
 i_t &= \sigma(w_{i1}h_{t-1} + w_{i2}x_t + b_i); \\
 o_t &= \sigma(w_{o1}h_{t-1} + w_{o2}x_t + b_o); \\
 C'_t &= g(w_{c1}h_{t-1} + w_{c2}x_t + b_c); \\
 C_t &= f_t C_{t-1} + i_t C'_t; \\
 h_t &= o_t g(C_t),
 \end{aligned}$$

где t – индекс, соответствующий текущему событию; x – вход нейрона; h – выход нейрона; $w_{f1}, w_{f2}, w_{i1}, w_{i2}, w_{c1}, w_{c2}$ – весовые коэффициенты; b – сдвиг; σ – функция активации; g – функция усиления; C_t – сохраненное состояние нейрона для текущего события; C_t' – вклад текущего события в сохраненное состояние; f_t – функция забывания (*forget gate layer*); i_t – входной фильтр (*input gate layer*); o_t – выходной фильтр (*output gate layer*).

Для обучения *LSTM* РНС и оценки качества полученного прогноза использовались данные по уровню аварийности на региональных дорогах [5] за период с 2000 по 2010 гг. Для уменьшения влияния случайной составляющей было проведено осреднение данных методом скользящей средней с интервалом осреднения равным 7 суток. В качестве прогноза использовалась тенденция изменения уровня аварийности в течение суток, следующих за текущим периодом.

Одним из важных параметров, влияющих на точность работы РНС, является количество эпох обучения. Слишком малое число эпох приведет к неустойчивой работе нейронной сети, а слишком большое – к появлению эффекта «переобученной» нейронной сети, хорошо работающей на обучающей выборке, но, в силу выявления и запоминания случайных закономерностей, присутствующих в обучающей выборке, но отсутствующих в генеральной совокупности, неспособной обеспечить требуемую точность процесса прогнозирования.

Зависимость ошибки обучения/валидации представлена на рис. 2.

Анализ приведенных на рисунке данных показывает, что основное уменьшение ошибок обучения и верификации *LSTM* РНС происходит за первые десять эпох, после чего, РНС в процессе обучения выходит на «плато», обусловленное, по-видимому, локальным минимумом целевой функции обучения. Начиная с 12...15 эпохи, ошибка обучения *LSTM* РНС уменьшается по экспоненциальному закону. При этом, начиная с 50 эпохи обучения ошибка валидации остается практически постоянной. Кроме того, ошибка верификации, во всем диапазоне количества эпох обучения, подвержена колебаниям амплитудой, достигающей 0,02.

Исходя из результатов проведенного анализа, можно сделать вывод о нецелесообразности увеличения числа эпох обучения (дообучения) *LSTM* РНС, предназначенной для прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования, выше 50. Оптимальным количеством эпох обуче-

ния РНС, обеспечивающим приемлемую точность прогнозирования при достаточном уровне производительности в процессе обучения, является 30...50.

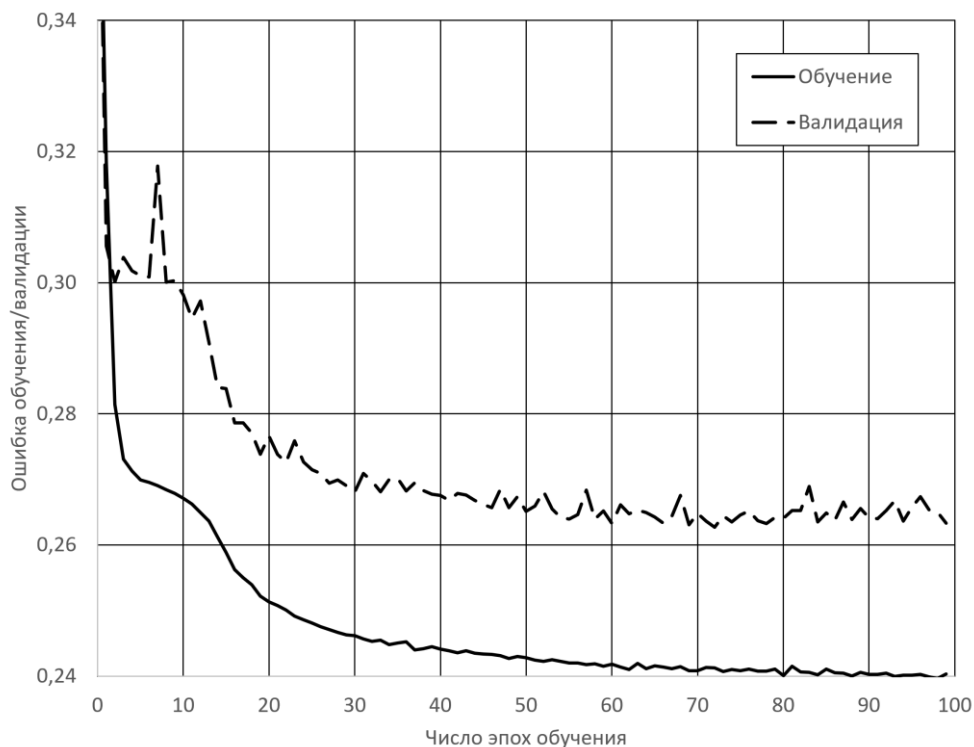


Рис. 2. Ошибка обучения/валидации LSTM РНС

Список использованных источников

1. *Mohammed, Ali. (2018). Classification of Traffic Accident Prediction Models: A Review Paper // International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, ISSN(p): 2321 – 8991, ISSN(e): 2321 – 9009 Volume-6, Issue-2, Apr. – 2018, pp. 35-38.*
2. *Live Prediction of Traffic Accident Risks Using Machine Learning and Google Maps / Meraldo Antonio // Oct 14, 2019, [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://towardsdatascience.com/live-prediction-of-traffic-accident-risks-using-machine-learning-and-google-maps-d2eeffb9389e> (08.11.2021 г.).*
3. *Абаляев, А. Ю., Грунская, Л. В., Лещев, И. А. Использование рекуррентных нейронных сетей для прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования / Сборник трудов. VI Международная научная конференция «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» ФРЭМЭ-2020. 1.07. – 3.07.2020. – Владимир: ВлГУ. – с. 272-275. ISBN 978-5-905527-38-8.*

4. Zhihao Zhang, Wenzhong Yang, Silamu Wushour, *Traffic Accident Prediction Based on LSTM-GBRT Model / Journal of Control Science and Engineering*, 2020, 1687-5249.

5. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // <http://stat.gibdd.ru> (08.11.2021 г.)

УДК 621.436

А. Ю. Абалев, М. В. Огнев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЛИЯНИЕ ОТНОШЕНИЯ ДИАМЕТРОВ НАПОЛНИТЕЛЬНОГО И УПРАВЛЯЮЩЕГО ЖИКЛЕРОВ ЭГФ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ 4Ч10,5/12

Топливная аппаратура оказывает определяющее влияние на протекание рабочего процесса дизелей. Использование аккумуляторных систем подачи топлива (АСТП) позволяет осуществлять гибкое управление топливоподачей с целью достижения высоких мощностных, экономических и экологических показателей силового агрегата. Одним из конструктивных соотношений, оказывающих влияние на процесс впрыскивания топлива АСТП является отношение диаметров наполнительного и управляющего жиклеров ЭГФ – Ω [1]. Поэтому оценка влияния этого отношения на показатели процесса сгорания является актуальной задачей.

Объектом исследования является тракторный дизель 4Ч10,5/12, номинальной мощностью $N_e = 46,7$ кВт при частоте вращения коленчатого вала $n = 2000$ мин⁻¹, степень сжатия $\varepsilon = 16,5$. Цикловая подача – $g_c = 50$ мг/цикл. Моделирование процесса топливоподачи осуществлялось с помощью программного комплекса *Boost Hydsim* разработки фирмы *AVL List GmbH* (Австрия) [2]. Расчетное исследование рабочего цикла осуществлялось с помощью математической модели, разработанной на основе методики расчета процесса тепловыделения [3].

Результаты расчетного исследования влияния отношения диаметров наполнительного и управляющего жиклеров ЭГФ на процесс сгорания в дизеле 4Ч10,5/12 показаны на рис. 1, 2.

Анализ индикаторной диаграммы (рис. 1) показывает, что увеличение Ω с 0,5 до 0,7 приводит к увеличению максимального давления цикла p_z с 8,9 до 9,0 МПа и максимальной температуры рабочего тела T_z с 2480 до

2489 К. Дальнейшее увеличение Ω приводит к уменьшению p_z до 8,7 МПа и T_z до 2469 К. Углы ПКВ, при которых достигаются p_z и T_z , практически не изменяются.

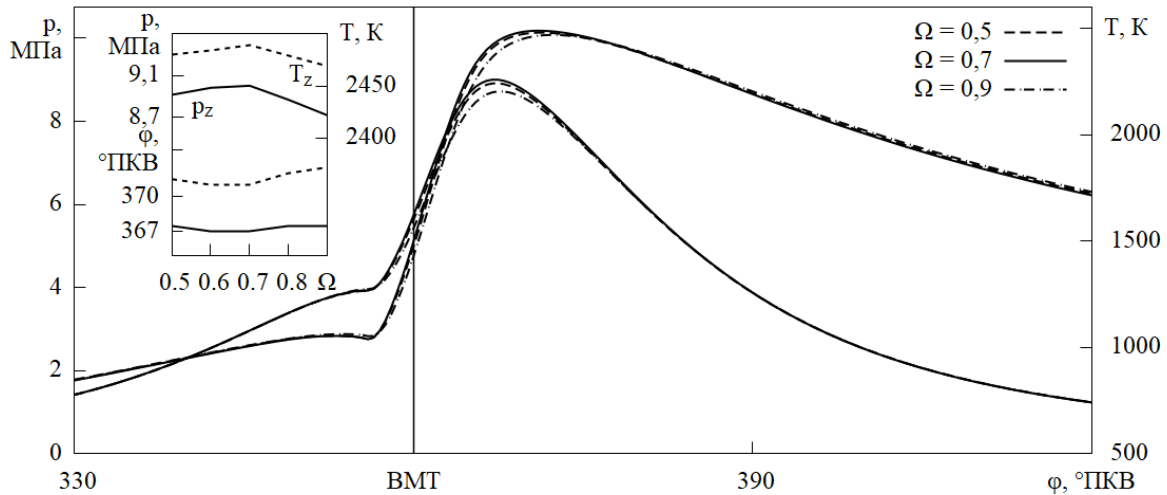


Рис. 1. Индикаторные диаграммы

Анализ диаграмм скорости относительного тепловыделения показывает, что максимум скорости относительного тепловыделения, независимо от величины Ω , остается практически постоянным ($\frac{dx}{d\phi} = 0,1$ °ПКВ⁻¹ при $\Omega = 0,5$ и $\frac{dx}{d\phi} = 0,097$ °ПКВ⁻¹ при $\Omega = 0,9$), а его положение неизменно и составляет 2 °ПКВ после ВМТ.

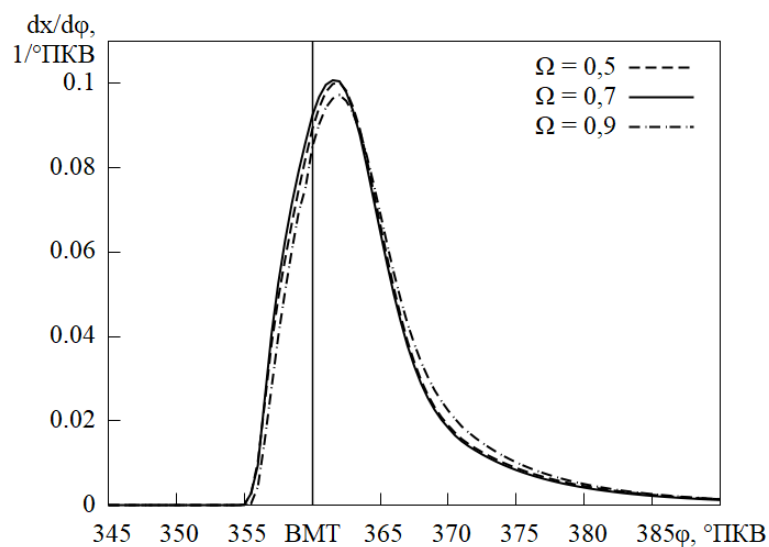


Рис. 2. Диаграммы скорости относительного тепловыделения

Данное обстоятельство связано, по-видимому, с тем, что увеличение Ω , хотя и оказывает существенное влияние на дифференциальную характеристику впрыскивания, приводя к более пологому переднему фронту кривой $dg_c/d\varphi$, в то же время не приводит к существенному различию в характеристике испарения топлива [1], определяемой, прежде всего, средним диаметром капель распыленного топлива по Заутеру d_{32} . Величина же d_{32} практически не зависит от Ω [1].

Так как влияние Ω на индикаторную диаграмму крайне невелико, эффективная мощность дизеля остается при увеличении Ω не изменяется, а удельный эффективный расход топлива возрастает на 0,3 % при $\Omega = 0,9$ по сравнению с $\Omega = 0,5$.

Таким образом, можно сделать вывод, что величина отношения диаметров наполнительного и управляющего жиклеров ЭГФ АСТП, выбираемая в пределах, обеспечивающих работоспособность форсунки в заданном диапазоне давлений топлива в аккумуляторе, не оказывает существенного влияния на экономические и мощностные показатели двигателя.

Список использованных источников

1. Абаляев, А. Ю., Огнев, М. В. Влияние конструктивных параметров ЭГФ на дисперсность распыливания топлива // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XIX Междунар. науч. практ. конф. 23 – 24 нояб. 2017 г., г. Владимир / под общ. ред. канд. техн. наук, проф. Ю. В. Баженова; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим, 2017. – 372 с. ISBN 978-5-93767-260-5
2. *BOOST HydSim Users Guide v2013.1. AVL LIST GmbH. – Graz: AVL. – 2013. – pp. 678.*
3. Разлейцев, Н. Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. Харьков: Вища школа. Изд-во при харьковском ун-те, 1980. – 169 с.

УДК 621.43.021.025

А. М. А. Амтия (Egypt, Benha, Benha University)

А. Р. Кульчицкий (Россия, Владимир, ВлГУ)

М. Нур, А. И. Эль-Сиси, С. Нада (Egypt, Benha, Benha University)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДИЗЕЛЯ НА БАЗЕ КАСТОРОВОГО МАСЛА

Проведена сравнительная оценка эмиссии вредных веществ и структуры дисперсных частиц в случае применения биотоплива на базе касторового масла. Описаны результаты экспериментальных и расчётных исследований эмиссии вредных веществ и структуры дисперсных частиц в случае частичной замены (на 10, 20, 30 и 40 %) дизельного топлива метиловым эфиром касторового масла. Также приведено описание моделирования определения эмиссии и структуры дисперсных частиц с учетом четырех компонентов: элементарного углерода (сажи), твёрдых сульфатов и тяжелых углеводородов (источником последних является как топливо, так и смазочное масло). Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что влияние альтернативного топлива – метилового эфира касторового масла – на эмиссию вредных веществ с отработавшими газами и мощностные показатели двигателя по сравнению с дизельным топливом определяется четырьмя факторами: повышенной вязкостью, повышенным содержанием кислорода, пониженной теплотворностью, а также величиной замещения дизельного топлива метиловым эфиром касторового масла. Также показано, что анализ структуры дисперсных частиц, находящихся в потоке отработавших газов, может быть полезным инструментом для разработки целенаправленных мероприятий по улучшению экологических и мощностно-экономических характеристик дизелей.

Исследования влияния состава смеси метилового эфира касторового масла (СМЕ) и дизельного топлива проведены на одноцилиндровом дизельном двигателе [1, 2]. Двигатель имел достаточно большую наработку в условиях реальной эксплуатации, в связи с чем ряд его показателей неудовлетворительны. Однако именно этот факт представляет интерес с точки зрения реальных показателей двигателя, поэтому дополнительных регулировочных и доводочных работ на двигателе перед испытаниями не проводили. Стенд для испытаний двигателей (модель F1L511, ф. Deutz, ФРГ) был оснащен не-

обходимыми приборами для измерения различных параметров работы двигателя, в том числе, связанных с выбросами вредных веществ с ОГ. Газообразные выбросы измерялись анализатором *J2kNPro* (ф. *Ecom*, ФРГ): углекислый газ – CO_2 , кислород – O_2 , CO , H_mC_n – в пересчете на гексан, и оксиды азота NO_x – в пересчете на суммарно оксид азота NO и диоксид азота NO_2 , а уровень дымности ОГ – дымомером *AVL Dicom400* (ф. *AVL*, Австрия). Испытательный цикл *D-2* – пятирежимный, в соответствии с *ISO 8187-4-2007* (нагрузка: 25, 50, 75 и 100 % от полной при номинальной частоте вращения коленчатого вала); угол опережения впрыскивания топлива в ходе испытаний не изменяли. Топливо: дизельное (ДТ) и смесь «ДТ+СМЕ» различного состава: $B_R = 0,0$ (чистое ДТ), 10, 20, 30 и 40 (соответствующее содержание в % содержания СМЕ в смеси).

Добавление СМЕ к дизельному топливу имеет два основных эффекта: один связан с повышением содержания кислорода, и второй – с увеличением вязкости.

Измерение эмиссии вредных веществ показало следующее.

- Суммарные углеводороды H_mC_n . Общая тенденция для всех видов использованного топлива в исследованном диапазоне нагрузок: выбросы углеводородов увеличиваются с увеличением нагрузки на двигатель из-за увеличения количества впрыскиваемого топлива, необходимого для соответствия нагрузке на двигатель. Добавление СМЕ приводит к увеличению выбросов углеводородов, за исключением $B_R = 10$, где наблюдаются минимальные выбросы углеводородов во всём диапазоне нагрузок и для всех видов биодизеля при полной (100 %) нагрузке.

- Оксиды углерода CO . Характер изменения выбросов CO по нагрузке идентичен для всех видов топлива. В количественном выражении эмиссия CO при замещениях $B_R = 10$ и 20 меньше, чем в случае использования чистого ДТ; при $B_R = 30$ и 40 – больше.

- Оксиды азота NO_x . Выбросы оксидов азота в качественном и количественном плане для всех видов топлива практически одинаковы во всём диапазоне нагрузок за исключением полной нагрузки (при последней выбросы оксидов азота больше для всех видов биодизеля по сравнению с чистым ДТ).

- Дымность (непрозрачность) ОГ. Качественная картина изменения дымности ОГ в зависимости от нагрузки на двигатель одинакова для всех видов топлива. Но в количественном плане применение биодизельного топлива обуславливает снижение дымности ОГ. Однако если для $B_R = 10, 20$ и 30 снижение дымности пропорционально степени замещения (что можно

объяснить пропорциональным увеличением концентрации кислорода в биодизеле), то при $B_R = 40$ дымность ОГ максимальна из всех видов биодизеля (что можно объяснить превалирующим влиянием вязкости, которое приводит к изменению характера развития топливного факела).

Расчёт структуры дисперсных частиц [3] проводился из условия, что в составе как ДТ, так и СМЕ содержание серы (по данным лабораторного анализа) не обнаружено, поэтому доля сульфата в DPM (дисперсные частицы) принята равной нулю.

Таким образом:

- Эмиссия элементарного углерода ЕС увеличивается с увеличением нагрузки на двигатель и пропорционально измеренной непрозрачности ОГ. Использование биодизельного топлива значительно снижает выбросы ЕС с увеличением B_R за счет содержания кислорода в топливе.

- Эмиссия HC_F (углеводороды, источником которых является не полностью сгоревшее топливо) увеличивается с нагрузкой на двигатель пропорционально выбросу суммарных углеводородов H_mC_n . Однако если в диапазоне малых и средних нагрузок эмиссия HC_F при использовании СМЕ, в основном, выше, чем при использовании ДТ, то при полной нагрузке эмиссия HC_F существенно выше при работе на чистом ДТ. Наиболее вероятная причина заключается в том, что использование биодизельного топлива, имеющего пониженную теплотворность, требует увеличения количества впрыскиваемого топлива для сохранения мощности на исходном уровне, и, таким образом, к увеличению доли HC_F .

- Эмиссия HC_L (углеводороды, источником которых является не полностью сгоревшее смазочное масло) не зависит от нагрузки на двигатель.

- Эмиссия DPM на низких и средних нагрузках двигателя определяется эмиссией HC_L , поэтому значение выброса дисперсных частиц с ОГ практически постоянно; влияние вида топлива в данном случае находится в пределах погрешности измерений. Но при более высоких нагрузках на двигатель, при которых уровень дымности ОГ резко возрастает, эмиссия DPM определяется выбросами элементарного углерода (сажи) ЕС; в данном случае влияние вида топлива обратно пропорционально степени замещения, что указывает на преобладание физических характеристик топлива факела из-за увеличения вязкости топлива.

Таким образом, расчётное определение структуры дисперсных частиц позволило для конкретного случая выявить факторы, определяющие эмиссию DPM : на малых и средних нагрузках – это повышенный расход масла

на угар (что указывает на неудовлетворительное техническое состояние двигателя), а на высоких нагрузках – уровень дымности ОГ (что указывает на неудовлетворительную организацию рабочего процесса). Подобный анализ только на основании интегральных данных по эмиссии дисперсных частиц провести невозможно.

Список использованных источников

1. Attia AMA, Nour M, Nada SA. *Study of Egyptian castor biodiesel-diesel fuel properties and diesel engine performance for a wide range of blending ratios and operating conditions for the sake of the optimal blending ratio. Energy Convers Manag* 2018;174. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.08.016>.

2. Attia AMA, Nour M, El-Seesy AI, Nada SA. *The effect of castor oil methyl ester blending ratio on the environmental and the combustion characteristics of diesel engine under standard testing conditions. Sustain Energy Technol Assessments* 2020;42. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100843>.

3. Kulchitskiy AR. *The Method of Diesel Particulate Matter Operative Control. Adv Automob Eng* 2014;03:1–4. <https://doi.org/10.4172/2167-7670.1000109>.

УДК 621.436.2

А. Н. Гоц (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОАПРЯЖЕННОСТИ ПОРШНЕЙ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Как известно, тракторные дизели большую часть времени эксплуатируются на неустановившихся режимах, причиной которых являются непрерывные изменения момента сопротивления при выполнении машинно-тракторным агрегатом сельскохозяйственных, трелевочных или других видов работ [1]. Колебания нагрузки на валу тракторного двигателя вызывается различными факторами: зоной эксплуатации агрегатов и ее почвенно-климатическими условиями, периодом года, видом работ, принятой технологией производства, свойствами агрегата и его энергетической установки, требованиями охраны труда и окружающей средой, субъективными факторами оператора и др. Это приводит к повышению нагрузок на детали КШМ и тепловой нагруженности на детали, окружающие камеру сгорания.

Одним из наиболее трудных вопросов конструирования поршней для форсированных дизелей является проблема снижения теплонапряженности наиболее нагретых участков поршня. К последним относятся в первую очередь кромки камер сгорания (КС), особенно полузакрытого типа (КС ЦНИДИ), и зона поршневых колец [2].

При умеренном форсировании обычно нет необходимости применять специальные методы охлаждения поршней. При увеличении уровня форсирования до поршневой мощности $N_{\text{п}} \geq (22 \dots 30) \cdot 10^2$ кВт/м² или при уровне теплонапряженности поршневой группы по критерию Костина $q_{\text{п}} \geq 7,0$ используют, как правило, принудительное охлаждение поршней маслом, которое через специальные форсунки подается струей на внутреннюю поверхность днища поршня или в кольцевую полость (галерею) в головке поршня [3]. В масляную галерею масло подводится через вертикальный канал конического сечения, в который входит неподвижная форсунка при подходе поршня к НМТ. Масло сливается из галереи через аналогичный канал на диаметрально противоположной стороне поршня.

В случае применения первого варианта принудительного охлаждения поршней температура днища поршня может быть снижена на 25...30 °С в зависимости от уровня форсирования. Применение галерейного масляного охлаждения позволяет снизить температуру наиболее нагретых точек поршня на 60...80 °С. Расход масла на охлаждение одного поршня составляет не менее 2 л/мин, что требует на 6...8 % увеличения эффективности теплоотвода от масляных радиаторов.

При доводке дизеля 8ЧН 15/16 [4] до заданных технико-экономических показателей использовались различные методы повышения надежности поршня, в том числе – галерейное масляное охлаждение.

На рис. 1 приведены результаты термометрирования поршня дизеля 8ЧН 15/16 при различных уровнях форсирования. При среднем эффективном давлении $p_e = 0,78$ МПа температура на кромке неохлаждаемого поршня (без галереи) составляет 395 °С, а охлаждаемого (с полостью для масла в головке цилиндра) – 315 °С.

Для выбора оптимальной формы галереи для масла и ее расположения в головке поршня был проведен расчет методом конечных элементов (МКЭ) температурных полей и эквивалентных напряжений в характерных точках поршня. При расчетах поля температур и напряжений поршня считались стационарными и симметричными, не учитывалась теплоотдача через коль-

ца, а также влияние давления газов на боковую поверхность головки поршня в зазоре между поршнем и цилиндром, а также действие на юбку боковой силы. Исходные данные корректировались с результатами термометрирования. При расчетах рассматривался также тот предельный случай, когда галерея не заполнена маслом, а значит теплоотдача в систему охлаждения через кольца затруднена.

На рис. 2 приведена расчетная схема поршня с формой масляной галереи (канал для подвода масла не показан), которая использовалась в серии. Цифрами от 1 до 5 указаны зоны с расчетными значениями коэффициентов конвективного теплообмена a_i и температуры окружающей среды t_i . Расчет проводился при максимальном давлении газов $p_z = 10$ МПа. Граничные условия корректировались с учетом термометрирования поршня [4].

На рис. 3 (каналы для подвода масла в галерею не показаны) приведены расчетные изотермы в сечениях головки поршня для двух случаев ($p_e = 0,78$ МПа): галерея заполнена маслом (рис. 3, а); а также когда в галерее масло отсутствует (рис. 3, б).

Отметим, что результаты расчетов температуры для случая галерейного масляного охлаждения поршня хорошо согласуются с результатами термометрирования поршня (см. рис. 1), что свидетельствует о том, что граничные условия теплообмена выбраны правильно. Кроме того, анализ температурных полей показывает, что галерейное масляное охлаждение (при показанном на рис.3 форме и ее расположении) обеспечивает снижение максимальных температур до рекомендуемых значений на кромке КС и в зоне первого компрессионного кольца. В тоже время отсутствие масла в галерее приводит к повышению температур за допустимые пределы. Это объясняет отказы дизеля при незначительной наработке его из-за оплавления кромки КС. Отказ может произойти при понижении давления масла в масляной системе или из-за неправильно установленной форсунки – струя масла только частично попадает в вертикальный канал, не заполняя полностью галерею.

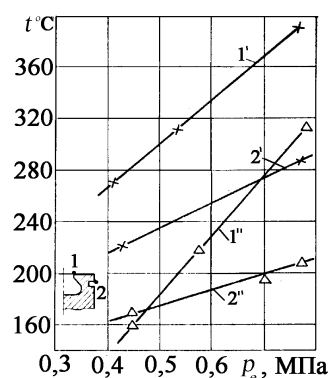


Рис. 1. Результаты термометрирования поршня дизеля 8ЧН 15/16 при различных уровнях форсирования: 1' и 1'' – изменение температуры на кромке КС неохлаждаемого и охлаждаемого поршня; 2' и 2'' – тоже в зоне первого компрессионного кольца

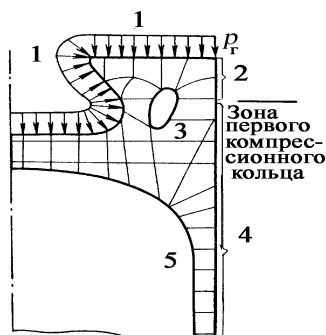


Рис. 2. Расчетная схема поршня дизеля 8ЧН 15/16:

- 1 – $a = 395 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $t = 750 \text{ °C}$;
- 2 – $a = 99 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $t = 750 \text{ °C}$;
- 3 – $a = 1360 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $t = 75 \text{ °C}$;
- 4 – $a = 1163 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $t = 100 \text{ °C}$;
- 5 – $a = 180 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $t = 100 \text{ °C}$;

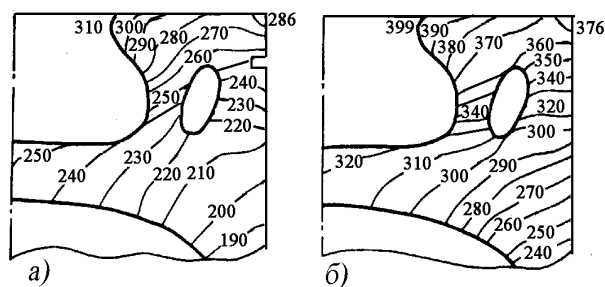


Рис. 3. Температурные поля в поршне дизеля 8ЧН 15/16: а – при наличии масла в галерее; б – при его отсутствии

Хотя при галерейном масляном охлаждении (см. рис. 3, а) максимальная температура на кромке КС уменьшается (с 395 до 310 °С), градиент температур в направлении от масляной галереи к кромке КС поршня возрастает почти в 2 раза. Так если взять разность температур в точках галереи, заполненной маслом, то $\Delta t = 50 \text{ °C}$ (см. рис. 3, а), а при отсутствии масла $\Delta t = 39 \text{ °C}$. Такой перепад температур приводит к увеличению напряжений на кромке КС.

Напряженное состояние в отдельных точках поршня после расчета МКЭ тензоров напряжений в окрестности узловых точек конечных элементов оценивалось через интенсивность напряжений σ_i :

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}.$$

Результаты расчетов σ_i по внешнему контуру поршня с учетом градиентов температур и давления газов приведены на рис. 4, а. Цифрой 1 отмечены эпюры интенсивности напряжений на контуре днища и боковой поверхности для поршня с галерейным масляным охлаждением, а цифрой 2 – для поршня, в галерее которого отсутствует масло.

Анализ полученных расчетов показывает, что хотя серийное галерейное масляное охлаждение существенно снижает температуру на кромке КС, но σ_i остаются достаточно большими, а окружные и радиальные напряжения даже возрастают (см. рис. 4, а) эпюры интенсивности напряжений 1 и 2). Так на кромке КС поршня при галерейном масляном охлаждении по

данным расчета $\sigma_i = 30,7$ МПа, окружное и радиальное напряжения $\sigma_\theta = 24,2$ МПа; $\sigma_r = 7,9$ МПа, а при отсутствии масла в галерее:

$\sigma_i = 14,3$ МПа; $\sigma_\theta = 2,5$ МПа; $\sigma_r = 7,7$ МПа.

Объяснить такой парадокс можно следующим образом. Галерейное масляное охлаждение снижает абсолютное значение температуры в характерных точках поршня, однако перепад температур по направлению к кромке КС остается большим (для кромки КС – $\Delta t = 50$ °С при масляном охлаждении и $\Delta t = 39$ °С, когда масло отсутствует). В связи с этим напряжения и деформации поршня остаются большими. Штриховой линией показан профиль поршня в рабочем состоянии. Это показывает, что при недостаточном зазоре между поршнем и цилиндром возможен контакт верхнего торца головки поршня. Такие встречались в эксплуатации. Видимо, форма галереи с точки зрения снижения напряжений в данном случае не оптимальна.

Действительно снижение напряжений и деформаций можно достичь выбором определенной формы поперечного сечения галереи и ее расположения в головке поршня. После нескольких вариантов расчета было установлено, что одинаково эффективно снижает температуру и напряжения кольцевая полость, поперечное сечение которой можно представить в виде капли. Кроме того, толщина стенки между галереей, КС и днищем поршня должна быть одинаковой (рис. 3, б).

Как показали результаты расчета теплонапряженного состояния поршня при тех условиях нагружения температура на кромке КС с предложенной формой поперечного сечения галереи стала равной 305 °С, так как улучшился теплоотвод, а интенсивность напряжений в окрестности точек конечных элементов на кромке КС – $\sigma_i = 10,5$ МПа. Деформация головки поршня также уменьшилась.

Таким образом, повышение долговечности поршня форсированного дизеля можно достичь за счет применения галерейного масляного охлажде-

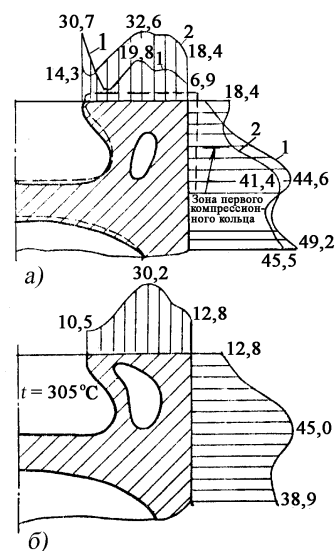


Рис. 4. Интенсивность напряжений на поверхности поршня: а – с галереей серийного производства; б – измененная форма галереи; 1 – галерея заполнена маслом; 2 – масло отсутствует

ния только при условии оптимальной формы ее поперечного сечения галереи в головке поршне. Такой выбор можно сделать при совместном анализе температурных полей и напряжений [5].

Список использованных источников

1. Гоц, А. Н. Моделирование эксплуатационных режимов тракторных дизелей // Транспорт, экология – устойчиво развитие: Доклады XIII научно-технич. конфер. с междунар. участие. Варна: Издательство ТУ. – 2007. – Т. 14. – С. 217-220.

2. Воинов, А. Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1977. – 277 с.

3. Дизели. Справочник / Под общ. ред. В. А. Ваншейдта, Н. Н. Иванченко, Л. К. Колерова. Л. : Машиностроение, 1977. – 480 с.

4. Гоц, А. Н., Фомин В. К., Папонов С. В. Повышение надежности поршня дизеля с воздушным охлаждением // Двигателестроение, № 10, 1988. – С. 40-42.

5. Глинкин, С. А., Гоц, А. Н., Иванченко, А. Б. Конструкция камеры сгорания и усталостная долговечность поршней тракторных дизелей // Тракторы и сельхозмашины, 2009, № 8. С. 38-41.

УДК 621.436.2

А. Н. Гоц, Ш. А. Амирсейидов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Введение. Основное допущение, которое обычно принимается во всех теориях по расчету долговечности детали при действии спектра нагрузок, состоит в том, что воздействие циклических напряжений некоторой заданной амплитуды приводит к усталостному повреждению, величина которого определяется числом циклов воздействия напряжений этой амплитуды, а также полным числом таких циклов до разрушения образца. Применительно к коленчатым валам можно считать, что в наиболее нагруженных сечениях (обычно это переходная зона от шатунной шейки в щеку по линии перекрытия) возникают сначала искажения кристаллической решетки, приводящие к появлению по какому-то направлению, в котором действуют наибольшие

напряжения, надрывов, постепенно переходящих под действием переменных напряжений в трещину. Под действием переменных напряжений трещина разрастается. Когда полная накопленная поврежденность достигает некоторой критической величины, а трещина существенно ослабляет поперечное сечение, происходит усталостное разрушение.

Цель исследования. Разработка методики прогнозирования долговечности коленчатых валов поршневых двигателей по данным усталостных испытаний натуральных образцов.

Материалы и методы исследования. В работах [1-3] показана возможность прогнозирования циклической долговечности коленчатых валов по результатам усталостных испыта-

ний. На рис. 1 приведен примерный график усталостной долговечности для деталей. Напряжение σ_{-1N_0} – значение предела выносливости в точке перелома A – для стали при $N = 2 \cdot 10^6 \dots 5 \cdot 10^7$ циклов. Ее наличие связано с изменением механизма преимущественного развития усталости. При высоком уровне напряжений усталостное разрушение происходит при $N < 10^5$ циклов в результате накопления пластических деформаций по плоскостям сдвига. Это малоцикловая усталость, где в большей степени проявляются закономерности статического разрушения. Если разрушение происходит при числе циклов $N = 2 \cdot 10^5 \dots 5 \cdot 10^6$, то в этом случае проявляются закономерности усталостного разрушения.

При малом уровне напряжений (вдоль прямой AD) развиваются диффузионные процессы перемещения дислокаций. Однако чтобы получить участок усталостной кривой AD требуется проведение трудоемких и длительных испытаний.

Схема установки для усталостных испытаний коленчатых валов, разработанной под руководством автора, показана на рис. 2. Машина состоит из станины 1, на которую через упругие пружины 2 устанавливается на крайние коренные шейки коленчатый вал 3. На тех же шейках устанавливаются маятники 4, один конец которых жестко закрепляется на шейках, а на противоположных концах маятников для создания циклических знакопеременных нагрузок устанавливаются два инерционных (дисбалансных) vibra-

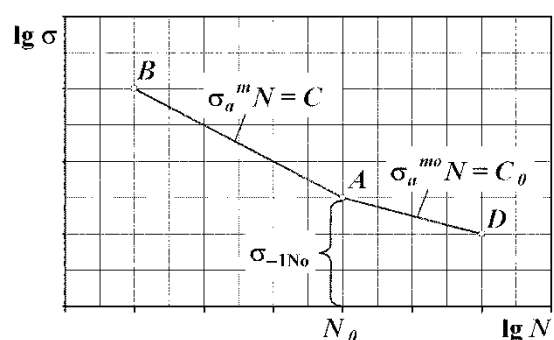


Рис. 1. Примерный график усталостной долговечности при регулярном нагружении

тора 5, вращающихся с одинаковой угловой скоростью ω и создающих в горизонтальной плоскости две равные силы $P = mr\omega^2$. Здесь m – масса неуравновешенного груза вибратора, расположенного на радиусе r ; ω – частота его вращения. Составляющие сил на горизонтальную ось x равны $P_x = mr\omega^2 \sin\varphi$, а на вертикальную ось y – $P_y = mr\omega^2 \cos\varphi$ ($\varphi = \omega t$ – угол поворота

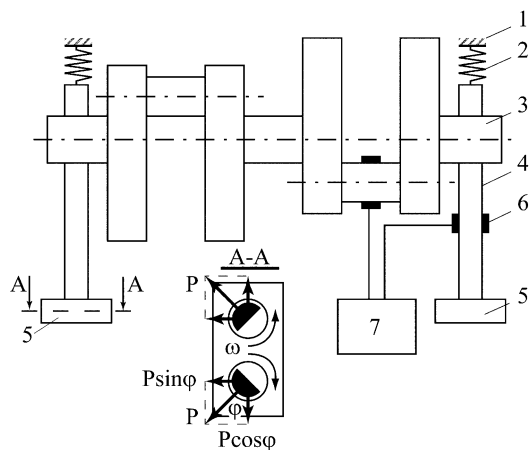


Рис. 2. Схема установки для испытания коленчатых валов

чистым изгибом по симметричному циклу с моментом $M = 2Pl \sin\varphi$, где l – длина маятника 4. Для однотипности проведения усталостных испытаний коленчатых валов был разработан РД 23.3.62-89 «Методика ускоренных испытаний коленчатых валов тракторных и комбайновых двигателей на усталость».

Для контроля нагружения коленчатого вала на шатунные шейки в плоскости сечения первого кривошипа наклеивались тензорезисторы 6, которые подключались к контрольно-измерительной аппаратуре 7. Перед началом испытаний проводилась градуировка тензорезисторов, наклеенных на шейки коленчатого вала, для чего к обеим концам маятников 4 (вместо системы нагружения 5 – рис. 2) прикладывалась статическая нагрузка P . Стенд для градуировки тензорезисторов состоял из жёсткой рамы, опор в виде призм, гидравлического домкрата и динамометра сжатия ДОСМ-3 [4].

Появление и рост усталостной трещины в испытываемом колене коленчатого вала регистрируется по возрастанию величины сигнала, поступающего от тензорезисторов на контрольно-измерительную аппаратуру. Появление трещины в сечении коленчатого вала снижает частоту его собственных колебаний ω_c , а так как испытания проводились в резонансном режиме, то амплитуда колебаний увеличивалась. Испытания прекращаются, если величина сигнала возросла на 15 % от первоначальной.

при вращении неуравновешенной массы m от вертикальной оси y , t – текущее время).

При этом вертикальная составляющая силы инерции от нижнего груза (рис. 2) $P_y = P \cos\varphi$ уравновешивается аналогичной составляющей от верхнего груза, а силы от вибраторов 5 слева и справа создают равные и противоположно направленные силы $2P \sin\varphi$. Таким образом, коленчатый вал нагружен

Коленчатый вал может быть установлен в испытательной машине так, что нагружаются одновременно все кривошипы или каждый кривошип в отдельности. Величина изгибающего момента, действующего в испытываемом n -ом кривошипе, контролируется непрерывно на протяжении всего времени испытаний. В состав системы контроля входят тензорезисторы, наклеенные на шатунной шейке испытуемого колена, тензоусилитель, два осциллографа: электронный (для визуального контроля за величиной сигнала от тензорезистора) и шлейфовый (для периодического контроля за величиной сигнала после градуировки при статическом нагружении). Привод вибратора 5 осуществляется от балансирной машины.

При нагружении каждого кривошипа чистым изгибом в его плоскости с моментом $M_{изг}$ разрушение должно произойти по сечению наименьшей жесткости – от галтели сопряжения шатунной шейки со щекой с выходом на галтель сопряжения коренной шейки и щеки.

При испытаниях необходимо на прямой AB (рис. 1) получить не менее трех значений циклов N_1, N_2, N_3 , при которых произойдет разрушение нагружением чистым моментом M_1, M_2, M_3 . Поскольку значение N_0 выбрано заранее (обычно принимают $N_0 = 2 \cdot 10^6 \dots 5 \cdot 10^7$ циклов), то при таких испытаниях фактически определяется не только предельный изгибающий момент, но и влияние концентрации напряжений в галтели. В этом случае достаточно просто определяется влияние конструктивных или технологических мероприятий на повышение усталостной прочности коленчатого вала.

Результаты исследования и их обсуждение. В качестве детерминированной модели усталостной долговечности для коленчатого вала при его нагружении моментом (одноосное напряжённое состояние) можно взять зависимость:

$$\sigma_a^m \bar{N} = C, \quad (1)$$

где σ_a – амплитуда переменных напряжений; \bar{N} – среднее число циклов до разрушения; C и m – параметры испытуемого коленчатого вала, зависящие от материала, технологии изготовления и ряда других факторов.

Известно, что испытаниям на усталость при постоянной амплитуде переменных напряжений свойствен большой разброс значений числа цик-

лов до разрушения. Поэтому в уравнении (1) под \bar{N} всегда понимается среднее число циклов до разрушения. Кроме того, при испытаниях уравнение (1) будет справедливо, если напряжение σ_a будет заменено моментом при N_0 .

Поскольку испытания коленчатого вала проводятся при различных значениях амплитудных напряжений σ_{ai} , то можно определить значение параметров C и m . Действительно, используя модель в виде (1) и данные по циклической долговечности кривошипов для каких-либо двух значений напряжений σ_{a1} , σ_{a2} и соответствующим им средним значений циклов до разрушения \bar{N}_1 и \bar{N}_2 , получим после логарифмирования два уравнения для определения C и m :

$$\begin{aligned} m \lg \sigma_{a1} + \lg \bar{N}_1 &= \lg C; \\ m \lg \sigma_{a2} + \lg \bar{N}_2 &= \lg C. \end{aligned} \quad (2)$$

Полученные величины C и m позволяют найти предел выносливости при базовом числе циклов $N_b = 2 \cdot 10^6$ или величину $\sigma_{-1к} = K_\sigma \sigma_a / (\varepsilon_\sigma \beta_\sigma)$. Поскольку номинальное напряжение может быть вычислено, то по данным экспериментальных исследований определяется значение отношения параметров $K_\sigma / (\varepsilon_\sigma \beta_\sigma)$, которое принимается при расчете на стадии проектирования.

Для определения долговечности коленчатого вала в часах предположим, что за время t_i работы двигателя в эксплуатации на одном из режимов, характеризуемом величиной крутящего момента M_i и угловой скоростью вращения вала ω_i в течение всего срока службы (до разрушения) T , на него будет произведено n_i циклов нагружения, которое для четырехтактных двигателей равно

$$n_i = \frac{30\omega_i}{2\pi} 60t_i = \frac{900\omega_i}{\pi} f_i T, \quad (3)$$

где $t_i = f_i T$; f_i – плотность вероятности работы на данном режиме.

Из уравнения действительных кривых выносливости $\lg N - \lg M_{\max}$ коленчатого вала определяем количество циклов нагружения, необходимое для его разрушения

$$N_i = \left(\frac{M_{\max 0}}{M_{\max i}} \right)^m N_0, \quad (4)$$

где m – показатель, численно равный котангенсу угла наклона кривой усталости в логарифмических координатах ($m = |\operatorname{ctg} \alpha|$); α – угол наклона левой ветви усталости; $M_{\max i}$ – амплитуда максимального изгибающего момента при i -ом режиме нагружения.

Таким образом, с учетом (3) и (4) за время t_i коленчатым валом будет накоплена определенная мера повреждения:

$$\frac{n_i}{N_i} = \frac{900 \omega_i f_i T}{\pi \left(\frac{M_{\max 0}}{M_{\max i}} \right)^m \cdot N_0}. \quad (5)$$

Согласно скорректированной линейной гипотезе накопления усталостных повреждений разрушение вала произойдет тогда, когда с учетом (5) сумма накопленных повреждений будет равна:

$$\sum_{i=1}^{i=k} \frac{n_i}{N_i} = \frac{900 T}{\pi N_0} \sum_{i=1}^{i=k} \omega_i f_i \left(\frac{M_{\max i}}{M_{\max 0}} \right)^m = a_p, \quad (6)$$

где k – режимы работы двигателя в эксплуатации.

Следуя [5] и, учитывая, что напряжения заменены предельными изгибающими моментами, величина a_p при стендовых ускоренных испытаниях [1] определяется также по формуле:

$$a_p = \frac{\zeta M_{\max i} - 0,5 M_{\max 0}}{M_{\max i} - 0,5 M_{\max 0}}; \quad (7)$$

$$\zeta = \sum \frac{M_{\max i}}{M_{\max 0}} \cdot \frac{v_{ai}}{v_m} \quad (M_{\max i} > 0,5 M_{\max 0}); \quad (8)$$

$v_m = \sum_{i=1}^{i=k} v_{ai}$ – общее число циклов нагружения; v_{ai} – число циклов повторения амплитуд $M_{\max i}$ в блоке нагружения.

При использовании ограниченного предела выносливости следует полагать:

$$a_p = \zeta = \sum \frac{M_{\max i}}{M_{\max 0}} \cdot \frac{v_{ai}}{v_m}, \quad (9)$$

где суммирование распространяется по всем амплитудам нагружения без отбрасывания малых амплитуд.

Согласно линейной гипотезе накопления усталостных повреждений, разрушение коленчатого вала произойдет тогда, когда $a_p = 1$.

Из (6) может быть найдена долговечность коленчатого вала по условию усталостного сопротивления:

$$T = \frac{\pi N_0 a_p}{900 \sum_{i=1}^{i=k} \omega_i f_i \left(\frac{M_{\max i}}{M_{\max 0}} \right)^m}. \quad (10)$$

Следовательно, для прогнозирования долговечности коленчатого вала необходимо располагать информацией о пределе усталостной прочности $M_{\max 0}$, вероятностно-статистической загруженности f_i двигателей в эксплуатации, а также нагрузками $M_{\max i}$ на коленчатый вал.

Список использованных источников

1. Гоц, А. Н. Научные основы расчета и ускоренных испытаний деталей кривошипно-шатунного механизма тракторных дизелей на стадии проектирования: автореф. дис... д-ра техн. наук. – Владимир, 2004. – 32 с.

2. *Burok S. Przyczyny pekania walow korbowych silnikow spalinowych. – Motoryzacja*, 1982. – Т. 37, № 2. – Р. 51-55.

3. Гоц, А. Н. Способ испытания коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания // Сб. докладов V национальной научн.-техн. конф. «Дизельные двигатели». Т. 2. ФНТО Болгарии. – Варна, 1989. – С. 580-585.

4. Гоц, А. Н., Куделя, И. Н., Некрасов, С. И. Прогнозирование долговечности коленчатых валов ДВС // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000, № 3. – С. 23-25.

5. Когаев, В. П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. М. : Машиностроение. – 1977. – 232 с.

6. Гоц, А. Н., Эфрос, В. В. Вероятностный метод расчета долговечности коленчатого вала // Сб. научных трудов по проблемам двигателестроения, посвященный 175-летию МГТУ им. Н. Э. Баумана / Под ред. Н. А. Иващенко, Л. В. Грехова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – С. 180-184.

УДК 621.432.3

А. Н. Гоц, В. С. Клевцов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЯ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ ЧАСТОТЫ НАГРУЖЕНИЯ

Одной из основных тенденций развития поршневых двигателей внутреннего сгорания является повышение их мощности и экономичности при обеспечении экологических показателей. Анализ статистических данных по выпуску поршневых двигателей зарубежного производства различного назначения показывает, что мощность выпускаемых новых модификаций возрастает в среднем на 60–80 % за каждые 10 лет. При форсировании дизеля по среднему эффективному давлению p_e или частоте вращения коленчатого вала n повышается напряженность основных деталей. Особенно это касается деталей, окружающих камеру сгорания, так как возрастают температурные напряжения в поршне и головке цилиндров (ГЦ). Поскольку ГЦ является неремонтируемым изделием, то ее замена часто сопряжена с большими материальными и трудовыми затратами. Одним из средств прогнозирования надежности является проведение ускоренных испытаний (УИ) ГЦ. Проведение УИ особенно актуально при крупносерийном или серийном производстве из-за возможности возникновения огромного потока отказов ГЦ.

При разработке методики и проведении УИ особое внимание нужно уделить режимам нагружения. Нагружение образца должно проводиться таким образом, чтобы ожидаемое разрушение имело не только такой же характер, как и при эксплуатационном отказе, но и происходило в тех же сечениях ГЦ, при одновременном условии ужесточения этих нагрузок. При УИ должно быть достигнуто подобие температурных полей при сравнении с эксплуатационными.

По данным исследований [1], наибольшие напряжения в ГЦ создает именно температурное нагружение, а не механическое (рис. 1).

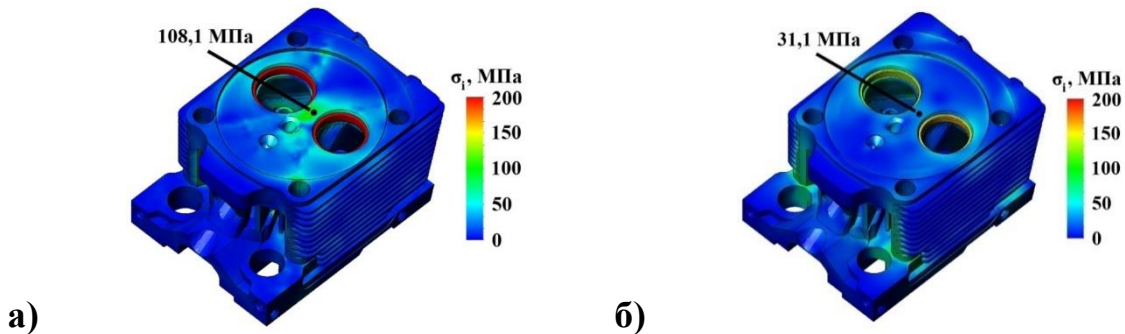


Рис. 1. Распределения интенсивности напряжений: а) – при действии температур, б) – при действии монтажной нагрузки и сил давления газов

Так, для ГЦ двигателя 4ЧН 10,5/12 (Д-145Т) на номинальном режиме интенсивность напряжений в межклапанной перемычке от воздействия монтажной и температурной нагрузок составила 108 МПа [1], в то время как от монтажной нагрузки и имитации давления газов составила 31,1 МПа

Проведение ускоренных испытаний на надежность по термоциклической устойчивости ГЦ сопряжено с постоянной сменой режима температурного нагружения. Как показывают результаты исследований [1], при работе дизеля наиболее приемлемым является трапециевидный цикл нагружения

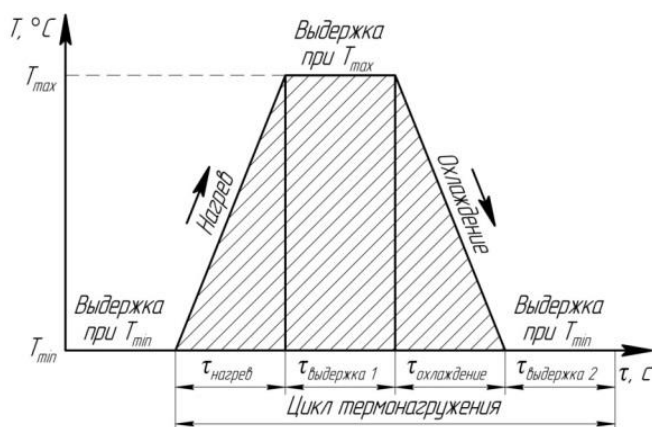


Рис. 2. Цикл нагружения

ГЦ (рис. 2). На цикле нагрева происходит рост температуры, затем выдержка на горизонтальном участке постоянной температуры, после чего – снижение температуры. Ширина основания трапеции (см. рис. 2) на графике является периодом нагружения, величина которого зависит от массы ГЦ, мощности нагрева и интенсивности охлаждения, т.е. расхода и температуры теплоносителя. Для уменьшения количества теплоты на нагрев, необходимо уменьшить массу ГЦ, например, путем срезания ее верхней части. Однако, в случае выбора неверной высоты ГЦ возникает риск искажения температурного поля на днище ГЦ. Для сохранения подобия температурных полей необходимо провести

расчет распределения температур в ГЦ по поверхности и глубине при следующих граничных условиях (ГУ) первого рода (рис. 3).

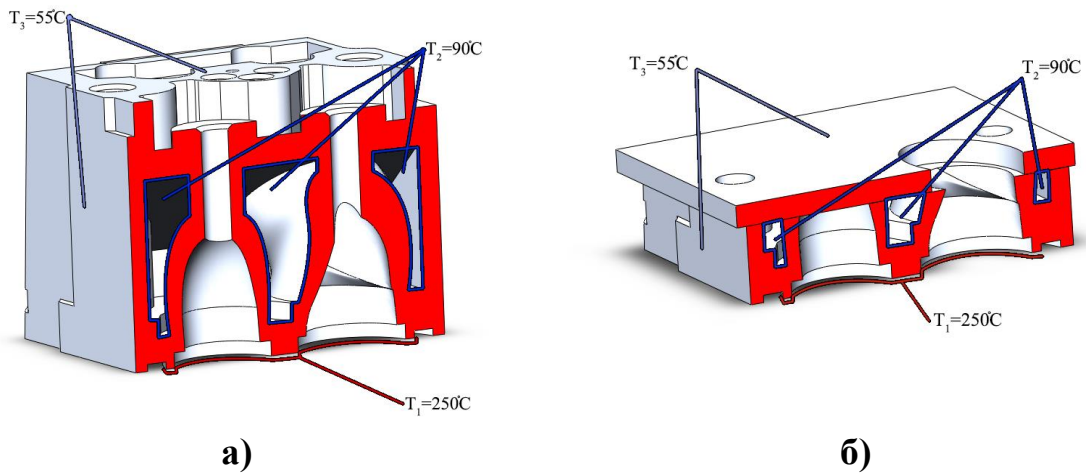


Рис. 3. Граничные условия первого рода: а) – для целой ГЦ, б) – для срезанной ГЦ

Результаты расчета температурных полей представлены на рис.4.

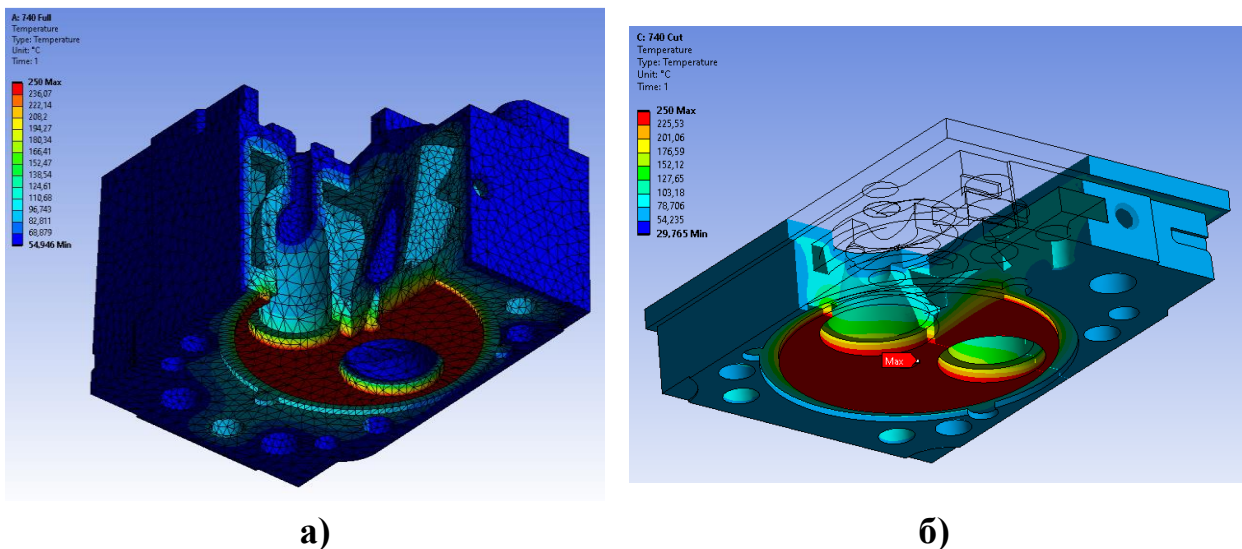


Рис. 4. Распределение температур в ГЦ: а) – для целой ГЦ, б) – для срезанной ГЦ

По результатам расчета можно сделать вывод, что наибольший градиент температур по глубине возникает на днище ГЦ (см. рис. 4, а), и почти не выходит за его пределы. Следовательно, верхнюю часть ГЦ можно срезать, и провести повторный расчет (см. рис. 4, б).

Важными для выполнения УИ являются монтажные нагрузки, напряжения от которых после срезания надстройки ГЦ, также могут измениться.

Также необходимо учитывать, что коэффициент основной нагрузки болтового соединения не должен меняться. Следовательно, необходимо провести и расчет напряжений при следующих статических и кинематических ГУ (рис. 5).

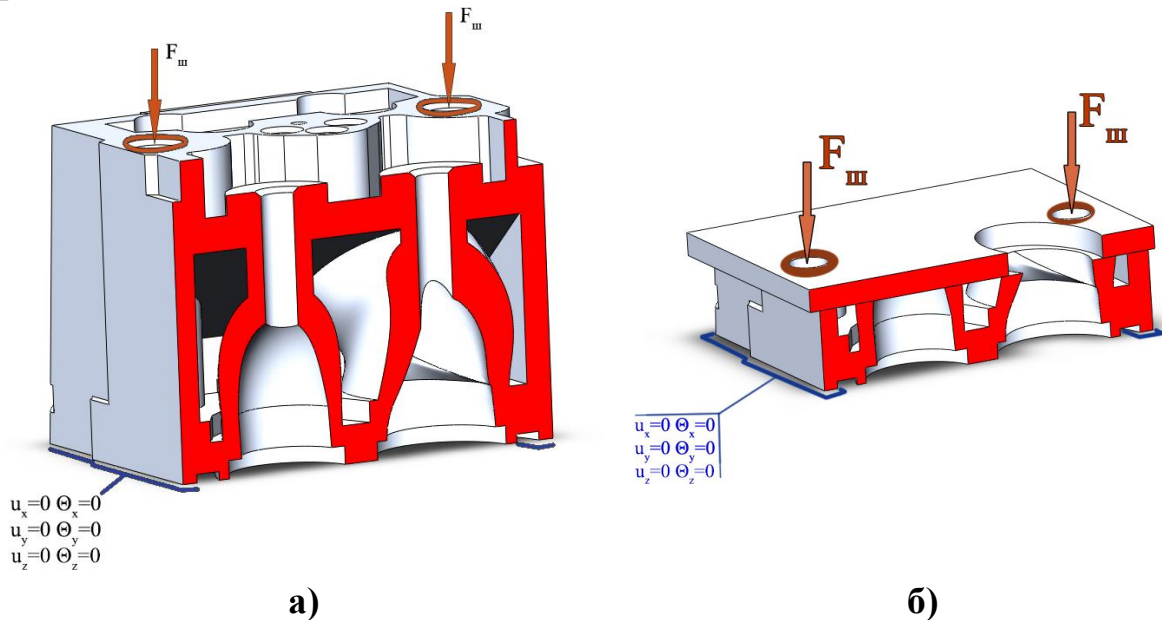


Рис. 5. Статические и кинематические ГУ: а) – для целой ГЦ, б) – для срезанной ГЦ, $F_{ш}$ – усилия от шпильки

Результаты расчета напряжений представлены на рис.6.

Расчеты показывают, что наибольшие напряжения возникают в местах приложения нагрузки – 100...210 МПа (см. рис. 6). В стенках колодцев монтажных шпилек напряжения составляют 20...100 МПа (см. рис. 6). При этом в центральной части ГЦ напряжения остаются невысокими – до 20 МПа (см. рис. 6).

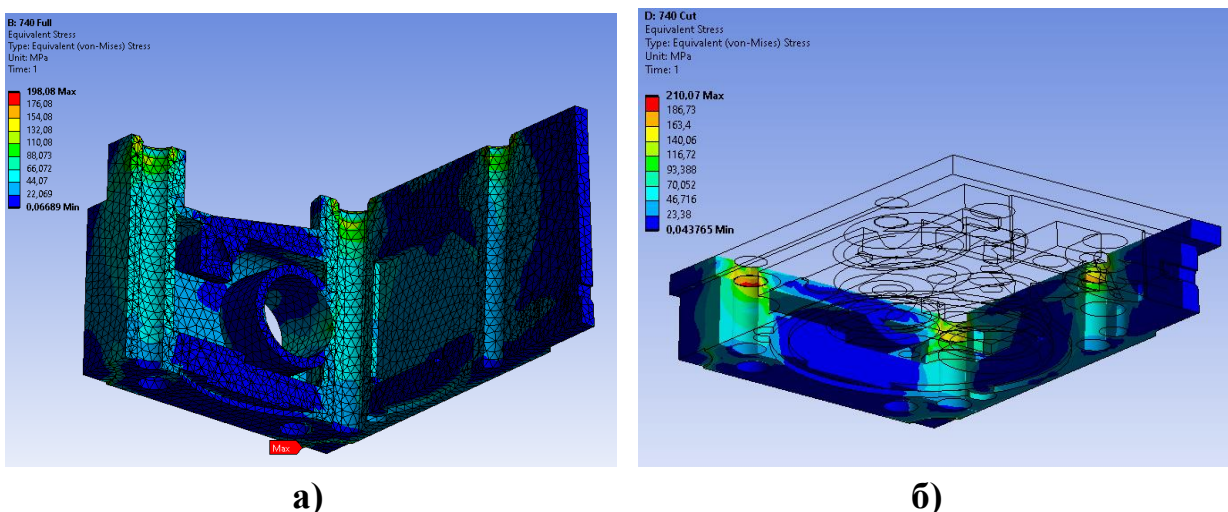


Рис. 6. Распределение напряжений в ГЦ при действии монтажной нагрузки: а) – для целой ГЦ, б) – для срезанной ГЦ

Таким образом, по результатам расчетов можно сделать вывод, что для проведения УИ не обязательно использовать целую ГЦ. Кроме того, снижение массы испытуемой головки позволяет увеличить коэффициент ускорения.

Список использованных источников

1. Прыгунов, М. П. Исследование и разработка методики оценки долговечности головок цилиндров тракторных дизелей с воздушным охлаждением: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. Владимир, 2013.
2. Гоц, А. Н., Клевцов, В. С. Методика расчета теплонапряженного состояния головки цилиндров дизеля жидкостного охлаждения // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 5. – С. 26-32; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38027> (дата обращения: 10.10.2021).

УДК 621.432

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

КЛЮЧЕВЫЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Среди изобретений, созданных человеком, поршневой двигатель внутреннего сгорания, бесспорно, принадлежит к числу выдающихся. Он оказал огромное влияние на образ жизни людей, внес в него значительные и необратимые перемены. Огромная роль, которую играют сейчас эти двигатели в жизни общества, определяет интерес к техническим, экологическим, энергетическим и другим проблемам их дальнейшего развития.

Понять логику эволюции поршневых двигателей можно на основе анализа общих закономерностей развития технических систем (ТС), которые являются проявлением фундаментальных законов диалектики. Известно, что развитие большинства технических (а также биологических, социальных, экономических и др.) систем происходит в соответствии с так называемой S-образной (логистической) кривой. В идеальном случае она будет иметь вид, показанный на рис. 1, хотя в действительности могут быть некоторые отклонения по времени, не изменяющие принципиально общую картину развития системы.

В качестве главного показателя ТС при построении этой кривой необходимо брать величины, наиболее полно характеризующие совершенство конкретной ТС. Например, это могут быть значения КПД, производительности, различные удельные энергетические показатели и т.п. Для поршневых двигателей в качестве главного показателя можно использовать значения среднего эффективного давления, эффективного КПД, литровой или поршневой мощности и т.п.

Анализ типичной кривой на рис. 1 показывает, что на различных ее участках можно четко выделить характерные точки, являющиеся пограничными между различными периодами развития ТС. Эти точки разделяют три участка кривой – вогнутый, почти прямолинейный и выпуклый. Они могут быть точно определены по экстремумам производной от исходной S-образной кривой.

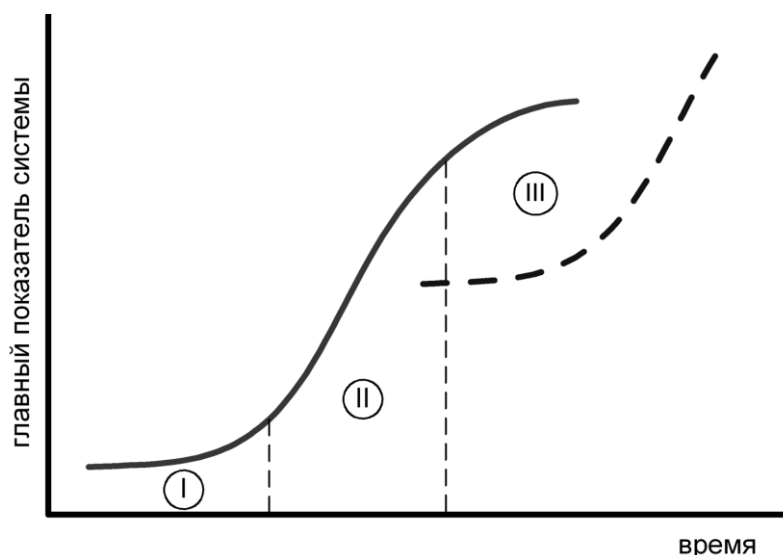


Рис. 1. Типичная S-образная кривая развития технических систем: I – III отдельные этапы развития; пунктиром показана кривая развития альтернативной ТС, приходящей на смену существующей

Таким образом, используя S-образную кривую, можно выделить три этапа развития любой ТС: I – зарождение и становление ТС; II – интенсивное ее развитие; III – замедление (прекращение) развития ТС.

На I этапе начинается практическое освоение принципиально нового технического решения, появившегося под действием общественных потребностей. С освоением этого нововведения техника переходит на качественно новый, более высокий уровень удовлетворения потребностей общества. Для I этапа существования ТС характерно сравнительно низкое значение ее основных показателей. Анализ эволюции конкретных технических систем показывает, что на этом этапе идет в основном поиск наиболее рациональных частных технических решений, укрепляющих и дополняющих главную

идею. На этом этапе многие ТС имеют, как правило, невысокую надежность, которая только на II этапе достигает требуемого уровня.

На протяжении I этапа новая конструкция производится обычно малыми партиями (сериями), что позволяет отбирать и быстро вносить в нее прогрессивные изменения, а также гибко учитывать опыт эксплуатации системы.

Второй этап развития ТС можно охарактеризовать как период интенсивных количественных изменений ее основных показателей (надежности, КПД, стоимости и др.). В целом эффективность системы на этом этапе резко возрастает при одновременном увеличении ее сложности. Усложнение ТС является своеобразной платой за повышение эффективности ее работы.

На III этапе наступает замедление развития ТС. Именно на этом этапе, когда увеличение эффективности системы замедляется, извлекаются все резервы для дальнейшего совершенствования и поддержания жизнеспособности ТС – применяются последние достижения смежных областей техники, вводится автоматическое управление рабочими процессами и др.

Итогом замедленного развития ТС может быть либо полное прекращение ее существования, либо дальнейшее развитие, но уже в составе надсистемы (системы более высокого уровня). Характерно, что в отличие от биологических систем, ТС начинают «отмирать» в период достижения своих наивысших рабочих показателей.

В конце II – начале III этапа развития зарождается и проходит этап становления уже принципиально новая (альтернативная) ТС, призванная сменить старую (см. рис. 1). В связи с этим важно вовремя заметить и правильно оценить появление новой ТС, а не пытаться путем количественных изменений старой системы решать новые задачи. Анализ развития различных ТС показывает, что каждая идея, несмотря на, казалось бы, безграничные возможности ее реализации, имеет свои рациональные границы существования, за пределами которых ее эффективность ухудшается. Для создания конструкций за пределами этих границ нужны принципиально новые идеи, т.е. качественно новый уровень технических решений.

Все сказанное в полной мере справедливо и для картины развития автомобильных поршневых двигателей. На рис. 2 показано изменение литровой мощности двигателей с искровым зажиганием за период их эволюции. Сравнивая график на рис. 2 с данными рис.1, можно констатировать, что этот тип двигателя находится на III этапе своего развития. Аналогичная картина наблюдается и в области дизелей.

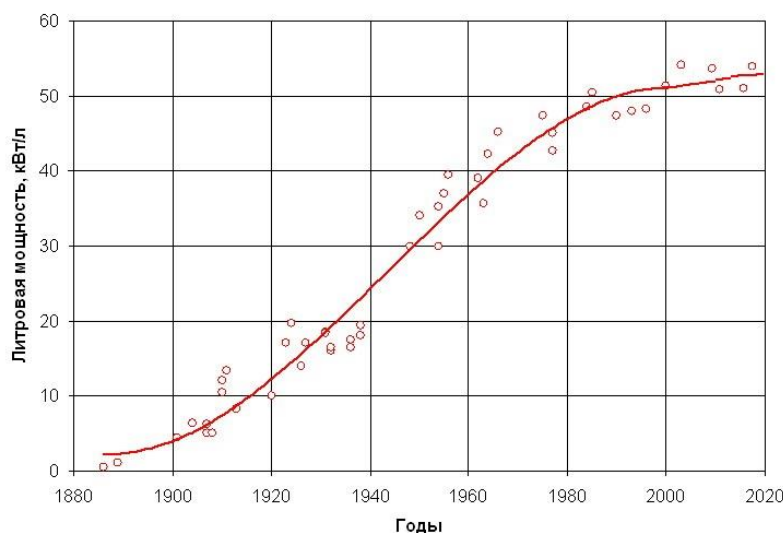


Рис. 2. Изменение литровой мощности двигателей с искровым зажиганием (без наддува) на протяжении периода их эволюции (1885 – 2020 гг.)

Для III этапа эволюции поршневых двигателей можно выделить следующие наиболее характерные черты развития, обеспечивающие продолжение их существования:

- использование бортовых микропроцессорных систем для комплексного управления различными рабочими процессами, протекающими в двигателе, а также применение мехатронных устройств в составе двигателя (термостат с электронным управлением, электропривод дроссельной заслонки, наддув при помощи нагнетателя с электроприводом и др.);
- широкое распространение высокоэффективных технологий и новых материалов при производстве двигателей (использование пластиков и композиционных материалов, легких сплавов с покрытиями, применение лазерных технологий и др.).

Эти черты будут определяющими и в процессе дальнейшего совершенствования автомобильных поршневых двигателей, которые в ближайшем будущем будут развиваться в составе автомобиля, полностью интегрируясь в его информационно-управляющую сеть.

Прогнозы экспертов и аналитиков свидетельствуют о том, что дальнейшая эволюция поршневых автомобильных двигателей будет происходить в составе уже другой надсистемы – гибридной силовой установки (двигатель – генератор – электромотор). Такие установки, по оценкам экспертов, являются весьма перспективными и их широкое практическое применение уже осуществляется с начала XXI века.

При этом не следует переоценивать масштабы применения полностью электрических силовых установок, хотя они в настоящее время и широко рекламируются. Здесь проблема заключается в том, что суммарная мощность **ВСЕХ** автомобильных двигателей на планете многократно превосходит существующие мощности электрической генерации (ТЭС, АЭС, ГРЭС и др.).

В дальнейшем (после 2030 г.) следует ожидать появления принципиально новых (альтернативных) силовых установок. На сегодняшний день эксперты сходятся в том, что такими установками, наиболее вероятно, будут топливные элементы в сочетании с электроприводом для преобразования электрической энергии в механическую.

Приведенный анализ этапов развития поршневых двигателей дает общее представление о направлении их эволюции и свидетельствует о том, что в ближайшее время следует ожидать расширения распространения принципиально новых силовых установок.

УДК 621.431.7-71

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

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЗОВ*

До настоящего времени существует критически острая и не решенная проблема в области систем жидкостного охлаждения транспортных поршневых двигателей – очистка охлаждающей жидкости и всей системы в целом. Загрязнение системы жидкостного охлаждения двигателей приводит к снижению её надежности при одновременном ухудшении теплоотводящей функции. Например, данные по эксплуатации тепловозного парка показывают, что от 14 до 23 % неисправностей и отказов тепловозов приходится на систему охлаждения дизеля, в том числе из них 68...73 % приходятся на отказы теплообменников [1, 2]. Все эти неполадки и отказы элементов систем охлаждения тепловозных дизелей в значительной

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

степени обусловлены наличием в охлаждающей жидкости (ОЖ) загрязнений различной природы.

Высокоэффективная фильтрация ОЖ транспортных двигателей действительно является сложной технической задачей в связи с наличием нескольких особенностей:

- расходы ОЖ в контуре системы охлаждения могут достигать у двигателей легковых автомобилей величины 100...150 л/мин., у двигателей грузовых автомобилей и магистральных тягачей – 250...550 л/мин., у двигателей тепловозов – до 1300 л/мин. и более;

- рабочие температуры ОЖ составляют + 75...110 °С (кратковременно до +130 °С);

- современные автотранспортные антифризы представляют собой агрессивные жидкости (смесь воды с этиленгликолем или пропиленгликолем), что предъявляет особые требования к материалам фильтра.

Эти особенности делают весьма сложной задачу высокоэффективной фильтрации ОЖ на борту транспортного средства. Значительные расходы агрессивной жидкости при высокой температуре довольно сложно фильтровать с высокой эффективностью, не снижая при этом пропускную способность фильтра.

Особенно остро проблемы очистки ОЖ проявляются в тепловозных дизелях в связи с тем, что у систем охлаждения двигателей тепловозов дополнительно существуют свои особенности, которые также следует учитывать:

- патрубки в системе охлаждения тепловозного дизеля могут иметь диаметры до 120 мм и более;

- в качестве ОЖ в тепловозных дизелях используется вода (расходы до 1300 л/мин. и более), что вызывает интенсивную коррозию и появление различных отложений (накипь, минеральные отложения), несмотря на то, что по регламенту вода должна быть мягкой и проходить спецобработку (добавка химических реагентов).

- нагрузка тепловозных дизелей характеризуется высоким уровнем и значительной интенсивностью при малой длительности режима холостого хода или простоя (у магистральных тепловозов).

Следует также отметить достаточно «жесткие» требования к бортовым устройствам фильтрации (очистки) ОЖ: ограниченное гидравлическое сопротивление (не более 10 кПа), высокая надежность, длительный срок службы (до замены или очистки от загрязнений), устойчивость к

вибрациям и ударам, низкая стоимость, гарантированная циркуляция ОЖ в каналах и магистралях систем жидкостного охлаждения (СЖО) и др.

Этим сложным сочетанием условий применения и предъявляемых требований и объясняется нерешенность задачи высокоэффективной фильтрации ОЖ транспортных двигателей до настоящего времени.

Современные устройства фильтрации (очистки) охлаждающей жидкости транспортных двигателей обладают низкой эффективностью вследствие явной шаблонности конструкций и отсутствия инновационных подходов к решению задачи очистки ОЖ.

О практической важности задачи очистки ОЖ и СЖО говорит тот факт, что все ведущие производители поршневых двигателей (*Caterpillar, VW, Cummins, Volvo, MTU, ЯМЗ* и др.) открыто признают опасность загрязнения систем охлаждения и предлагают технологии их очистки в своих руководствах по эксплуатации.

Кроме этого, выпускается и продается огромное количество специальных препаратов для промывки и очистки систем жидкостного охлаждения (*Hi-Gear, LAVR, Liqui Moly, STP, ABRO, Xenum, Wynn's* и др.).

Все приведенные факты свидетельствуют о том, что загрязнение ОЖ и системы охлаждения является общей проблемой транспортных поршневых двигателей различных типов и назначений. Решение этой проблемы может принести огромный технико-экономический эффект, в том числе и на железнодорожном транспорте.

В работе [3, с. 4] прямо указано: «...если тепловоз 2ТЭ116 работает в напряженном режиме в условиях повышенных температур и существует угроза перегрева теплоносителей в пути его следования с составом с вероятностью один раз в двадцать лет, то экономически выгоднее ежегодная замена всех секций радиаторов на новые не взирая на их техническое состояние практически в течении всего срока службы теплово-за».

При эксплуатации тепловозов безразборная химическая очистка теплообменников и полостей СЖО дизеля поставлена на промышленную основу. Химическая очистка системы охлаждения без демонтажа и разборки теплообменного оборудования и водоохлаждаемых агрегатов и узлов дизеля и тепловоза должна проводиться при текущем ремонте ТР-2 (периодичность – каждые 120 тыс. км пробега) в соответствии с действующей инструкцией [4].

Необходимость такой химической безразборной очистки объясняется тем, что характерной особенностью эксплуатации тепловозов экс-

платируемого парка ОАО «РЖД» является образование в СЖО дизеля различных накипно-коррозионных отложений (НКО), уменьшающих теплопроводность и нарушающих нормальную циркуляцию охлаждающей воды. В результате этого:

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

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

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

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

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

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

Список использованных источников

1. Овчаренко, С. М. Оперативный контроль эффективности работы системы охлаждения тепловоза. – Известия ТРАНССИБА, 2019, № 4 (40). – с. 9-17.
2. Балагин, О. В. Разработка технологии тепловизионного контроля технического состояния секций холодильников тепловозных дизе-

лей. – Диссерт. канд. техн. наук. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2005. – 165 с., ил.

3. Горин, В. И. Мифы и реальность о тепловозных секциях водовоздушных радиаторов. – Депо, 2013, № 7 (52), с. 2-4.

4. Безразборная химическая очистка систем водяного охлаждения дизелей тепловозов основных серий ОАО «РЖД». Общие технические требования к организации и порядку проведения. ЦТР-ВНИИЖТ-14/11. – М., 2011. – 42 с.

УДК 629.311:621.33

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

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В СВЕТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА

В последние десятилетия идет интенсивный поиск альтернативных силовых установок, способных заменить традиционный поршневой двигатель внутреннего сгорания. Это связано как с рядом недостатков поршневых двигателей, так и со стремлением улучшить экологические и энергетические показатели энергетических установок автомобильного транспорта.

Среди альтернативных энергетических установок для автотранспорта наибольшее внимание привлекают электрические силовые установки, работающие на автотранспорте от периодически заряжаемых аккумуляторных батарей. При этом в качестве основных достоинств указываются высокие экологические показатели, более низкие затраты на электроэнергию (по сравнению с углеводородным топливом для поршневых двигателей), высокая надежность, существенное снижение шума при эксплуатации и др. Каждое из этих достоинств не является бесспорными и часто стремится к нулю при комплексном технико-технологическом и экономическом анализе.

Кроме того, у электрических силовых установок имеется масса проблем, связанных отсутствием необходимой для эксплуатации инфраструктуры, ограниченной скоростью автотранспорта с этими установками и относительно малыми пробегами, длительным циклом зарядки аккумуляторов и серьезные проблемы с их производством и утилизацией,

повышенной пожароопасностью и трудностью пожаротушения литиевых аккумуляторов, малой грузоподъемностью транспортных средств на электротяге, опасностью электромагнитного загрязнения окружающей среды и др.

Не вдаваясь в анализ соотношения достоинств/недостатков электрических силовых установок, рассмотрим энергетические аспекты и перспективы широкого перехода на электротранспорт, что особенно актуально в свете мирового энергетического кризиса, начавшегося в конце 2021 г.

Вопрос доступности электроэнергии для зарядки аккумуляторов электромобилей является ключевым среди всех проблем электротранспорта.

Любые виды электромобилей могут существовать только при наличии возможностей подзарядки их аккумуляторов от энергосистемы различных масштабов (города, региона, страны). При этом электрическая энергия является особенным по своим свойствам продуктом – её сложно хранить, она должна быть мгновенно потреблена. Процесс функционирования энергосистемы любого масштаба состоит в постоянной (ежесекундной!) балансировке производства и потребления электроэнергии. В любой момент времени они должны быть равны. Это обязательное условие, поскольку разбалансировка производства/потребления электроэнергии приводит к серьезным нарушениям функционирования энергосистемы.

Схематично график производства/потребления электроэнергии в типичной энергосистеме показан на рис. 1.

Базовая генерация (нагрузка/потребление) представляет собой гарантированный постоянный объем электроэнергии, который необходим потребителям в любое время суток. Генерация этой электроэнергии обеспечивается всем комплексом ТЭС, ГРЭС, АЭС и др.

Переменные нагрузки (потребление) обусловлены изменениями производственных и социальных ритмов функционирования потребителей (начало и окончания работы различных производств, изменение потребления электроэнергии жителями в течение дня и т.п.).

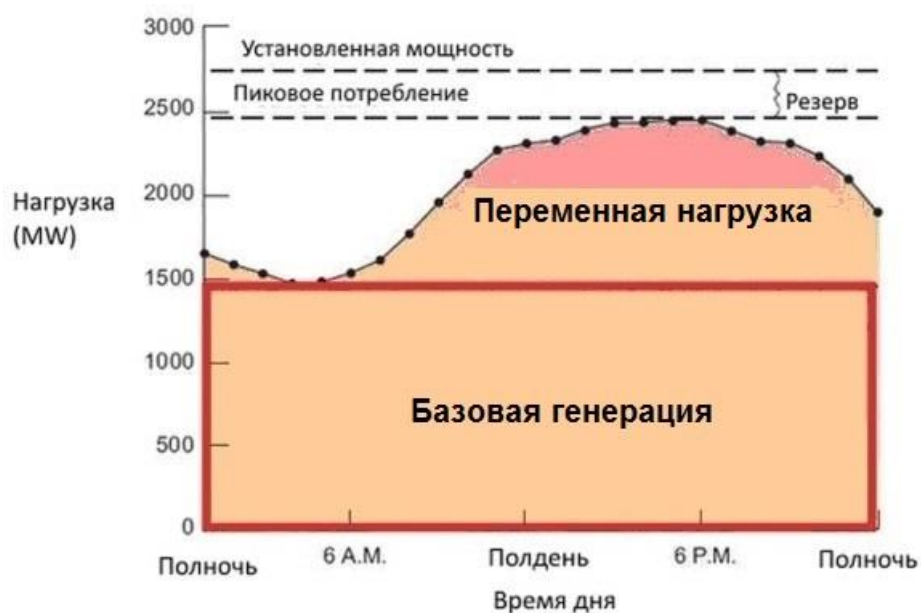


Рис. 1. Схема производства/потребления электроэнергии в типичной энергосистеме

Любая энергосистема рассчитана на определенные перегрузки, вызванные пиковыми потреблением электроэнергии, плановыми и аварийными ремонтами генерирующего оборудования и т.д. Обычно резерв энергосистемы составляет 15 – 20 %.

Основной причиной энергетического кризиса в Европе (а затем и в мире) в конце 2021 г. (кроме ценовых колебаний и изменения спроса на энергоресурсы) явилось неуклонное закрытие ТЭС, АЭС и других генераций, работающих якобы на «грязных» ресурсах (уголь, газ, ядерное топливо) и замена этих базовых генерирующих мощностей источниками альтернативной энергетики (ветровые, солнечные и приливные установки).

Особенностью функционирования объектов альтернативной энергетики является генерация прерывистой («рваной») электроэнергии. Ветровые, солнечные и приливные энергетические установки принципиально не могут обеспечить постоянную электрогенерацию. Поэтому объекты альтернативной энергетики без аккумуляторов вредны и опасны для любой единой энергосистемы в любых количествах, а при превышении определенного уровня их работа в энергосистеме либо разрушает ее, либо делает ее эксплуатацию чрезвычайно дорогой.

И как только в базовой генерации в Европе доля объектов альтернативной энергетики превысила критический уровень (более 20 %), единая

энергосистема вошла в кризисное состояние. Волонтеристская попытка быстрого перехода к «зеленой» энергетике («зеленый переход») разбилась о фундаментальные законы физики и энергетических технологий.

Все сказанное имеет прямое отношение к перспективам развития и расширения распространения электротранспорта, поскольку без надежной, стабильно работающей энергосистемы любого масштаба, электротранспорт не имеет перспектив.

И в этой связи альтернативная энергетика не может являться источником электроэнергии для электротранспорта. К тому же, себестоимость единицы «зеленой» энергии многократно превышает себестоимость энергии, получаемой от традиционных объектов генерации (ТЭС, ГРЭС, АЭС). Сегодня «зеленая» энергетика развивается только исключительно благодаря дотациям на государственном уровне. Не будет этих дотаций – «зеленая» энергия будет нерентабельна.

В 1975 г. на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР, академик и Нобелевский лауреат по физике П. Л. Капица сделал концептуальный доклад [1], в котором, исходя из фундаментальных физических принципов убедительно доказал бесперспективность широкого, массового применения объектов альтернативной энергетике (ветровых, солнечных и приливных установок). Наиболее перспективной Капица П. Л. считал атомную энергетiku и видел в этом будущее для человечества.

Характеризуя любой источник энергии двумя параметрами – плотностью энергии (количество энергии в единице объема) и скоростью ее передачи (распространения), он показал, что альтернативные объекты энергетике не могут являться базовыми в энергосистемах. Они могут играть только роль вспомогательных источников при незначительной доле в общей электрогенерации. Сегодня можно оценить эту долю – не более 10...15 %. В противном случае энергосистема становится нестабильной.

Кроме сложностей с функционированием альтернативных источниками энергии в составе энергосистем, существует вторая проблема – суммарной мощности всех энергетических установок автотранспорта. По имеющимся оценкам [2], суммарная мощность всех поршневых двигателей многократно превышает мощность всей электрогенерации на планете (ТЭС, ГРЭС, ТЭС и др.). Так, по последним оценкам экспертов [3] в одной только Великобритании перевод всего автотранспорта на электропривод потребует 20-кратного увеличения генерирующих мощностей. Совершенно очевидно, что такой скачок мощностей энергосистемы является утопией.

Таким образом, даже для частичного перехода на электропривод автотранспорта в мире, нужно в несколько раз увеличить генерацию электроэнергии, что является сложнейшей (если вообще технически выполнимой) задачей. Кроме этого, упорное стремление реализовать (вопреки законам физики и энергетических технологий) в ближайшие десятилетия так называемый «зеленый переход» в энергетике, сведет перспективы автотранспорта с электрическим приводом практически к нулю. Только возможности различных энергосистем в мире будут определять перспективы распространения электропривода на автотранспорте.

Список использованных источников

1. Капица, П. Л. Энергия и физика. Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию АН СССР. – Вестник АН СССР, 1976, № 1. – С. 34-43.
2. <https://habr.com/ru/post/177621/>.
3. <https://russtrat.ru/news/27-oktyabrya-2021-1000-6814>.

УДК 621.431.7-71

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

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОДУЛЮ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЯЖЕЛОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ*

Серийно выпускаемый ООО «НТЦ «АвтоСфера» при Владимирском государственном университете им. А. Г. и Н. Г. Столетовых» гидроциклонный фильтр-сепаратор (ТУ 28.29.12-001-31706395-2018) охлаждающей жидкости (ОЖ) двигателей нашел эффективное применение на самой различной автотранспортной технике – автобусах, малотоннажных грузовиках, легковых автомобилях, сельскохозяйственных тракторах и др. [1].

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

Предприятие выпускает целую гамму гидроциклонных фильтров-сепараторов (ГФС) с диаметрами присоединительных патрубков 20, 25, 28 и 38 мм, которые могут устанавливаться в зависимости от конкретных размеров трубопроводов в контурах систем охлаждения различной автотранспортной техники. При этом фильтр-сепаратор типа ФС-38А (диаметр присоединительных патрубков 38 мм) является самым большим по габаритным и присоединительным размерам из всей гаммы производимых ГФС.

У двигателей тяжелой транспортной техники (магистральные тягачи, тяжелые грузовики, промышленные тракторы и т.п.) диаметры основных трубопроводов в системе охлаждения имеют значительные размеры – от 50 до 80 мм. Поэтому была сделана попытка масштабировать фильтр-сепаратор ФС-38А под размеры этих трубопроводов. Однако, уже моделирование такой «масштабированной» конструкции фильтра показало, что кроме значительных габаритов и массы, он имеет очень большое гидравлическое сопротивление – до 300 кПа. Все эти параметры такого фильтра-сепаратора являются неприемлемыми для практического применения на автотранспортной технике.

Поэтому был выбран другой путь решения задачи очистки ОЖ при больших расходах и значительных диаметрах трубопроводов (более 50 мм) в системах охлаждения автотранспортных двигателей. Был использован обходной путь решения задачи – с использованием установки ГФС в байпасном канале, выполненном относительно основного патрубка [2, 3].

Такой модуль (устройство) очистки ОЖ конструктивно состоит (рис. 1) из основного патрубка 1 (алюминиевый сплав) длиной L и диаметром D , имеющего специальный байпасный канал 2 меньшего диаметра, в котором с помощью резиновых армированных патрубков и металлических хомутов установлен гидроциклонный фильтр-сепаратор 3 охлаждающей жидкости различных типоразмеров. Гидроциклонный фильтр-сепаратор в составе модуля осуществляет очистку потока ОЖ, проходящего через байпасный канал (около 20 % от основного потока), и при этом обеспечивает удержание твердых частиц загрязнений в грязесборнике.

Предварительные исследования макетных и опытных образцов модуля очистки показали, что он обеспечивает эффективную очистку ОЖ двигателей тяжелой автотранспортной техники благодаря тому, что циркуляция ОЖ в системах охлаждения двигателей осуществляется в замкнутом контуре и поток ОЖ с загрязнениями многократно проходит через такой модуль, постепенно очищаясь от твердых частиц загрязнений (песка, частиц

металла, продуктов химической коррозии и кавитационной эрозии металлов, накипи, остатков герметиков, фрагментов разрушившихся прокладок и т.п.) и продуктов разложения антифризов (гелей).

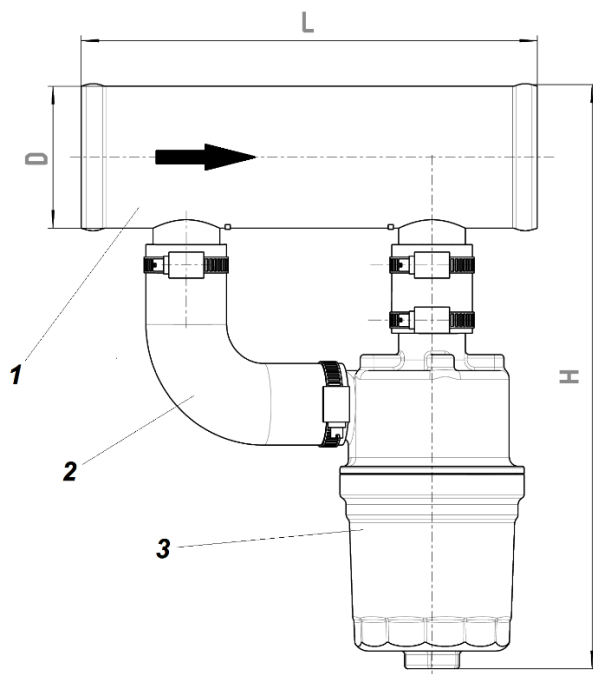


Рис. 1. Общая схема модуля очистки охлаждающей жидкости:

- 1 – основной патрубок;**
- 2 – байпасный канал;**
- 3 – гидроциклонный фильтр-сепаратор; L, D – длина и диаметр основного канала модуля; H – общая высота модуля**

К подобному модулю очистки ОЖ предъявляется комплекс определенных требований. На основе анализа условий эксплуатации автотранспортной техники можно сформулировать следующие основные требования к такому модулю очистки ОЖ.

1. Модуль очистки должен являться многоразовым, с возможностью периодического удаления загрязнений из емкости для их сбора, без замены каких-либо фильтрующих элементов.

2. Номинальная тонкость очистки (95 % улавливания) для твердых частиц загрязнений не должна превышать 100 мкм при расходе ОЖ через байпасный канал 50 л/мин. (определяется показателями ГФС).

3. Модуль очистки должен улавливать различные гелеобразные продукты (результат разложения антифризов).

4. Эффективность очистки не должна существенно зависеть от ориентации модуля в пространстве. Модуль очистки должен допускать наклон $\pm 15^\circ$ в вертикальной плоскости в направлении продольной оси.

5. Общее гидравлическое сопротивление модуля очистки (перепад давления между входом и выходом основного патрубка 1) не должно превышать 6 кПа при расходе основного потока ОЖ 600 л/мин ($36 \text{ м}^3/\text{ч}$). Этот

показатель может варьироваться для конкретных автотранспортных средств (как и диаметр основного патрубка *l*).

6. В процессе эксплуатации при улавливании загрязнений гидравлическое сопротивление модуля очистки не должно изменяться по сравнению с первоначальной нормированной величиной.

7. Модуль очистки должен иметь разборную конструкцию, позволяющую производить вскрытие гидроциклонного фильтра-сепаратора для удаления загрязнений и многократного использования.

8. В конструкции модуля очистки должны отсутствовать подвижные элементы и дорогостоящие материалы.

9. Модуль очистки должен обладать грязеемкостью не менее 220 см³ (определяется параметрами ГФС), обеспечивающей его функционирование в процессе эксплуатации автотранспортных двигателей в составе тяжелой транспортной техники.

10. Срок службы модуля очистки должен быть примерно равен ресурсу транспортного двигателя.

11. Модуль очистки должен обеспечивать свои функции в диапазоне температур -40... +120°C (кратковременно – при температурах до +130 °C) в среде антифриза (любых марок) при рабочих расходах потока до 600 л/мин (36 м³/ч).

12. Массогабаритные параметры модуля очистки и его конструкция должны обеспечивать его легкий монтаж в магистрали системы охлаждения двигателей (в разрыве между патрубками системы охлаждения).

13. Модуль очистки должен крепиться на трех точках - на резиновых армированных патрубках (2 точки) и с помощью специального трубного хомута с гайкой (3-я точка), который позволяет крепить модуль к какой-либо опоре в подкапотном пространстве автотранспортного средства.

14. Модуль очистки должен сохранять герметичность при испытании избыточным статическим давлением 300 ± 20 кПа.

Выполнение указанных требований позволит обеспечить эффективную работу модуля очистки в сложных условиях эксплуатации тяжелой автотранспортной техники.

Список использованных источников

1. Патент РФ на изобретение № 2625891. Гидроциклонное устройство для очистки от твердых частиц загрязнений охлаждающей жидкости

поршневых двигателей // Драгомиров С. Г., Драгомиров М. С., Эйдель П. И., Гамаюнов А. Ю., Селиванов Н. М. – 2017. – 10 с.

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

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

УДК 621.43.01

А. В. Завитков, И. С. Печников (Россия г. Владимир, ВлГУ)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Восстановление и упрочнение деталей машин является одной из основных задач для решения которой разрабатывают и исследуют различные высокоэффективные способы. Одним из направлений, позволяющих повысить эффективность восстановления и упрочнения рабочих поверхностей деталей машин, является применение современных технологий и оборудования, обеспечивающих повышение прочностных характеристик детали в несколько раз [1]. Ранее восстановление работоспособности агрегата проводилось методом ремонтных размеров, который заключался в механической обработке одной детали до определенного размера, а вторую деталь заменяли новой, но уже с учетом измененного размера первой детали. Таким образом, детали сопряжения имели размеры, отличающиеся от первоначальных. Именно эти новые, заранее установленные, размеры деталей сопряже-

ния прямо называть ремонтными. Также, для снижения износа в сопряжениях использовали вставки из высокопрочных материалов и традиционные методы повышения износостойкости, такие как ТВЧ закалка, ППД и тд.

Одной из существующих проблем долговечности двигателя является повышенный износ деталей пар трения – таких как «поршень – цилиндр», «головка клапана – седло», «шатун – шейка коленчатого вала» и тд. На данный момент широкое распространение получают методы лазерного восстановления, а также упрочнения рабочих поверхностей.

Одним из современных методов восстановления изношенных деталей является лазерная наплавка. Суть процесса в нанесении материала (металлический порошок) на обрабатываемое изделие, поверхность которого разогрета до температуры плавления лазерным излучением. Полученный таким образом поверхностный слой образует единое целое с основным металлом.

Лазерный луч высокой мощности фокусируется на поверхности детали, создавая небольшую ванну расплава. В эту область, через сопловую насадку транспортируется металлический порошок при помощи газовой смеси (в большинстве случаев это аргон, либо азот), который расплавляясь, создает новый слой (рис. 1). Температурная деформация и перемешивание с основным металлом сведены к минимуму из-за малых размеров ванны расплава и контролируемой мощности лазерного излучения. Результатом является наплавленный слой, не содержащий дефектов, таких как поры, раковины, мелкой сетки трещин. Наплавка имеет хорошую прочность сцепления с основным металлом, чего невозможно добиться при применении хромирования или термического напыления. Таких результатов можно добиться путем выбора рациональных режимов лазерной газопорошковой наплавки [2].

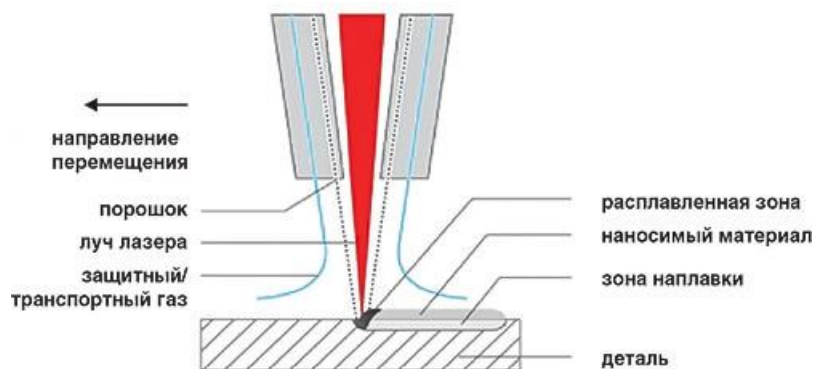


Рис. 1. Метод лазерной наплавки на поверхность металла

Восстановленный слой не уступает основному материалу по прочности и плотности, а при правильном подборе присадочного (наплавляемого) порошка значительно его превосходит, что положительно сказывается на сроке эксплуатации обработанной детали.

Одной из наиболее актуальных проблем в двигателе является износ впускных и выпускных клапанов. При работе клапана больше всего страдает головка (тарелка), которая работает в агрессивной среде и изнашиваясь не может плотно прилегать к седлу. Компрессия снижается, двигатель теряет свою эффективность. Для восстановления работоспособности клапана используют лазерную наплавку с последующей механической обработкой (рис. 2). С помощью лазерной наплавки добиваются высоких износостойчивых и антикоррозионных свойств [3].



Рис. 2. Лазерная наплавка клапана ДВС

Также, для снижения износа в сопряжениях деталей используют современный метод лазерной термообработки. Суть процесса заключается в локальном воздействии лазерного излучения на рабочую поверхность детали, её нагреве до температур, превышающих температуру фазовых превращений, но не достигающих температуры плавления и последующем высокоскоростном охлаждении благодаря отводу тепла во внутренние слои металла (рис. 3).

Лазерный луч фокусируется на поверхности детали, создавая расчетное пятно зоны нагрева. Источник излучения (лазерная головка) движется вдоль поверхности обрабатываемой детали с сохранением заданной скорости и расстояния от источника излучения до обрабатываемой детали. Результатом лазерной термообработки является высокопрочный закаленный поверхностный слой с глубиной до 1,5 мм.

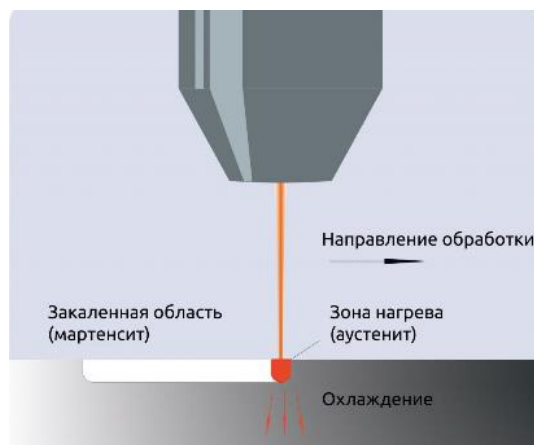
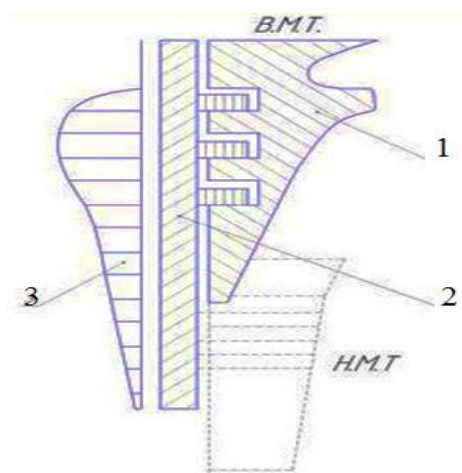


Рис. 3. Схема лазерной термообработки

Полученный закаленный слой превышает твердость исходного материала в 1,5 раза, что также положительно сказывается на сроке эксплуатации деталей подверженных повышенному износу.

Еще одной немаловажной проблемой является повышенный износ гильзы цилиндра двигателя внутреннего сгорания и наблюдается вблизи верхней мертвой точки (ВМТ) на тактах сжатия и расширения. Интенсивное изнашивание гильзы цилиндра происходит за счет действия коррозионного износа, высоких температур газа и нормальной силы N , которая действует перпендикулярно к стенке цилиндра, прижимая поршень к рабочей поверхности гильзы, увеличивая трение и износ между ними [4]. При движении поршня вниз работа сил трения колец и гильзы уменьшается. Поэтому эпюра износа цилиндра имеет форму конуса, большее основание которого находится вблизи ВМТ (рис. 4).



**Рис. 4. Характер износа гильзы по высоте:
1 – поршень, 2 – стенка цилиндра, 3 – эпюра износа**

Для повышения долговечности гильзы цилиндра ДВС используют лазерную термообработку с последующей ее механической обработкой (рис. 5) [6].



Рис. 5. Обработанные гильзы цилиндра ДВС

Лазерная закалка обеспечивает повышенную задиростойкость и уменьшенный расход масла, улучшаются и антикоррозионные свойства.

Список использованных источников

1. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке / С. А. Асиапчик, В. С. Голубев, А. Г. Маклаков – Минск: Белорусская наука, 2008. – 252 с.
2. Гоц, А. Н. Выбор режимов лазерной наплавки порошка ПР-08Х17Н8С6Г / Черные металлы. – 2020, № 11 (1067). – С. 46-51.
3. Федотов Д. Е., Марков В. В. Технические возможности лазерных технологий в машиностроении и приборостроении – 2010. – № 2/3 (280) – С. 110-115.
4. В. Е. Шурков. «Повышение надежности цилиндропоршневой группы зарубежных автомобильных двигателей»// Обзор. Филиал НАМИ. 1990 г.
5. «Industrial multibeam lasers and their technological applications» I. F. Bukhanova, V. M. Zuravel, V. V. Divinsky. Сборник SPIE (Международное оптическое инженерное общество, США, Вашингтон) vol. 2109, page 48.

ПОРШНЕВАЯ МАШИНА ПОТАПОВА

История развития бесшатунных поршневых двигателей, предложенных С.С. Баландины, [1] берёт начало в тридцатых годах прошлого века, когда в конструкторском бюро, где он работал, была выпущена конструкторская документация, по которой были изготовлены несколько типов авиационных двигателей с механизмом, отличным от кривошипно-шатунного. Базой для проектирования таких двигателей послужила известная кинематическая схема обращённого эллипсографа.

Вопреки ожиданиям, у большинства построенных образцов при первых оборотах вала происходило заклинивание силового механизма в корпусе двигателя в результате задира поршней о зеркало цилиндров. Те, кто сумел спроектировать и построить работоспособный двигатель, обнаружили в нём интенсивный износ и выкрашивание крейцкопных направляющих (питтинг). Все попытки бороться с этим явлением не приносили успеха. Живучесть силового агрегата определилась несколькими часами работы.

Постоянные неудачи сформировали в научной и конструкторской среде негативное отношение к самой идее создания бесшатунного двигателя этого типа. Выяснилось, что никто кроме самого С. Баландина, так и не смогли построить работоспособную конструкцию. По признанию же самого автора, каждый четвёртый двигатель, вышедший в своё время из стен КБ, выходит из строя из-за указанных выше причин.

До недавнего времени оставались неясными причины эффекта «клина» бесшатунного механизма, который мог проявиться сразу после сборки двигателя или в процессе его работы под нагрузкой после полного прогрева. По мнению авторов работ [2, 3], основную роль играло отсутствие методологии назначения номинальных размеров звеньев механизма и не учёт некоторых конструктивных факторов работы ползунов в напряжённо-деформированном состоянии. Кроме того, при проектировании не было уделено достаточного внимания конструктивным мерам, компенсирующим температурные деформации и производственные погрешности. Там, где эффект «клина» давал о себе знать, требовалось проведение доводочных работ, а это серьёзное препятствие для крупносерийного производства.

При разработке конструкции предпринята попытка совместить несомненные достоинства бесшатунного двигателя с его конструктивными изменениями, направленными на повышение технологичности и надёжности при эксплуатации, за счёт устранения избыточных связей, при этом используется матричный метод структурного анализа механизмов.

Кинематическая схема заявленной конструкции поршневой машины представлена на рис. 1 и 2. На рис. 1 изображена кинематическая поршневой машины в изометрии. А рис. 2 демонстрирует необходимость установки направляющего элемента, чтобы предотвратить заваливание шатуна в плоскости XOY .

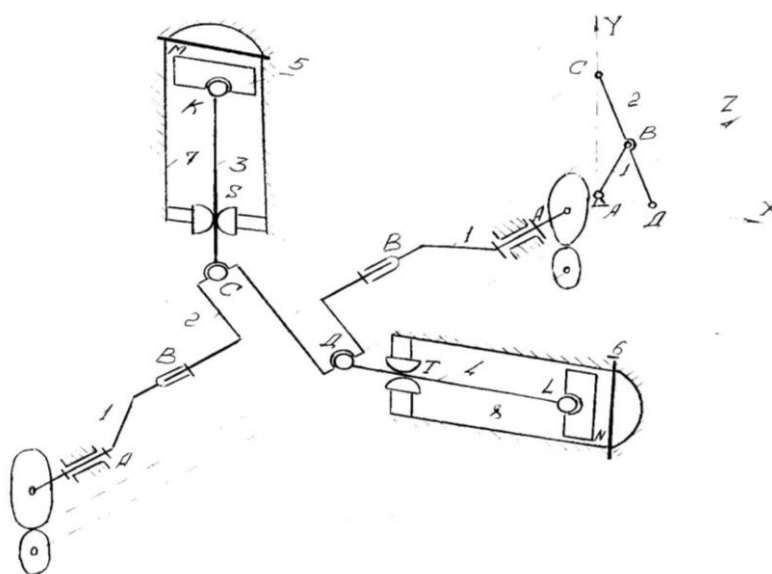


Рис. 1. Кинематическая схема поршневой машины:
1 – выходных валов с кривошипами; 2 – коленчатый вал;
3, 4 – шатуны; 5, 6 – поршни; 7, 8 – гильзы цилиндров;
кинематические пары: вращательные – А; В; С; Д; К; L;
поступательные – М; L; S; Т

Для достижения поставленной задачи во вновь проектируемом двигателе были внедрены следующие изменения:

- шатун соединён с поршнем посредством сферического шарнира двухстороннего действия;
- шатун установлен на шатунную шейку коленчатого вала при помощи сферического подшипника, внешняя обойма которого укреплена в шатуне, а внутренняя его обойма охватывает шатунную шейку. Чтобы установить

подшипник на шатунную шейку коленчатый вал делают разъемным состоящим из собственно вала и двух кривошипов устанавливаемых на вал по прессовой посадке;

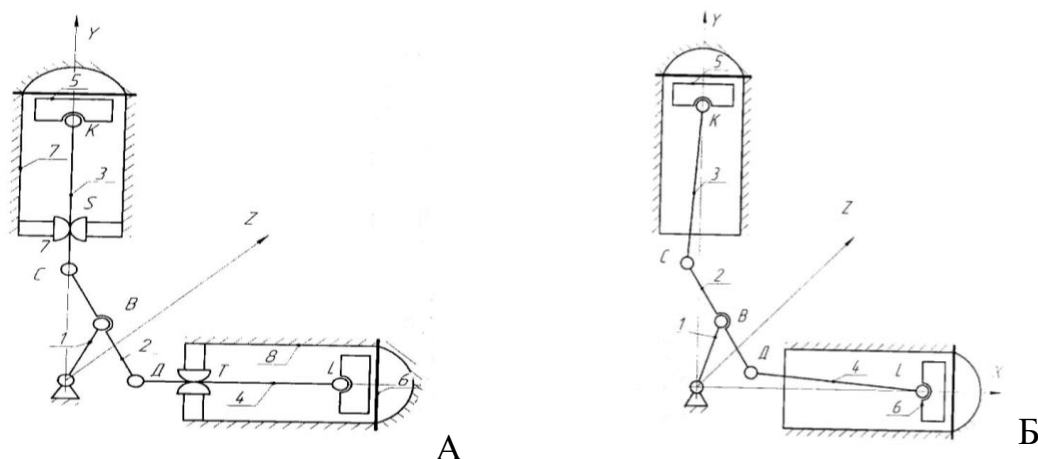


Рис. 2. Кинематическая схема установки упора шатуну: А – с упором, Б – без упора

- шатун охвачен направляющим элементом, обеспечивающим возможность углового смещения (перекоса) шатуна относительно оси цилиндра, причём направляющий элемент укреплен относительно цилиндра и картера в зоне сопряжения их внутренних поверхностей.

Чтобы подтвердить правильность заявленного технического решения проф. кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы», Третьяковым В. М. [4] в матричном виде был проведён расчёт по определению количества избыточных связей на двухцилиндровом бесшатунном двигателе-аналоге и двухцилиндровом двигателе разрабатываемой конструкции. Результаты были следующие: на бесшатунном двигателе числа избыточных кинематических связей было равно девяти, а на разрабатываемом двигателе избыточных связей не было совсем.

Опираясь на расчёты проф. Третьякова В. М. и внося изменения в конструкцию бесшатунного двигателя-аналога озвученные выше, была подана заявка на изобретение и получен патент [5], получивший название «Поршневая машина Потапова» по фамилии автора изобретения.

В настоящее время на кафедре «Наземные транспортно-технологические комплексы» КГТА при участии зав. кафедрой к.т.н. Пискарева М. Ю. ведутся работы по созданию действующей модели двигателя по запатенто-

ванной конструкции рис. 1, 2. Для этой цели были использованы два двигателя от бензопилы «Дружба-4». Из двух одноцилиндрованных двигателей был собран один V-образный двигатель с углом развала 143° . От двигателей бензопилы «Дружба-4» использованы два картера, две головки и две гильзы цилиндров, два карбюратора и два глушителя, два поршня и поршневые пальцы. Оригинальные конструкции коленчатого вала, шатунов и других деталей изготовлены или находятся в процессе изготовления на ОАО «ЗиД».

Список использованных источников

1. С. С. Баландин. Беспшатунные поршневые двигатели внутреннего сгорания. М. Машиностроение. 1968 г.
2. В. А. Ворогушин. Устранение эффекта клиннения в беспшатунном механизме С.С. Баландина. М. Автомобильная промышленность № 2009 г.
3. В. Н. Симонов, С. С. Сурак. Размерные цели беспшатунного механизма ДВС С.С. Баландина. Анализ работоспособности механизма. М. Грузовик. № 10. – 2008 г.
4. В. М. Третьяков. Матричный метод определения избыточных связей и подвижностей в механизме // Известия вузов. Машиностроение – 1996 – № 10-12; Бил. № 28. Поршневая машина Потапова.
5. Патент РФ «Поршневая машина Потапова» № 2756798 от 05.10.21 Бил. № 28.

УДК 629.113.01

А. М. Шаранов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БАТАРЕЙ НА LI-ION АККУМУЛЯТОРАХ ДЛЯ ЛЕГКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Развитие электротранспорта и, в частности, легких транспортных средств в мире, можно напрямую связать с изобретением и созданием литий-ионных аккумуляторов.

Литий-ионные аккумуляторы различаются по типу используемого катодного материала. В настоящее время в массовом производстве литий-ионных аккумуляторов используются три класса катодных материалов:

- кобальтат лития $LiCoO_2$ и твёрдые растворы на основе изоструктурного ему никелата лития;

- литий-марганцевая шпинель $LiMn_2O_4$;

- литий-феррофосфат $LiFePO_4$.

Характеристики литий-ионных аккумуляторов зависят от химического состава составляющих компонентов и варьируются в следующих пределах:

- напряжение единичного элемента – 2,5 ... 4,2 В;

- удельная энергоёмкость – 110...270 Вт·ч/кг;

- внутреннее сопротивление – 4...15 мОм;

- число циклов заряд-разряд до снижения ёмкости до 80 % – 600;

- время быстрого заряда – 1 час;

- саморазряд – около 1,6 % в месяц (при температуре 25 °С и заряде 100 %):

- ток нагрузки относительно ёмкости С, представленной в А·ч – до 5 °С (постоянный), до 50 °С (импульсный);

- диапазон рабочих температур – от –20 °С до +60 °С.

Большинство аккумуляторных батарей современных легких транспортных средств собраны с использованием литий-ионных аккумуляторов типоразмера 18650. В обозначении типоразмера первые две цифры (18) – диаметр в мм, а следующие три цифры (650) – длина в мм. Формат 18650 получил столь широкое распространение благодаря тому, что из таких ячеек можно собрать аккумуляторную батарею практически любой конфигурации, и каждый аккумулятор имеет собственный жёсткий корпус.

Аккумуляторы одного и того же типа можно соединять параллельно для кратного увеличения емкости аккумуляторной батареи (АБ). В этом случае суммарная емкость батареи равна сумме емкостей параллельно соединенных аккумуляторов.

Для увеличения энергоемкости АБ и с целью снижения величины рабочего тока, целесообразно увеличивать напряжение АБ. Это позволяет, обеспечивая заданную мощность электродвигателя, существенно снизить тепловые потери и повысить надежность всех элементов электропривода и аккумуляторной батареи.

Схема сборки батареи зависит от выбранного рабочего напряжения батареи, требуемой величины ее емкости и максимально допустимого тока, проходящего через единичный аккумулятор.

Схема сборки в общем смысле обозначается формулой: $aS bP$,

где a – количество аккумуляторов, соединённых последовательно (S – *serial*), b – количество параллельно соединённых аккумуляторов внутри одного блока (P – *parallel*).

Номинальное напряжение батареи определяется как номинальное напряжение одного аккумулятора, умноженное на количество последовательно соединённых блоков аккумуляторов. Ёмкость батареи определяется как ёмкость одной ячейки, умноженная на количество параллельно соединённых аккумуляторов внутри одного блока.

Например, батарея, собранная по схеме **13S 5P** из литий-ионных ячеек типоразмера 18650 ёмкостью 2500 мА·ч, будет иметь номинальное напряжение 48,1 В ($3,7 \text{ В} \cdot 13$) и ёмкость 12,5 А·ч ($2500 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot 5$).

Вместе с тем, для обеспечения безопасной эксплуатации литий-ионных аккумуляторных батарей и увеличения их ресурса следует выполнять следующие требования:

- напряжение, ниже которого не допускается разряжать отдельно взятый аккумулятор в батарее, состоящей из последовательно соединённых аккумуляторов, лежит в пределах 2,7 – 2,8 В (в зависимости от рекомендаций их производителя);

- напряжение, выше которого не допускается заряжать отдельно взятый аккумулятор, лежит в пределах 4,1 – 4,3 В.

Работа в указанных пределах напряжений обеспечивается специальными контроллерами аккумуляторной батареи с системой контроля и управления – *PCM*-платы (англ. *Protection Circuit Module*) или *BMS* (англ. *Battery Management System*).

В аккумуляторную батарею стараются подобрать аккумуляторы, близкие по ёмкости и по внутреннему сопротивлению. При сборке АБ также учитывают, что напряжения на аккумуляторах должны иметь как можно более близкие значения. Однако зарядить их до определенного напряжения можно с некоторой точностью (например, $\pm 0,01 \text{ В}$). Следует учитывать тот факт, что аккумуляторы даже из одной партии имеют немного отличающиеся характеристики: внутреннее сопротивление, токи саморазряда в режиме хранения, скорость деградации электродных материалов и т. д.

При заряде/разряде все эти факторы приводят к появлению «окна», которое равно разности между напряжениями самого заряженного и самого разряженного аккумулятора (рис. 1), то есть напряжения, которые были примерно одинаковыми для всех аккумуляторов вначале, постепенно «разбегаются».

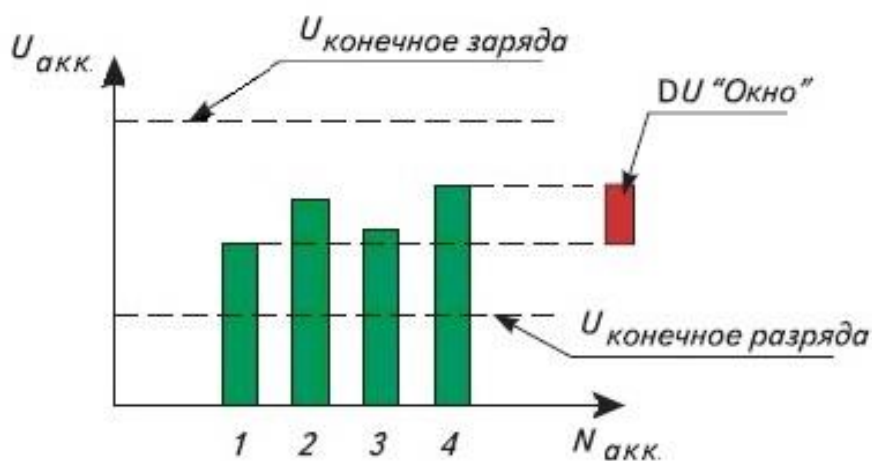


Рис. 1. «Окно» разбаланса, снижающее емкость АБ

При увеличении этого разбаланса заряд батареи должен быть прекращен при достижении аккумулятора с самым большим напряжением конечного верхнего допустимого значения напряжения. Аналогично батарея отключится, когда аккумулятор с самым низким напряжением достигнет конечного нижнего допустимого значения напряжения. Это неизбежно приводит к недозарядке, недоиспользованию емкости заряженных аккумуляторов и снижению емкости батареи в целом.

Разбаланс аккумуляторов, появляющийся в процессе заряда/разряда делает, наряду с традиционными функциями *BMS* – контроля и защиты аккумуляторов по току, напряжению и температуре, делает актуальной функцию балансировки (выравнивания) напряжения отдельных аккумуляторов.

В легких транспортных средствах, таких как электросамокаты, электровелосипеды системы балансировки (СБ) входят, как правило, в состав АБ, являются неотъемлемой частью батареи и располагаются внутри корпуса вместе с аккумуляторной сборкой, а чаще всего на одной плате с модулем контроля (МКУ).

Встроенные в аккумуляторную батарею СБ чаще всего конструктивно изготавливаются из резистора и управляемого от МКУ ключа (для каждого аккумулятора), замыкающего резистор N -го аккумулятора. Такие системы работают, как правило, обычно только при зарядке (рис. 2).

Малые токи балансировки (от сотен мкА до сотен мА) компенсируются тем, что СБ постоянно расположена рядом с аккумуляторами. АБ чаще всего находится в режиме покоя. Поэтому, обходясь небольшими токами, СБ удастся предотвратить «разбегание»

аккумуляторов за счет более длительного времени балансирования, если СБ работает в режиме покоя АБ, или более длительного времени заряда. Ток заряда при этом выбирают в пределах 0,07 – 0,15 А от емкости АБ).

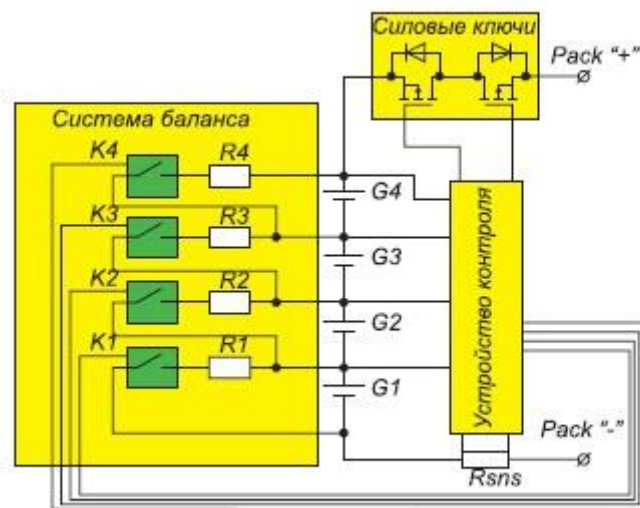


Рис. 2. Пассивная, управляемая система баланса *Li-ion* АБ

При достаточно большом разбалансе напряжений на аккумуляторах батарею необходимо заряжать малым током длительное время. Отношение тока заряда к току баланса выбирается таким, чтобы МКУ было чувствительно к зарядному току и четко идентифицировало, что происходит заряд и время заряда приемлемо (например, не более 24 часов).

Пример разбалансировки аккумуляторов в процессе разрядки приведен на рис. 3.

При частичной разрядке аккумуляторов (рис. 3, б) разница между напряжением группы с максимальным напряжением и группы с минимальным напряжением возросла до 6,7...7,3 %. При дальнейшей разрядке аккумулятора снижение напряжения групп 9, 12 и 13 до минимально допустимого 2,7 В, *BMS* отключит аккумулятор от нагрузки. При этом, напряжение аккумуляторов в оставшихся группах не достигнет минимума, и, следовательно, их емкость будет недоиспользована.

Практика использования аккумуляторной батареи 13S 5P при использовании быстрой зарядки токами 2 – 4 А показала, что разбаланс напряжений аккумуляторов с течением времени увеличивается. Причиной этого – ограниченные мощности рассеивания балансирующих резисторов.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЛЕГКИХ МОТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Выбросы токсичных веществ с отработавшими газами двигателями мототранспортных средств определяют на стенде с беговыми барабанами.

Стенд для испытаний мототранспортных средств, предназначен для имитации дорожных условий. Стенд должен обеспечивать точное воспроизведение реального сопротивления дороги, сопротивление воздуха также сопротивления инерционных сил при ускорении.

Кинетические энергии транспортного средства $E_{mp.ср.}$ и кинетической энергии стенда $E_{ст.}$:

$$E_{mp.ср.} = \frac{\delta m v^2}{2}; \quad E_{ст.} = \frac{J_c \omega_b^2}{2},$$

где δ – коэффициент учета вращающихся масс; m – масса транспортного средства; v – скорость транспортного средства; J_c – суммарный момент инерции стенда, приведенный к оси вращения барабанов; ω_b – угловая скорость вращения барабанов.

Из равенства кинетической энергии и стенда суммарный момент инерции стенда, приведенный к оси вращения барабанов:

$$J_c = \frac{\delta \cdot m \cdot v^2}{\omega_b^2} = \delta \cdot m \cdot r_b^2.$$

Таким образом, для обеспечения условий проведения испытаний каждому транспортному средству должна соответствовать свой момент инерции стенда. Это было достигнуто применением дополнительных съемных маховых масс.

Кинематическая схема стенда для стендовых испытаний легких транспортных средств кафедры ТДиЭУ ВлГУ представлена на рис. 1.

По оси О – О располагаются беговые барабаны (ролики) 1, соединенные между собой подвижной муфтой 2. Это позволяет проводить испытания

как двух, так и четырехколесных транспортных средств с ведущими задними / передними колесами. По оси А – А располагаются воздушный тормоз с лопатками 4 и регулируемым кожухом 5, сменные маховые массы 6 и балансирный электротормоз 8, соединенным с валом воздушного тормоза соединительной муфтой 7. Вращение деталей и узлов по оси А – А осуществляется с помощью повышающей цепной передачи 3.

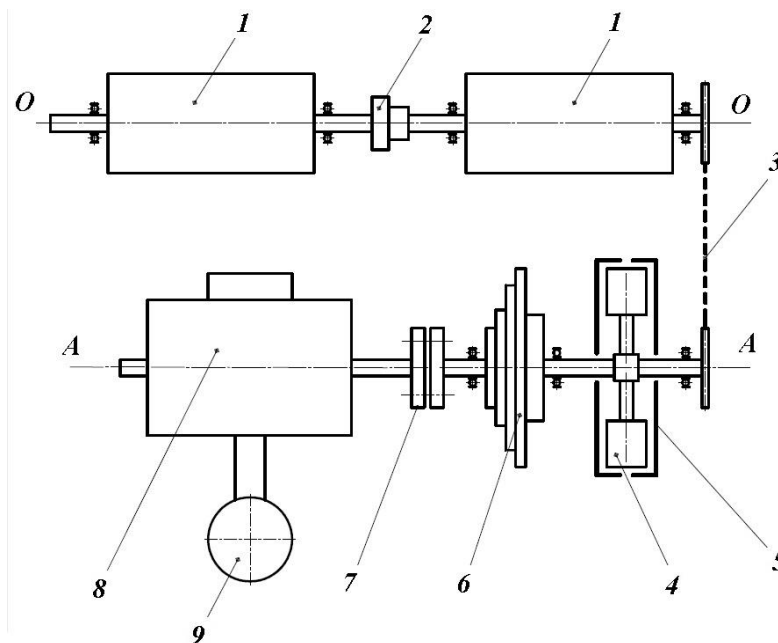


Рис. 1. Кинематическая схема стенда:

- 1 – беговые барабаны; 2 – соединительная муфта; 3 – цепная передача;
4 – лопатки воздушного тормоза; 5 – кожух воздушного тормоза;
6 – сменные маховые массы; 7 – соединительная муфта;
8 – балансирный электротормоз; 9 – силоизмерительное устройство**

Суммарный момент инерции стенда, приведенный к оси О-О определяется выражением:

$$J_c = \sum J_{бар.} + \sum J_{0-0} + (J_{воз.т.} + \sum J_{мах.м.} + J_{э.б.тор.} + \sum J_{A-A}) \cdot i^2,$$

где $\sum J_{бар.}$ – суммарный момент беговых барабанов;

$\sum J_{0-0}$ – суммарный момент инерции валов, соединительной муфты и звездочки на оси О – О;

$\sum J_{воз.т.}$ – суммарный момент вращающихся частей воздушного тормоза;

$\sum J_{мах.м.}$ – момент инерции ротора электробалансирного тормоза;

ΣJ_{A-A} – суммарный момент инерции валов, соединительной муфты и звездочки на оси $A - A$;

i – передаточное число цепной передачи от вала $O - O$ к валу $A - A$.

Момент инерции электробалансирного тормоза указан в технической документации производителя.

Сменные маховые массы представляют собой стальные диски различной массой и диаметров. Для повышения точности их моменты инерции определялись с помощью метода «унифилярного подвеса» [1].

Момент инерции остальных деталей определялся в составе стенда методом «Атвудовой машины» [1].

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 2.

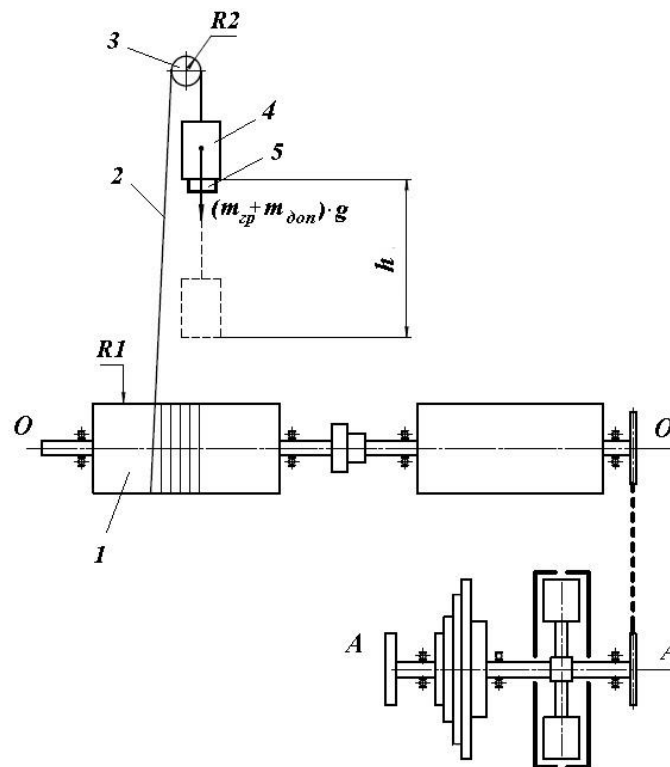


Рис. 2. Схема экспериментальной установки по определению момента инерции стенда:

- 1 – беговой барабан; 2 – нить; 3 – блок; 4 – груз;**
- 4 – лопатки воздушного тормоза; 5 – кожух воздушного тормоза;**
- 6 – сменные маховые массы; 7 – соединительная муфта;**
- 8 – балансирный электротормоз; 9 – силоизмерительное устройство**

На барабан 1 радиусом R_1 наматывают нить 2 и через блок 3 подвешивают груз 4 весом P , чтобы он приблизительно уравновешивал силу трения. Затем дополнительно присоединяют небольшой груз $P_{\text{доп.}}$ (поз. 5), который сообщает системе небольшое ускорение. Производился замер времени t_1 перемещения груза выбранного расстояния h . При этом суммарный вес грузов:

$$P_1 = P + P_{\text{доп.}}$$

Затем производились измерения времени t_2 с грузом P_2 :

$$P_2 = P + 3,2P_{\text{доп.}}$$

Момент инерции стэнда без балансирного тормоза и маховых масс определялся по формуле:

$$J_{\text{ст.}}^* = \frac{r_1^2}{g} \cdot \frac{P_2 \left(\frac{g}{2h} - \frac{1}{t_2^2} \right) - P_1 \left(\frac{g}{2h} - \frac{1}{t_1^2} \right)}{\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}} - J_{\text{бл.}}^*$$

где $J_{\text{бл.}}^*$ – момент инерции блока, приведенный к оси О – О.

$$J_{\text{бл.}}^* = J_{\text{бл.}} \frac{R_1^2}{R_2^2}$$

Момент инерции стэнда составил $7,772 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, что соответствует $176,3 \text{ кг}$ массы транспортного средства. С использованием сменных маховых масс суммарный момент инерции составил $19,948 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, что соответствует массе транспортного средства $452,3 \text{ кг}$.

Список использованных источников

1. Гернет, М. М., Ратобыльский, В. Ф. Определение моментов инерции. М. : Машиностроение, 1969.

УЛУЧШЕНИЕ ПУСКОВЫХ КАЧЕСТВ ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДИЗЕЛЯ

Одноцилиндровые дизели с электростартерным пуском находят широкое применение в различных сферах средствах малой механизации, в частности, в качестве приводов мотокультиваторов, водяных помп, электрогенераторных установок, легких транспортных средств.

По сравнению с многоцилиндровыми, одноцилиндровые дизеля 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.

Известно, что уравнение равновесия моментов при пуске имеет вид:

$$M_c^* = M_{сд} - J \frac{\partial \omega}{\partial t}, \quad (1)$$

где M_c^* – крутящий момент стартера, приведенный к двигателю;

$M_{сд}$ – момент сопротивления двигателя при прокручивании;

J – суммарный момент инерции, приведенный к оси коленчатого вала;

ω – угловая скорость коленчатого вала.

В свою очередь,

$$J = J_{дв} + J_c i_{дс}^2. \quad (2)$$

где $J_{дв}$ – приведенный момент инерции двигателя;

J_c – момент инерции вращающихся частей стартера;

$i_{дс}^2$ – передаточное число зубчатой передачи от стартера к двигателю.

Анализ приведенных формул показывает, что крутящий момент стартера, приведенный к оси коленчатого вала двигателя существенно зависит от:

- момента инерции вращающихся частей стартера;
- передаточного числа зубчатой передачи от стартера к двигателю;
- углового ускорения коленчатого вала.

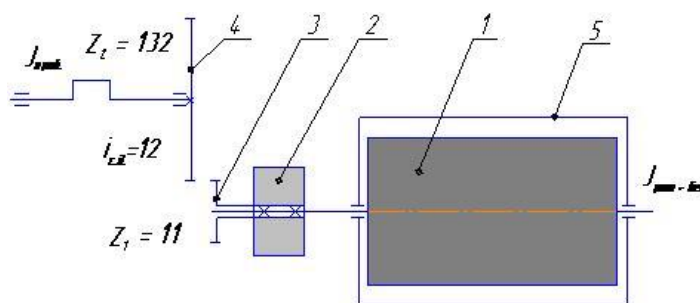
В связи с этим целью данной работы являлось исследование влияния инерционных масс системы «стартер-двигатель» на пусковые свойства дизеля.

В качестве объекта исследования был выбран одноцилиндровый дизель 1Ч 85х90, рабочим объемом 520 см³, с непосредственным впрыскиванием топлива, со степенью сжатия 20 единиц. Данный дизель оснащался безредукторным стартером 29.3708 номинальной мощностью 1,3 кВт и редукторным стартером 5712.3702, номинальной мощностью 1,5 кВт (рис. 1). При испытаниях применялся аккумулятор 6 СТ-66 Ач.



Номинальная мощность –
1,3 кВт

а)



Номинальная мощность –
1,5 кВт

б)

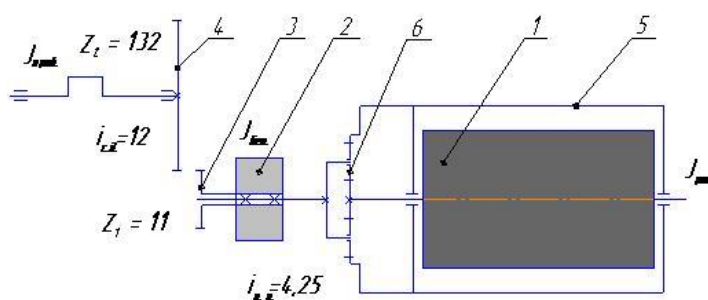


Рис. 1. Внешний вид и кинематическая схема стартеров:

- а) стартер 29.3708; б) стартер 5712.3702; 1 – якорь электродвигателя; 2 – муфта свободного хода; 3 – шестерня привода стартера; 4 – зубчатый венец маховика; 5 – корпус стартера; 6 – планетарная передача

Моменты инерции вращающихся деталей стартеров определялись экспериментальным путем, используя метод крутильных колебаний, в частности, с помощью унифилярного подвеса, позволяющего достигнуть достаточно высокой точности измерения. Результаты представлены в таблице 1:

Таблица 1

Результаты экспериментального определения моментов инерции стартеров

Наименование стартера	Наименование детали	$m_{\text{дет}}$, кг	T , с	$J_{\text{дет}}$, кг·м ²	$J_{\text{прив}}$, кг·м ²
29.3708	ротор с бендиксом	1,3	3,88	0,00081	0,116
5712.3702	ротор	0,9	2,20	0,00026	0,695
	бендикс с планетарной передачей	0,5	1,52	0,00012	

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что применение редукторного стартера существенно (почти в 6 раз) увеличивает приведенный момент инерции, а, следовательно и дополнительный крутящий момент при угловом замедлении вращения коленчатого вала двигателя.

Измерения мгновенной частоты вращения при пуске дизеля при различных температурах окружающего воздуха, используя сигналы, индукционного датчика, размещенного вблизи венца маховика и регистрируемого с помощью АЦП на экране персонального компьютера (рис. 2). Мгновенная частота вращения коленчатого вала при прокрутке дизеля стартером определялась по времени T между соседними зубьями венца маховика. При испытаниях также фиксировалось напряжение аккумуляторной батареи

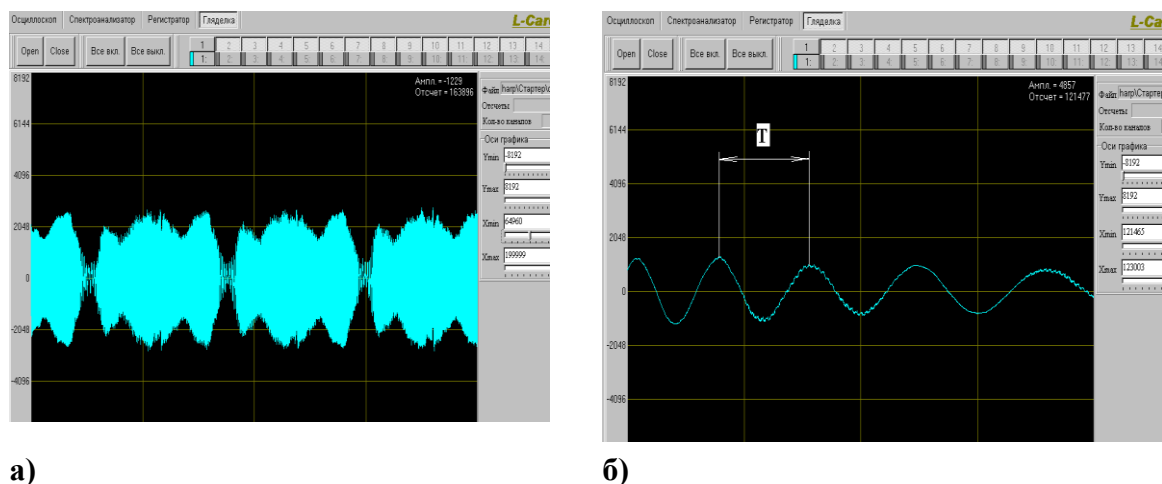
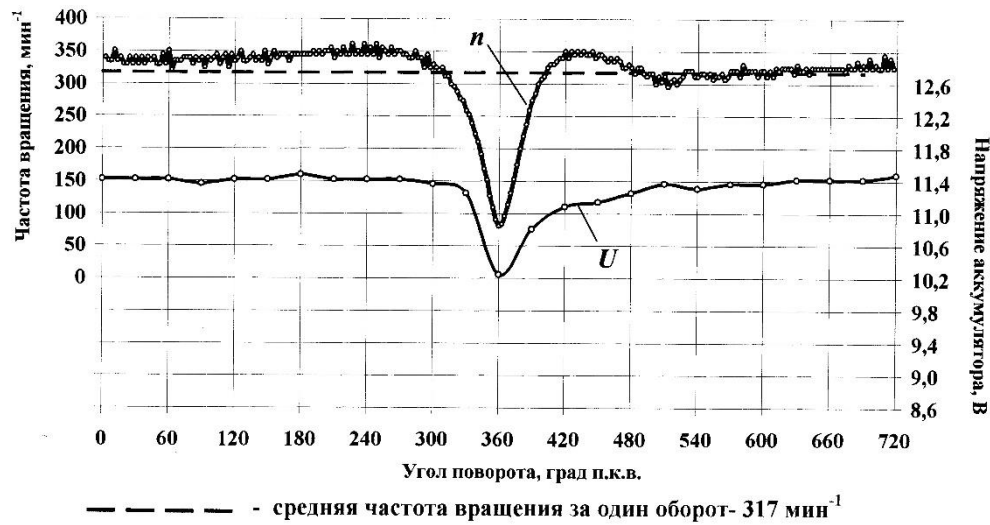


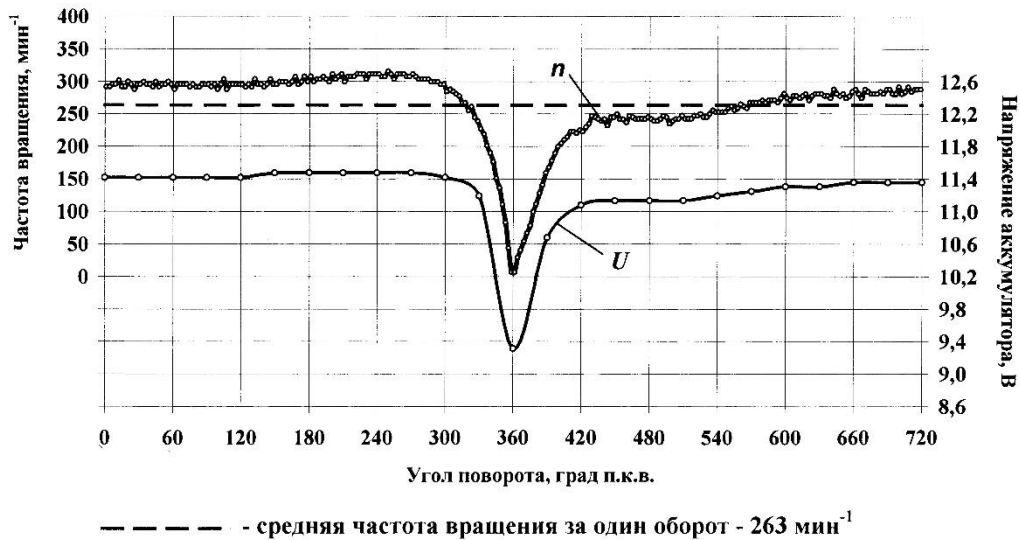
Рис. 2. Внешний вид сигнала индукционного датчика: а) сжатого, б) растянутого

Результаты обработки полученных осциллограмм приведены на рис.

3.



а)



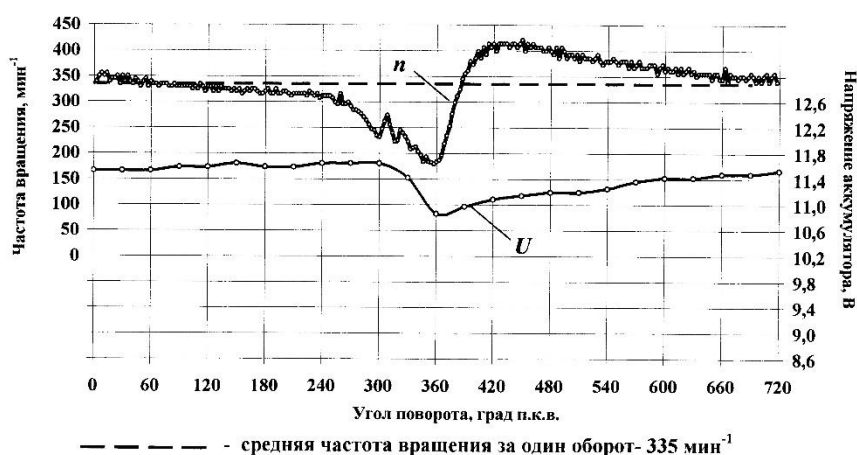
б)

Рис. 3. Зависимость частоты вращения коленчатого вала при пуске от угла поворота коленчатого вала (стартер 29.3708):
 а – при температуре окружающего воздуха +8 °C;
 б – при температуре окружающего воздуха -16 °C

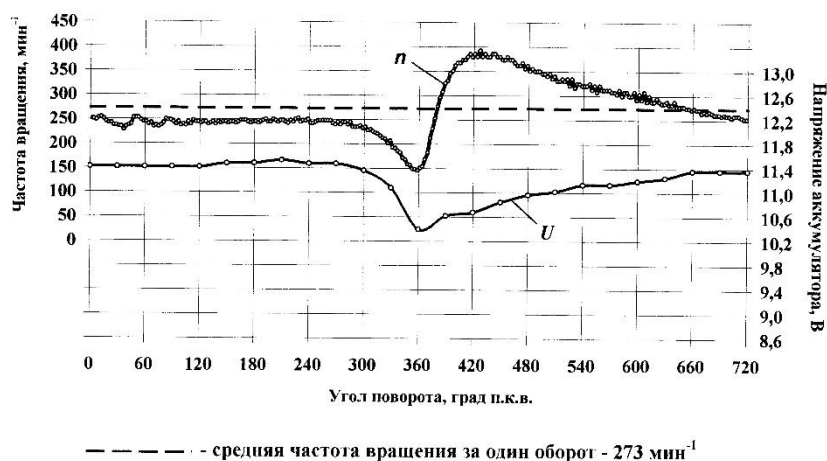
Анализ приведенных зависимостей показывает, что даже при пуске теплового дизеля серийным стартером 29.3708 при подходе поршня к верхней мертвой точке на такте сжатия мгновенная частота вращения коленчатого вала падает до 80 мин⁻¹. При этом напряжение на аккумуляторной батарее

снижается до 10,2 В. Такое значительное уменьшение частоты вращения должно неизбежно приводить к утечкам воздуха из надпоршневого пространства, понижению температуры конца сжатия и уменьшению цикловой подачи топлива при пуске. Это подтверждает тот факт, что при отрицательной температуре $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ мгновенная частота вращения в районе ВМТ снижается до 10 мин^{-1} , а напряжение аккумуляторной батареи уменьшилось до 9,3 В. При этом дизель не запускался даже при использовании свечи накаливания.

На рис. 4 представлены результаты пуска дизеля, оснащенного редукторным стартером 5712.3708.



а)



б)

Рис. 4. Зависимость частоты вращения коленчатого вала при пуске от угла поворота коленчатого вала (стартер 5712.3708):
 а – при температуре окружающего воздуха $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 б – при температуре окружающего воздуха $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$

С данным стартером мгновенная частота вращения коленчатого вала в районе ВМТ составила 180 мин^{-1} при $+8 \text{ }^\circ\text{C}$ и 150 мин^{-1} при $-16 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом напряжение на аккумуляторной батарее снижалось соответственно до 10,8 В и 10,4 В.

При температуре масла $-16 \text{ }^\circ\text{C}$ дизель запустился с первой попытки при предварительном подогреве свечи накаливания в течении 30 с.

На рис. 5 представлены зависимости, характеризующие влияние инерционной массы на оси коленчатого вала, на мгновенную частоту вращения при пуске двигателя. Так увеличение инерционной массы в 1,5 раза существенно повышает мгновенную частоту вращения коленчатого вала с 50 до 140 мин^{-1} , что положительно влияет на пусковые качества дизеля.

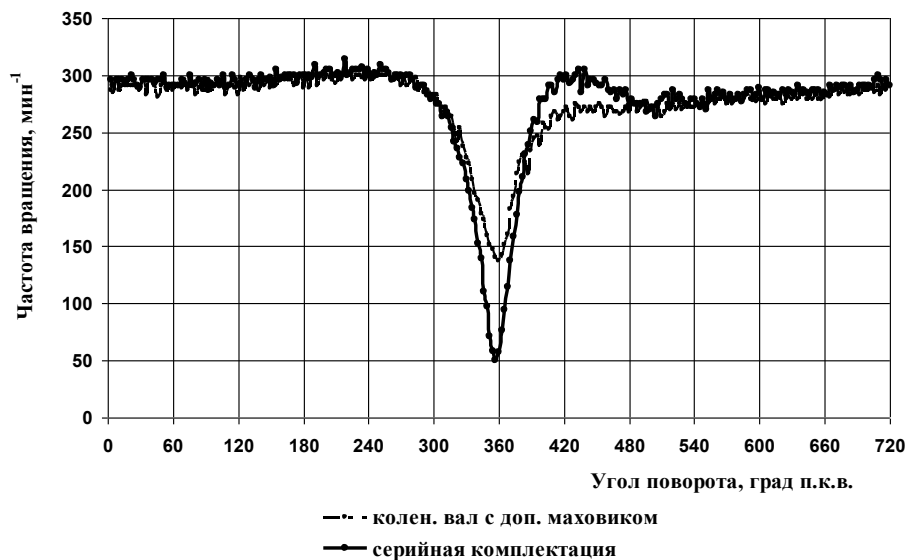


Рис. 5. Влияние дополнительной инерционной массы на мгновенную частоту вращения коленчатого вала

Таким образом, на основании полученных результатов исследований можно сделать выводы:

- для надежного пуска одноцилиндрового дизеля необходимо обращать внимание не на среднюю частоту вращения коленчатого вала при прокрутке стартером, а на мгновенную частоту в районе ВМТ на такте сжатия, которая должна быть не менее 150 мин^{-1} .

- увеличение момента инерции вращающихся деталей двигателя и, в большей степени стартера, позволяет улучшить пусковые характеристики одноцилиндрового малоразмерного дизеля.

УДК 502/504

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

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Техногенная цивилизация постоянно развивается, что приводит к ухудшению экологии планеты. Это связано с тем, что многие предприятия выбрасывают вредные вещества, а эти отходы могут привести к катастрофическим последствиям. Существует несколько экологических проблем, с каждой из которых человечество обязано бороться, чтобы они не привели к глобальным катастрофам. Среди них можно выделить: уничтожение животных и растений, чрезмерная добыча и использование ресурсов, проблемы мирового океана, загрязнение атмосферы, разрушение озонового слоя.

Индивидуальный подход к каждой проблеме позволит более продуктивно решить ее, а это значит, что человечество должно максимально ответственно подойти к тому, чтобы обезопасить природу от вредного воздействия. Стоит также отметить, что пагубное влияние во многом идет со стороны человечества, поэтому решение многих проблем может быть связано с изменением курса использования природных ресурсов.

Начнём с самой крупной проблемы, которая и по сей день решается достаточно проблематично. Статистика показывает, что за последние 2 века пропало более 900 тысяч различных видов растений и животных. Может показаться, что 20 миллионов видов, оставшихся и проживающих на планете, вряд ли будут уничтожены, но на самом деле разрушение окружающей среды может привести к последствиям, когда большая часть животных и растений будет истреблена.

Человечество слишком обширно использует сельскохозяйственные угодья, а также занимается вырубкой лесов. По статистическим прогнозам, в ближайшие годы большое количество животных и растений будут полностью истреблены.

На массовое вымирание лесов очень сильно влияют кислотные дожди, которые выпадают в качестве осадков из-за выбросов отходов электростанциями. 200 миллионов гектаров леса были уничтожены за последние 20 лет.

Вторая проблема, с которой сталкивается человечество – это добыча полезных ископаемых. За последние 15 лет добыча нефти увеличилась настолько, что половина всех запасов, выкачанных за историю человечества, пришлась именно на этот период. Самый ценный ресурс, которым сейчас торгуют многие государства – это нефть, но если не позаботиться о сохранении материала, то по итогу все может прийти к тому, что будет потеряна основная источник энергии.

Есть несколько причин того, почему повышается количество добываемых ресурсов. Одна из них – это повышение численности населения. Исследования показывают, что даже к 2050 году рост добычи продолжится. Вторая причина заключается в том, что технический прогресс не стоит на месте, а ресурсы, которые используются для разработок всего по несколько лет. В этом случае есть несколько действенных решений, о которых речь пойдет ниже.

Необходимо обращать внимание и на большой расход водных ресурсов. На изготовление любого предмета, будь то еда или одежда, тратится огромное количество воды. Пресная вода в некоторых странах является причиной конфликтов. Стоит отметить, что на Ближнем Востоке борьба за территорию возле рек ведется в постоянном режиме.

Третья важная проблема также связана с водными ресурсами, но в более глобальном смысле. Мировой океан как никто другой страдает от рук человечества. Постоянные выбросы вредных веществ, использование бытовых и сточных вод предприятиями, все это ведет к загрязнению.

Статистика показывает, что каждый год мировой океан одними реками приносит 10 миллиардов тонн отходов. Все это приводит к тому, что моря начинают высыхать, океаны выцветают.

Среди основных проблем можно выделить загрязнение различными отходами, использование сточных вод, экологические и техногенные катастрофы на воде.

Одна из главных проблем, в которой полностью виновато человечество, и которое можно было бы решить – это использование сточных вод [3].

Загрязнение отходами очень сильно влияет на мировой океан [2]. Пластмасса может пролежать сотни лет, так как она не разлагается в воде [3]. Есть целые острова из таких отходов, которые определенным образом влияют на воду океана. Животные, которые принимают такие отходы за пищу не могут переварить их, и как следствие, погибают.

Присутствует также очень большая угроза для человечества. Конечно, говорить об исчезновении людей было бы слишком пессимистично, но общее ухудшение жизни прогнозируют многие эксперты [2]. Через загрязненную воду могут передаваться бактерии и многие тяжелые заболевания. Среди основных можно выделить: дизентерию, холеру и брюшной тиф. Ученые также говорят о том, что многие заболевания вследствие новых химических и радиоактивных соединений будут мутировать.

Следующей важной проблемой, о которой говорят многие эксперты становится загрязнение атмосферы. Выбросы химических, биологических и физических веществ могут стать причиной для возникновения новых болезней.

Статистика показывает, что более 7 миллионов человек в год умирает именно из-за различных болезней, связанных с загрязнением атмосферы. В последних докладах, ВОЗ предоставляет статистику, что основная причина возникновения онкологических заболеваний связана именно с тем, что атмосфера подвергается различным воздействиям со стороны человечества.

Существует несколько видов загрязнений. Во-первых, естественное, на которое повлиять человек не может. Во-вторых, антропогенные, виновниками которых являются люди.

Среди природных можно говорить о пыли растений, выделениях животных, извержения вулканов. На это человечество вряд ли может повлиять, а вот исправить антропогенные загрязнения они вполне могут. Среди них транспортные, производственные и бытовые.

Происходит разделение загрязнений по характеру воздействия. Это может быть физическое влияние, такое как радиоактивное излучение, радиоволны, громкие звуки и так далее.

Второе влияние – химическое. В этом случае происходят выбросы различных вещей, которые и загрязняют воздух. Можно выделить тяжелые металлы, аммиак, оксиды азота и так далее.

Третье влияние – биологическое. В этом случае загрязняется микробная природа. Это происходит за счет продуктов жизнедеятельности, спорами грибов и бактерий и так далее.

Загрязнение атмосферы очень сильно влияет на развитие общества, и сейчас это одна из проблем, которая требует незамедлительного решения. При этом, многие страны активно реализуют свои программы по сокращению выбросов в атмосферу, но этого может быть недостаточно в глобальном плане.

С 60-х годов прошлого столетия ученые начали говорить о том, что озоновый слой земли постепенно разрушается. Основным источником разрушения озонового слоя является выброс различных веществ, таких как фреоны, окислы азоты и окислы алюминия. Стоит рационально подходить к вопросам разрушения озонового слоя Земли и принять различные методы, по обеспечению безопасности.

Конечно, человечество в постоянном режиме старается сделать так, чтобы окружающая среда была очищена и не подлежала дальнейшему разрушению. Для этого применяются различные законы, которые должны соблюдать одновременно все страны.

Сохранение животных и растений – это проблема, которая должна регулироваться на уровне государства. Необходимо разрабатывать такие законы, которые позволят охранять природу. Создание различных законов и правовых актов позволит рациональней использовать ресурсы. Очень важно прописать правила использования земельных территорий, необходимость их восстановления, а также выделить особые объекты, которые подлежат охране. Работа по этим аспектам на международном уровне может привести к тому, что по итогу человечество получит надежные способы регулирования вырубки лесов, а также спасение животного мира.

Для животных должны создаваться заповедники, резерваты и национальные парки. В Красной книге есть целый ряд животных, которые подлежат обязательной охране.

Для того чтобы решить проблемы с чрезмерной добычей и использованием ресурсов, которые приводят к загрязнению почв и подземных вод, необходимо, во-первых, рационально использовать материалы, а во-вторых, использовать современные методы добычи, которые позволят безопасно получать необходимые ресурсы. Также разрушается и ландшафт, который необходимо восстанавливать или следить за тем, чтобы он приобретал естественный вид.

Очень важен переход на новые способы промышленности, которые можно назвать «чистыми». Это позволит сократить процент выбросов, которые пагубно влияют на все слои земли. Для выделения электроэнергии предлагают использовать не тепло или электростанции, а солнечные батареи или ветряные мельницы.

Для решения проблем мирового океана необходимо признать проблему и понять, как ее можно решить. Охрана ресурсов уже является неак-

туальной, так как первоочередной задачей сейчас является очистка ресурсов [4]. Эксперты отмечают, что сейчас наблюдается рост создания изделий из пластмассы, которые и являются отходами в воды мирового океана. Если преобразовывать экономическую модель и рационально использовать ресурсы, то после очистки воды проблема отпадет сама.

Для того чтобы обеспечить защиту озонового слоя необходимо не только принимать меры, но также постоянно наблюдать за его состоянием, создавать уникальные технологии, которые будут снижать ущерб и влияние [4]. Очень важно странам сотрудничать в этом вопросе и делиться технологиями, которые позволят более бережно относиться к озоновому слою. Ученые также предлагают использовать энергоблоки АЭС, которые смогут стать источником энергии для увеличения выработки озонового слоя [1]. При этом, причиной по которой проекты реализуются довольно медленно – это их высокая стоимость.

При этом, стоит сразу отметить, что на данный момент создать полностью экологичное производство или город не получится, так как должны использоваться только безвредные материалы. Это невозможно в современных условиях, и к этому придется прийти спустя многие годы.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что решение экологических проблем должно быть активно реализовано в ближайшее время. Если не предпринять никаких мер, то это может привести к полному или частичному уничтожению природных ресурсов, повышению заболеваемости среди человечества, и как следствие, полному исчезновению людей.

К такому заключению приходят многие эксперты, которые отмечают, что сейчас все страны мира должны объединиться и начать решать экологические проблемы, которые сами создали.

Для этого должны применяться различные меры, которые помогут более детально подойти к вопросу, и решить его максимально эффективно. На данном этапе многие страны активно включаются в процесс сохранения земельных ресурсов, и это должно проявляться на законодательном уровне каждого государства.

Также очень важно, чтобы проблемы решались совместно, и передача технологий по защите от экологических проблем может помочь более эффективно препятствовать уничтожению ресурсов.

Список использованных источников

1. Вертман, А. А., Аренс, В. Ж., Хчеян, Г. Х., Полуэктов, П. П. Использование тепловыделяющих радиоактивных отходов при добыче полезных ископаемых // ГИАБ. 1999. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-teplovydelyayuschih-radioaktivnyh-otvodov-pri-dobyche-poleznyh-iskopaemyh> (дата обращения: 06.09.2021).

2. Валиуллина, К. Б. Международное морское право: международно-правовые проблемы защиты и сохранения морской среды // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Гуманит. науки. 2010. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnoe-morskoe-pravo-mezhdunarodno-pravovye-problemy-zaschity-i-sohraneniya-morskoj-sredy> (дата обращения: 08.09.2021).

3. Ковалевич, Ольга Геннадьевна. Основные загрязнители Мирового океана // Научные труды Дальрыбвтуза. 2013. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-zagryazniteli-mirovogo-okeana> (дата обращения: 06.09.2021).

4. Фруммин, Григорий Тевелевич. Глобальные экологические проблемы: путь к катастрофе или миф? // Общество. Среда. Развитие (*Terra Humana*). 2009. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnye-ekologicheskie-problemy-put-k-katastrofe-ili-mif> (дата обращения: 08.09.2021).

УДК 626

Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Электронные системы автомобильного средства – это сложный комплекс связанных между собой электротехнических процессов, деталей, элементов, приборов машины. Всё это обеспечивает транспорту надежное функционирование двигателя, безопасность во время передвижения, автоматическую работу множества процессов, комфортабельность для водителя и пассажиров.

Электрооборудование в автомобиле постоянно развивается. Тем самым с каждым разом начинают применять различного рода электронику и

микропроцессоры. Конечно, это позволяет водителям чувствовать себя в безопасности во время передвижения на машине, а также улучшаются условия рабочего процесса двигателя и всех остальных элементов транспортных средств (ТС).

В целом любая машина включает в себя следующие элементы, которые осуществляют свою работу на основе автоматической электронной системы. К таким элементам относятся:

- электрическое снабжение всего автомобиля;
- электрический пуск стартера для запуска двигателя и начала работы ТС;
- электроустановка для включения и работы приборов освещения, звука, сигнализации авто;
- системы на основе электричества, которые управляют в автоматическом режиме основными агрегатами автомобильного средства;
- установка, которая способна передавать водителю информацию о техническом состоянии машины и его отдельных деталей;
- электрические приводы;
- устранение различных радиопомех во время передвижения авто;
- электрическая проводка и установки для защитных функций, для безопасности.

В систему электрического снабжения всего автомобиля входят такие детали, как генератор, аккумуляторная часть и его элементы. Для электрического пуска, для запуска двигателя и начала работы ТС необходимо исправное состояние аккумулятора, стартера, реле с различным функционалом, электроустановки для более мягкого и облегченного запуска двигателя, система зажигания, которая обеспечивает правильное воспламенение топлива в цилиндрах машины для запуска.

В систему электроустановки для включения и работы приборов освещения, звука, сигнализации авто входят такие элементы, как световые приборы транспорта: габаритные фары, ближнее и дальнее освещение, указатели поворотов, стоп-сигнал, фонари заднего хода; реле для управления светом и звуком. Установками, которые способны передавать водителю информацию о техническом состоянии машины и его отдельных деталей, являются датчики различного рода, которые указывают на давление масла, на

количество антифриза и омывательной смеси в бочках, рабочую температуру двигателя, уровень топливной смеси в баке, скорость передвижения автомобиля, рабочие обороты двигателя, работоспособность различных ламп.

В систему электрических приводов входят: двигатели или моторчики на электронной основе, которые позволяют водителю в автоматическом режиме опускать, поднимать боковые стекла, очищать лобовое и заднее стекло, отапливать автомобиль, блокировать двери, запускать двигатель на дистанционном расстоянии для предварительного прогрева машины.

В качестве установок для защитных функций и для безопасности людей во время транспортировки используются различного рода функционала реле, предохранители, контакторы и так далее.

В каждой стране существуют определенные допустимые границы, которые освещают дорогу фарами ближнего света автомобиля. Если в пути случается так, что граница освещения приближена к транспортному средству, то видимость водителя становится намного хуже. А если же сделать наоборот, и границу освещения намного отдалить от авто, тогда водитель сможет улучшить свою видимость, но при этом ухудшит видимость водителям встречных машин. То есть в последнем случае ближнее освещение будет играть роль дальнего света, ослепляя встречные транспортные средства. Учитывая практику, границы освещения при включённом ближнем свете могут изменяться в зависимости от того, насколько загружено данное авто в настоящий момент.

Для того, чтобы снизить влияние загруженности автомобильного средства на те самые границы ближнего освещения, были придуманы и установлены специальные фары, которые не изменяют своих границ при наиболее часто встречаемых режимах нагрузки. Но, как показала практика, такие фары особого улучшения не принесли. Самым лучшим изобретением стала регулировочная система положения осветительных приборов, которая позволяет водителю настраивать границу таким образом, чтобы она не менялась от загруженности автомобиля. Регуляторы фар располагаются в каждом транспортном средстве. Они способны поднимать или опускать лучи, исходящие от лампочек ближнего света.

В таком регуляторе существуют специальные датчики, которые воспринимают расположение передних, задних мостов относительно самого кузова. При этом система устроена таким образом, что при любых колебаниях машины во время неровностей на пути или небольших кочек на дороге, расположение фар, которое было до этого отрегулировано, не изменяется.

Также водителям намного проще устанавливать собственные границы для освещения, добиваться комфортабельного эффекта от осветительных приборов, в особенности, если планируется передвижение на автомобиле в ночное или вечернее время суток.

Некоторые транспортные средства не требуют ручной регулировки фар. К таким можно отнести автомобили, в которых установлена автоматическая регулировка подвески. В данном случае машины и их осветительные приборы располагаются высоко от дорожной части, что никак не влияет на границы ближнего освещения даже при большой загруженности.

В любой машине также присутствует система стеклоочистителя. Она необходима для того, чтобы при плохих погодных условиях (дождь, снег) водитель всегда смог, не выходя из кабины, протереть лобовое стекло для улучшения видимости.

Как только происходит длительный рабочий процесс стеклоочистительной системы во время выпадения осадков, водители сталкиваются с частой проблемой: недостаточное количество влаги на лобовом стекле, чтобы осуществлять должным образом хорошую чистку. В конечном результате такая проблематика приводит к тому, что увеличивается нагрузка на щетки, увеличивается их износ, также же увеличивается нагрузка и на приводные моторчики. При этом вероятность того, что на лобовом стекле появятся царапины от сухого трения, достаточно велика. Поэтому зачастую водители периодически вынуждены выключать систему стеклоочистителя на время, чтобы осадки смочили стекло, а после снова включать рабочий процесс щеток. Такое управление не только приносит дискомфорт, но и небезопасно. Ведь водитель во время движения начинает отвлекаться на стекло, его чистоту, на работу системы, когда необходимо уделять большое внимание дороге.

В современных автомобилях и стеклоочистительных системах присутствует автоматическая регулировка тактов включения щёток. Таким образом, регулятор самостоятельно отключает моторчик на некоторое время, а потом снова его самостоятельно включает. При этом водитель может сам настроить необходимый интервал между тактами. Зачастую они варьируются от двух до тридцати секунд. Если в устаревшей стеклоочистительной системе не существует подобного регулятора, то это не повод менять всю систему. В настоящий момент в магазинах можно приобрести такой регулятор и дополнительно, без особого труда, установить его на старую модель системы.

Моторчик стеклоочистительной системы за счет своего специального магнита, который располагается внутри, получает необходимое питание от реле, как только водитель включает регулятор и устанавливает его в необходимом положении. Как только человек выключает регулятор, подачей тока в моторчике происходит сигнал, и щетки возвращаются в исходное положение, то есть в то положение, в котором они должны находиться, когда не осуществляют процесс очистки стекол (лежащее положение). Регулятор представляет собой электронную систему, которая взаимосвязана с системой стеклоочистителя. И их электронное управление, соответственно, также работает взаимосвязано.

Электронный регулятор тактов для автоматической работы стеклоочистителя по своей конструкции и рабочему процессу очень схож с датчиком, который регулирует ритм электронных указателей поворотов. Моторчик стеклоочистителя выключается обычно при помощи специально установленного реле. Но в некоторых системах за место реле бывают и различного рода транзисторы.

В систему энергетической установки машины входят два основных элемента:

1. Генератор;
2. Аккумуляторная батарея.

Установка элемента в виде генераторной системы необходима транспортному средству для обеспечения питанием электрических приборов, деталей автомобиля, а также для зарядки аккумулятора в процессе работы двигателя. Во всех других случаях вся электронная нагрузка предназначается самой аккумуляторной системе. Электрическое напряжение автомобиля, которым питается генераторная система, должно быть в широком диапазоне частоты вращения ротора, а также в изменяющейся мощности нагрузки. Количество приборов, элементов, которые требуют электрического потребления, постоянно увеличивается с развитием автомобильной техники. Естественно, вместе с этим в транспортные средства приходится устанавливать более мощные источники электрической энергии, то есть аккумуляторы и генераторы. На смену старым моделям, приходят более усовершенствованные, инновационные электронные системы со сложными схемами и конструкциями. Важно понимать, что от технического состояния подобных систем зависит надежность и безопасность автомобильного средства во время его эксплуатации.

Список использованных источников

1. Соснин, Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: учебное пособие / Соснин Д. А. – М. : СОЛОН-Р, 2005. – 272 с. ISBN: 5-93455-087-Х.

2. Чижков, Ю. П., Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей : учебник для ВУЗов – М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. – 336 с. ISBN: 978-5-9698-0135-6.

УДК 626

Е. А. Баландина, В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЫБОР СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ЛИТЕЙЩИКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА МАШИНАХ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Условия труда на литейном производстве негативно влияют на здоровье человека, могут стать источниками аварий и катастроф. Даже максимально безопасные средства и способы производства не могут обеспечить абсолютную безопасность.

Несчастные случаи и профзаболевания являются следствием неудовлетворительных условий труда, которые возникают в процессе производства в результате влияния опасных и вредных производственных факторов.

Требования безопасности при литейных операциях определяются способом получения отливки и используемым оборудованием, номенклатурой деталей и составляющих единиц, их размерами и массой, серийностью производства, степенью механизации процесса и другие.

В литейном цехе можно выделить опасные и вредные производственные факторы. Основными из которых являются: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; повышенная температура поверхностей оборудования и материалов; повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека и многие другие [1].

Постоянное движение машин и механизмов автоматизации процессов в литейном цехе может привести к возникновению несчастных случаев из-за ослабленного внимания и несоблюдения правил техники безопасности.

Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходит изменение объема внутренних органов.

Воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. По этим причинам сильный шум в условиях производства может способствовать возникновению травматизма, так как на фоне этого шума не слышно сигналов транспорта, автопогрузчиков и других машин.

Пыль может оказывать на организм человека фиброгенное раздражающее и токсическое действие. Степень опасности пыли зависит от формы, размеров частиц, их твердости, электростатичности. Вредность пыли обусловлена способностью вызывать профессиональные заболевания легких, таких как: силикоз, бронхит, астма. Особенно действие пыли усугубляет тяжелый физический труд, неблагоприятный климат.

Действие вредных веществ в условиях высоких температур, шума и вибраций значительно усугубляется. Так, при высокой температуре воздуха расширяются сосуды кожи, усиливается потоотделение, учащается дыхание, что ускоряет проникновение вредных веществ в организм. То же самое происходит при выполнении человеком тяжелых физических работ.

При повышенной температуре поверхностей оборудования и материалов есть большая вероятность возникновения ожогов у рабочих.

В результате воздействия электрического тока на человека возникают электротравмы в виде электрического ожога, электрического знака, металлизации кожи, механических повреждений, электроофтальмии.

В 2021 году изменились требования к сертификатам средств индивидуальной защиты. На основании Приказа Минздравсоцразвития РФ от 01.06.2009 № 209 «Об утверждении межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» работодатель обязан обеспечить за свой счет работников сертифицированными, испытанными и исправными СИЗ, соответствующие по размеру, росту и типовым нормам выдачи. На данный момент,

существует множество предприятий по производству СИЗ. Например, компания СПЕЦОБЪЕДИНЕНИЕ – это крупная и стабильная торгово-производственная компания, имеет многолетнюю историю, представляет широкий ассортимент спецодежды, спецобуви и другие СИЗ.

Для уменьшения влияния повышенной температуры на рабочем месте литейщика целесообразно использовать следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм ГЕФЕСТ 2, предназначенный для защиты от повышенных температур. Основная ткань «Свартекс 350», состав 100 % хлопок. Ткань огнестойкая для защиты от искр и брызг расплавленного металла, с огнестойкой и влагоотталкивающей пропиткой. Костюм состоит из куртки и брюк. В костюме используется огнестойкая светоотражающая полоса. В куртке присутствуют вентиляционные отверстия в нижней части проймы и по кокетке спинки, для лучшей вентиляции тела. Для регулирования объема рукава используется пата. Костюм изготовлен в соответствии с ГОСТ 12.4.250-2013, ГОСТ Р 12.4.297-2013, ТР ТС 019/2011;

- ботинки кожаные с металлическим подноском для защиты ног от контакта с нагретыми поверхностями. Подошва сделана из термополиуретана, с температурным диапазоном использования от -40 до +130 °С. В обуви установлен металлический подносок, предназначенный для защиты от ударов носочной части энергией 200 Дж. Особенность данной обуви состоит в легкой модели с защитным клапаном и системой «быстрый сброс». Защитный клапан предназначен для защиты стопы от давления шнурков, а «быстрый сброс» позволяет снять обувь в течение нескольких секунд. Ботинки изготовлены в соответствии с ТР ТС 019/2011;

- рукавицы брезентовые со спилковым наладонником, предназначены для защиты рук от искр, брызг расплавленного металла. Спилковый материал имеет повышенную эластичность, благодаря этому не сковывает движения, а легкая хлопковая ткань с тыльной стороны обеспечивает вентиляцию ладоней. Рукавицы изготовлены в соответствии с ГОСТ 12.04.010-75, ТР ТС 019/2011;

- очки защитные открытые ВИЗИОН Абсолют. Очки с панорамным защитным стеклом из оптически прозрачного материала с твердым покрытием. Очки имеют широкие заушники для повышенной боковой защиты. Эксплуатационные свойства очков позволяют комфортно чувствовать себя в течение рабочего дня, обеспечивают отличную видимость и надежную защиту глаз. Очки изготовлены в соответствии с ТР ТС 019/2011;

- каска COM3-55 *FAVORIT*. Предназначена для защиты от механических воздействий и защиты от тока 440 В. Каска имеет вентиляционные отверстия с подвижными шторками для регулировки вентиляции. Температурный диапазон от –50 до +50 °С. Каска изготовлена в соответствии с ТР ТС 019/2011;

- подшлемник летний термостойкий. Изготовлен из огнезащитной ткани. Состав ткани 100 % хлопок. Подшлемник изготовлен в соответствии с ГОСТ 12.4.234-2012, ТУ 8570-014-25516779, ТР ТС 019/2011;

- вкладыши противозумные беруши ЗМ, предназначены для защиты органов слуха. Многозвонные противозумные вкладыши выполнены из мягкого и износостойкого материала. Акустическая эффективность составляет 25 дБ. Вкладыши противозумные изготовлены в соответствии с ТР ТС 019/2011.

В целях профилактики от перегрева организма, кроме средств индивидуальной защиты, нужно организовать рациональный режим работы: режим труда и отдыха литейщика. Через каждые два часа работы необходимо делать регламентированный перерыв на 15 минут в специально отведенном для этого помещении (комнате отдыха). В таком помещении во избежание резкого перепада температур (из нагревающего микроклимата в зону охлаждения), когда усиливается теплоотдача за счет испарения пота, температура нужно должна находиться в пределах 21 – 22 °С.

С целью предотвращения обезвоживания организма литейщика необходимо обеспечивать питьевой водой в количестве на 1 человека – 7 литров в смену. Вода желательна должна быть минеральной для восстановления потери солей организмом работника.

Список использованных источников

1. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. № 602-ст . : дата введения 2017-03-01 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью "Экожилсервис", ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет". – Москва: Стандартинформ, 2016 – 41 с.

2. Дрозд, В. В. под ред. Справочник по охране труда. Том 1. Нормативные правовые акты, регулирующие вопросы охраны труда / В. В. Дрозд. – Москва: Энергия, 2013. – 464 с. – ISBN 978-5-904098-24-7. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/337419/reading> (дата обращения: 09.09.2021). - Текст: электронный.

3. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты (с изменениями на 28 мая 2019 года).

УДК 621

Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

НАПРАВЛЕНИЕ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Множество печатных изданий и интернет-ресурсов опубликовывали и составляли списки самых востребованных специальностей. Все они, конечно же, отличались между собой различными критериями, сферами деятельности и так далее. Но при этом в большинстве специальностей присутствовало понятие техносферной безопасности в различных ее проявлениях. Сфера применения техносферной безопасности достаточно велика, поэтому многие называют данное направление наукой, которая изучает все сразу.

Что представляет собой техносферная безопасность.

Так что представляет собой техносферная безопасность? В первую очередь, это наука, которая объединяет в себе все знания о физике, экологии, электронике, компьютерной технике, производственном оборудовании, которые в настоящий момент используются для стабильной, качественной и безопасной работы многих машин, механизмов и устройств.

В конце 20 века впервые появился данный термин, который изначально был создан из соединения двух слов «техносфера» и «безопасность». Но при этом основная часть науки была известна и изучена намного раньше, чем ей придумали такое интересное название. Все достижения, которые были зафиксированы в области биосферы и безопасности человека, трансформировали и объединили в одну сферу и назвали ее техносферной безопасностью.

Где применяют техносферную безопасность в настоящий момент.

Для многих людей слово «техносферная безопасность» звучит достаточно непонятно, а все достижения в данной области большинству совсем и незаметны. На самом же деле, такую сферу применяют для:

- изготовления специальных устройств, оборудования, чтобы улучшить безопасность многих явлений и процессов;
- создания инновационной техники;
- разработки более качественных и новейших технологий в космической, военной, авиационной сфере;
- использование данной деятельности во всех сферах производственной, да и любой деятельности человека;
- создания различных, необходимых для дальнейшей человеческой жизни защитных устройств;
- использования науки в создании практически любой бытовой техники, которая облегчает многим людям жизнь и делает ее безопасной для здоровья человека.

Специалистом в сфере техносферной безопасности на сегодняшний день является бакалавр и магистр, который осуществляет создание, производит исследования безопасной техники, машин, различных систем, работающих на автоматической основе. Всё это применяется в различных производствах, на промышленных предприятиях. И, таким образом, можно выделить самые востребованные специальности, которые напрямую затрагивают науку «техносферная безопасность»

- специалисты по охране труда;
- специалисты по пожарной профилактике;
- электрики;
- специалисты в сфере сервиса;
- программисты;
- конструкторы.

Из-за высокой распространенности и популярности таких специальностей, получить навыки может каждый желающий человек при помощи обучения в высших учебных заведениях, техникумах, а также и пройдя специализированные курсы. В целом весь процесс подготовки специалистов к работе в сфере техносферной безопасности сводится к получению следующих знаний:

- умение осуществлять разработку таких модулей и систем, которые затрагивают электрогидравлические, механические, электрические, микропроцессорные элементы;
- способность к написанию специальных программных обеспечений, которые в последующем будут вести контроль над созданными устройствами;
- умение создавать, исследовать, модернизировать системы производственной безопасности;
- способность составлять официальную документацию, которая будет сопутствовать безопасным инновационным технологиям.

Конечно, не все смогут овладеть всеми вышеперечисленными навыками и стать широкопрофильными профессионалами в сфере техносферной безопасности. Но обладая огромным желанием, изучив хотя бы несколько пунктов, уже дает возможность человеку занять какое-то место в данном виде деятельности.

Самой первой задачей техносферной безопасности является конструирование безопасной техники, управление которой можно будет осуществлять с помощью программного обеспечения на дистанционном расстоянии.

При этом, созданная интеллектуальная техника должна обязательно иметь какую-то связь с оператором. Все комплектующие детали подобных систем непрерывно взаимодействуют между собой, передают друг другу информацию, обмениваются энергетическими свойствами. И, конечно же, просто соединить такие детали и снабдить их единым источником питания будет недостаточно. Система, созданная в сфере техносферной безопасности, обязательно должна быть иметь какие-то свои особенности, отличающие ее от остальных систем.

Автоматические системы, которые обладают способностями самостоятельно давать реакцию на обстоятельства, внешнюю среду обитания, встроенными интеллектуальными способностями, непременно напоминают всем обычных роботов. И, соответственно, можно сделать вывод о том, что робототехника является неотъемлемой частью направления в техносферной безопасности. Именно поэтому в современном мире изучение данной сферы и робототехники необходимо совмещать в комплексе, как два смежных направления. Все это позволит будущим специалистам реализовывать себя и свои таланты в различных областях, а также чтобы профессионалы не

только решали задачи на теоретическом уровне, но и применяли свои исследования на практике.

Техносфера в целом ежедневно начинает все больше и больше влиять на человеческую жизнь. И, конечно же, сфера применения «техносферной безопасности», как науки совсем не ограничивается промышленностью, военной, авиатехнической, космической областями, работой с опасными объектами и так далее. Все, с чем люди сталкиваются каждый день: компьютеры, телевизоры, стиральные машинки, гаджеты – это и есть результат работы науки «техносферная безопасность».

У многих людей вызывает сомнение, что заработная плата таких специалистов в области «техносферная безопасность» может быть высокой. Поэтому сразу же хочется отметить: сфера «техносферная безопасность» обладает широким понятием, именно из-за этого профессионалы применяют свои квалифицированные навыки в различных сферах, а также и на различных этапах производственных работ. И в данном случае заработная плата может быть так же разной. На сегодняшний день реальность такова, что потребности рынка труда превышают количество выпускников ВУЗов.

Как проходит подготовка специалистов.

Все те, кто желает освоить профессию в сфере «техносферная безопасность» обязательно должны пройти обучение естественных, технических, физических, химических, гуманитарных дисциплин. Ведь наука охватывает множества направлений, в которых будущие профессионалы должны неплохо разбираться.

Обучение на подобных специальностях, обычно большое количество времени уделяется не только изучению теоретического материала, но и постоянной практической работе. Так, профессионалы, делятся своим многолетним опытом с молодыми специалистами, чтобы в будущем они смогли создавать какие-то инновационные технологии.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод: «техносферная безопасность» – это достаточно современное и популярное направление в науке, которое позволяет специалистам изучать и создавать инновационные безопасные технологии и технику. В настоящий момент, профессия является не просто актуальной и востребованной практически во всех деятельности, производствах, но и достаточно хорошо оплачиваемой специальностью.

Список использованных источников

1. Гусакова, Н. В. Техносферная безопасность: физико-химические процессы в техносфере : учеб. пособие / Н. В. Гусакова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 185 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – Доступ на сайте ЭБС Znanium.com. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008369> (дата обращения 07.11.2021).

2. Дмитренко, В. П. Техносферная безопасность: введение в направление образования : учеб. пособие / В. П. Дмитренко, Е. М. Мессинева, А. Г. Фетисов. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 34 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – Доступ на сайте ЭБС Znanium.com. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1078342> (дата обращения 07.11.2021).

УДК 629.113.004: 656.56

Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ «АВТОШКОЛА»

Подготовка водителей автотранспортных средств является очень ответственной процедурой, и исследовать этот механизм необходимо тщательным образом. Поскольку автотранспортное средство является объектом повышенной опасности, то водителю необходимо четко представлять какие процессы происходят в нем в процессе движения, в данном случае речь идет и о физической сущности вопроса. Водитель должен прогнозировать поведение автомобиля на дороге, а для этого необходимо знать элементарные физические законы и понятия, а также устройство основных систем и узлов, влияющих на безопасность дорожного движения. В тематический план теоретических занятий следует включать темы, связанные с определением скоростей опрокидывания, буксования, заноса, а также расчетом остановочного и тормозного путей, расстояния видимости и удаления, включить занятия по оформлению европротокола. Изначально зададимся генеральной целью (Ц^0) системы «автошкола» – это подготовка водителей автотранспортных средств. В процессе подготовки водителей автотранспортных средств необходимо использовать специально оборудованный кабинет (плакаты по ПДД и устройству автомобиля, компьютеры для решения билетов по ПДД, проектор, стенды по устройству автомобиля и т.д.), учебные автомобили и грамотные преподаватели и инструктора по вождению.

Выполним декомпозицию генеральной цели до подцелей первого уровня. Первой подцелью будет (Ψ^1_{01}) – изучение ПДД. Второй подцелью (Ψ^1_{02}) – обучение вождению автомобиля. Третьей подцелью (Ψ^1_{03}) – изучение устройства автомобиля. После того, как обозначены цели и подцели, перейдем к рассмотрению подсистем, общей системы «автошкола». Генеральной системой (C^0) будем считать – «автошкола». Выделим подсистемы первого уровня:

- оборудованный кабинет для изучения ПДД и устройства автомобиля (C^1_{01});
- преподаватель ПДД и устройства автомобиля (C^1_{02});
- учебный автомобиль (C^1_{03});
- инструктор по вождению (C^1_{04}).

Используя методику определения взаимодействия дерева целей и систем, подробно изложенную в работе [1], найдем количественную оценку вклада конкретных подсистем в достижение цели системы. На рис. 1 представлены результаты расчета весомости каждой подсистемы в достижении конкретной подцели.

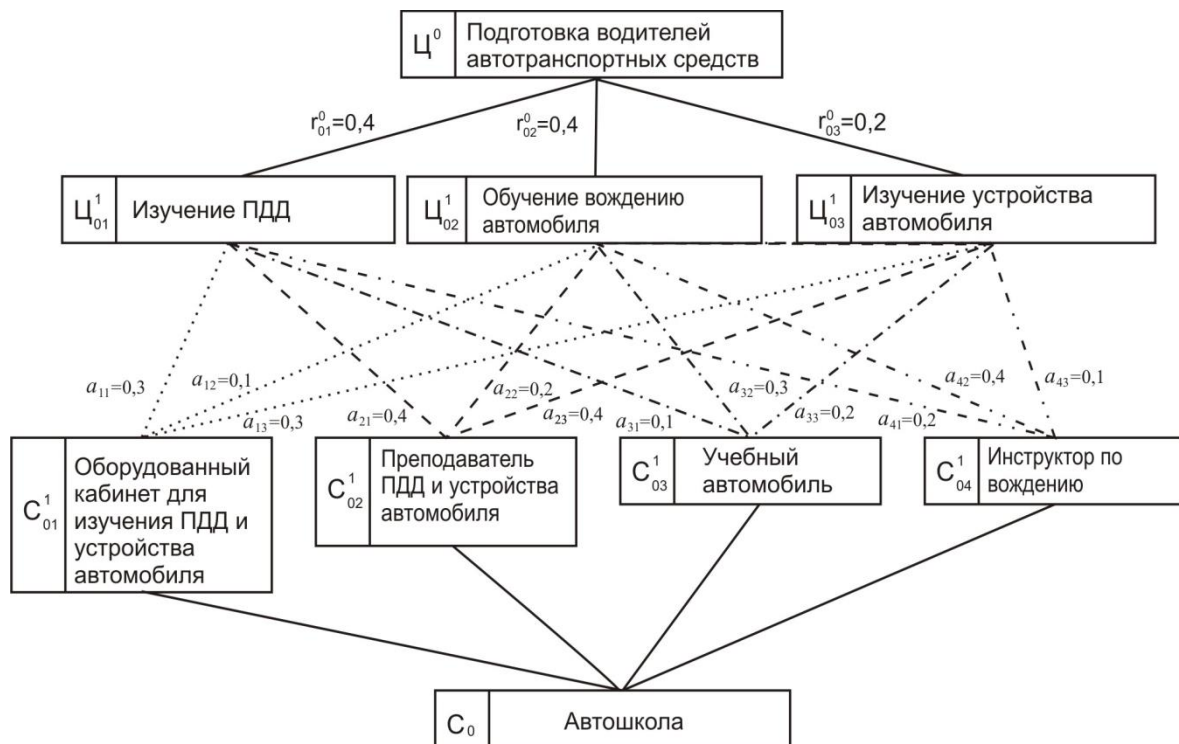


Рис. 1. Граф взаимодействия дерева целей и дерева подсистем системы «автошкола»

Результаты расчета представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на достижение генеральной цели оказывает преподаватель по ПДД и устройству автомобиля, а также инструктор по вождению.

Таблица 1

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Вклад в подцель			Ц ₀
	Ц ¹ ₀₁	Ц ¹ ₀₂	Ц ¹ ₀₃	
C ¹ ₀₁	0,3	0,1	0,3	0,22
C ¹ ₀₂	0,4	0,2	0,4	0,32
C ¹ ₀₃	0,1	0,3	0,2	0,20
C ¹ ₀₄	0,2	0,4	0,1	0,26
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц ₀ , r ⁰ _ц	0,4	0,4	0,2	1

Список использованных источников

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е. С.; МАДИ(ТУ) – М., 2003. – 247 с.

УДК 629.113.004: 656.56

Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**АНАЛИЗ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛ. КУЙБЫШЕВА – УЛ. БЕЗЫМЕНСКОГО
Г. ВЛАДИМИРА**

В рамках выпускной квалификационной работы выполненной студеном группы ТТП-117 Кузьминой А. А. под руководством преподавателя кафедры АТБ Денисова И. В. проведено исследование организации дорожного движения на пересечении улиц Куйбышева и Безыменского в городе Владимир. На рис. 1 представлена схема организации дорожного движения на исследуемом объекте до реконструкции.

После изучения существующей схемы организации дорожного движения на исследуемом объекте возник вопрос в определении интенсивности движения. В таблице 1 приведена интенсивность движения автотранспортных средств на исследуемом объекте. Наиболее нагруженными являются 2-

ое и 3-ое направления. Чуть менее загруженными – 1-ое, 4-ое и 7-ое направления. Анализ интенсивности позволит нам определить коэффициент загрузки по полосам и направлениям, а также суточную неравномерность движения транспортных средств.

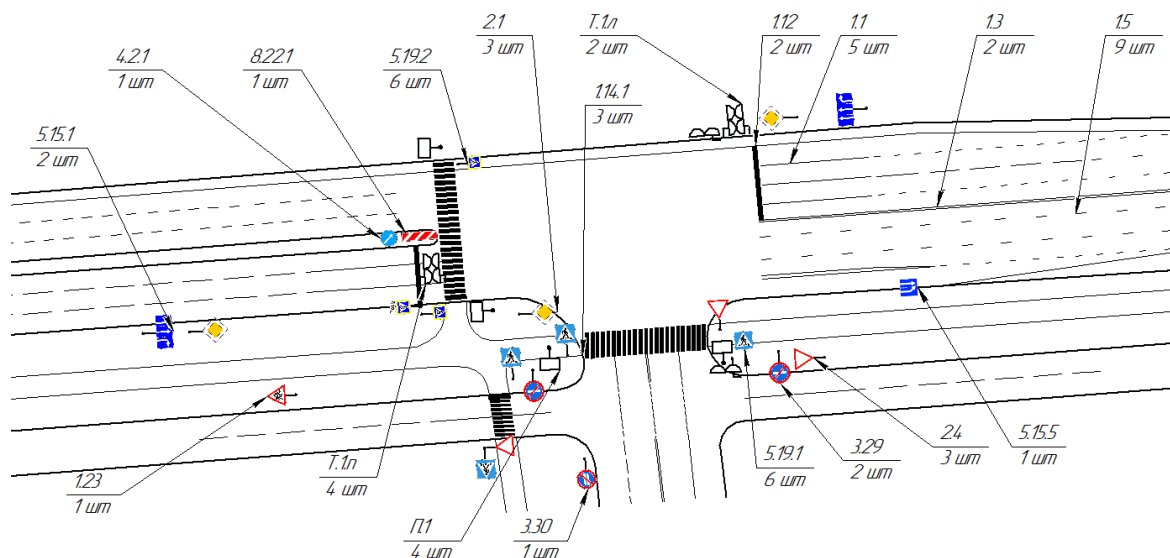


Рис. 1. Существующая схема организации дорожного движения на пересечении улиц Куйбышева и Безыменского в г. Владимир

Таблица 1

Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	налево	прямо	Направо	
1	243	0	207	450
2	225	650	0	875
3	0	671	296	967
4	27	375	119	521
5	0	53	99	152
6	0	41	85	126
7	109	272	74	455
Итого	604	2062	880	3546

2. Картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис.

Анализ статистических данных по аварийности на данном перекрестке позволил установить, что в период с 11.12.2015 года по 11.11.2019 года было зафиксировано 14 дорожно-транспортных происшествий, погибших – 2 человека, а пострадавших – 14 человек.

Состояние проезжей части на момент ДТП преимущественно сухое, время суток – светлое, состояние погодных условий преимущественно ясно. Дорожные условия, способствующие ДТП на перекрестке М7 – ул. Куйбышева – ул. Куйбышева (дублер) – ул. Безыменского: отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части.

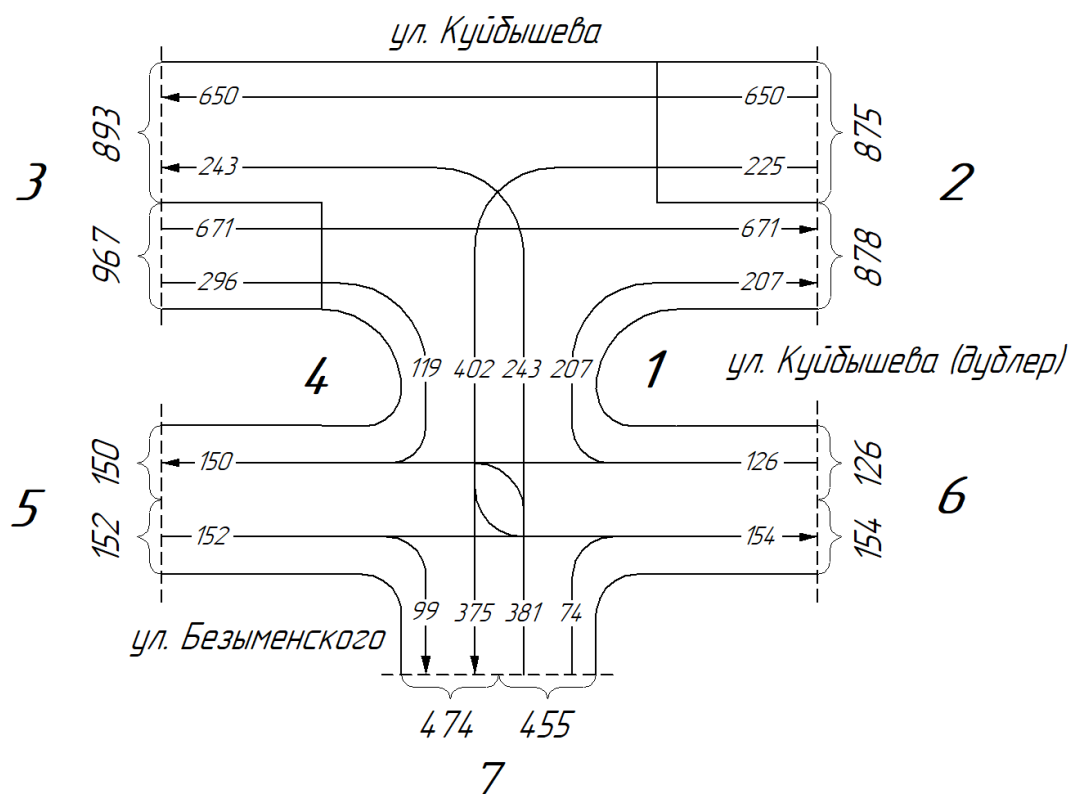


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке улиц Куйбышева и Безыменского в г. Владимир

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был пересчитан светофорный цикл перекрестка ул. Безыменского – ул. Куйбышева г. Владимир. Цикл представлен на рис. 3.

Анализируя существующий перекресток ул. Безыменского – ул. Куйбышева можно выделить следующие недостатки:

1. Из анализа дорожных условий установлено, что:
 - дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех технических средств организации дорожного движения являются удовлетворительной;
 - основные геометрические элементы дороги соответствуют габаритным размерам и параметрам, характеризующим транспортные средства, которые преобладают в данных условиях в транспортном потоке;

- состояние покрытия дороги: хорошее, ровное.

2. В результате анализа технических средств организации дорожного движения установлено, что необходимо:

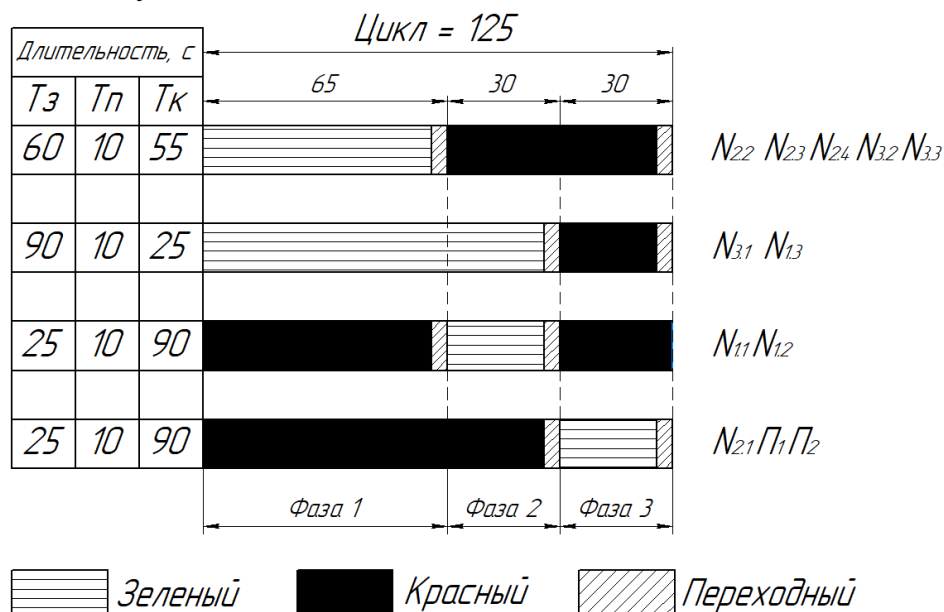


Рис. 3. Структура существующего светофорного цикла

- требуется обновление дорожной разметки;

- добавить знаки 5.15.2 над направлениями 3 и 2.

3. Из анализа существующего светофорного цикла установлено, что цикл состоит из трех фаз, включая пешеходную фазу. Общая продолжительность цикла равна 125 с. Средняя расчетная задержка на всем перекрестке составляет 36 с;

4. Альтернативный вариант существующего перекрестка будет одноуровневая развязка с элементами кругового движения;

Движение на перекрестке будет осуществляться посредством светофорного регулирования. Радиус закругления проезжей части будет равен 14 м. Ширина проезжей части будет составлять 7 м. Каждая полоса движения имеет ширину 3,5 м. Скорость движения транспортных средств будет не более 50 км/ч.

Усовершенствованная схема организации дорожного движения на исследуемом объекте представлена на рис. 4.

Картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис.

2.

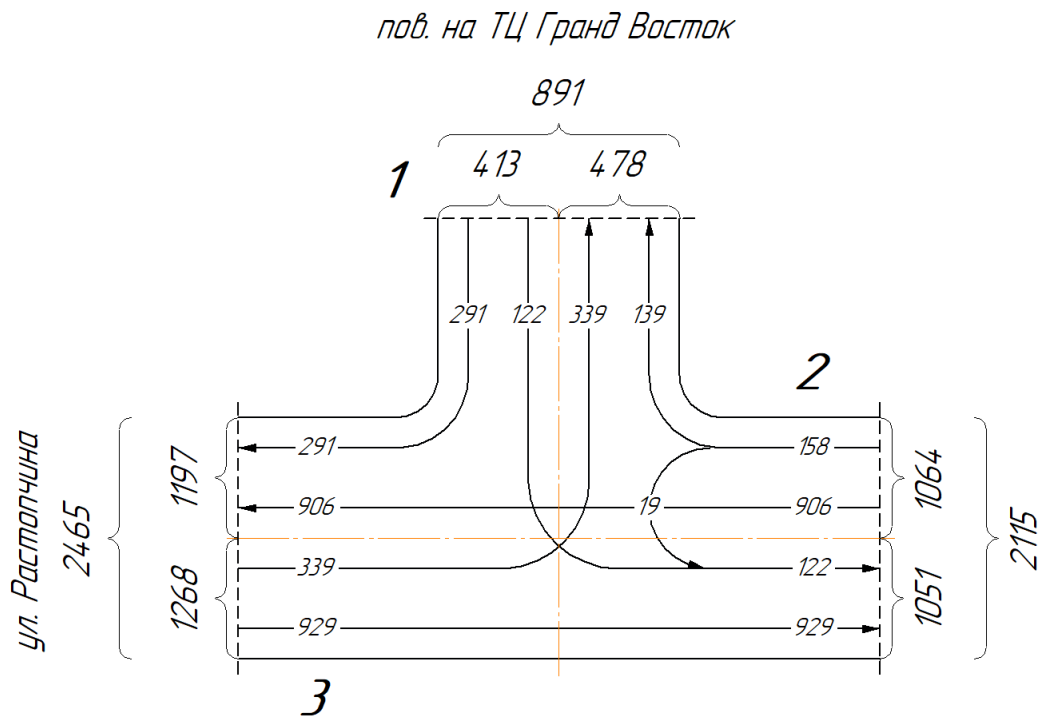


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на пересечении улицы Растопчина и дороги ведущей к ТЦ Гранд Восток в г. Владимир

Анализ статистических данных по аварийности на данном перекрестке позволил установить, что в период с 01.02.2018 года по 13.12.2020 года было зафиксировано 12 дорожно-транспортных происшествий, погибших – нет, а пострадавших – 14 человек.

Большинство ДТП происходили в зимний период, когда проезжая часть была обработана противогололёдными материалами, в темное время суток. Дорожные условия, способствующие ДТП на перекрестке М7 – ул. Растопчина – дорога, ведущая к ТЦ Гранд Восток: отсутствие дорожных знаков в необходимых местах, отсутствие пешеходных ограждений, совмещение в пространстве светофорных объектов, способствующих вводу в заблуждение водителей автотранспортных средств.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был пересчитан светофорный цикл на перекрестке ул. Растопчина – дорога, ведущая к ТЦ Гранд Восток. Цикл представлен на рис. 3.

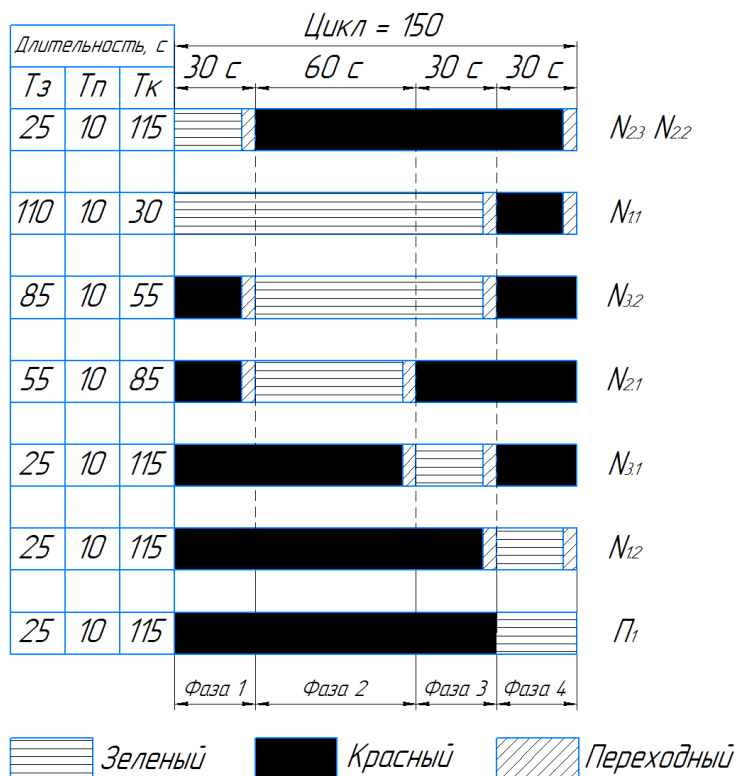


Рис. 3. Структура существующего светофорного цикла

Анализируя существующий перекресток ул. Растопчина – дорога, ведущая к ТЦ Гранд Восток, можно выделить следующие недостатки:

- разметка полос движения, стоп-линий и пешеходных переходов на перекрестке сильно повреждена (требует обновления после зимы);

- в связи с возрастанием аварийности на направлениях $N_{2.2}$ и $N_{2.3}$, рекомендуется исключить светофор Т.1.п из использования. Практика показывает, что светофор Т.1.п на данном направлении, вводит водителей в заблуждение, вызывая ошибочное движение прямо, что подвергает к столкновению с движущимися автомобилями с направления $N_{3.1}$.

Оптимальный вариант реконструкции с созданием выделенной полосы для разворота позволит исключить путаницу со светофорами и значительно повысить безопасность данного маневра. Усовершенствованная схема организации дорожного движения на исследуемом объекте представлена на рис. 4.

преподавателя кафедры АТБ Денисова И. В. проведено исследование организации дорожного движения на пересечении ул. Техническая – ул. Народная – ул. Волковская в городе Родники. На рис. 1 представлена схема организации дорожного движения на исследуемом объекте до реконструкции.

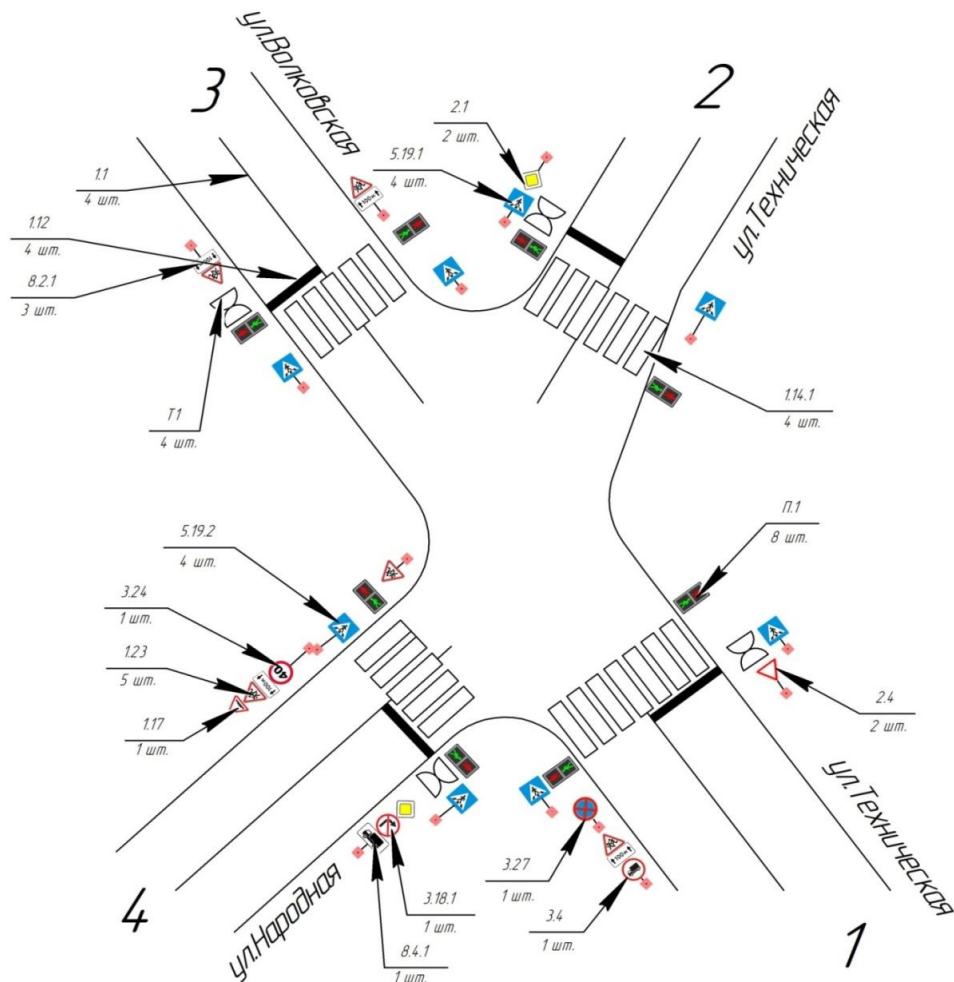


Рис. 1. Существующая схема организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети

После изучения существующей схемы организации дорожного движения на исследуемом объекте возник вопрос в определении интенсивности движения. В таблице 1 приведена интенсивность движения автотранспортных средств на исследуемом объекте. Наиболее нагруженными является 2-ое направление.

Таблица 1

Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	налево	прямо	Направо	
1	143	143	191	477
2	241	255	137	633
3	113	185	156	454
4	83	185	209	477
Итого	580	768	693	2041

Картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис.

2.

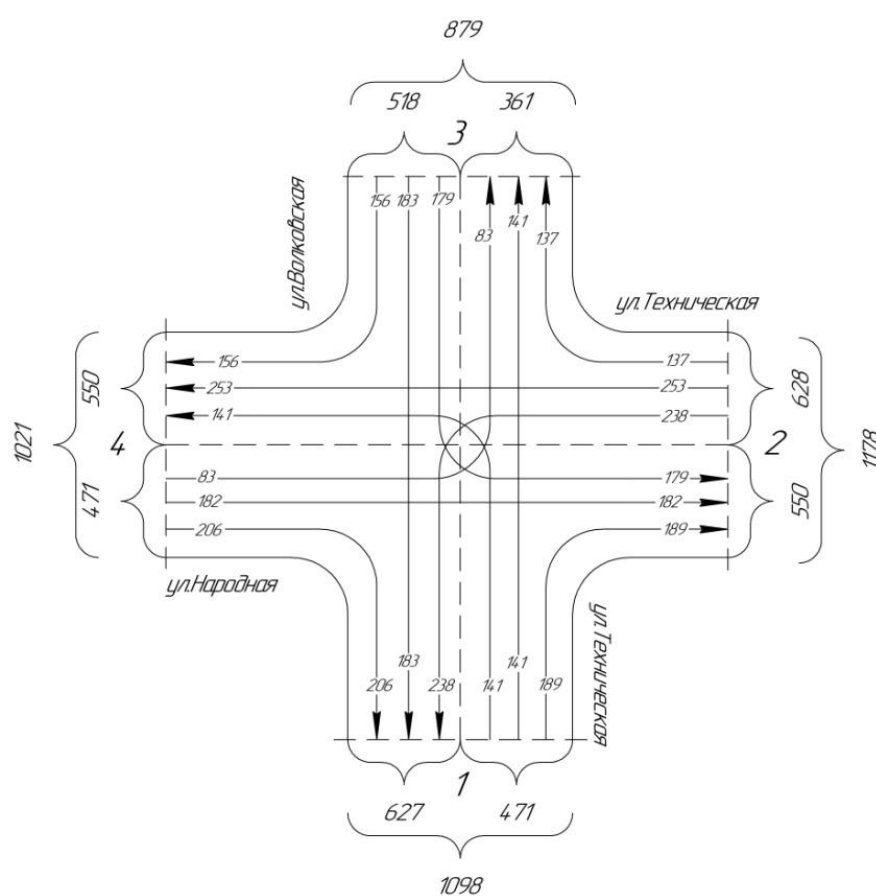


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на исследуемом объекте

Анализ статистических данных по аварийности на данном перекрестке позволил установить, что в период с 2016 года по 2020 года было зафиксировано 19 дорожно-транспортных происшествий, погибших – нет, а пострадавших – 17 человек.

Состояние проезжей части на момент ДТП преимущественно сухое, время суток – светлое, состояние погодных условий преимущественно ясно.

Дорожные условия, способствующие ДТП на перекрестке: отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был пересчитан светофорный цикл перекрестка. Цикл представлен на рис. 3.

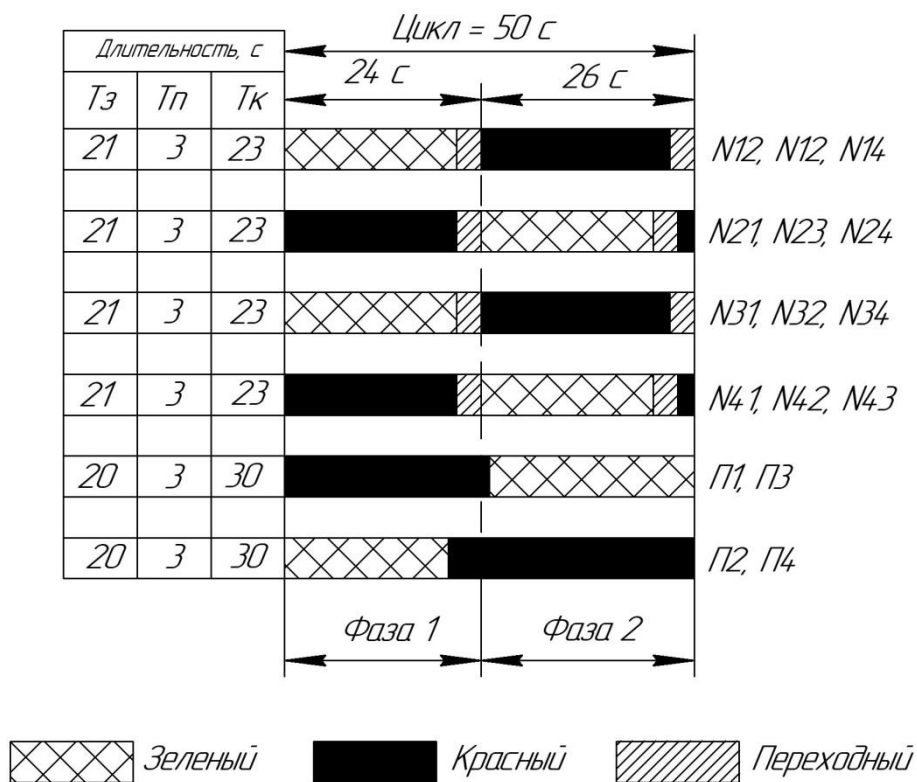


Рис. 3. Структура существующего светофорного цикла

В ходе анализа данного перекрестка разработаны следующие рекомендации, направленные на улучшение организации дорожного движения:

- добавить дополнительную полосу поворота налево на каждом направлении движения;
- необходимо нанести разметку 1.5 по всем направлениям движения;
- необходимо добавить знак 5.15.7 по всем направлениям движения;
- на всех направлениях движения установить светофоры с дополнительными секциями Т.1.Л.;
- выполнить расчет светофорных фаз.

Усовершенствованная схема организации дорожного движения на исследуемом объекте представлена на рис. 4.

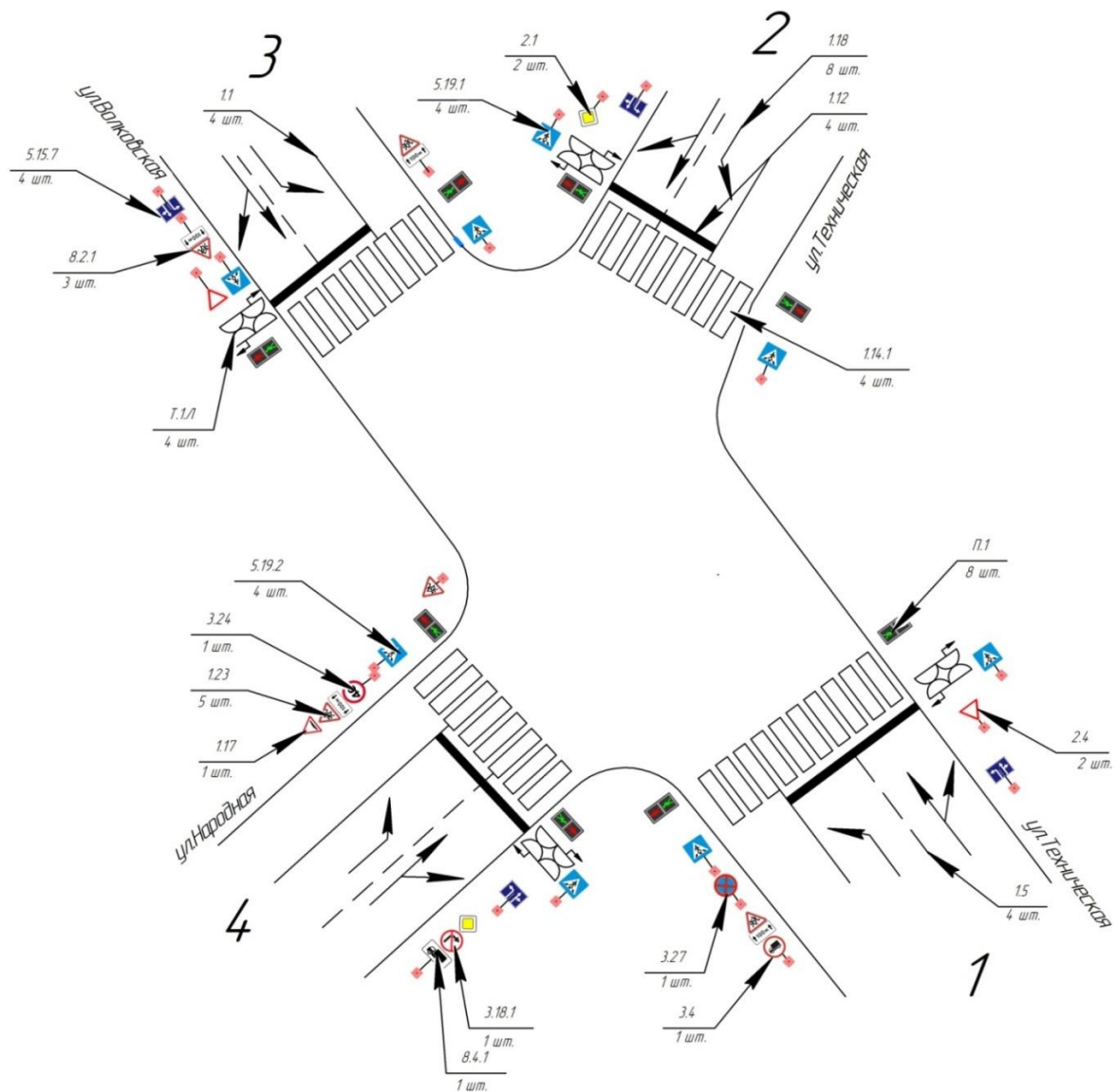


Рис. 4. Усовершенствованная схема организации дорожного движения на пересечении ул. Техническая – ул. Народная и ул. Волковская в г. Родники

Список использованных источников

1. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. 5-е издание перераб. и доп. / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – Москва: Транспорт, 2001. – 247 с. – Текст : непосредственный.

ВНЕШНЯЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

С наступлением осенне-зимнего периода информативность участников дорожного движения становится заметно хуже, и причина этому является уменьшение продолжительности светового дня. Серые пасмурные дни, снижают контраст объекта с фоном, ввиду чего увеличивается время, затрачиваемое на распознавание водителем автотранспортного средства предметов на проезжей части. Изначально зададимся генеральной целью (\mathcal{C}^0) внешней информативности автотранспортного средства – это обеспечение других участников дорожного движения информацией от автомобиля, которая необходима для правильного взаимодействия с ним. В нее входят система внешней световой сигнализации, расположение световозвращателей, звуковой сигнал, размеры, форма и окраска кузова. Информативность легковых автомобилей зависит от контрастности их цвета относительно дорожного покрытия.

Выполним декомпозицию генеральной цели до подцелей первого уровня. Для этого разделим исходящую информацию от транспортного средства на звуковую, пассивную световую (цвет кузова автомобиля) и активную световую (внешняя световая сигнализация). На основании этого полагаем, что первой подцелью будет (\mathcal{C}^1_{01}) – обеспечение других участников движения звуковой информацией от автомобиля. Второй подцелью (\mathcal{C}^1_{02}) – контраст объекта (цветовое исполнение кузова автомобиля) с фоном. Третьей подцелью (\mathcal{C}^1_{03}) – внешняя световая сигнализация. После того, как обозначены цели и подцели, перейдем к рассмотрению подсистем, общей системы информационного обеспечения участников дорожного движения. Генеральной системой (\mathcal{C}^0) будем считать – автотранспортное средство.

Выделим подсистемы первого уровня:

- сигнал звуковой (\mathcal{C}^1_{01});
- приборы световые передние и задние (\mathcal{C}^1_{02});
- цвет лакокрасочного покрытия кузова автомобиля (\mathcal{C}^1_{03});
- шум издаваемый автотранспортным средством во время движения (\mathcal{C}^1_{04}).

Используя методику определения взаимодействия дерева целей и систем, подробно изложенную в работе [1], найдем количественную оценку вклада конкретных подсистем в достижение цели системы. На рис. 1 представлены результаты расчета весомости каждой подсистемы в достижении конкретной подцели.

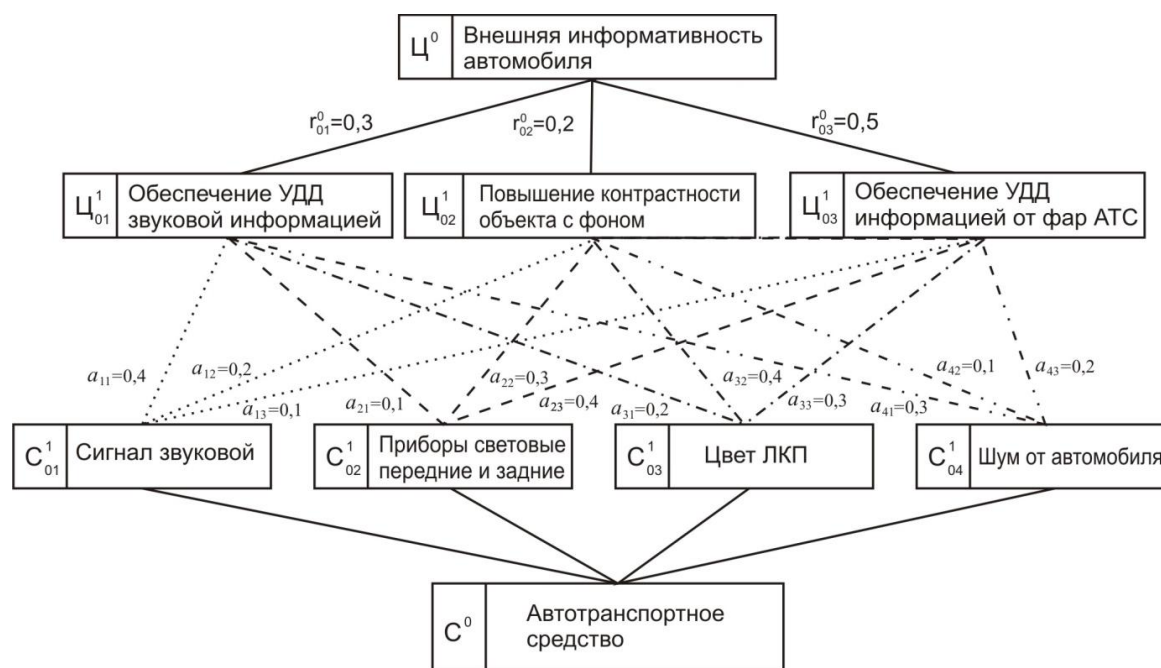


Рис. 1. Граф взаимодействия дерева целей и дерева подсистем системы «Внешняя информативность транспортного средства»

Результаты расчета представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на достижение генеральной цели оказывает внешняя световая сигнализация автомобиля и цвет лакокрасочного покрытия, а наименьшее – звуковой сигнал и шум от автотранспортного средства.

Таблица 1

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Вклад в подцель			Ц ₀
	Ц ₁₀₁	Ц ₁₀₂	Ц ₁₀₃	
C ₁₀₁	0,4	0,2	0,1	0,21
C ₁₀₂	0,1	0,3	0,4	0,29
C ₁₀₃	0,2	0,4	0,3	0,29
C ₁₀₄	0,3	0,1	0,2	0,21
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц ₀ , r _ц ⁰	0,3	0,2	0,5	1

Список использованных источников

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е.С.; МАДИ(ТУ) – М., 2003. – 247 с.
УДК 629.113.004: 656.56

Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВОДИТЕЛЬ ТАКСИ

С увеличением числа таксомоторных перевозок остро возникла потребность в урегулировании качества предоставления услуги, связанной с перевозкой пассажиров. Проблема многогранна и самые значимые вопросы состоят в обеспечении соблюдения водителями такси ПДД и эксплуатации технически исправных автотранспортных средств. Изначально зададимся генеральной целью (C^0) системы «водитель такси» – это своевременная доставка пассажира до назначенного пункта. В нее входят система подготовки водителей автотранспортных средств, опыт работы водителей такси, налаженная система технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) автотранспортных средств, а также возрастная структура парка таксомоторов.

Выполним декомпозицию генеральной цели до подцелей первого уровня. Для этого разделим генеральную цель, состоящую в своевременной доставке пассажиров до пункта назначения, на техническое оснащение автотранспортных средств устройствами способствующими проложить наименее затратный по времени маршрут, на безопасность транспортировки пассажиров заключающейся в соблюдении ПДД и эксплуатации технически исправного автомобиля. На основании этого полагаем, что первой подцелью будет (C^1_{01}) – выполнение транспортно-логистической операции. Второй подцелью (C^1_{02}) – безопасное управление транспортным средством. Третьей подцелью (C^1_{03}) – поддержание автомобиля в технически исправном состоянии. После того, как обозначены цели и подцели, перейдем к рассмотрению подсистем, общей системы «водитель такси». Генеральной системой (C^0) будем считать – водителя такси.

Выделим подсистемы первого уровня:

- навигационное оборудование и программное обеспечение (ПО) (C^1_{01});

- знания в области безопасности дорожного движения (БДД) и ПДД (C^1_{02});
- личный опыт водителя (C^1_{03});
- своевременное ТО и Р автомобиля (C^1_{04}).

Используя методику определения взаимодействия дерева целей и систем, подробно изложенную в работе [1], найдем количественную оценку вклада конкретных подсистем в достижение цели системы. На рис. 1 представлены результаты расчета весомости каждой подсистемы в достижении конкретной подцели.

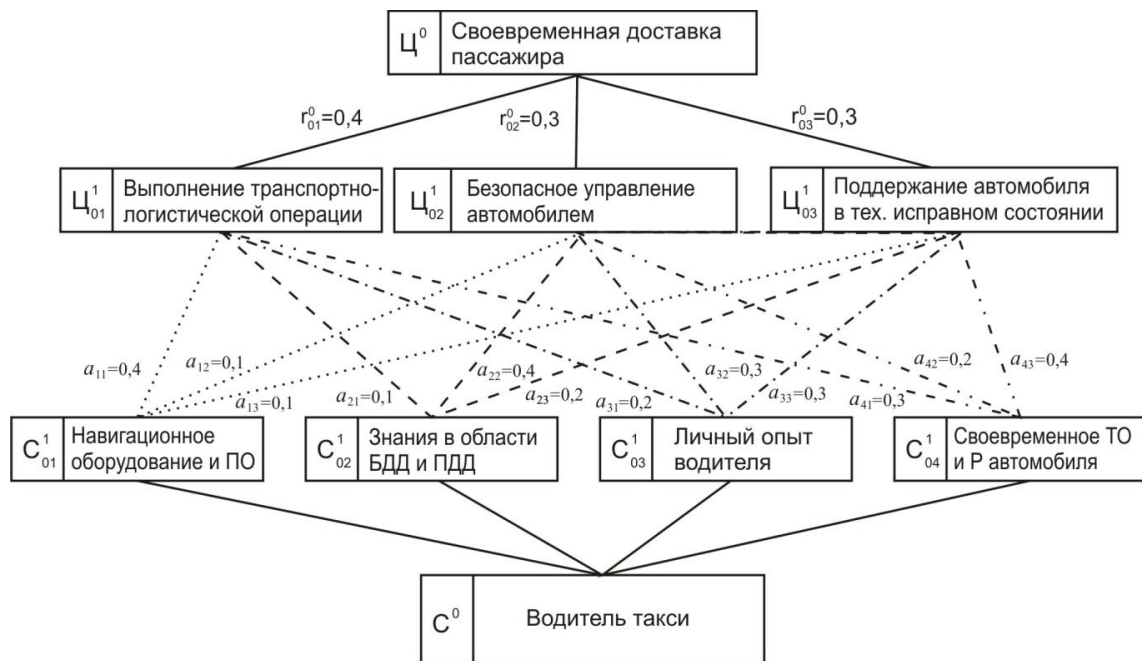


Рис. 1. Граф взаимодействия дерева целей и дерева подсистем системы «Водитель такси»

Результаты расчета представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на достижение генеральной цели оказывает своевременное ТО и Р автотранспортного средства и личный опыт водителя такси, а наименьшее – навигационное оборудование и ПО, а также знания в области БДД и ПДД.

Комбинация конкурирующих подсистем ($C^1_{01} + C^1_{02} = 0,44$; $C^1_{01} + C^1_{02} + C^1_{03} = 0,7$; $C^1_{01} + C^1_{02} + C^1_{04} = 0,74$) дает возможность достигнуть поставленной цели альтернативным способом, но менее эффективным.

Таблица 1

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Вклад в подцель			Ц ₀
	Ц ¹ ₀₁	Ц ¹ ₀₂	Ц ¹ ₀₃	
С ¹ ₀₁	0,4	0,1	0,1	0,22
С ¹ ₀₂	0,1	0,4	0,2	0,22
С ¹ ₀₃	0,2	0,3	0,3	0,26
С ¹ ₀₄	0,3	0,2	0,4	0,3
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц ₀ , r ⁰ _ц	0,3	0,2	0,5	1

Список использованных источников

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е. С.; МАДИ(ТУ) – М., 2003. – 247 с.

УДК 629.113.004: 656.56

Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРУГОВОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Для снижения тяжести последствия ДТП и увеличения пропускной способности на перекрестке автомобильных дорог прибегают к использованию кругового движения, что позволяет значительно разгрузить любое из направлений в наиболее загруженный момент времени. Изначально зададимся генеральной целью (Ц⁰) использования кругового движения – это организация дорожного движения с минимальными затратами и максимальной эффективностью на участке улично-дорожной сети. Выполним декомпозицию генеральной цели до подцелей первого уровня. Для этого рассмотрим наиболее важные моменты при проектировании круговой (кольцевой) развязки. Диаметр центрального островка и общий диаметр пересечения позволяют организовать заданное количество полос для движения и к тому же характеризуют среднюю скорость проезда перекрестка. Немаловажное значение играют направляющие островки и длина зон переплетения съезда/въезда на перекресток. На основании этого полагаем, что первой подцелью будет (Ц¹₀₁) – повышение безопасности дорожного движения. Второй подцелью (Ц¹₀₂) – увеличение пропускной способности перекрестка. Тре-

Комбинация конкурирующих подсистем ($C_{01}^1 + C_{04}^1 = 0,46$; $C_{02}^1 + C_{04}^1 = 0,38$; $C_{03}^1 + C_{04}^1 = 0,44$; $C_{02}^1 + C_{03}^1 + C_{04}^1 = 0,68$; $C_{02}^1 + C_{01}^1 + C_{04}^1 = 0,7$) дает возможность достигнуть поставленной цели альтернативным способом, но менее эффективным.

Таблица 1

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Вклад в подцель			Ц ₀
	Ц ₀₁ ¹	Ц ₀₂ ¹	Ц ₀₃ ¹	
C ₀₁ ¹	0,2	0,4	0,4	0,32
C ₀₂ ¹	0,3	0,2	0,2	0,24
C ₀₃ ¹	0,4	0,3	0,1	0,3
C ₀₄ ¹	0,1	0,1	0,3	0,14
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц ₀ , r _ц ⁰	0,4	0,4	0,2	1

Список использованных источников

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е.С.; МАДИ(ТУ) – М., 2003. – 247 с.

УДК 629.113.004: 656.56

Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ТОРМОЗНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА»

Работоспособность тормозной системы характеризуется её тормозной эффективностью. Для понятия сущности функционирования исследуемой системы, необходимо разобраться из каких элементов она состоит, какие из выбранных элементов будут оказывать наибольшее влияние на эффективность работы тормозной системы (ТС) автомобиля. Тормозная система состоит из двух подсистем: тормозной привод и тормозные механизмы. Но следует понимать, что эффективность торможения зависит от многих факторов: тип привода, присутствующие люфты и зазоры в сопряжениях механического привода, наличие воздуха в гидравлической системе, величина прижимного давления тормозных колодок к диску, материал фрикционной накладки, диаметр диафрагмы вакуумного усилителя тормозов, состав шины, тип покрытия и т.д.

Выполним декомпозицию генеральной цели до подцелей первого уровня. Для этого разделим генеральную цель, состоящую в обеспечении эффективного замедления автомобиля, на время, затрачиваемое на приведение в действие тормозной системы, на способность автотранспортного средства сохранять заданную траекторию движения и противодействовать влиянию внешних сил. На основании этого полагаем, что первой подцелью будет (ζ^1_{01}) – снижение времени срабатывания тормозного привода (ТП). Второй подцелью (ζ^1_{02}) – снижение времени нарастания давления в тормозной системе автомобиля. Третьей подцелью (ζ^1_{03}) – сохранение траектории движения автотранспортного средства. Генеральной системой (C^0) будем считать – тормозную систему автомобиля и шины.

Выделим подсистемы первого уровня:

- тормозной привод (ТП) (C^1_{01});
- тормозной механизм (ТМ) (C^1_{02});
- шины (C^1_{03});
- антиблокировочная система (АБС) автомобиля (C^1_{04}).

Используя методику определения взаимодействия дерева целей и систем, подробно изложенную в работе [1], найдем количественную оценку вклада конкретных подсистем в достижение цели системы. На рис. 1 представлены результаты расчета весомости каждой подсистемы в достижении конкретной подцели.

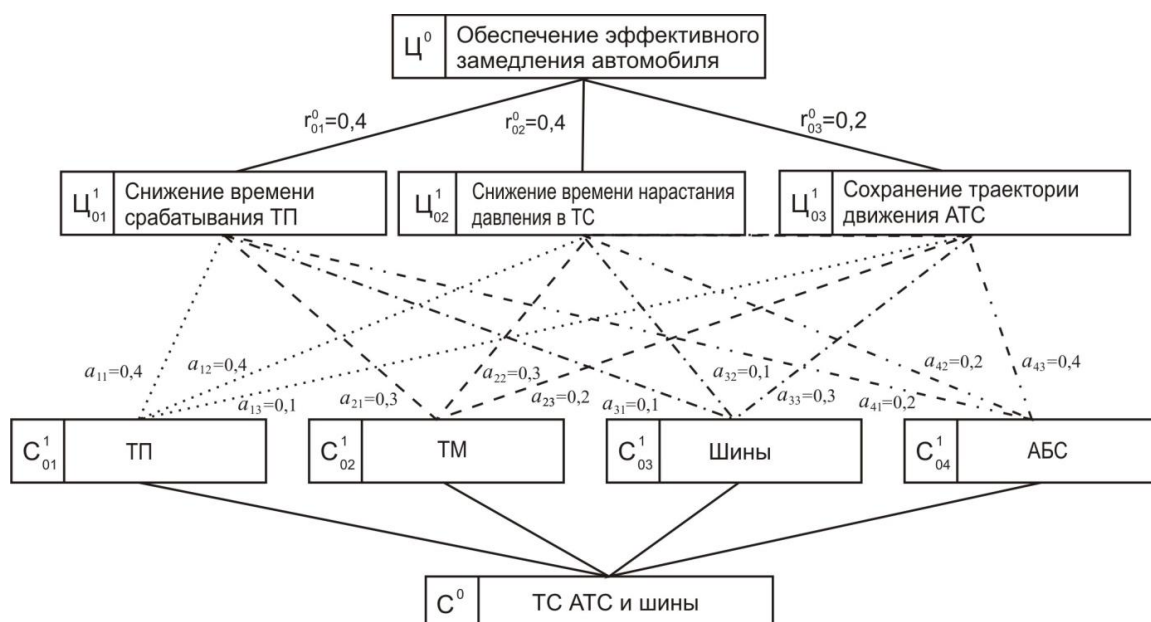


Рис. 1. Граф взаимодействия дерева целей и дерева подсистем системы «Тормозная эффективность автотранспортного средства»

Результаты расчета представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на достижение генеральной цели оказывает тормозной привод и тормозные механизмы тормозной системы, а наименьшее – шины и АБС.

Таблица 1

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Вклад в подцель			Ц ₀
	Ц ¹ ₀₁	Ц ¹ ₀₂	Ц ¹ ₀₃	
C ¹ ₀₁	0,4	0,4	0,1	0,34
C ¹ ₀₂	0,3	0,3	0,2	0,28
C ¹ ₀₃	0,1	0,1	0,3	0,14
C ¹ ₀₄	0,2	0,2	0,4	0,24
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц ₀ , r ⁰ _ц	0,4	0,4	0,2	1

Комбинация конкурирующих подсистем ($C^{1}_{03} + C^{1}_{04} = 0,38$; $C^{1}_{02} + C^{1}_{03} + C^{1}_{04} = 0,66$; $C^{1}_{02} + C^{1}_{04} = 0,52$) дает возможность достигнуть поставленной цели альтернативным способом, но менее эффективным.

Список использованных источников

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е. С.; МАДИ(ТУ) – М., 2003. – 247 с.

УДК 623.437.1

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ВЕДУЩЕЙ ЗВЕЗДОЧКИ
ВЕЛОСИПЕДА ИЛИ ВЕЛОТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ИНВАЛИДА**

Предлагаемая звездочка относится к области реабилитации инвалидов или людей, перенесших хирургическую операцию, и может быть использовано при стационарном лечении и в повседневной жизни.

Существуют люди, у которых мышцы левой и правой ног отличаются, в частности, у людей с повреждениями ноги или после перелома костей ног. После длительного периода неподвижности травмированная нога значительно теряет мышечную массу и не может работать так, как здоровая нога.

Для разработки ослабленной ноги невозможно или, по меньшей мере, проблематично использовать велосипед, поскольку все современные велосипеды рассчитаны на одинаково сильные ноги. То же самое применимо к домашнему тренажеру, он также разрабатывается для двух ног равной мощности.

Известно упражнение для мышц человека, включая вращение педалей велосипеда, соединенных с устройством сопротивления вышеупомянутому вращению. Конечно, было бы полезно обеспечить полную нагрузку на здоровую ногу и ограничить нагрузку для ослабленной ноги, однако современные велосипеды и велотренажеры не обеспечивают такую возможность.

В предлагаемом способе тренировки мышц человека предлагается осуществлять вращение педалей велосипеда или велотренажера, оснащенные асимметричной ведущей звездочкой. Такая звездочка позволит создать оптимальную нагрузку как для здоровой, так и для ослабленной ног.

Для асимметричной ведущей звездочки характерны следующие особенности работы ног: здоровая нога работает как обычно; ослабленная нога приводит в движение участок ведущей звездочки уменьшенного диаметра, т.е. прикладывает меньшее усилие за меньшее время.

Предлагаемая звездочка везде сохраняет выпуклую форму (см. рис. 1), при вращении по часовой стрелке педаль для здоровой ноги должна быть расположена в направлении 13-го зуба, а педаль для ослабленной ноги – в направлении 37-го зуба.

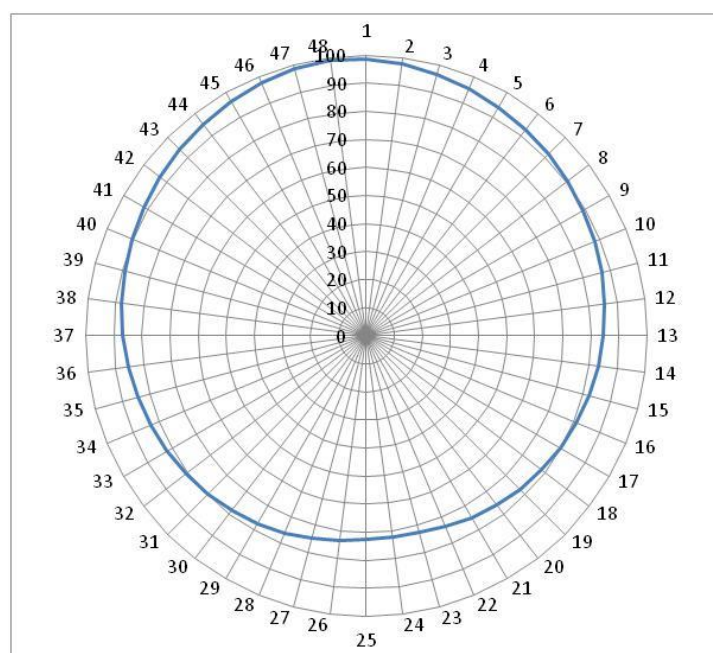


Рис. 1. Асимметричная ведущая звездочка

Звездочка цепью соединяется с ведущим колесом велосипеда или с устройством для создания сопротивления вращению. В зависимости от величины асимметрии ведущей звездочки можно уменьшать нагрузку на ослабленную ногу. По мере восстановления мышечной массы можно заменять ведущую звездочку на другую, с меньшей асимметрией. Таким образом, нагрузка на здоровую ногу останется неизменной, а нагрузка на ослабленную ногу будет увеличиваться.

УДК 623.437.1

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ВЕДУЩЕЙ ЗВЕЗДОЧКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С МУСКУЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Такая деталь, как эллипсная звездочка для велосипеда, очень известна и в то же время не знакома большинству людей. Использовать на велосипеде вместо круглой ведущей звездочки эллипсную предложил еще в 1892 году профессор В. Прусаков. Он решил разместить шатуны вдоль малой оси эллипса, что позволило более рационально использовать силы водителя. Но почему именно эллипс? Возможно, звездочка другой формы будет более оптимальной?

Анализ техники педалирования высококвалифицированных велосипедистов выявил, что результирующие усилия, прилагаемых к правой педали в её верхнем положении направлены на давление и возрастают – это первый участок траектории. Максимум усилия достигают при горизонтальном положении шатуна, а затем, на втором участке, они снижаются и в нижнем положении педали минимальны. Далее, на третьем участке, за счет подтягивания педали происходит нарастание усилий и максимальные их значения достигаются при горизонтальном положении шатуна. Впоследствии, на четвертом участке траектории, усилия уменьшаются и, не доходя 15° до вертикального положения шатуна достигают нового минимума. Это обусловлено тем, что в этих точках происходит изменение направления приложения усилий и переключение в работе мышц нижних конечностей. В первой точке наблюдается переход от давления к подтягиванию, во второй, наоборот, — от подтягивания к давлению. Усилия, прилагаемые к левой педали, аналогичны усилиям, прилагаемым к правой. Разница заключается

лишь в том, что первые смещены на 180° по ходу вращения педалей, это обусловлено конструкцией шатунов. Для расчета всей звездочки усилия на правой и левой педалях суммируются. При этом усилия, прикладываемые к звездочке на первом и третьем участке, будут одинаковы между собой. Точно так же будут одинаковы между собой и усилия на втором и четвертом участках. По размеру каждый участок занимает одну четвертую часть звездочки.

Форма круглой ведущей звездочки изменена таким образом, чтобы оптимально использовать усилие, прикладываемое велосипедистом к педали, но звездочка при этом везде сохраняет выпуклую форму. Направление вращения - по часовой стрелке, педаль для правой ноги должна быть расположена в направлении 13 зуба (см. рис. 1).

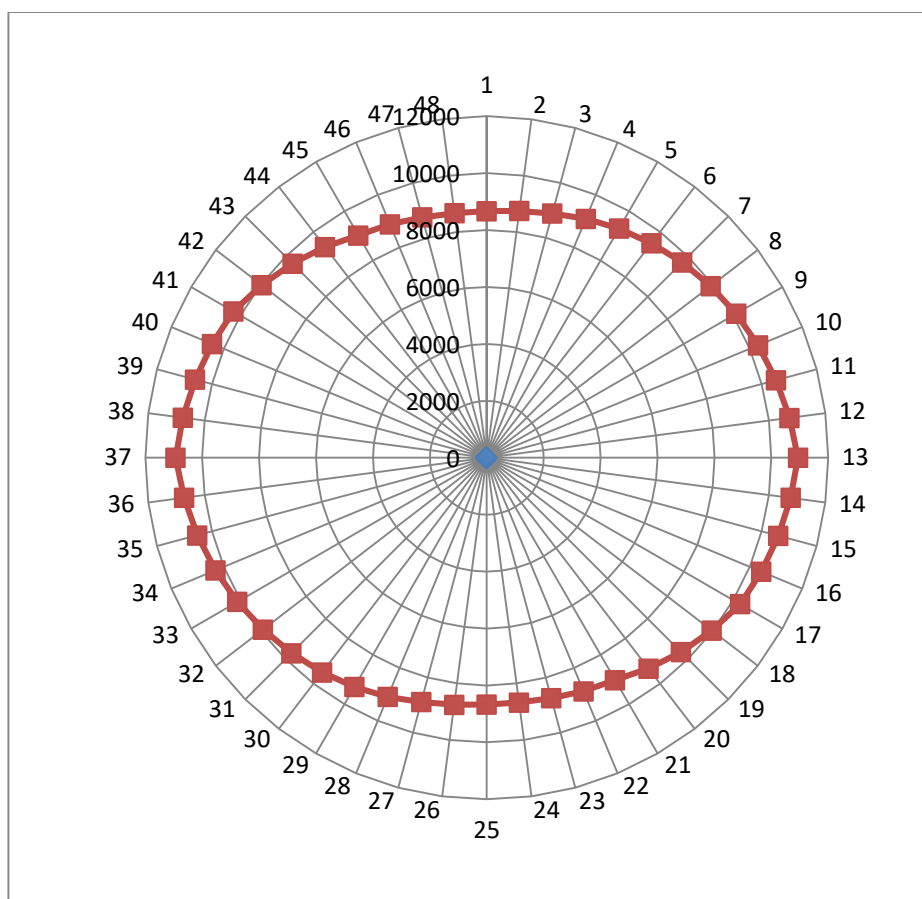


Рис. 1. Оптимизированный профиль звездочки на 48 зубьев

В модифицированной звездочке расстояние от оси вращения до зуба, на который в данный момент заходит цепь определяется следующим образом:

- для первой и третьей части звездочки $R = r + 2,05152n - 14,33296$;

- для второй и четвертой части звездочки $R = r - 2,2456n + 42,3392$.

Очевидно, что для малых овальностей, когда удлинение цепи не превышает 2 ... 3 мм, его не требуется компенсировать. Большие удлинения (свыше 3 мм) необходимо компенсировать, что может быть осуществлено: на велосипедах с кассетой ведомых звездочек компенсатором натяжения цепи будет являться натяжной ролик механизма переключения скоростей; на велосипедах с ножным тормозом (дорожных и др.) – компенсатором натяжения цепи может служить круглая или овальная паразитная звездочка с количеством зубьев, равным ровно половине количества зубьев ведущей звездочки, установленная с соответствующим эксцентриситетом вблизи звездочки заднего колеса.

Хотелось бы сказать о преимуществах предлагаемой звездочки. Она позволяет более рационально использовать силы водителя велосипеда. Данная звездочка эффективнее круглой звездочки. Таким образом, велосипедист меньше утомляется, улучшается его реакция, он более сосредоточен. Следовательно, уменьшается вероятность того, что велосипедист попадет в дорожно-транспортное происшествие или станет его причиной.

УДК 628.32

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЙКИ САМООБСЛУЖИВАНИЯ

В данной статье рассматривается актуальная и постоянно дискутируемая тема проблемы очистки сточных вод на предприятиях, осуществляющих мойку автомобилей. С каждым годом растет число автовладельцев и, соответственно, повышается спрос на предоставление услуг по уходу за автомобильным транспортом. В среднем на автомоечных станциях для мойки машин используется 2...3 тысячи литров воды. Существует довольно много надзорных органов, следящих за соблюдением правил эксплуатации автомоечных помещений.

Сточные воды – любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека [1]. Сточные воды современных

автомоек характеризуются высоким содержанием масел и смазок, моющие веществ (ПАВов и СПАВов), фосфатов, фтористоводородных кислот, продуктов гидрофторида аммония (*ABF*), нефтепродуктов, взвешенных веществ. Так как в сточной воде содержатся моющие средства, рациональнее удалить из воды нефтепродукты и взвешенные вещества и запустить её обратно в систему водоснабжения автомойки. Нельзя спускать не очищенную от загрязнений воду в канализационную систему города, так как содержащийся в ней ПАВ, уменьшающий поверхностное натяжение воды, попавший в окружающую среду повлечет загрязнение тех путей, по которым пойдут стоки и затруднит естественное разложение загрязняющих веществ. Наличие масел, смазок могут оказывать отравляющее воздействие на ихтиофауну. Фосфаты, являясь питательной средой для растений, могут стать причиной большого разрастания ненужной растительности в водоемах. Фтористоводородная кислота, продукты гидрофторида аммония являются вредными для живых организмов [2].

Существует три типа мойки автомобилей – ручная, бесконтактная и автоматическая автомойки. В среднем количество затраченной воды на мойку одного легкового автомобиля на ручной мойке составляет 100...150 литров, на бесконтактной от 200 литров, а на автоматической 550...700 литров. В большинстве случаев устанавливается система оборотного водоснабжения (замкнутой циклической очистки), при которой отработанная вода после того, как сточными водами будет пройден полный цикл очистки (с отфильтрованными и осевшими на дне отстойников веществами теряется приблизительно 10 % жидкости) после компенсации потерь, может быть использована вторично, а значит, придется брать в использование дополнительно только 10 % воды из городских коммуникаций. Система оборотного водоснабжения позволяет повторно использовать до 80...90 % воды. Это самый экологичный способ использования воды для автомоек.

Неочищенные сточные воды могут нанести большой вред экологии и здоровью человека, поэтому для очистки сточных вод автомоек используют несколько способов очистки: механический, фильтрации, химический и флотации. Механический способ улавливания инородных веществ. По сути, это целая система всевозможных песколовков, соединенных с отстойными резервуарами. Иными словами, это почти бытовой септик, только с большей производительностью.

Такой метод позволяет провести очистку сточных вод до 75 %, но он не очищает от органических соединений, растворенных в воде. Способ

фльтрации проводит абсорбцию мельчайших частиц. Используется только при незначительном загрязнении слива. Химический метод очистки довольно широко распространен, он производится с помощью реагентов с последующей фильтрацией. Количество нерастворимых примесей уменьшается на 95 %, но растворимых – только на 25 %. В этом случае правильнее использовать ее повторно, а отходы, остающиеся после обработки стоков, утилизировать. Метод флотации, то есть разделения инородных частиц, содержащихся в воде, по величине фракций и происхождению путем прогонки через специальные электрогидродинамические системы под давлением. Флотация сопровождается насыщением жидкости воздухом, вследствие чего образуются пузырьки, к которым «прилипают» посторонние частицы. Эффективность флотации повышается при использовании коагулянтов.

Существует большой выбор очистных сооружений для автомоечных станций как отечественного, так и импортного производства. Главными отличиями между системами являются производительность, экономия природных вод и цена.

На любой автомойке за день машины оставляют десятки килограммов песка и глины, смешанных с нефтепродуктами и маслом. Все это смывается большим количеством воды, к которой примешивается необходимая для наведения чистоты автомобильная химия. Без отстойников с обильными посторонними фракциями не справится ни одна система фильтров, поэтому очистные сооружения по большей части состоят из накопительных емкостей. Только потом уже достаточно осветленная вода проходит через ряд улавливателей тонкой фильтрации, вплоть до окончательной очистки путем абсорбции. Далее возможны два варианта: слив в канализацию или продолжение отсеивания остатков инородных веществ для вторичного использования воды. Для этого используется рециркуляция – прогон жидкости через кассеты, где происходит быстрое оседание наиболее мелких фракций. Нефтепродукты удаляются методом флотации, когда жидкость насыщается воздухом, при этом образуются пузырьки, к которым прилипают посторонние частицы [3].

Стандартные очистные установки, циклической очистки позволяют использовать воду до 50...100 циклов, после чего ее нужно утилизировать. Утилизация сточных вод не менее важна чем ее очистка. Стоимость и переработка отходов автомойки очень высока, и поэтому владельцы автомоек готовы сдать отходы любому, кто берется самостоятельно вывезти их, невзирая на отсутствие договора на дальнейшую утилизацию.

По статистике сточные воды до очистки имеют средние значения: рН (6,5...9,0), взвешенные вещества 250 мг/дм³, нефтепродукты 5 мг/дм³, СПАВ 5 мг/дм³, фосфатов 3,5 мг/дм³. После проведения очистки показатели будут значительно улучшены: рН (6,5...8,5), взвешенные вещества 3 мг/дм³, нефтепродукты 0,05 мг/дм³, СПАВ 0,5 мг/дм³, фосфатов 0,2 мг/дм³.

Очистка сточных вод на автомойках это в первую очередь борьба с загрязнениями, которые при попадании в окружающую среду ухудшают экологию и негативно влияют на здоровье человека. Что бы сохранить природу для последующих поколений, нужно ужесточить контроль и увеличить штрафы за несоблюдение предприятиями Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7 – ФЗ от 10.01.2002, своевременно проводить контроль качества оборудования для сбора первичных отходов, заинтересовать материально владельцев автомоечных предприятий в вывозе отходов, например можно открыть в городе на заброшенном заводе цех по переработке шлама с автомоек.

Таким образом, предлагаемые меры приведут к уменьшению нагрузки на окружающую среду от предприятий, осуществляющих мойку автотранспорта.

Список использованных источников

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования и нормы к охране поверхностных вод».
2. МУ 2.1.5.1183-03 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий».
3. Яковлев, С. В., Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: – М. : АСВ, 2004. – 704 с.

УДК 629.052.2

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ

Большое влияние на уровень безопасности движения оказывают неисправности ходовой части автомобиля. Неисправность, возникшая в каком-

либо узле ходовой части автомобиля, чаще всего приводит к увеличению нагрузки на соседние узлы, что в конечном итоге приводит к их внезапному отказу, при котором движение автомобиля невозможно. При этом создаются предпосылки к возникновению дорожно-транспортного происшествия. Из-за особенностей эксплуатации и обслуживания автомобилей индивидуального пользования диагностирование состояния их трансмиссии и подвески чаще всего происходит только во время государственного технического осмотра, т.е. один раз в год, что явно недостаточно. Следовательно, необходимы исследования возможности постоянного диагностирования состояния подвески и трансмиссии автомобиля. Следовательно, необходимы исследования возможности постоянного диагностирования состояния подвески и трансмиссии автомобиля.

При появлении неисправностей в узлах и элементах ходовой части автомобиля возникают ударные нагрузки, сопровождающиеся характерным звуковым эффектом (стуком). Данный стук, сопровождающий удар, обладает большой интенсивностью, поэтому его можно отличить при диагностике и из его анализа сделать вывод о текущем состоянии подвески автомобиля. Для этого необходимо установить специальный акустический датчик, который будет улавливать звук, возникающий при ударных нагрузках. Для того, чтобы обеспечить корректную работу акустического датчика и защитить его от воздействия посторонних шумов (звук мотора, движение колеса по дорожному покрытию и т.д.) и вибрации, необходимо поместить его в специальный звукоизолирующий корпус.

Предлагается использовать для непрерывной диагностики акустические диагностические параметры состояния подвески и трансмиссии автомобиля. Измерять их можно при помощи акустических измерительных преобразователей (например, типа *SM01A*), которые обладают достаточно широким диапазоном (60...15000 Гц) и чувствительностью (58 мВ/Па), имеют удобный для дальнейшей обработки выходной сигнал.

Используя данную систему предполагается экспериментально определить основные акустические диагностические параметры ходовой части автомобиля, их основные особенности и создать базу данных, позволяющую в дальнейшем разработать и создать действующий прототип системы встроенного диагностирования состояния подвески и трансмиссии легкового автомобиля.

Звукоизолирующий корпус состоит из футляра и пробки (см. рис. 1). Датчик, диаметром 10 мм и толщиной 5 мм, помещается в футляр, который

с одной стороны закрывается пробкой. Пробка защищает наиболее чувствительную к звуку часть акустического датчика.

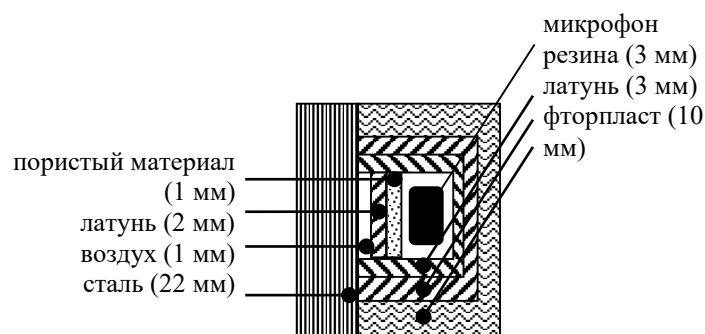


Рис. 1. Звукоизоляционный корпус для защиты микрофона

Пробку составляют следующие слои: сталь (22 мм), воздушная прослойка (1 мм), латунь (2 мм), защитный слой из пористого материала с низкой плотностью (1 мм). Воздушный зазор и защитный слой из пористого материала не влияют на звукоизоляционные качества пробки, но снижают передачу вибрации от корпуса к микрофону. В связи с этим, при расчете массами этих слоев можно пренебречь.

Стенка футляра состоит из следующих слоев: фторопласт (10 мм), латунь (3 мм), резина (3 мм). Резина также используется в первую очередь для защиты от вибрации и для закрепления датчика внутри колбы. Однако использование резины влияет на звукоизоляционные свойства системы, поэтому ее масса учитывается при расчете.

Различные материалы обладают разными звукоизоляционными свойствами, которые зависят от частоты звука и, как правило, улучшаются с повышением частоты [1, 2, 3]. Чтобы проследить, как изменяется эффективность изолирующей системы, расчет проводится в интервале частот от 63 Гц до 10000 Гц.

Для практических расчетов звукоизолирующей способности ограждений из звукоотражающих материалов применяется формула:

$$R = 20 \lg(m_0 f) - 47,5 \quad (1)$$

где m_0 – масса 1 м² ограждения, кг; f – частота звука, Гц.

При расчете массы учитывается только толщина и плотность материала. Так как и пробка и футляр состоят из нескольких слоев, разных по плотности материалов, массу m_0 рассчитываем как сумму масс для каждого материала.

Сначала рассчитываем коэффициент звукоизоляции R для пробки. Масса стали при плотности 7800 кг/м^3 и толщине слоя 22 мм составляет $171,6 \text{ кг}$; масса латуни при плотности 8500 кг/м^3 и толщине слоя 2 мм составляет 17 кг . Таким образом, суммарная масса m_0 составляет

$$m_0 = 171,6 + 17 = 188,6 \text{ кг.} \quad (2)$$

Теперь рассчитываем коэффициент звукоизоляции для семи основных частот, результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициент звукоизоляции для пробки

Частота f , Гц	32	63	125	250	500	1000	2000
Коэффициент R	28,1	34,0	40,0	46,0	52,0	58,0	64,0

Теперь рассчитываем коэффициент звукоизоляции R для футляра. Масса резины при плотности $163,6 \text{ кг/м}^3$ и толщине слоя 3 мм составляет $0,49 \text{ кг}$; масса латуни при плотности 8500 кг/м^3 и толщине слоя 3 мм составляет $25,5 \text{ кг}$; масса фторпласта при плотности 2150 кг/м^3 и толщине слоя 10 мм составляет $21,5 \text{ кг}$. Таким образом, суммарная масса m_0 составляет

$$m_0 = 0,49 + 25,5 + 21,5 = 47,49 \text{ кг.} \quad (3)$$

Теперь рассчитываем коэффициент звукоизоляции для четырех основных частот, результаты расчета представлены в таблице 2:

Таблица 2

Коэффициент звукоизоляции для футляра

Частота f , Гц	32	1000	4000	10000
Коэффициент R	16,1	46,0	58,1	66,0

Таким образом, можно сделать вывод, что звукоизоляционные свойства пробки значительно превосходят звукоизоляционные свойства фу-

тляра. Использование резины в качестве материала, защищающего от вибрации, более рационально, так как за счет использования резины одновременно повышается коэффициент звукоизоляции, что увеличивает эффективность всей системы.

Данная конструкция обеспечивает достаточную звукоизоляцию лишь на высоких частотах. При частотах более 10 кГц посторонние шумы не мешают анализу ударных нагрузок. Но на средних и низких частотах из-за излишка посторонних шумов полезный сигнал оказывается замаскированным, и каким-либо образом отделить интересующий нас звук от всех остальных не представляется возможным.

Использование указанной выше системы диагностирования позволит повысить надежность ходовой части автомобилей, снизить затраты на их ремонт и обслуживание, а также повысить безопасность движения за счет снижения аварийности и уменьшения внезапных отказов трансмиссии и подвески.

Список использованных источников

1. Акустика. Справочник / А. П. Ефимов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1989. – 336 с.
2. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник / Н. И. Иванов. – М. : Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.
3. ГОСТ 151166-79 «Шум. Методы измерения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций и зданий».

УДК 628.32

Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ

Нанесение лакокрасочных материалов связано с выделением в окружающую среду вредных и опасных химических веществ. В ходе технологического процесса в воздух рабочей зоны выделяются различные вредные вещества (например, ксилол, толуол и уайт-спирит), которые определяют в целом состояние условий труда и загрязнение воздуха.

На настоящий момент существует несколько технологий очистки воздуха от загрязняющих веществ: поглотительная (активированный уголь), скрубберы (поглощение в жидкость), биоочистка, дожигание, каталитическая, фотокаталитическая и газоразрядно-каталитическая [1]. Все эти технологии имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Результаты анализа существующих технологий очистки воздуха представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические способы очистки загрязненного воздуха

Технология очистки	Оценка эффективности использования
Химическая очистка	Необходимость синтеза и подачи реагентов, утилизация продуктов реакции
Сорбционная очистка	Необходимость замены (периодической или поточной) сорбента, утилизация (восстановление) использованного сорбента
Биологическая очистка	Низкая производительность, высокая чувствительность к составу очищаемого воздуха, необходимость утилизации продуктов очистки
Электростатическая очистка	Основная цель - удаление пыли, дымов и аэрозолей из очищаемого воздуха. Очистка от газов только как побочный процесс с эффективностью не более 10 – 15 %
Каталитическая очистка	Требует больших энергетических затрат для создания высоких температур в зоне катализа, требует большого количества катализатора для обеспечения необходимой производительности.
Метод фотокаталитического окисления	Применение ламп с содержанием ртути, высокая зависимость степени очистки от содержания газообразных загрязнений, низкая производительность. Для стандартных изделий не превышает 500...800 м ³ /ч
Газоразрядно-каталитический метод	Эффективность очистки от формальдегида 90 %. В результате газоочистки на выходе – углекислый газ CO ₂ и вода H ₂ O

Воздух, удаляемый от мест окраски распылением, всегда должен подвергаться мокрой очистке от красочного аэрозоля в гидрофилтрах. Основным назначением гидрофилтра является предохранение от загрязнения (а при интенсивной пневматической окраске от забивания) вентиляционной системы (воздуховодов и вентилятора) мелкодисперсными частицами краски.

Существующие конструкции гидрофильтров имеют четыре основных элемента:

- воздухопромывной канал, в котором происходит промывка воздуха водой;
- водораздающие устройства;
- отстойную ванну, в которую стекает отработанная вода;
- каплеотделители в виде плоскостей или пластинчатых сепараторов, которые должны задерживать капельную влагу, уносимую воздухом [2].

Характеристика гидрофильтров различных типов в окрасочных камерах представлена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика гидрофильтров

Типы гидрофильтров	Краска	Относительный расход			Наибольшая скорость в канале гидрофилтра, м/с	Сопроотивления гидрофилтра, кгс/м ³	Коэффициент очистки	
		Воздуха на 1м ² гидрофилтра, тыс. м ³ /ч	Воды (оборот) л/м ³ воздуха	Энергии на 1000 м ³ воздуха, кВт			По красочной пыли	По ароматическим углеводородам
Форсунчатый	Грунт 138	7,9	1,1	0,68	3,6	17,6	97	-
	Нитроэмаль 507	6,7	1,3	0,68	3,1	-	94	-
Каскадные: с подачей воды на плоскости; с переливом через борт ванны	Грунт 138	5,6	2,2	1,2	4,5	21,6	92	53
	Эмаль МЛ-25	5,7	2,2	1,2	4,5	21,8	86	52
	Грунт 138	5,1	5,5	1,3	4,3	51	92	50
	Эмаль МЛ-25	4,9	5,7	1,3	4,1	52	93	57
Барботажно-вихревого действия: насосные; безнасосные	Эмаль 123	5,8	6,1	1,41	5,4	87	92	52
	Эмаль МЛ-25	3,7	-	1,63	24	73	98	60
	Нитроэмаль 507	2,6	-	1,63	17	84	97	-
	Эмаль 123	4,2	-	1,71	18	115	-	77
	Грунт 138	4,2	-	1,71	16	90	-	47

Определенный интерес представляет сорбционная очистка реализованная в гидрофилтре «Эко-Веста» представленном на рис. 1.

Гидрофилтр «Эко-Веста» предназначен для предохранения от загрязнения и от забивания краской при интенсивной пневматической окраске вентиляционной системы, а именно воздуховодов и вентилятора краской. [3]

Принцип работы гидрофилтра «Эко-Веста» заключается в следующем: загрязненный окрасочной аэрозолью воздух под действием приточно-вытяжной системы вентиляции поступает от источника загрязнения в бассейн. Там он проходит над поверхностью воды и попадает в установку для очистки. Бассейн служит буферной емкостью для необходимого объема фильтрующего материала, а именно технической воды, а также для первичного накопления загрязнений. В промывном канале этого гидрофилтра у его передней и задней стенок горизонтально установлены наклонные плоскости. Вода подается на верхнюю плоскость, с которой стекает на расположенную ниже, и т. д.



Рис. 1. Гидрофилтр «Эко-Веста»

На рабочих поверхностях гидрофилтра для очистки воздуха «Эко-Веста» в результате взаимодействия жидкости и загрязненного воздуха получается идеальная среда для гашения скорости витания разнородных частиц и их каплеобразования. Это позволяет с высокой эффективностью (до 99 %) и высокой производительностью (30 000 м³/ч и более при модульном решении) очищать полностью вентиляционные выбросы от любой технологической пыли, аэрозоли и некоторых газов.

Список использованных источников

1. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты атмосферы от газовых выбросов / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Издательство Пензенского технологического института, 2003. – 154 с.
2. Аверкин, А. Г. Аппараты для физико-химической очистки воздуха. Абсорберы: Учеб. пособие в 2-х частях Ч. 1. / А. Г. Аверкин. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 240 с.
3. Гидрофилтры «ЭКОВЕСТА» [Электронный ресурс] // URL : <http://ecovesta.ru> (дата обращения 30.09.2021).

УДК 656.05

А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛИЦА ГОРЬКОГО – ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРОЕЗД Г. ВЛАДИМИРА

Схема перекрестка представлена на рис. 1.

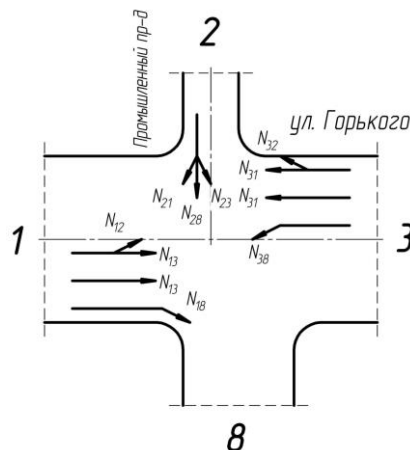


Рис. 1. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 1 [1-5];
В таблицах 2 – 4 приведена интенсивность движения на перекрестке
за 1 час.

Таблица 1

Бланк учета количества транспортных средств

Нап р. дв.	Время , ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во
1	9.30	28	149	70	1	9	2	0	15	2	0	2	0
2		19	57	19	2	3	2	0	0	0	0	0	0
3		34	335	38	1	20	1	0	15	0	0	7	0
8	9.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	9.45	36	137	40	4	7	4	0	14	2	0	5	0
2		25	59	19	7	3	0	0	0	0	0	0	0
3	10.0	49	249	33	1	9	3	0	9	0	0	6	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10.0	42	111	57	7	14	4	0	13	1	0	4	0
2		0-	28	52	16	0	3	3	0	0	0	0	0
3		10.1	57	176	64	1	21	3	0	20	0	0	3
8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10.1	46	139	59	7	21	6	0	8	1	0	2	0
2		5-	15	43	14	3	1	0	0	0	0	0	0
3		10.3	33	237	31	0	22	0	0	11	0	0	5
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Интенсивность движения на перекрестке

Напр. дв.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Все го	Эк- ви- валент
	Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во	Нале во	Пря мо	Напра во		
1	152	536	226	19	51	16	0	50	6	0	13	0	1069	1265
2	87	211	68	12	10	5	0	0	0	0	0	0	393	420
3	173	997	166	3	72	7	0	55	0	0	21	0	1494	1700
Всего:	412	1744	460	34	133	28	0	105	6	0	34	0	2956	3385

Таблица 3

Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	171	650	248	1069
2	99	221	73	393
3	176	1145	173	1494
Итого:	446	2016	494	2956

Таблица 4

Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	190	802	273	1265
2	111	231	78	420
3	179	1341	180	1700
Итого:	480	2374	531	3385

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 5.

Таблица 5

Доля каждого типа транспортных средств в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	2616	195	111	34	2956
Доля в потоке, %	88	7	4	1	100

Условная картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис. 2, а масштабная картограмма – на рис. 3.

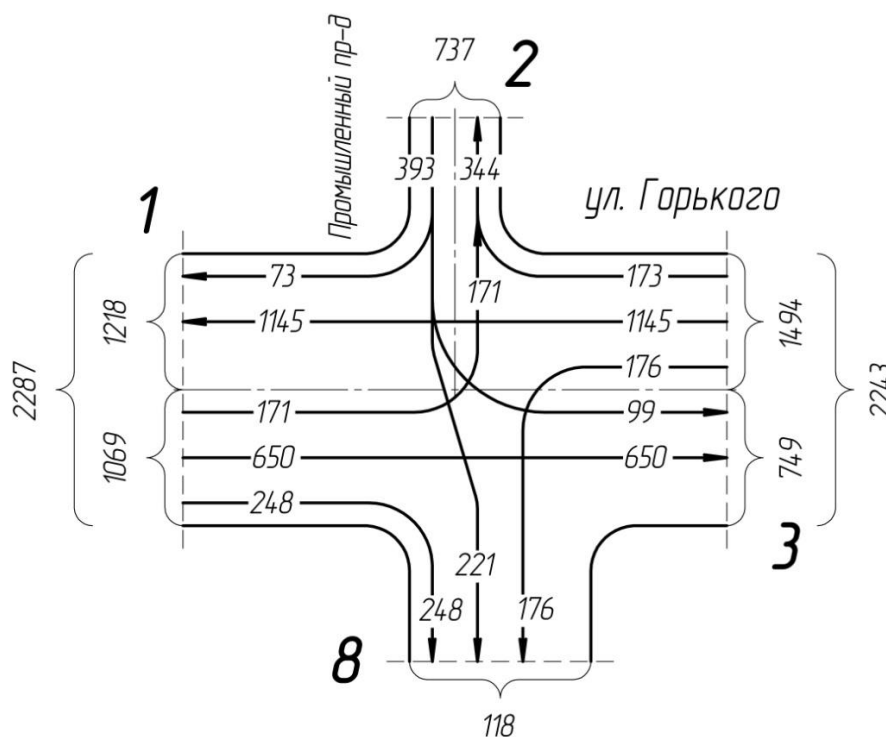


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

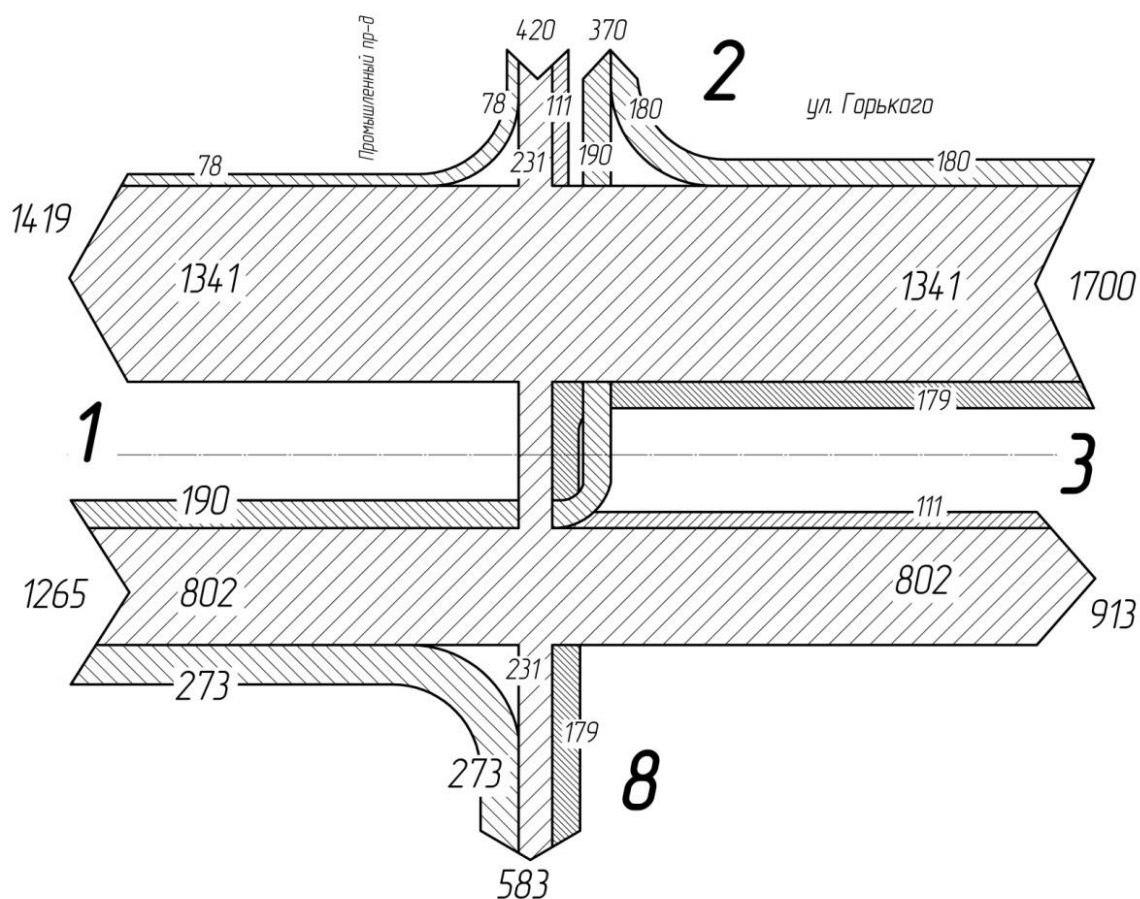


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Выводы:

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{18} (273 ТС), налево – в направлении N_{12} (190 ТС), прямо – в направлении N_{31} (1341 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 88 %, грузовых автомобилей – 7 %, автобусов – 4 %, троллейбусов – 1 %.

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.

5. Организация и безопасность движения : учебное пособие / Н. В. Пеньшин, В. В. Пудовкин, А. Н. Колдашов, А. В. Ященко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 96 с. – ISBN 5-8265-0522-2.

УДК 656.05

А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛИЦА ГОРЬКОГО – УЛИЦА СЕВЕРНАЯ Г. ВЛАДИМИРА

Схема перекрестка представлена на рис. 1.

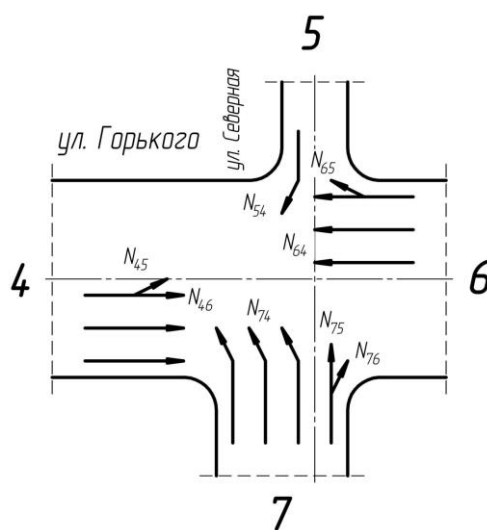


Рис. 1. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 1 [1-5];
В таблицах 2 – 4 приведена интенсивность движения на перекрестке за 1 час.

Таблица 1

Бланк учета количества транспортных средств

Нап р. дв.	Время , ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо
4	9.30	26	142	0	5	6	0	0	15	0	0	2	0
5		0	0	37	0	0	3	0	0	0	0	0	0
6	9.45	0	253	12	0	13	0	0	14	0	0	7	0
7		117	32	11	6	6	2	1	0	0	0	0	0
4	9.45	25	137	0	4	10	0	0	14	0	0	5	0
5		0	0	35	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	10.0	0	197	7	0	7	1	0	7	0	0	6	0
7		99	25	11	5	1	3	2	1	0	0	0	0
4	10.0	12	127	0	1	13	0	0	13	0	0	4	0
5		0	0	34	0	0	2	0	0	0	0	0	0
6	10.1	0	165	9	0	9	0	0	18	0	0	3	0
7		98	40	8	14	4	0	2	0	1	0	0	0
4	10.1	18	136	0	0	24	0	0	8	0	0	2	0
5		0	0	35	0	0	3	0	0	0	0	0	0
6	10.3	0	178	6	0	15	0	0	9	0	0	5	0
7		88	30	11	4	1	4	2	0	0	0	0	0

Таблица 2

Интенсивность движения на перекрестке

Нап. дв.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Всего	Эк-вива-лент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
4	81	542	0	10	53	0	0	50	0	0	13	0	749	913
5	0	0	141	0	0	9	0	0	0	0	0	0	150	159
6	0	793	34	0	44	1	0	48	0	0	21	0	941	1100
7	402	127	41	29	12	9	7	1	1	0	0	0	629	692
Всего :	483	1462	216	39	109	19	7	99	1	0	34	0	2469	2864

Таблица 3

Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
4	91	658	0	749
5	0	0	150	150
6	0	906	35	941
7	438	140	51	629
Итого:	529	1704	236	2469

Таблица 4

Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
4	101	812	0	913
5	0	0	159	159
6	0	1064	36	1100
7	477	154	61	692
Итого:	578	2030	256	2864

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 5.

Таблица 5

Доля каждого типа транспортных средств в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	2161	167	107	34	2469
Доля в потоке, %	88	7	4	1	100

Условная картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис. 2, а масштабная картограмма – на рис. 3.

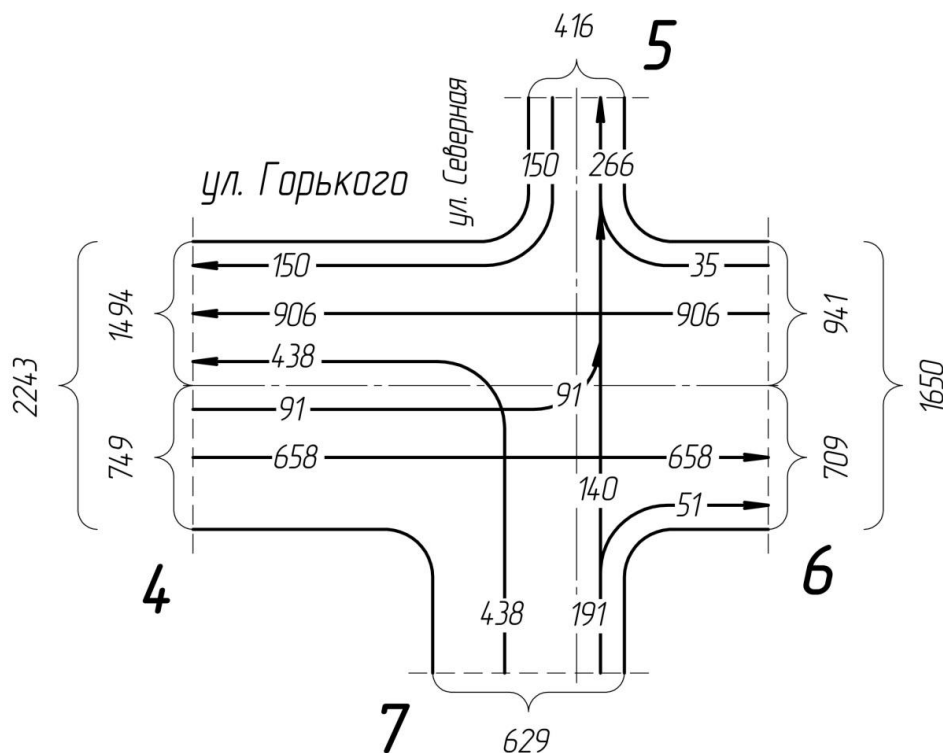


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

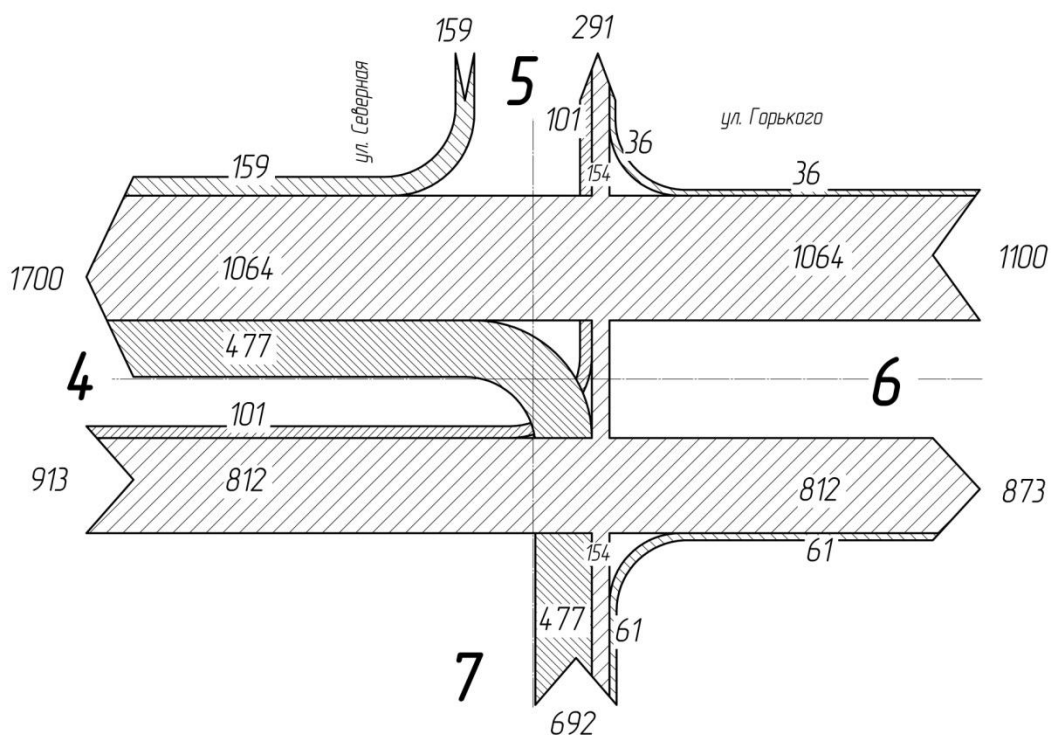


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Выводы:

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{54} (159 ТС), налево – в направлении N_{74} (477 ТС), прямо – в направлении N_{64} (1064 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 88 %, грузовых автомобилей – 7 %, автобусов – 4 %, троллейбусов – 1 %.

Список использованных 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.

5. Организация и безопасность движения : учебное пособие / Н. В. Пеньшин, В. В. Пудовкин, А. Н. Колдашов, А. В. Яценко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 96 с. – ISBN 5-8265-0522-2.

УДК 656.05

А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА РЕКОНСТРУИРОВАННОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ ЕРОФЕЕВСКИЙ СПУСК – ЛЫБЕДСКАЯ МАГИСТРАЛЬ Г. ВЛАДИМИРА

Схема перекрестка представлена на рис. 1.

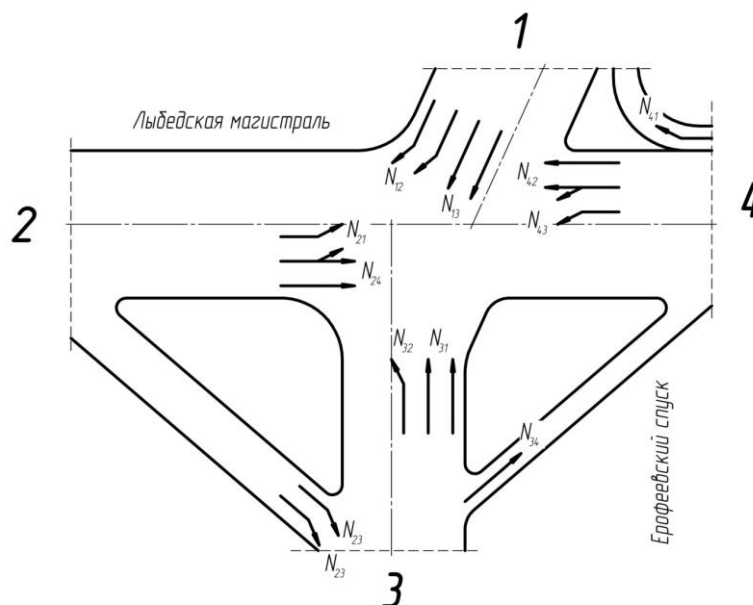


Рис. 1. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 1 [1-5];
В таблицах 2 – 4 приведена интенсивность движения на перекрестке
за 1 час.

Таблица 1

Бланк учета количества транспортных средств

Нап р. дв.	Врем я, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Налев о	Прям о	Направ о	Налев о	Прям о	Направ о	Налев о	Прям о	Направ о	Налев о	Прям о	Направ о
1	8.30	0	57	70	0	10	6	0	6	8	0	0	9
2		112	105	43	8	3	2	3	1	0	5	0	0
3		122	260	72	6	9	2	0	10	6	0	0	0
4	8.45	60	200	5	8	14	0	2	0	0	0	0	0
1	8.45	0	65	36	0	8	4	0	0	6	0	0	6
2		146	92	27	5	7	3	7	2	0	6	0	0
3		96	196	62	3	11	7	0	9	6	0	0	0
4	9.00	104	225	22	13	22	0	4	0	0	0	0	0
1	9.00	0	80	63	0	13	3	0	2	1	0	0	4
2		169	90	45	11	7	2	3	1	1	4	0	0
3		81	190	51	5	19	5	0	7	7	0	0	0
4	9.15	74	143	15	11	11	0	2	1	0	0	0	0
1	9.15	0	81	71	0	11	5	0	0	3	0	0	5
2		114	72	40	7	11	0	6	0	3	3	0	0
3		77	195	51	3	12	5	0	6	4	0	0	0
4	9.30	59	137	14	5	10	0	3	0	0	0	0	0

Таблица 2

Интенсивность движения на перекрестке

Напр. дв.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Всего	Эквива- лент
	Налево	Прямо	Направ о	Налево	Прям о	Направ о	Налево	Прям о	Направ о	Налево	Прям о	Направ о		
1	0	283	240	0	42	18	0	8	18	0	0	24	633	780
2	541	359	155	31	28	7	19	4	4	18	0	0	1166	1308,5
3	376	841	236	17	51	19	0	32	23	0	0	0	1595	1764,5
4	297	705	56	37	57	0	11	1	0	0	0	0	1164	1276
Всего :	1214	2188	687	85	178	44	30	45	45	18	0	24	4558	5130

Таблица 3

Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	0	333	300	0
2	609	391	166	609
3	393	924	278	393
4	345	763	56	345
Итого:	1347	2411	800	1347

Таблица 4

Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	0	387	393	780
2	705	425	179	1309
3	410	1023	332	1765
4	399	822	56	1276
Итого:	1514	2657	960	5130

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 5.

Таблица 5

Доля каждого типа транспортных средств в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	4089	307	120	42	4558
Доля в потоке, %	90	6	3	1	100

Условная картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис. 2, а масштабная картограмма – на рис. 3.

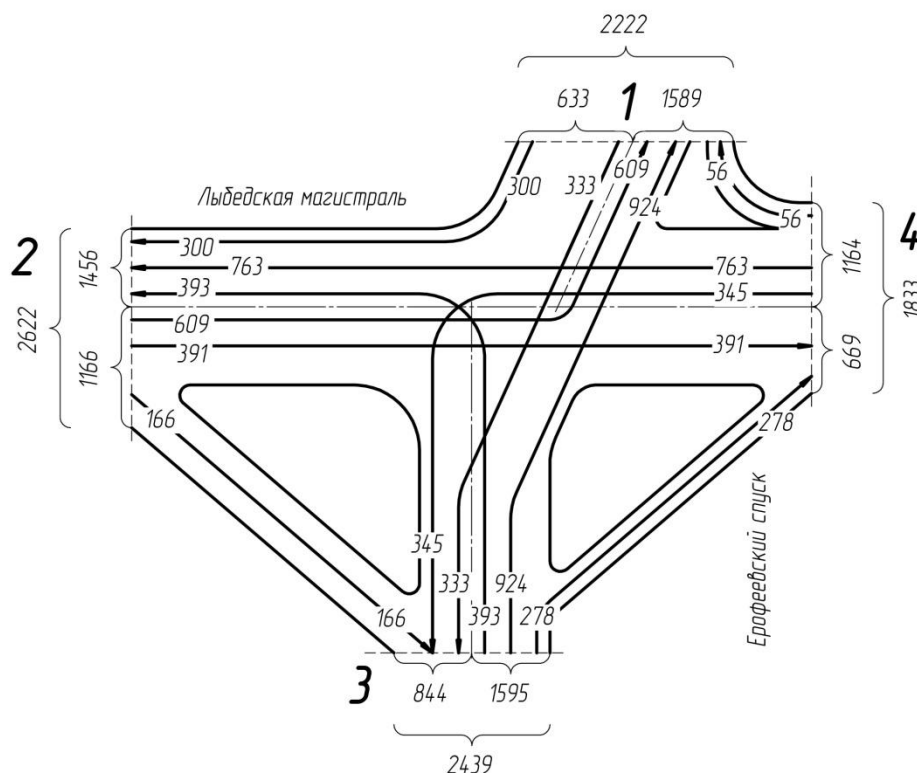


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

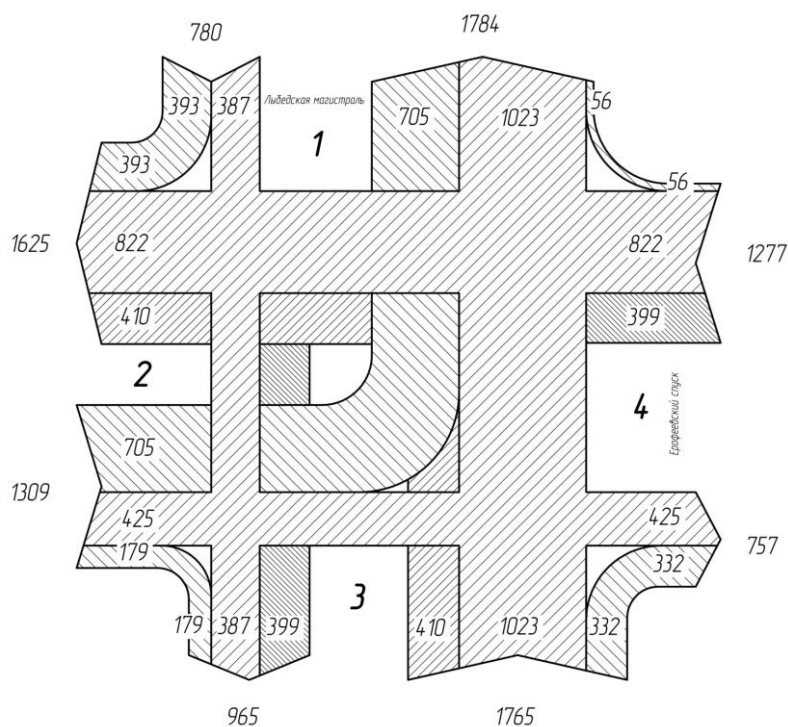


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Выводы:

1. Наибольшее количество автомобилей,двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{12} (393 ТС), налево – в направлении N_{21} (705 ТС), прямо – в направлении N_{31} (1023 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 90 %, грузовых автомобилей – 6 %, автобусов – 3 %, троллейбусов – 1 %.

Список использованных 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.

5. Организация и безопасность движения : учебное пособие / Н. В. Пеньшин, В. В. Пудовкин, А. Н. Колдашов, А. В. Яценко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 96 с. – ISBN 5-8265-0522-2.

УДК 656.05

А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛИЦА ГОРЬКОГО – ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРОЕЗД Г. ВЛАДИМИРА

1. Исследование скоростей движения [1-5]

Средняя скорость сообщения на перекрестке определялась методом записи номерных знаков.

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 1, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей представлена в табл. 2.

Таблица 1

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковые автомобили			Грузовые автомобили до 12 т, автобусы, троллейбусы		
1	2	3	4	5	6
1	380	27	1	686	25
2	121	23	2	276	24
3	561	43	3	172	19
4	911	12	4	128	23
5	888	24	5	135	20
6	164	22	6	002	25
7	337	24	7	543	20

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
8	859	27	8	700	27
9	575	23	9	583	18
10	082	39	10	600	30
11	881	25	11	516	17
12	669	26	12	406	36
13	795	24	13	530	18
14	428	26	14	377	29
15	306	26	15	602	32
16	714	22	16	161	26
17	445	27	17	173	25
18	823	30	18	359	32
19	525	22	19	311	34
20	762	33	20	166	22
21	179	22	21	320	25
22	389	33	22	179	33
23	003	30	23	094	28
24	254	34	24	552	27
25	272	38	25	624	22
26	844	29	26	266	22
27	694	26	27	690	27
28	020	30	28	556	22
29	026	29	29	195	24
30	551	27	30	720	39
31	075	18	31	647	29
32	732	35	32	981	23
33	955	19	33	458	22
34	922	28	34	723	27
35	692	27	35	197	23
36	175	26	36	893	30
37	633	29	37	206	33
38	132	36	38	617	28
39	792	42	39	361	24
40	184	48	40	251	31

Таблица 2

Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатели	Значение показателя		Итого
	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т автобусы, троллейбусы	
Количество зафиксированных автомобилей	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	28	26	27

2. Выбор предела допустимой скорости [1-5]

В табл. 3 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 1 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 2 – кривая накопления скоростей.

Таблица 3

Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
		Единица	%	
12-16	14	1	2,5	2,5
16-20	18	2	5	7,5
20-24	22	6	15	22,5
24-28	26	14	35	57,5
28-32	30	7	17,5	75
32-36	34	4	10	85
36-40	38	3	7,5	92,5
40-44	42	2	5	97,5
44-48	46	1	2,5	100
Итого:		40	100	

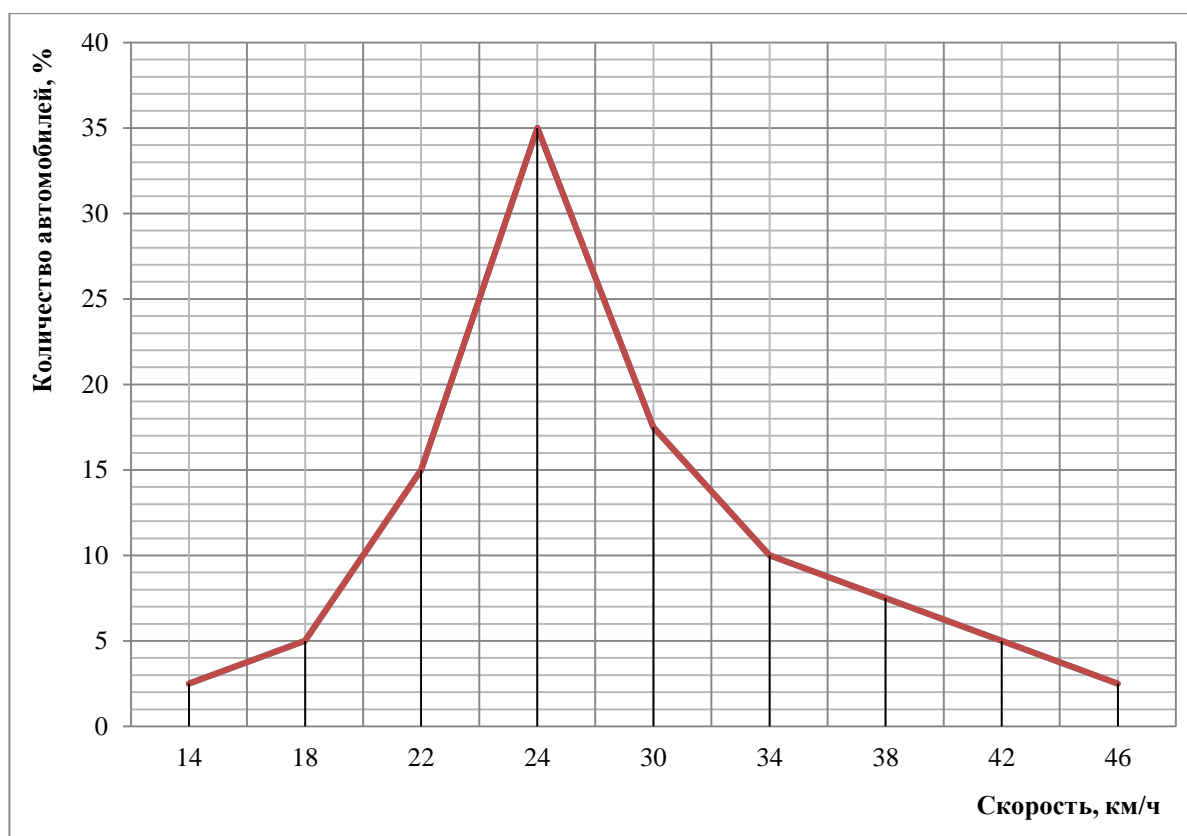


Рис. 1. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

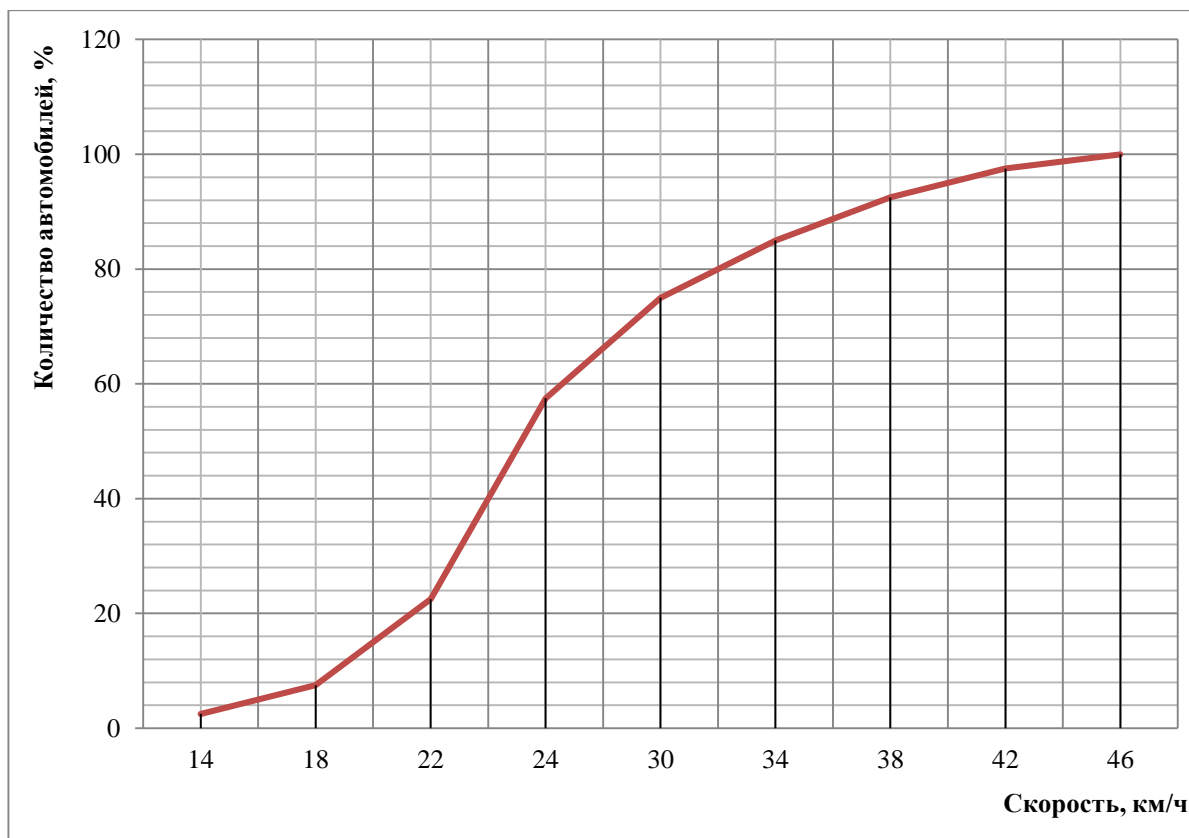


Рис. 2. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 4

Распределение количества грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
		Единица	%	
17-20	18,5	4	10,0	10,0
20-23	21,5	7	17,5	27,5
23-26	24,5	10	25,0	52,5
26-29	27,5	7	17,5	70,0
29-32	30,5	5	12,5	82,5
32-35	33,5	5	12,5	95,0
35-39	37	2	5,0	100,0
Итого:		40	100	

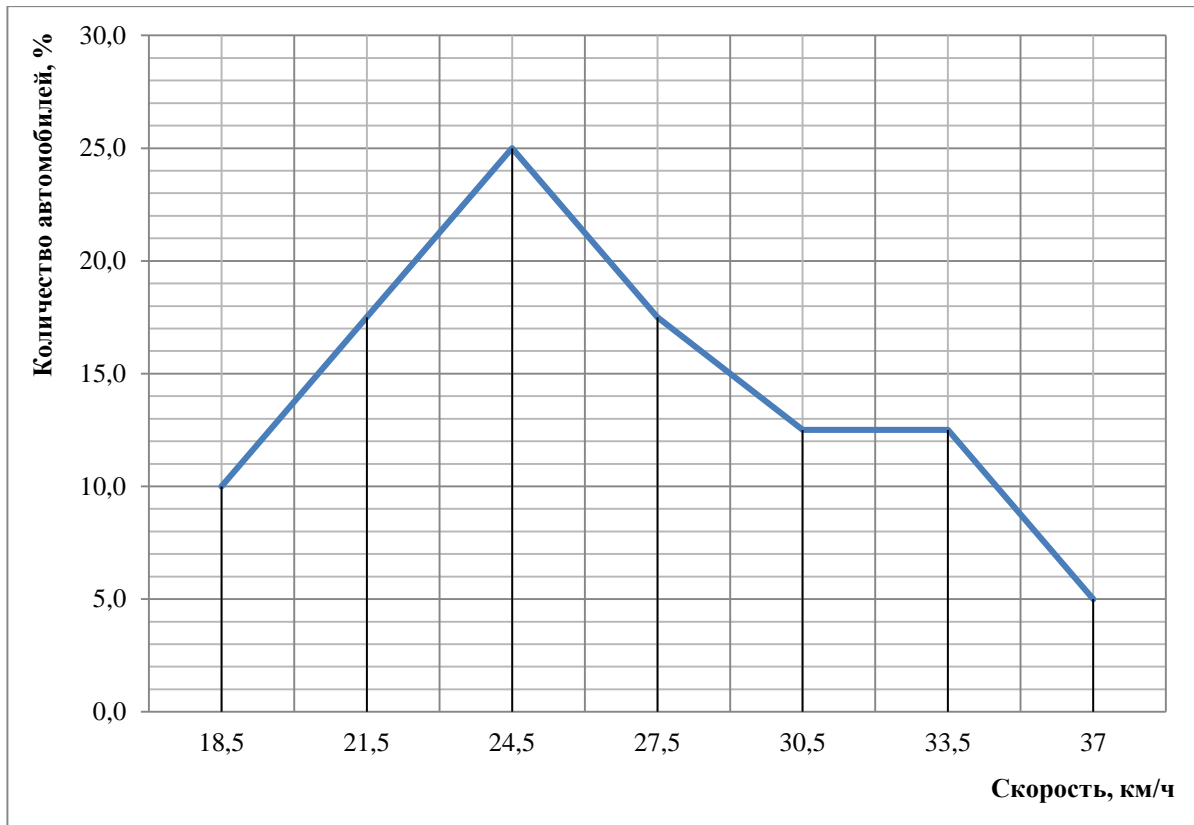


Рис. 3. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов

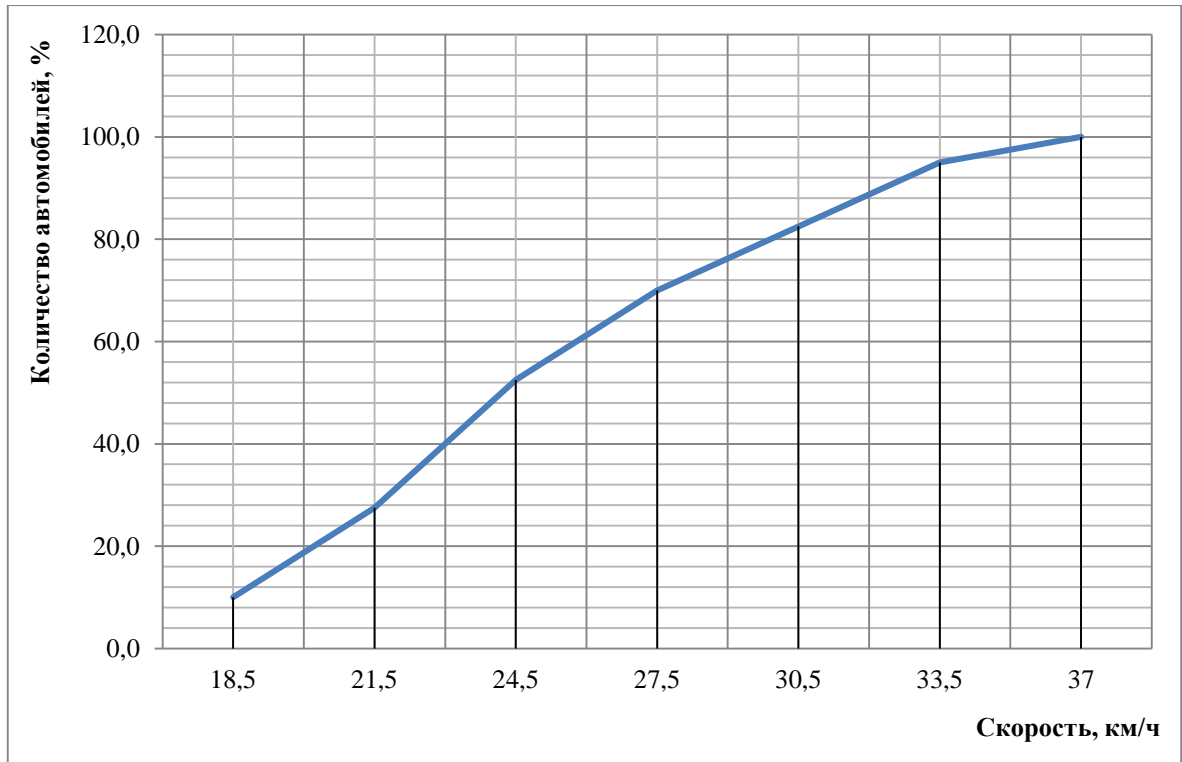


Рис. 4. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов

Выводы:

1. Средняя скорость легковых автомобилей составила 28 км/ч; грузовых, автобусов и троллейбусов – 26 км/ч. Средняя скорость сообщения – 27 км/ч.

2. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей – 0,47, а для грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов – 0,43. Разрешенная максимальная скорость составляет 60 км/ч.

3. Максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 24 км/ч, а грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов – 24,5 км/ч.

4. Наиболее медленная часть потока легковых автомобилей движется со скоростью 19 км/ч. Средняя скорость потока равна 23,5 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 34 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 42 км/ч.

5. Наиболее медленная часть потока грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов движется со скоростью 20 км/ч. Средняя скорость потока – 24 км/ч. Основная часть потока (85 %) – 31 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствует скорости 34 км/ч.

Список использованных 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.

5. Организация и безопасность движения : учебное пособие / Н. В. Пеньшин, В. В. Пудовкин, А. Н. Колдашов, А. В. Ященко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 96 с. – ISBN 5-8265-0522-2.

УДК 331.453

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

НУЛЕВОЙ ТРАВМАТИЗМ – ОСОЗНАННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Безопасность на работе является одним из главных факторов роста производительности и экономики. Технологический подъем и конкуренция изменили условия труда и сегодня достойной является безопасная и высокооплачиваемая работа. Предприятия приспособливаются, и стратегия управления меняется с концепции “реактивного подхода”, который устраняет лишь уже приведшие к происшествию причины, на подход профилактический.

Для этого необходимо:

- реализация системы предупреждения травматизма на производстве, основой которой является регулярное выявление угроз жизни и здоровью рабочих;

- формирование условий для создания культуры безопасности труд;

- внедрение Концепции “нулевой травматизм”

Данное направление является наиболее желанным во всем мире: легче предотвращать увечья и болезни, нежели справляться с последствиями. Именно в рамках этого подхода Международная ассоциация социального обеспечения и разработала Концепцию “нулевого травматизма”. Цель данной программы – уменьшение травматизма и смертности на предприятиях, изменяя сам подход к охране труда.

Основа концепции – семь главных правил, содержащих фундаментальные принципы безопасности и охраны труда, которые приведены ниже.

Правила явно сформулированы и любое производство может с учетом своей специализации пользоваться ими чтобы, полностью исключить травматизм. Основа Концепции «нулевого травматизма» в настоящий момент нашла отражение в положениях Трудового кодекса. Формирование, обеспечение культуры безопасности на предприятии, в организации в полной

мере отвечает рекомендациям, сформулированным в правилах концепции безопасности. Это не требует отчетности работодателей перед контролирующими органами.

Правило 1. Стать лидером – показать приверженность принципам.

Руководящая должность – огромная ответственность, ведь все нижестоящие рабочие полностью копируют поведение лидера. Начальник производства должен показывать пример для подражания.

Работодатель и все рабочие должны полностью исполнять свои обязанности с точки зрения закона и нести ответственность за все действия в вопросах охраны труда.

Правило 2. Выявлять угрозы – контролировать риски.

Анализ рисков представляется главным инструментом, который позволяет предварительно и методически обнаруживать угрозы и риски, а также принимать профилактические меры. Допускаются разные методы анализа и оценки рисков для разных задач.

Таблица 1

Методы анализа и оценки рисков	Особенности
Качественный	Вероятность риска определяется по шкале: от высокого к низкому
Количественный	Оценка значимости всех последствий.
Смешанный	В оценки используются формула и оценочная шкала.

Правило 3. Определять цели – разрабатывать программы.

На предприятии производится планирование дальнейших действий по управлению охраной труда. Цель данного планирования – это изучение и внедрение СУОТ, обеспечивающей сохранность и охрану жизней на рабочем предприятии. Планирование охватывает действия по уменьшению риска на рабочем пространстве, действия по разработке и внедрению более здорового труда, а также гарантирует распределение ресурсов (людей и грантов), достаточных для реализации данных мероприятий.

Правило 4. Создать систему безопасности и гигиены труда – достичь высокого уровня организации

Главная задача данного правила – проводить систематические действия по улучшению защиты труда для предприятия. Контроль предприятия согласно закону должен быть осуществлен в виде контроля состояния труда и

условий на рабочем месте. Существует множество видов этого процесса: постоянный, периодический, реагирующий, внутренний аудит.

Правило 5. Обеспечивать безопасность и гигиену труда на рабочих местах при работе со станками и оборудованием

Необходимо гарантировать безвредность и оздоровление труда для рабочих при работе с разными типами оборудования. Неопасные производственные помещения, оснащение и рабочие места – непременно улучшают условия производства и уменьшения воздействия производственной сферы на рабочих. Чтобы достичь желаемого результата утилизируют технические и заменяют более безопасным оборудованием. Применение новейших технологий не всегда представляется возможным, но часто применяется модернизация. Политика, при которой первым делом при закупках стоит безопасность рабочих является приоритетным для руководства.

Правило 6. Повышать квалификацию – развивать профессиональные навыки

Как правило на предприятии с качественно обученным персоналом, процент травм стремится к минимуму. Это правило обязует обеспечивать рабочих необходимой квалификацией.

Прогресс не стоит на месте, поэтому для качественного производства на новом оборудовании необходим обученный персонал. Безопасность работника напрямую зависит от его квалификации. Руководство организации несет ответственность за квалификацию рабочих, поэтому необходимо качественно и непрерывно улучшать навыки персонала.

Правило 7. Инвестировать в кадры – мотивировать посредством участия

Вознаграждение работников за соблюдение законов безопасного труда – одна из основных проблем руководства. Мотивирование работника стимулирует его на производительный и ответственный труд. Если работник считает себя значимым звеном в организации, то он стремится к качественному труду и соблюдает правила безопасности более тщательно. Для этого создаются специальные комитеты и мероприятия.

Таким образом, концепция нулевого травматизма должна быть главным приоритетом для работодателей, так как здоровый и уверенный в своей безопасности сотрудник, в конечном итоге, трудится гораздо эффективнее.

Список использованных источников

1. Беляков, Г. И. Охрана труда и техника безопасности. – Изд. Юрайт. 2016. – 405 с.
2. Кузнецова, А. Е. «Нулевой травматизм»: история и современность. 2018. – 43 с.

УДК 331.453

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

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Одна из основных задач охраны труда – минимизировать травматизм, социальные последствия и заболевания как результат профессиональной деятельности.

Обеспечение безопасных условий труда на любом предприятии является руководителю организации. Для реализации всех мероприятий, входящих в СУОТ (систему управления охраной труда), формируется служба охраны труда. Эффективно функционирующая система менеджмента, алгоритм действий которой построен на реализации циклов: планирование, действие, контроль, доработка, обеспечивает высокий процент успеха в деятельности предприятия [1]. Деятельность по охране труда осуществляется в соответствии с законодательством и нормативными правовыми актами. Правовое обеспечение включает: соблюдение, применение и исполнение норм действующего законодательства в области охраны труда, применение юридической ответственности и других мер воздействия за нарушение законодательства в области охраны труда.

У охраны труда есть база нормативных требований, которая опирается на нормативные правовые акты. В эту базу входят: инструкция по эксплуатации устройств, технике безопасности, соблюдению гигиенических стандартов, строительным и санитарным стандартам.

Служба по охране труда включает в себя следующие направления:

- обеспечение полной безопасности работы;
- организация медицинского обслуживания штата;
- полная проверка всего оборудования, учет всех норм эксплуатации, монтажа, демонтажа, оснастки и других технических средств;

- организация безопасности помещений, зданий, территорий и производства;

- соблюдение санитарных стандартов.

Для исполнения этих направлений в обязанности охраны труда входит следующее:

- организация работы самой охраны труда;
- проверка компетенции рабочих мест в соответствии со стандартами труда;

- проведение инструктажей по технике безопасности и эксплуатации оборудования.

Для большей продуктивности существуют условия, которые должны содержать:

- соблюдение норм условий труда;
- поддерживать высокий уровень эффективности деятельности охраны труда;

- минимизация профессиональных рисков;

- обеспечение нулевого травматизма.

В реализации деятельности по охране труда в организации должны быть задействованы как работодатель так и работник.

Во время работы перед компьютером здоровье работника может быть подвержено риску из-за неправильных и неблагоприятных условий работы. В таком случае охрана труда должна провести работу над исправлением всех этих неблагоприятных условий и минимизировать шансы на разного рода травмы и угрозу здоровью работников.

Самыми частыми проблемами работников в этой сфере являются ухудшение зрения, искривление позвоночника, травмы кистей рук и т.п. Исходя из открытой информации, у работников за компьютером с продолжительностью от 2 часов в день часто наблюдаются проблемы с опорно-двигательным аппаратом, верхними дыхательными путями, центральной нервной системой. И чем дольше работник проводит времени за компьютером, тем больше шанс появления всех этих проблем.

Для предотвращения этих проблем со здоровьем необходимы медицинские осмотры, которые способны предупредить и/или минимизировать последствия от действия опасных и вредных факторов в том числе и от действия электромагнитных излучений.

Для минимизации профессиональных рисков необходимо ещё на этапе проектирования информационной системы проработать все меры безопасности, комфортные условия рабочих мест для работников.

Пожароопасные ситуации на рабочем месте могут быть обусловлены возникновением короткого замыкания. Причиной короткого замыкания может быть нарушение изоляции в электропроводах и кабелях, вызываемое перенапряжениями, старением изоляции и механическими повреждениями. В помещениях с персональными компьютерами наиболее часто происходят пожары класса “А” и “Е”. Небольшие помещения допускается оснащать противопожарными извещателями и первичными средствами пожаротушения. Необходимые нормы для пожарной безопасности помещений площадью 200 м²:

- класс пожара “А” – это горение твёрдых веществ с тлением. При таком пожаре необходимо 2 воздушно-пенных ОВП-10, 2 порошковых ОП-5;
- класс пожара “Е” – это самовозгорание электроустановок. При таком пожаре необходимо 2 углекислотных ОУ-5 (ОУ-8) или 4 углекислотных ОУ-2;
- класс пожара “А” и “Е”. При таком пожаре необходимо 2 углекислотных ОУ-5 и 2 воздушно-пенных ОВП-10.

Немало важен и микроклимат на рабочем месте. Чтобы обеспечить благоприятный климат в помещении, температура в нём должна быть от 18 до 22 градусов по Цельсию, влажность – от 31 до 39 %, а скорость движения воздуха примерно 0,1 м/с.

Для поддержания благоприятного климата в помещении, нужно установить увлажнители воздуха, необходимо регулярно проветривать помещение. Помещения должны быть оснащены системой отопления, кондиционирования и вентиляции. Пол в помещении должен быть ровным, нескользким и удобным для очистки.

Таким образом, для обеспечения комфортных условий на рабочих местах информационного обеспечения необходимо обеспечение эргонометрических показателей, нормативных значений физических факторов, электропожаробезопасности.

Список используемых источников

1. Туманова, Н. И., Худякова, Е. О. Планирование мероприятий по охране труда в текстильной промышленности Серия: «Известия высших учебных заведений» № 6 (384), 2019. – 233-236 с.

УДК 331.453

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

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Вопрос обеспечения безопасности в процессе реализации любых производственных процессов является одной из первостепенных задач. Отсюда для определения уровня опасности для жизни человека в ходе реализации его профессиональных компетенций и потребовалась «оценка профессиональных рисков».

Понятие «риск» весьма многогранно: «возможность опасности, неудачи; с риском для жизни; группа риска (группа лиц, наиболее подверженных риску); действие наудачу в надежде на счастливый исход; на свой риск. или на свой страх и риск действовать, поступать (полностью на свою ответственность); риск – благородное дело – можно, стоит рискнуть, попробовать» [1]. Под словом “риск” в концепции безопасности будем предполагать шанс возможных происшествий, несчастных случаев или каких-либо негативных ситуаций, при достижении поставленной цели.

В 70-ых годах в Соединённых Штатах Америки на государственном уровне ввели документ, который должен был заставить предприятия учитывать шанс несчастных случаев на производстве. Позже МОТ (международная организация труда) приняла «Конвенцию о защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, воздействием шума и вибрацией на рабочих местах» № 148. 1980 год стал довольно важным. Именно в этом году было основано международное сообщество анализа риска.

Безопасность – свобода от неприемлемого риска. Именно так были подытожены некоторые руководства по безопасности, написанные ИСО (международная организация по стандартизации). К тому времени опыт несчастных случаев был достаточно велик, чтобы понять – безопасность на

рабочих местах зависит от предупредительных мер, то есть от техники безопасности. Техника безопасности минимизирует риски.

В России понятие “риск на производстве” получил правовой статус лишь в 2000-ых годах.

Не всегда, получается устранить полностью шанс появления несчастных случаев. В таких ситуациях стараются минимизировать риск на рабочем месте. Оставшийся риск – контролировать и изыскивать возможности повысить уровень безопасности. Как раз в этом и заключается главная цель оценки профессиональных рисков.

При совершенствовании производственного процесса, вводе нового оборудования, изменении режимов технологического процесса или какие-то изменениях нужно снова оценивать риск. Для точности работодатель обязан проводить оценку риска, не абстрагируясь от мнения рабочих. Сотрудники способны многое поведать об опасностях на рабочих местах. Так как каждое рабочее место имеет свои плюсы и минусы, некоторые из которых носят уникальный характер, не прописанный в документации.

Алгоритм процесса оценивания рисков на производстве можно представить следующим образом:

1. Идентифицировать опасности, которые могут встретиться на производстве. Оценить, насколько они угрожают рабочим, то есть посчитать риски связанные с процессом производства.
2. Исходя из полученных сведений, оценить риск, для того чтобы правильно организовать рабочий процесс и определиться с материалами, оборудованием и т.д.
3. Наладить организацию мероприятий по охране труда.
4. Если в ходе проверки, мероприятий оказалось недостаточно, нужно определить приоритеты дальнейших действий.
5. Создать условия, при которых улучшается здоровье сотрудников, а также повышается уровень безопасности на рабочих местах, за счет мероприятий, важность которых была определена по ходу оценки безопасности производства («оценки профессиональных рисков»).

Выше было сказано: какие факторы важны при оценке риска как этот риск оценивать и зачем его оценивать. Теперь стоит раскрыть еще одну грань последствий существующего риска, а именно ущерб. Существует так называемая матрица риска. Она приведена в таблице 1. Классификация ущерба приведена в таблице 2.

Риск можно разделить на групповой и индивидуальный. Шанс пострадать одному рабочему из-за воздействия условий труда за определенный промежуток времени работы называют индивидуальным. Оценка индивидуального риска зависит от реальных факторов риска на рабочем месте сотрудника. Следовательно, под групповым риском принимают вероятность пострадать двух или более человек на производстве. Этот риск считается самым часто встречаемым.

Таблица 1

Вербальная характеристика частоты событий	Частота событий за год	Характеристика ущерба			
		Катастрофический	Значительный	Серьезный	Незначительный
Частое	Более 1	В	В	В	С
Вероятное	$1 - 10^{-1}$	В	В	С	М
Случайное	$10^{-1} - 10^{-2}$	В	В	М	М
Маловероятное	$10^{-2} - 10^{-4}$	В	В	М	М
Неправдоподобное	$10^{-4} - 10^{-6}$	В	С	Н	Н
Невероятное	Менее 10^{-6}	С	С	Н	Н

Примечание: В – высокая величина риска; С – средняя величина риска; М – малая величина риска; Н – незначительная величина риска

Таблица 2

Катастрофический	Практическая полная потеря промышленного объекта или системы. Много смертельных исходов
Значительный	Крупный ущерб промышленному объекту или системе. Несколько смертельных исходов.
Серьезный	Серьезный ущерб промышленному объекту или системе, тяжелое ранение, серьезное профессиональное заболевание
Незначительный	Незначительные повреждения объекта или системы, легкое ранение, профессиональное заболевание легкой формы.

К сожалению, на практике свести все риски к нулю не получается. Так как потенциально любой процесс производства опасен, шанс получить самую простую и незначительную травму всегда присутствует. Как показывает анализ, многие индустриальные страны начали развивать идею приемлемого риска. По сути своей приемлемый риск – это граница, через которую переступать опасно для жизни. В разных странах эта граница риска разная. Например, в Нидерландах приемлемый риск имеет правовой статус, исходя из которого, в стране должны быть созданы такие условия работы, при которых за год максимум умирал на производстве только один человек на миллион жителей.

Существует представления о величинах приемлемого и неприемлемого риска. Такого достижения специалисты добились, благодаря богатым статистическим данным. Так неприемлемый риск начинается, когда вероятность несчастного случая равняется 10^{-3} и выше, то есть за год умирает 1 человек на 1000 жителей. Приемлемый же риск начинается с 10^{-6} и ниже, то есть один человек на миллион. Интервал между не приемлемым и приемлемым рисками называют переходной областью.

Таким образом, оценка профессионального риска требует разностороннего анализа различных аспектов производственной деятельности, в том числе и специальной оценки условий труда, и является комплексным показателем, характеризующим состояние безопасности трудового процесса.

Список использованных источников

1. Вишняков, Я. Д., Радаев, Н. Н. Общая теория рисков. 2-е изд., испр. – Москва: 2008. – 368 с.
2. Ефремова, О. С. Профессиональный риск. Оценка и определение. Практическое руководство. Москва: 2010 – 336 с.

УДК 331.453

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

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Понятие «культура безопасности» производства включает целый ряд совокупных элементов: компетенции, модели поведения, восприятия, отношения, которые показывают умение, манеры и восприимчивость сотрудников к вопросам безопасности и здоровья.

Культура безопасности – важная тема, нуждающаяся в больших временных ресурсах для восприятия и внедрения на производство. Если обратить внимание на организации, где присутствуют большие проблемы (например, негативная тенденция по несчастным случаям), то, как правило, в подобных компаниях культура безопасности сводится к минимуму, и необходимо как можно быстрее внедрять мероприятия, которые будут развивать культуры безопасного труда.

Следует подчеркнуть, что только в те компании, чье руководство восприимчиво к рекомендациям, и нацелено на повышение безопасности, внедрение получится эффективнее всего.

В общем, результаты показателей безопасности могут получить колоссальное воздействие со стороны корпоративной культуры.

Культура безопасности организации – это лишь часть корпоративных принципов компании.

Большое количество компаний говорит о культуре безопасности, когда ссылается на приверженность своих сотрудников соблюдать указанные правила или действовать безопасно либо небезопасно. Однако мы видим, что более значительны стиль и культура управления высшего менеджмента (например, принципы безопасности превалируют над финансовыми показателями или, как негативный фактор, стремление получить временную выгоду и негативное отношение к пробелам безопасности).

К симптомам негативных культурных факторов можно отнести:

- системные, стандартные процедуры нарушения;
- регулярно меняющиеся решения руководства, которые отрицательно влияют на обеспечения безопасности производства;
- наблюдение сообщений компании.

Данные о состоянии культуры можно собрать в рамках аудита, здесь потребуется очень широкая репрезентативная выборка специалистов всех уровней менеджмента.

Не получится построить эффективную культуру безопасности в тех организациях, которые берут во внимание вопросы безопасности только в рамках общего расследования инцидентов (например, в компаниях, которые безуспешно полагаются на формализованный производственный контроль для исключения негативных последствий и контроль работников проводится формально, без учета основных принципов системы индивидуального поведенческого аудита).

Благодаря позитивной культуре безопасности, предприятие получает действенные рычаги выявления опасностей по результатам проведения оценки профессиональных рисков, специальной оценки условий труда, что в конечном итоге приводит к значительному снижению уровня травматизма. Компании с положительной культурой обладают руководством и сотрудниками, которые сходятся во мнении о важности безопасности.

Только на тех предприятиях, где отсутствует формализм и превыше всего ставятся принципы безопасности, возможно создание реальной, действующей культуры безопасности.

Базовые аспекты культуры безопасности включают следующие мероприятия.

Руководство обязано предоставить наиболее высокий уровень мотивации к безопасности и здоровью во всей организации. На это указывают те ресурсы, которыми пользуется руководство (люди, финансы время), экономическое обеспечение управления охраной труда и приоритетность безопасности в совокупности с финансовой и производственной статистикой.

Менеджеры обязаны подавать хороший пример, когда возникают вопросы, связанные со здоровьем и безопасностью. Добросовестные менеджеры очень часто появляются в «цехе», проводят дискуссии на тему безопасности и здоровья, также они показывают свою приверженность реальными действиями - например, остановить производство для устранения проблем. Очень важно, чтобы руководство воспринималось сотрудниками как специалисты, стремящиеся в первую очередь обеспечить безопасность производственных процессов. Если такое восприятие отсутствует, сотрудники, начинают предполагать, что их руководство стремится к получению прибыли любой ценой, и интересы в области безопасности будут подрываться цинизмом.

Контроль должен включать беседы, которые организованы в соответствии со структурой предприятия и его деятельностью, также нужно проводить опрос работников, в форме собеседования для того, чтобы учесть их опыт и профессиональную точку зрения. В процессе беседы должны задаваться открытые вопросы, которые позволят получить реальную картину общего состояния культуры предприятия.

В действующей культуре безопасности вопросы о здоровье и безопасности должны быть частью системного рабочего общения. Руководство должно обращать внимание на то, что ему говорят, и воспринимать это всерьез. Активное участие сотрудников в вопросах безопасности, обеспечение прав на безопасность на всех уровнях и использование профессионализма, которыми сотрудники обладают, безусловно является неотъемлемой частью культуры безопасности. Это может реализовываться через активное участие в конференциях, через оценку рисков и т.д.

Таким образом, формирование культуры производства – это многогранный комплекс мероприятий, содержащий в себе обязательства руководства, прозрачность управления, высокий уровень взаимодействия между всеми рангами сотрудников, проверки и контроль, выстроенные на основе системы индивидуального поведенческого аудита безопасности.

Список использованных источников

1. Оф. сайт ПАО «Лукойл», Устойчивое развитие [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Москва: 2020. – Режим доступа: <https://lukoil.ru/Responsibility/Sustainability> (дата обращения 27.10.2021).
2. Охрана труда и пожарная безопасность, № 4/ (40), апрель, 2018.
3. *Trud Expert*, Обеспечение профессиональной безопасности и сохранение здоровья персонала ПАО «Лукойл» [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Москва: 2019. – Режим доступа: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/29154/obespechenie-professionalnoy-bezopasnosti-i-sohranenie-zdorovya-personala-pao-lukoyl> (дата обращения 27.10.2021).

УДК 537.868

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

В инновационном мире трудно представить нашу жизнь без телефонов, компьютеров, ноутбуков и т.д. На сегодняшний день, например, человек много времени пользуется телефоном. Больше 20 лет назад никто и не думал, что на смену огромным телевизорам и мониторам компьютеров придут жидкокристаллические и плазменные модели, что телефон можно будет носить с собой, а современную кухню невозможно представить без техники.

Человек при помощи радиотехнических и электронных приборов создали электромагнитную паутину, которую мы не видим, но в которой мы все находимся.

Источником электромагнитного излучения является любой прибор, подключаемый к электросети, независимо от его сложности.

К более опасным источникам ЭМИ относятся: высоковольтные линии, трансформаторные будки, антенны сотовых связей, работающие промышленные агрегаты, трансформаторные подстанции, аппаратура для лазерной сварки.

Электромагнитное излучение имеет и природные источники, например электрическое и магнитное поле Земли и радиоизлучение Солнца, но существует намного больше антропогенных источников. [1]

Считается, что электромагнитное излучение оказывает негативное влияние на здоровье человека. Так как человек так же является источником такого излучения, и если на человека будет воздействовать электромагнитное поле, то это приведет к различным заболеваниям. Если брать во внимание то, что развитие беспроводной технологии, которые позволяют использовать их круглосуточно.

Опасность излучения, является то, что оно способно накапливаться в организме человека. И если долгое время им пользоваться, то возможны: головокружения, головные боли, бессонница, усталость, ухудшения концентрации внимания, депрессивное состояния. Для жилых помещений считается безопасным показателем электрического поля 0,5-1кВ/м, а магнитного поля до 80 А/м.

Огромное влияние на здоровье человека играют такие факторы электромагнитного излучения, как: мощность источника и характер излучения, его интенсивность и длительность воздействия.

Опасность ЭМИ является, то, что человек никак не ощущает на себе его влияния, а оно существует и вредит здоровью человека.

Чтобы определить, насколько сильно воздействует на организм тот или иной источник ЭМИ, используются приборы для измерения электромагнитных полей, например индикаторная отвертка.

Для человека нормам РФ безопасной считается доза ЭМИ в 0,2 мКл.

При электромагнитном излучении воздействует на такие системы организма человека как: нервную, сердечно-сосудистую, иммунную, эндокринную, энергетическую, половую (эмбриогенез).

Например, при влиянии ЭМИ на нервную систему человека проявляются такие симптомы как: синдром «ослабленного познания», «частичной атаксии».

Самую большую опасность несет мобильный телефон, так как его используют практически все.

Ученые до сих пор не могут определиться с тем, насколько вредно ЭМИ и что является проблемой. Одни говорят, что опасность несут сами электромагнитные волны, другие же, что оно естественное и угрозы нет.

Ученые из Шведского национального института труда и Норвежского управления по защите от излучения. Опросив 11 тысяч владельцев сотовых телефонов, они обнаружили побочные эффекты даже у людей, пользующихся телефоном меньше двух минут в день. 84 % опрошенных жаловались, что при разговоре по мобильному у них нагревается кожа за ухом, иногда дело доходит до ожогов. Часть испытуемых страдала провалами в памяти, головокружением, головной болью и повышенной утомляемостью. Больше половины опрошенных испытывали сонливость. Трети абонентов было трудно сконцентрировать внимание на каком-либо предмете во время или сразу после разговора.[2]

Советы по уменьшению воздействия ЭМИ: не ставить в одном месте много приборов, не располагать приборы на рабочем столе, местами отдыха и сна, не использовать устаревшие приборы, нормировать время проведения за гаджетами, приобретайте приборы со стальным корпусом, не пользоваться телефон без необходимости.

Список использованных источников

1. «Что такое электромагнитное излучение» [Электронный ресурс] // URL: <https://electricity-help.ru/dolzhen-znat-kazhdyy/yelektromagnitnoe-izluchenie/> (дата обращения 30.09.2021);
2. «Использование электромагнитного излучения» » [Электронный ресурс] // URL: <https://cells.ru/forum/read.php?4,1336029,1336087> (дата обращения 25.10.2021).

УДК 691.112

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И «ЗЕЛЕНое СТРОИТЕЛЬСТВО»

На сегодняшнее время все чаще сталкиваемся с проблемой неравномерного, или точнее, нерационального использования природных ресурсов,

вследствие чего, экологическая безопасность может нарушаться. Казалось бы, что связь между ними не прослеживается, а тем более в России-стране, с такими огромными запасами древесины, рудными и нерудными природными ресурсами, но в нынешнее время в стране остро поставлен вопрос на законодательном уровне об охране окружающей среды. Задача выяснить, что приводит к данному ужесточению и, в частности, рассмотреть экологическую обстановку города Владимира.

Использование ресурсов подразумевает не только их добычу, как нефти в скважинах, золота и других драгоценных металлов в рудниках, вырубку лесов, но и обуславливается таким факторами как их переработка, в ходе которой выделяются отходы производства, что уже непосредственно вредит состоянию окружающей среды, а в следствие этого, без законодательной базы и должного контроля, имея при этом возможности материальные, производители «наживаются» на выгодном территориальном положении региона, что приводит к экологическим проблемам.

Основная проблема современной России – это неравномерную утилизацию отходов, отсутствие или недостаточность предприятий вторичной переработки сырья. Проблем экологического характера в нашей стране намного больше, куда относят и загрязнение атмосферы, почв, водоемов, проблему Артритики, радиоактивные загрязнения почв, но разобраться попробуем со знакомой каждому гражданину проблемой нехватки свалок и неосведомлённости о наличии, а так же путях решения данной проблемы.

Статистика полигонов мусора в России выдает просто шокирующие цифры, согласно которым территория, которую они, составляет 4 млн. гектаров, что соизмеримо с территорией четырех островов, каждый размером с остров Кипр (его площадь 9 251 км²). Статистика утверждает, что ежегодно количество мусора только растет, вследствие чего, растет размер площадей мусорных свалок, а каждый год появляются новые территории площадью 0,4 млн гектар, что сравнимо с территорией Москвы и Санкт-Петербурга.

На территории России сейчас насчитывается более тысячи мусорных полигонов и около 15 тысяч санкционированных свалок.

По данным статистики, проведенной *Finexpertiza* в 2019 году по объему накопления отходов, стала Московская область, с населением в 7,6 млн человек стала несомненным лидером. Здесь жители утилизируют около 27,63 млн куб. м мусора в год (что в среднем 3,63 куб. м на человека). На следующей позиции, согласно статистике, находится Москва с 24,2 млн куб. м отходов в год, хотя следует заметить, что норма накопления отходов на

жителя составляет цифру в два раза меньше – 1,91 куб. м в год несмотря на то, что проживает в Москве 12,6 млн человек, что превышает почти в 2 раза население Московской области. [2] Следующую позицию занял Краснодарский край, где каждый год собирают около 17,4 млн куб. м отходов при 5,6 млн жителей. При этом данные статистики не учитывают объем туристического потока. Ожидаемый результат дал Чукотский автономный округ – 51,6 тыс. куб. м в год при населении там составляет 49,2 тыс. человек, что по праву определяет его как самый чистый регион, вместе с Еврейской автономной областью, где за год скапливается 57,3 тыс. куб. м отходов при населении больше, чем на Чукотке, в полтора раза (что составляет около 160 тыс. человек). По мере роста утилизации отходов и отсутствия предприятий по переработки, возникают незаконные свалки. Казалось бы, что если каждый гражданин РФ платит коммунальные налоги на вывоз и утилизацию мусора, то почему места для этого все равно не хватает и почему места несанкционированных свалок с каждым годом разрастаются все больше?

По словам главы ФАС Игоря Артемьева, в целом тарифы на вывоз мусора в России повысились на 5,6 % с января 2019 года. Он добавил, что его ведомство проверило ценообразование в регионах РФ, в том числе в Омской области. Тариф там на вывоз мусора для населения в ближайшее время будет снижен в два раза, аналогично в Свердловской области. [3] Но по данным статистики о зарегистрированных и незарегистрированных свалках на территории Российской Федерации на начало 2017 года на территории России обнаружено 52422 места незаконного размещения твердых бытовых отходов площади 15220 га. Наибольшее количество мусорных полигонов находятся на землях населенных пунктов 55 %, в водоохраных зонах 16 %, на землях сельскохозяйственного назначения 15 %, на землях лесного фонда 7 %. В Российской Федерации мусорные свалки занимают площади, которые можно сравнить со странами. Такими как: Нидерланды (4,15 млн га) или Швейцария (4,12 млн га), вдвое больше Израиля (2,2 млн га). Причем эта площадь с каждым годом увеличивается на размер территории Москвы. Самые большие несанкционированные свалки в России удалось зафиксировать в Московской, Ленинградской, Волгоградской, Пермской, Свердловской, Томской и Челябинской областях.

По данным РИА «Новости», в России скопилось не менее 60 миллиардов тонн мусора и, к сожалению, эта цифра не останавливается. Ежегодно выбрасываются 60 миллионов тонн бытовых отходов. Одна среднестатисти-

ческая семья из четырех человек выкидывает около 150 килограммов разного рода пластмасс, порядка 100 килограммов макулатуры и около тысячи стеклянных бутылок.

Более четверти объема мусорного ведра жителя России занимают пищевые отходы, почти 20 % – бумага и картон, 17 % – стекло.

За первое полугодие 2019 года в регионе обнаружили 1269 нелегальных свалок на общей площади около 50 га, а ликвидировали их все во лишь 602. Однако, самая катастрофическая ситуация по Владимирской области наблюдается – в Гусь-Хрустальном районе, где очистили только 2 % из выявленных свалок, аналогично Суздальском (10 %) и Судогодском районах (16,6 %).

1. Полигон промышленных отходов ООО «Дорожник».
2. Полигон промышленных отходов ОАО «ОСВАР».
3. Кольчугинский полигон ТБО МУП Кольчугинского района «ТБО-Сервис».
4. Комплекс по переработке и захоронению твердых бытовых отходов Камешковского района Владимирской области ООО «СпецТехАвто».
5. Собинская свалка ТБО.
6. Юрьев-Польская свалка ТБО.
7. Центр по переработке и утилизации твердых бытовых отходов «Полигон».

Полигон ТБО Киржачского района МП «Полигон» По данным Министерства природных ресурсов, перерабатывают только 8 % отходов.

Самым простым и дешевым способом утилизации остается по-прежнему сжигание мусора, при котором выделяется огромное количество опасных ядохимикатов и происходит загрязнение почвенных ресурсов. Помимо экологических проблем, данный процесс таит опасность для человеческого организма, провоцируя появление хронических заболеваний дыхательных путей. Снижение иммунитета, вследствие нарушения экологической обстановки, провоцирует рост количества остро-респираторных заболеваний.

Второй и не менее распространенный способ-захоронение. Выше приведены полигоны владимирской области, где утилизация мусора происходит именно путем захоронения. Для безопасности полигоны должны быть оснащены определенным оборудованием, которое предотвращает возмож-

ность чрезмерного загрязнения атмосферы. На практике многие участки захоронения не имеют такого оснащения. Огромные скопления утиля загрязняют прилегающие территории.

Совсем недавно в России провели «мусорную реформу», что является стимулом для активизации перерабатывающих предприятий России. В России зародилась тенденция к сортировке мусора с последующей переработкой в «вторичное сырье». В Европе же эта тенденция давно практикуется, так как с появлением глобальных проблем, где экологические занимают далеко не последнее место, люди задумались над поисками новых энергетических ресурсов, одним из которых стала переработка мусора. Сейчас на свалку отправляется до 95%, а должно идти на переработку не менее 60%, как это происходит в развитых странах за рубежом. В утилизацию попадают металл, стекло, пластик, бумага, картон, резина, текстиль и прочее сырье, пригодное для вторичного использования. К сожалению, список перерабатывающих предприятий России, которые из вторичного сырья делают полезную продукцию, насчитывает лишь несколько позиций, и самым ярким примером можно назвать предприятие в Санкт-Петербурге «ЮВИ СПб» специализирующиеся на приемке, сортировке, переработке макулатуры, отходов полиграфического производства, картона, полиэтилена и пластика. Предприятие имеет лицензию и перерабатывает в год до 96 тысяч тонн вторсырья. Мероприятия способные предотвратить экологическое загрязнение:

1. Снижение уровня негативного воздействия человека и улучшение экологической обстановки.
2. Безотходные технологии.
3. Сокращение количества вредных производственных выбросов за счет внедрения технологических процессов обработки сырья.
4. Создание специальной техники и природоохранных предприятий для контроля и ограничения отходов.
5. Химико-технологические методы применяемые в производстве.
6. Применение технических средств (устройств, аппаратов) для очистки удаляемого из производственных помещений воздуха от загрязнителей.

Система устройств с установленными между ними потоками связей, для переработки исходного сырья в продукты. Но не менее значимой все же остается человеческий фактор, и его проявление в форме политики государства, направленной на сегодняшний момент на ужесточение законодательной базы и контролем за ее исполнением.

Рассмотрев данные статистики по стране и просмотрев экологическую ситуацию в г. Владимире, а так же изучив рациональные способы устранения одной из частых, но значимых проблем каждого региона нехватка полигонов устранения мусора, можем сделать выводы о том, что на сегодняшний день законодательная база и ее контроль в России осуществляется на уровне намного ниже европейского, но следует отметить, что уже проводятся изменения в ее структуре, направленные на устранение этой проблемы. Так же можно сказать, что в ходе рассмотрения статистики легальных и нелегальных свалок, можно прийти к выводу, что в стране нет должного экологического способа утилизации отходов, и лишь малая часть производств в стране занимается этим, поэтому площади несанкционированных полигонов растут с каждым годом, связи с объемом потребления продукции обществом. Важно понимать, что решение экологической проблемы - достаточно сложная задача, поэтому нужно не допустить увеличения экологических выбросов в окружающую среду на время ее устранения.

Список использованных источников

1. Рябов, Ю. В. Обоснование механизмов защиты земельных ресурсов от возникновения несанкционированных свалок // Региональные исследования. № 1 (39), 2013 – С. 49-56.
2. «Минприроды огласило статистику по несанкционированным свалкам» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.solidwaste.ru/> (дата обращения 25.09.2021).

УДК 630.8

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

На нашей планете существует огромное количество природных ресурсов. Животные, растения, водоемы, почва, бесконечное множество различных полезных ископаемых, всё это относится к благам природы. Еще с древних времен люди используют её дары и с каждым десятилетием наращивают темп материального производства. Из-за этого природные ресурсы истощаются, ведь они не вечны, некоторые из них совершенно не подверженные восстановлению, а для других должен пройти большой период времени,

чтобы хоть как-то пополнить свой запас. В наше время был поставлен острый вопрос о правильном использовании ресурсов земли.

Говоря о природных ресурсах, мы понимаем, как они важны для нашей жизнедеятельности, потому что присутствуют в любой сфере. Практика показала, что до идеала рационального обращения с дарами природы нам еще далеко. Это говорит результат исследования аналитического центра *Global Footprint Network*. Согласно их мониторингу, сейчас природные ресурсы – вода, почва и чистый воздух – используются в 1,75 раза быстрее, чем возобновляются, а это означает, что человечество буквально эксплуатирует 1,75 Земли. Злоупотребление возобновляемых природными ресурсами становится все более ощутимым – это проявляется в обезлесении, эрозии почвы, исчезновении видов животных и растений, а также увеличении концентрации углекислого газа в атмосфере. Текущее положение природопользования можно назвать нерациональным, так как окружающая среда очень загрязнена и находится в угнетенном состоянии.

Но давайте разберемся, что такое рациональное или же правильное использование природных ресурсов и что нужно делать, чтобы привести окружающую среду в порядок? Рациональное природопользование – это постоянное воздействие человека на всю окружающую среду, то есть бережное отношение, сохранение и опека природы от нежелательных последствий в процессе нашей деятельности. Основной экологический принцип, которому все люди должны следовать, это то, что мы всего лишь часть природы. А это означает, что нужно не только брать у природы, но и отдавать, восстанавливать ее ресурсы. Примеры правильного использования природы: восстановление и воспроизводство ресурсов, а также сохранение и приумножение их. Также сюда относится и сохранение земли, воды и животных, безвредная переработка полезных ископаемых, поддержание экологического баланса природной системы и законов экологии. Стараться реже использовать природные ресурсы без надобности. Для поддержания баланса необходимо частенько проводить анализы биосистемы, бережно эксплуатировать и воспроизводить ресурсы Земли, то есть высаживать деревья, совершать строительство заповедников, переработку и использование отходов от заводов и фабрик, возводить очистительные сооружения, разрабатывать новые «чистые» виды топлива и энергии, то есть защищать природу от загрязнения. Приумножать редкие виды животных, птиц, рыб, а также и растений. Также можно экономить воду, электроэнергию и газ, такие простые действия тоже могут помочь окружающей среде.

Нерациональный подход создает непосредственную угрозу не только для экосистемы планеты, но и для существования человека, поэтому избавление от негативных воздействий на природные ресурсы – правильное решение для решения острых проблем.

Рациональное использование водных ресурсов является одной из главных проблем, решение которой заключается в следующих процессах:

1. Применение одностадийных процессов производства.
2. Переход от жидких процессов переработки к газовым.
3. Замена воды в промышленности на другие растворители.
4. Извлечение из сточных вод полезных веществ.
5. Перевод промышленных предприятий на безотходную технологию производства.
6. Переход к комплексной переработке сырья.

Существуют даже такие мероприятия, посвященные охране водной среды, где осуществляется профилактика и максимальное устранение возможных негативных последствий использования водных объектов.

Рациональное использование почвенных ресурсов – также одна из главных проблем. Главное решение – это обеспечение безопасности населения и сокращение вырубки лесов в целях предотвращения угрозы тотальной нехватки кислорода. Также существуют мероприятия по охране лесов: ведение лесных работ ограничивающими отрицательное воздействие на используемые территории способами; применение мер по восстановлению лесов; очистка лесосек; предотвращение деградации, захламления, нарушения и загрязнения земель под воздействием хозяйственной деятельности человека; восстановление и улучшение подвергшихся негативному воздействию человеческой деятельности земель.

Использование полезных ископаемых также находится под защитой, для этого были созданы некоторые правила и мероприятия. Существует охрана от пожаров, обводнения, затопления и прочих негативных факторов полезных ископаемых; охрана ценных месторождений от снижения качества добываемых ресурсов или от осложнений по их переработке; предотвращение загрязнения при проведении работ по пользованию недрами.

Нельзя забывать и о братьях наших меньших. Для стабильного существования животного мира тоже существуют свои законы и объекты охраны. Всякие заповедники, парки тому подтверждение.

В рамках поиска путей рационального использования природных ресурсов и совершенствования технологий и методов экологической безопасности, деятельность человека должна быть основана на следующих принципах:

1. Системный принцип основывается на подходе, в котором задействована оценка влияния производственных источников воздействия на природную среду и ее ответная реакция.

2. Принцип оптимизации, базируется на поиске оптимальных решений и дальнейшем использовании системных методов, заключающихся во взаимодействии экологических и экономических факторов, прогнозных расчетов для региональных субъектов и различных отраслей.

3. Принцип опережения темпов связан с оптимизацией расхода природных ресурсов и снижение отходов в производственных циклах.

4. Принцип гармоничных отношений с природой – это создание условий для обеспечения и поддержки экологической безопасности, то есть все хозяйственные и техногенные факторы не должны наносить вред окружающей среде.

5. Принцип меры в использовании природных систем. Изымая природные блага нужно помнить, что их количество ограничено, а период для самовосстановления занимает длительное время. В этом случае, следует планировать расход и количество используемого природного ресурса исходя из структуры экосистемы, безопасности функционирования и биогенных факторов.

6. Принцип саморегуляции. В построении высокотехнологичных комплексов нужно учитывать проблему пропорционального влияния человека на устойчивость биосферы, то есть целесообразно заранее учесть и снизить негативные факторы, нежели нарушить устойчивость и препятствовать естественному природному развитию.

7. Принцип комплексного использования, заключается в привязке производства к определенной территориальной единице. На практике, это позволяет сконцентрировать в едином пространстве специализированную структуру из совокупности сырьевых, энергетических, людских, земельных ресурсов и тем самым снизить отходы, а также вредные техногенные факторы.

8. Принцип безотходности предполагает замкнутый производственный цикл, при котором одно производство способно перерабатывать и утилизировать отходы другого. По сути, сама природа своим круговоротом

подказала человеку, что возможно использовать потенциал на основе ресурсосберегающих технологий

Проблема рационального использования природных ресурсов гораздо шире и сложнее, чем может показаться, на первый взгляд. Нужно помнить, что в природе все тесно взаимосвязано и ни один ее компонент не может существовать изолированно друг от друга. Ущерб, нанесенный в ходе вековой хозяйственной деятельности поправим лишь в том случае, если общество будет осознанно подходить к решению проблем по глобальной экологической ситуации.

Список использованных источников

1. «Регоператоры по мусору заработают во Владимирской области с 1 декабря» [Электронный ресурс] // URL: <https://provladimir.ru/2019/10/04/regoperatory-po-musoru-zarabotajut-vo-vladimirskoj-oblasti-s-1-dekabrja> (дата обращения 30.09.2021).

УДК 612.24

Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА «КОРОНАВИРУС»

Тема Коронавируса является одним из главных и глобальных проблем всей планеты, самой актуальной и обсуждаемой темой всего мира. Эта трагедия касается каждого из нас и детей и взрослых. Он коснулся каждого и забрал более миллиона жизней.

Так, откуда же он возник, и как он начал действовать? И почему его называют «корона»? Обо всем этом по порядку. 30 января 2020 года всемирной Организацией здравоохранения была объявлена вспышка эпидемии «Корона вируса» чрезвычайной ситуацией имеющий международное значение, а потом и вовсе заговорили о пандемии. На самом деле коронавирус у человека был впервые выделен еще в 1965 году от больного «ОРЗ» тогда же стало понятно, что корона вирус не какой-то отдельный микроб, а целое семейство вирусов форме шара.

Они имеют оболочку с редкими шипами напоминающую корону, при затмении солнца отсюда и название. До конца двадцатого века коронавирусы были известны как возбудители острых респираторных заболеваний у

человека и животных. Однако все изменилось в 2003 году, коронавирус с кодовым названием «ТОРС» (на англ.) вызвал эпидемию в 33 странах мира.

Наибольшее количество заболевших было зарегистрировано в Китае, Сингапуре и в Канаде общее число заболевших достигла 7760. Тогда с болезнью удалось справиться в краткие сроки благодаря своевременному введению карантина и тому факту что сам вирус оказался не слишком живучим.

Следующая вспышка коронавируса произошла в 2012 году и она была куда и в этот раз она была страшнее предыдущей. По данным ВОЗ в первые месяцы эпидемии уровень смертности на Ближнем Востоке достигал 43 процентов.

В середине декабря 2019 года было зарегистрировано зараженных 268. Но самая страшная эпидемия бушует сейчас вспышка болезни вызванной коронавирусом берет свой отсчет с середины декабря 2019 года. В Китае городе Ухань провинция Хубэй заболевание принимают за пневмонию неизвестного происхождения появившаяся у торговцев животными и морепродуктами. Но вскоре исследования выявляет неизвестной науке новый вирус.

Всемирная организация здравоохранения дает инфекции официальное наименование «*COVID19*». Власти Китая не хотели, чтобы название как-то была связана с этой страной. 23 января 2020 года зараженных 817, умерших 26, выздоровевшим. Город Ухань закрывают на карантин появляются первые умершие от заболевания. Вирус начинает распространяться в Гонконге, Таиланде, Австралии, США, Тайване, Южной Кореи, и во многих других странах вирус становится не только смертельным, но и знаменитым. Скорость его распространения пугающее. Мировые СМИ начинают тревогу. Ученые до сих пор не могут понять, что же вызвало очередную мутацию и это дает нам волю фантазировать об искусственном создании вируса, как биологического оружия. Конспирологи рассматривают коронавирус как китайскую или американскую военную разработку, созданную для массового уничтожения.

5 февраля 2020 года зараженных 27000 623 умерших 564 выздоровевших 1 1162 Вирус продолжает распространяться по всей планете. Люди начинают массово покупать медицинские маски. Вирус достигает своего пика 31 января.

В это время в России появился первый подтвержденный случай заболевания. Спрос на маску неуклонно растет в аптеках. При этом особого смысла в такой защите нет. **Основной способ заражения корона вирусом**

это попадание вирусных частичек на слизистую глаз. Маску нужно носить не тем, кто боится заражения, а тем, кто уже болен чтобы не заражать других.

17 февраля 2020 года зараженных коронавирусом достигает до 73 1260 умерших 1868, выздоровевший 1258. Вскоре появляются первые публикации о том, что лекарство от короны вируса найдено. В Китае одобряют препарат «*Rover*». Изначально созданное для борьбы с гриппом. Несмотря на это все непонятно насколько эффективен этот препарат.

Постепенно случаев заражения в Китае становится меньше, чем за его пределами наибольшее. В феврале прошлого года внимание было приковано к Италии, Кореи, Иран, и Италия постепенно переходит на полный карантин торговля замирает, работают только продуктовые магазины и аптеки, улицы опустели людям нельзя приближаться друг другу ближе, чем на метр. Система здравоохранения работает на пределе медперсонала не хватает. Происходящее напоминает кадры из фильма про пост апокалипсис.

А как же он выглядит этот коронавирус?

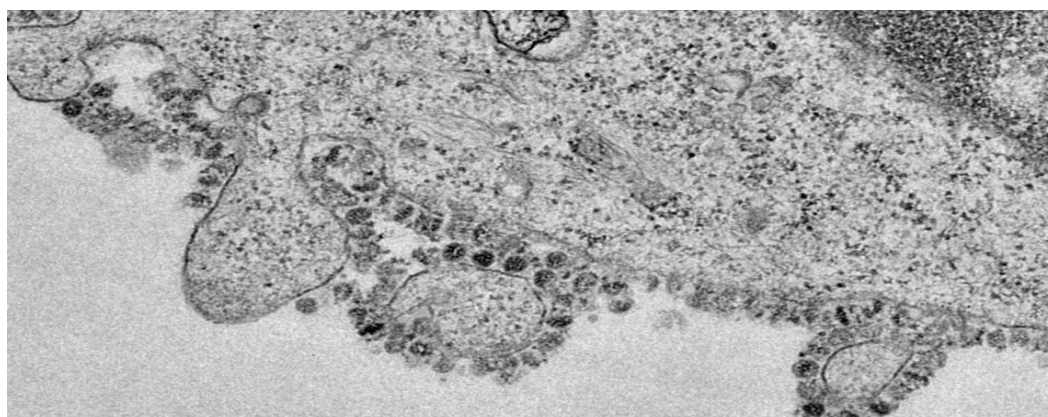


Рис. 1. Первая фотография сделанная учеными из Гонконга

Коронавирус поражает клетку, каждая такая инфицированная клетка производит тысячи новых вирусных частиц, которые продолжают заражать новые клетки. Но в отличие от той же испанки, которая век назад выкосила двадцатую часть населения планеты изложим особенно странные факты и так попробуем собрать воедино все факты.

Для кого коронавирус представляет наибольшую опасность? Средний возраст тех, кого он убил за 70 и на первый взгляд это объяснимо. Люди ослабленные пожилые намного более подвержены риску. На данный момент известно только об одном за родившемся ребенке и самое странное что у него не было никаких симптомов. Родители просто решили на всякий

случай проверить мальчика. Каково же было изумление врачей, когда в абсолютно здоровом на вид ребенке нашли инфекцию. Коронавирус не щадит никого ни старых ни малых.

Основные правила защиты от коронавируса и ОРВИ:

1. Часто мыть руки с мылом и дезинфицировать поверхности, используя бытовые моющие средства. При отсутствии возможности помыть руки с мылом, нужно пользоваться спиртосодержащими или дезинфицирующими средствами.
2. Ведение здорового образа жизни. Соблюдение здорового режима, включая полноценный сон, потребление пищевых продуктов богатых белками, витаминами и минеральными веществами, физическую активность повышает сопротивляемость организма к инфекции
3. Соблюдать дистанцию. Вирусы передаются воздушно-капельным путем (при чихании, кашле), поэтому необходимо соблюдать дистанцию не менее 1,5 метра друг от друга. И обязательное ношение маски для уменьшения риска заболевания. Медицинские маски используют:
 - при посещении мест массового скопления людей
 - при уходе за больными с вирусными инфекциями;
 - при общении с лицами с признаками вирусной инфекции;
4. Что делать при случае заболевания ОРВИ и коронавирусом. Оставаться дома и обратиться к врачу. Соблюдать предписания врача и соблюдать постельный режим

Итак, подводя итоги можно сказать, что 2020 год войдет в историю, где Коронавирус коснулся и касается каждого из нас. Главы государства сделали всевозможное чтобы защитить свой народ. Еще в самом начале вспышки пандемии власти Китая закрыли Ухань, где возник Коронавирус, на карантин, но до этого очага эпидемии успели покинуть около 5 миллионов человек. В результате чего коронавирус вышел за пределы Китая. Случаи заражения выявили во многих странах. Вирус даже проник на круизный лайнер “*Diamond princess*” где находились около трех с половиной тысяч человек на время Корабль стал для них домом во время 14 дневного карантина. Последствия коронавируса были одними из самых трагических. Практически весь мир сидел на карантине. Границы были закрыты, авиасообщение приостановлено, производства стояли. Малые и крупные бизнесы несли огромные потери. Подводя итоги 2020 года, показало, что экономику Ев-

ропы отбросило на 10...20 лет назад, ВВП Евросоюза упала на 14 процентов. Все это отразилось на обществе: рост цен инфляция, падения зарплат, рост безработицы.

Список использованных источников

1. «Создатели раскрыли секрет первой вакцины от коронавируса» [Электронный ресурс] // URL : <https://rg.ru/2020/08/12/sozdateli-raskryli-sekret-pervoj-vakciny-ot-koronavirusa.html> (дата обращения 25.09.2021);
2. «Три первые российские вакцины от COVID-19: главные различия и особенности» [Электронный ресурс] // URL : <https://riafan.ru/1321500-tri-pervye-rossiiskie-vakciny-ot-covid-19-glavnye-razlichiya-i-osobennosti> (дата обращения 27.10.2021);
3. «Как выглядит коронавирус» [Электронный ресурс] // URL : <https://www.kp.ru/putevoditel/zdorove/koronavirus/kak-vyglyadit-koronavirus/> (дата обращения 27.10.2021).

УДК 358.4

И. Е. Чудакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

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

ПОЖАРНАЯ АВИАЦИЯ МЧС РОССИИ

Авиация МЧС России существует с 10 мая 1995 года, со дня подписания Постановления Правительства РФ № 457 «О создании Федерального государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России». Однако история ведется с момента передачи из состава Министерства обороны РФ четырех вертолетов отряда в ведение МЧС России [1].

Авиация МЧС России применяется по нескольким направлениям:

- авиационная разведка паводкоопасных и пожароопасных районов,
- тушение природных и техногенных пожаров,
- санитарно-авиационная эвакуация, причем как на территориальном пространстве России, так и с территории иностранных государств,
- транспортировка гуманитарных грузов,
- проведение тренировок и учений [2].

Численное количество единиц авиации МЧС России составляет свыше 80 вертолетов и самолетов, которые за год совершают порядка 15 тысяч полетов. Активно применяются и беспилотные авиасистемы. Их насчитывается 1820 единиц – 1688 вертолетного типа, 38 единиц самолетного типа, 132 единицы оснащенных тепловизорами. К 2030 году планируется закупить еще 50 вертолетов и самолетов и 380 современных беспилотных авиационных систем [3].

Авиация МЧС России должна обеспечить выполнение основных задач таких как, экстренное реагирование в случае возникновения крупномасштабных аварий или катастроф, проведение аварийно-спасательных работ, в том числе пожаротушения, доставка оборудования, снаряжения и спасателей к месту происшествия.

Вертолеты МИ-8, МИ-8МТ и многоцелевой вертолет МИ-8МТ-1 – основа авиационного парка. Существует поисково-спасательный и противопожарный вариант вертолета. Противопожарный вариант вертолета обеспечивает тушение пожаров с помощью водосливного устройства на внешней подвеске, которое позволяет доставить до 4000 л воды и осуществить сброс на очаг возгорания с высокой точностью. Может доставить в зону тушения пожара пожарные бригады и спецтехнику. Технические характеристики представлены в таблице 1:

Таблица 1

Технические характеристики вертолета МИ-8МТ-1

Показатель	Значение показателя
Длина, м	18,42
Высота, м	5,34
Мощность двигателя, л.с.	2000
Экипаж, чел.	3
Число пассажиров, чел.	24
Максимальная скорость, км/ч	250
Динамический потолок, м	6000
Практическая дальность, км	590

Имеется в составе вертолеты типа КА-32А – пожаро-спасательные вертолеты. Они подходят для тушения пожаров в высотных зданиях, в том числе с применением защитных пенных полос. Вертолеты на борту имеют комплекты специального оборудования для проведения аварийно-спасательных работ: эвакуационно-десантное оборудование, состоящее из спасательной электролебедки с поворотной стрелой, грузоподъемностью 300 кг

и десантного спускового устройства «СУР». Вертолеты могут производить забор и сброс воды объемом 3200 л в режиме висения в течение 1,5 мин. При новом заборе к воде может добавляться пенообразователь, что дает возможность получить 200 тыс. л пены. Технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики вертолета КА-32А

Показатель	Значение показателя
Длина, м	11,3
Высота, м	3,52
Мощность двигателя, л.с.	2х2200 л.с.
Взлетный вес, кг	11000
Грузоподъемность, кг	5000
Максимальная скорость, км/ч	250
Динамический потолок, м	6000
Практическая дальность, км	900

Вертолет МИ-26Т выполняют перевозку оперативных групп, перевозку грузов. С помощью данного вертолета производится тушение пожаров, санитарная эвакуация, воздушная разведка. Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3

Технические характеристики МИ-26Т

Показатель	Значение показателя
Взлетный вес, кг	
нормальный	49500
максимальный	56000
Вес пустого вертолета, кг	28200
Грузоподъемность, кг	
в грузовой кабине	18000
на внешней подвеске	18000
Экипаж, чел.	5
Максимальная скорость, км/ч	295
Динамический потолок, м	4600
Практическая дальность, км	475

Применяются вертолеты для перевозки оперативных групп, эвакуации пострадавших, воздушной разведки, задач для реагирования по «глобальному радиусу» БО-105 СВ S5, ВК-117 С-1.

В авиационном парке МЧС России нашли применение самолеты, предназначенные для выполнения транспортных задач, санитарной эвакуации, воздушного управления: АН-74, АН-148-100ЕМ, АН-32, *RRJ-95LR*.

Их пожарные версии предназначены для выполнения задач, связанных с проведением пожаро-спасательных работ.

Самолет АН-32П обеспечивает тушение лесных пожаров огнетушащими веществами, доставку и десантирование пожарных, специального оборудования, снаряжения к местам тушения пожаров. Имеет две группы баков, заполняемых огнегасящей жидкостью, объемом 8 л. Сброс огнетушащего состава производится с высоты 40-50 м, при скорости самолета 240-260 км/ч либо залпом, либо последовательно из двух баков одного борта, затем другого с автоматической задержкой или с помощью ручного управления.

Самолет АН-74П – универсальный транспортный самолет, предназначенный для доставки в зоны чрезвычайных ситуаций сил и средств необходимых для проведения поисковых, аварийно-спасательных работ.

Самолет ИЛ-76ТД выполняет транспортировку и десантирование личного состава, пожаро-спасательной и специальной техники, аварийно-спасательного оборудования и грузов различного назначения,

Самолет ИЛ-76ТДП, пожарная версия самолета, имеющий выливной авиационный прибор (ВАП-2). Стандартный ИЛ-76ТД переоборудуется в ИЛ-76ТДП за 4 часа. Заправка самолета водой производится либо с помощью гидросистемы за 15 минут, либо с использованием пожарной автомобильной техники. Технические характеристики представлены в таблице 4. [4]

Таблица 4

Технические характеристики самолета ИЛ-76ТДП

Показатель	Значение показателя
1	2
Экипаж, чел.	7
Полезная нагрузка	50000 кг груза или 150 пассажиров
Дальность полета, км	3650
Максимальная скорость, км/ч	860
Система пожаротушения	ВАП-2
Емкость баков под огнетушащие вещества, л	42000
Число баков	2
Скорость при сбрасывании, км/ч	270-280
Минимально возможная высота при сбрасывании, м	80
Мощность, кН	12-15
Масса, кг пустого максимальная взлетная	88000 190000
Габаритные размеры смоченной полосы, м длина ширина	75 4
Средняя подача воды, т/ч	10-11

Самолет БЕ-200 относится к новому поколению самолетов, самый совершенный и эффективный самолет-амфибия, спроектированный на основе самолета А-40 «Альбатрос». БЕ-200 обладает уникальной способностью посадки на сушу и на воду. Его базовая модификация – противопожарный вариант. Самолет может заправляться на аэродроме, а может осуществлять забор воды из водоема. Баки, расположенные под полом грузовой кабины, служат для заправки водой. Их объем 12 т. В режиме глиссирования на скорости 150 – 190 км/ч самолет-амфибия может осуществлять забор воды за 12 с. Баки, расположенные в грузовой кабине, служат для заправки химической жидкостью объемом 1,2 м³. Технические характеристики представлены в таблице 5. [5]

Таблица 5

Технические характеристики самолета БЕ-200

Показатель	Значение показателя
Экипаж, чел.	2
Полезная нагрузка	12000 кг груза или 64 пассажира
Дальность полета, км	1500
Максимальная скорость, км/ч	700 на высоте 7000 м
Емкость баков под огнетушащие вещества, л	12000
Число баков	8
Скорость при сбрасывании, км/ч	240-250
Время заправки баков, с	12-14
Время слива	регулируемое, залповый сброс 2 с
Мощность, л.с.	2x5500
Масса, кг	
пустого	29000
максимальная взлетная	43000

Выводы:

1. МЧС России – одна из самых результативных и профессиональных служб в мире. Воздушные суда многофункциональны и осуществляют множество задач, направленных на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

2. Самолеты МЧС России незаменимы при тушении лесных пожаров и крупномасштабных техногенных катастроф. Тушение пожаров с применением авиационной техники обеспечивает высокий уровень безопасности личного состава спасательных отрядов.

3. С каждым годом авиапарк МЧС России пополняется новейшими авиационными системами и техникой с целью повышения эффективности

выполнения задач, повышения работоспособности авиации, мобильности спасательных сил, сокращения сроков реагирования на чрезвычайные ситуации.

Список использованных источников

1. Истории авиации МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/istoriya-aviacii-mchs-rossii>. (дата обращения 21.10.2021 г.).
2. Общая информация об авиации МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/obshchaya-informaciya>. (дата обращения 21.10.2021 г.).
3. На чём летает МЧС России? [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/zabroshki/na-chem-letaet-mchs-rossii-60b905a0746af7069063cf96>. (дата обращения 21.10.2021 г.).
4. Техника. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/tehnika>. (дата обращения 21.10.2021 г.).
5. Самый большой пожарный самолет в мире. [Электронный ресурс]. URL: <https://text.ru/rd/aHR0cHM6Ly9maXJlci5ydS9yYX-pub2Uvc2Ftb2xldC1tY2hzLXBvemhhcm55ai5odG1s> (дата обращения 21.10.2021 г.).

УДК 656.13

И. Е. Чудакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

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

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДЕТЕЙ В АВТОМОБИЛЯХ

Необходимость защиты детей от любого дорожного-транспортного происшествия предполагает строгие требования к их перевозке. Статья 22.9 ПДД регламентирует вопросы безопасности при перевозке пассажиров детского возраста.

В соответствии с выше указанным нормативным документом, перевозка детей в возрасте младше 7 лет в автомобилях, конструкцией которых предусмотрены ремни безопасности, либо ремни безопасности и детская удерживающая система *ISOFIX* (изофикс), должна осуществляться с использованием детских удерживающих устройств (ДУУ) в соответствии с ростом и весом ребенка.

Детей от 7 до 12 лет разрешается перевозить не только с использованием детских удерживающих устройств, но и с использованием трехточечного штатного ремня безопасности.

Для перевозки детей до 12 лет на переднем сиденье автомобиля обязательно использование удерживающих устройств. [1]

Все удерживающие устройства для детей должны быть сертифицированы в соответствии с ГОСТ 41.44-2005. В зависимости от массы ребенка и возраста устройства классифицируются на пять групп:

- 1 группа 0 (*group0*) – для детей до 1 года массой до 10 кг,
- 2 группа 0+ (*group0+*) – для детей до 1,5 лет массой до 13 кг,
- 3 группа I (*groupI*) – для детей до 4 лет массой 9-18 кг,
- 4 группа II (*groupII*) – для детей до 7 лет массой 15-25 кг,
- 5 группа III (*groupIII*) – для детей от 7 массой 15-25 кг. [2]

Детское удерживающее устройство представляет собой мягкую или жесткую конструкцию, состоящую из гибких ремней с запорным механизмом, с регуляторами под рост и особенности фигуры ребенка. К ДУУ можно отнести люльки, специальные кресла, отдельно фиксирующиеся сиденья или противоударные приспособления экранного типа. Важно, чтобы эти устройства прочно крепились к кузову автомобиля, а в случае аварийной ситуации фиксировали пассажира в безопасном положении.

Рассмотрим ДУУ подробнее:

1. Автолюлька.

Устройство предназначено для перевозки детей до года. Полноценным детским автокреслом ее не назовешь, дети в ней перевозятся лежа. Но данный вид устройств разрешен к эксплуатации. Представляет собой держатель из прочного пластика или металла с мягкой обшивкой. Предусмотрено крепление в сторону, противоположную движению либо перпендикулярно движению.

2. Автокресло.

Предназначены для детей, которые могут сидеть. Автокресла представлены в разных категориях. Устройство подобно взрослому креслу, но со

специальным крепежом и ремнями безопасности или «столиками безопасности».

Ремни безопасности могут быть штатными автомобильными или внутренними, крепящимися к креслу. Трехточечные внутренние ремни фиксируются в районе плеч и между ног, пятиточечные имеют еще две точки крепления в районе пояса.

«Столик безопасности» служит ударным щитом, прикрывая живот, грудь и паховую область ребенка. Энергия удара в случае аварии распространяется равномернее по сравнению с ремнями безопасности, где нагрузка приходится на места соприкосновения с телом ребенка. Используется вместо ремней.

Автокресла могут иметь подлокотники, защитное устройство для головы и регулятор для откидывания спинки.

Крепятся автокресла с помощью автомобильного ремня или системы изофикс. Такое крепление как бы приварено к кузову автомобиля, а значит, безопасность выше.

Стандартно автокресла располагают на заднем сиденье автомобиля. Однако некоторые модели можно использовать на переднем сиденье.

3. Бустер.

Данное ДУУ – специальное сиденье без жесткой спинки. Ребенок будет находиться выше автомобильного сиденья, хотя и не сможет сползти и изменить местоположение. Отсутствие спинки, подлокотников и защитного приспособления головы – значит отсутствие дополнительной защиты при боковом столкновении, что небезопасно. Для фиксации используются ремни безопасности автомобиля.

4. Треугольник – адаптер.

Устройство представляет собой регулятор взрослых ремней безопасности. При фиксации на теле напоминает треугольник, который регулирует лямки ремней, чтобы в случае аварии лямки не навредили ребенку при неправильном их расположении. Применяются для детей старше 7 лет.

Адаптер травмоопасен и не обеспечивает безопасность ребенка в случае аварийной ситуации.

5. Бескаркасные автокресла.

Устройство не имеет жесткого каркаса, крепится за спинку заднего автомобильного кресла при помощи вшитых ремешков. Ребенок фиксируется

ремнями, предусмотренными автокреслом, и ремнем безопасности автомобиля, продеваемого в специальный отсек. При попадании в аварию ребенок не будет защищен от травмирования.

Любое удерживающее устройство проходит краш-тесты. Устройство, не прошедшее краш-тест, не убережет ребенка от травм в случае ДТП. [3, 4]

Выводы:

1. Самые безопасные ДУУ – устройства, имеющие жесткий каркас, их конструкция обеспечивает надежную защиту от всех видов ударов при различных видах столкновений.
2. ДУУ должны быть сертифицированы в России и соответствовать европейским стандартам безопасности.
3. При выборе ДУУ лучше отдать предпочтение с системой крепления изофикс, если позволяет конструкция автомобиля. Такое крепление надежнее.
4. ДУУ подлежат обязательному краш-тестированию. Если ДУУ не прошло тест, лучше отказаться от его эксплуатации.

Список использованных источников

1. Разъяснения по правилам перевозки детей-пассажигов в легковых автомобилях (п. 22.9 ПДД РФ). [Электронный ресурс]. URL: https://ekb_mdou196.tvoysadik.ru/?section_id=86. (дата обращения 08.11.2021 г.).
2. Новые правила перевозки детей в автомобиле [Электронный ресурс]. URL: <https://avtouristsovet.ru/situacii-na-doroge/pdd/pravila-perevozki-detej.html>. (дата обращения 08.11.2021 г.).
3. Детские удерживающие устройства в автомобиле. [Электронный ресурс]. URL: <https://avtouristsovet.ru/situacii-na-doroge/pdd/uderzhivayushhie-ustrojstva-dlya-detej.html>. (дата обращения 08.11.2021 г.).
4. Как выбрать детское автокресло. [Электронный ресурс]. URL: <https://journal-tinkoff-ru.turbopages.org/journal.tinkoff.ru/s/child-safety-seat/> (дата обращения 08.11.2021 г.).

УДК 636.7

И. Е. Чудакова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

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

СОБАКИ – СПАСАТЕЛИ НА СЛУЖБЕ МЧС РОССИИ

Несмотря на научно – технический прогресс, собаки остаются незаменимыми помощниками при спасении пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций. Почему в спасательных службах используют именно собак? У них нет обмундирования и полного технического оснащения, главное их «оружие» – их нос и обоняние, а это самый надежный способ найти потерявшегося человека. «Собаки – спасатели», а правильнее, собаки «Поисково – кинологической службы», способны отыскать человека, заблудившегося в лесу, найти пострадавшего в завале. Специально обученные питомцы могут распознавать взрывчатые вещества.

Кинологическая служба МЧС России существует с 20 июня 1996 года, со дня подписания приказа о создании поисковой кинологической службы отряда «Центроспас». В настоящее время в кинологическую службу входит уже порядка 470 кинологических расчетов, включая волонтеров. Кинологический расчет представляет собой пару – кинолог и питомец, которые хорошо понимают друг друга и хорошо взаимодействуют [1].

Служба подразделяется на:

- минно-розыскную службу,
- поиск пострадавших по запаховому следу,
- службу спасения на воде, горно-лавинную службу,
- поисково-спасательную службу,
- поиск тел погибших.

Собаки поисково-спасательной службы МЧС России должны обладать определенными качествами и пройти обучение, чтобы быть допущенными к работе. Они должны быть доброжелательными и доверчиво относиться к людям, обладать хорошим обонянием и пользоваться им, быть физически крепкими и здоровыми, хорошо адаптироваться к различным внешним условиям и ориентироваться на местности, быть выносливыми и работоспособными, легко поддаваться дрессировке и обучению. Важным качеством является отсутствие агрессии и отсутствие ярко выраженного охотничьего инстинкта. Набор качеств собаки определяется с помощью специальных кинологических тестов [2].

Служебные собаки проходят подготовку в специализированных учебных центрах МЧС России в процессе проведения учебно-методических, учебно-тренировочных сборов и занятий, во время дрессировки. Кинологические подразделения представляют собой объекты, являющиеся моделью проведения аварийно-спасательной работы, и кинологические площадки, оборудованные для тренировки кинологических расчетов, обеспечивающие эффективную подготовку. Служебные собаки живут в специально оборудованных вольерах.

Все качества формируются у щенков в раннем возрасте, до 3 месяцев. Воспитывать щенка можно уже с 1 месяца. Однако приобретать собаку лучше в возрасте 3,5 месяцев. Первоначальная подготовка должна проводиться в возрасте 5 месяцев – 2 года, при условии, что собака здорова и имеет все ветеринарные документы, специальное снаряжение и индивидуальные средства для ухода.

Процесс обучения продолжается в течение всей службы. Применяется игровая форма обучения. Свой первый квалификационный экзамен собака может сдать уже в возрасте 1 года. На дрессировку уходит примерно 1,5. В процессе обучения в сознании собаки формируется прочная причинно-следственная связь: мотивация – реализация потребности. Реализация потребностей зависит от выполнения действий по команде. Для каждой собаки выбирается своя потребность, иногда она выбирается искусственно. Удовлетворение потребности является основной мотивацией для собаки. После сдачи экзамена кинологический расчет получает допуск к участию в спасательных работах. В соответствии с законодательством испытания для кинологических расчетов проводятся один раз в два года.

Каждый организм, в том числе и организм собаки, имеет свои физиологические особенности. Поэтому собакам требуются перерывы на восстановление качеств, необходимых для успешной работы. Периодический отдых составляет 6 часов, непрерывный отдых – 4 часа, на кормление и уход предназначено 2 часа. Кормить собаку можно только спустя 40 минут после тренировок или проведения работ и не меньше, чем за 2 часа до них. Использовать питомцев можно в течение определенного срока, по истечении которого собака передается новым владельцам на безвозмездной основе. Этот срок составляет 3-5 лет с момента получения допуска кинологического расчета [3].

Порода для собак-спасателей не очень важна. Главное, чтобы вес собаки не превышал 40 кг, рост - 60 см. Чаще всего на службу принимаются

лабрадоры, терьеры, спаниели, овчарки, питбули, риджбеки, ротвейлеры, ризеншнауцеры, лайки, и даже шпицы.

Хотелось бы сказать о породах собак, отличающихся среди других своей приспособленностью к определенным экстремальным условиям.

Одна из таких пород – Ньюфаундленд, крупная и мощная собака, лучшая собака-спасатель на воде. Ее еще называют «водолаз». Они обладают определенными физиологическими особенностями, которые позволяют им быть лучшими в этой стихии: они имеют перепонки между лапами, устройство ушей и глаз дают им возможность проплывать несколько десятков километров. Они способны нырнуть на значительную глубину (20-30 м). Если имеется хоть малейшее подозрение, что человек тонет, они не задумываясь бросаются в воду.

Незаменимыми помощниками при проведении спасательных работ стали Сенбернары, собаки крупного размера, которым не страшны экстремально низкие температуры. У них хорошо развит подшерсток. Они даже могут тащить на себе груз, например, воду, еду, термоизолирующие покрывала.

Лабрадоры-ретриверы считаются универсальной породой собак для спасения людей. Они эффективно работают и в воде, и в горах, и в завалах.

Немецкие овчарки являются самой уникальной породой собак спасателей. Эти собаки надежные защитники и помощники в чрезвычайных ситуациях.

Ротвейлеры лучше всего подходят для поиска боеприпасов. Они прекрасные саперы.

Многие другие породы восхитительные спасатели, преданные своему делу и конечно же хозяину взамен на любовь, заботу и ласку. [4, 5]

Самыми известными служебными собаками:

Ирга из Ставрополя – собака, которая специализируется в большей степени в техногенной сфере. Она участвовала в 14 спасательных операциях, спасала людей, пропавших в лесу. Ей присвоен наивысший класс поисковой собаки.

Фарта из Казани – первая собака-спасатель, выучившаяся по трем направлениям подготовки: поиск живых, поиск погибших, горно-лавиная служба.

Берни из Москвы ищет людей в завалах, на учениях в Италии отыскал 12 человек в завалах за 1,5 часа [6].

Выводы: таким образом, собаки играют очень важную роль в системе МЧС России. Четвероногие друзья спасли тысячи пострадавших. Они несут свою службу уже 25 лет и являются незаменимыми. Главные качества спасательного расчета – безотказность в работе без права на ошибку. Собаки вместе со своими напарниками рискуют жизнями ради спасения людей. Они доверяют людям и хотят, чтобы доверяли им.

Список использованных источников

1. Кинологическая служба МЧС России отметила свое 24-летие. [Электронный ресурс]. URL: <https://31.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4187408>. (дата обращения 21.10.2021 г.).

2. Собака спасатель. История, особенности, породы и дрессировка собак спасателей. [Электронный ресурс]. URL: <https://givnost.ru/sobaka-spasatel-istoriya-osobennosti-porody-i-dressirovka-sobak-spasateley/>. (дата обращения 21.10.2021 г.).

3. Приказ МЧС России от 07.11.2019 № 656 «Об утверждении порядка обращения со служебными собаками в учреждениях и организациях Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (зарегистрирован Минюстом России 29.01.2020, регистрационный номер 57318). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/4310>. (дата обращения 21.10.2021 г.).

4. Собака спасатель. Породы собак спасателей их описание, особенности и обучение. [Электронный ресурс]. URL: <https://givotniymir.ru/sobaka-spasatel-porody-sobak-spasatelej-ix-opisanie-osobennosti-i-obuchenie/>. (дата обращения 21.10.2021 г.).

Лучшие собаки МЧС. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2016/12/06/reg-skfo/labrador-irga-priznana-luchshej-sobakoj-spasatelem-mchs.html>. (дата обращения 21.10.2021 г.).

Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

УДК 006.86

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ВЫБОР СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА В ООО «ВИКТОРИЯ»

Общество с ограниченной ответственностью ООО «Виктория» организовано в 2017 году и является динамично развивающимся транспортным предприятием города Владимира, специализирующимся на пассажирских перевозках. На сегодняшний день основным видом деятельности предприятия являются городские маршрутные пассажирские перевозки [1].

Внедрение новых технологий, отлаженный процесс организации труда позволяет организации устойчиво занимать прочные позиции среди компаний, занимающихся городскими перевозками во Владимире и области. Постоянно наращиваются партнерские связи с другими предприятиями.

В распоряжении ООО «Виктория» имеется автобаза, состоящая из ремонтной зоны, зоны ТО, стоянки ТС, склада автозапчастей, диспетчерской, медицинского кабинета. На балансе организации числится 20 единиц пассажирского транспорта.

На предприятии расширяется и совершенствуется ремонтная база, которая уже имеет в своём составе производственные здания, сооружения, предназначенные для ТО-1, ТО-2, текущего ремонта и диагностирования транспортных средств; подъёмно-транспортные устройства и приспособления на рабочих местах и постах; технологическое оборудование (контрольно-диагностическое, смазочное, разборочно-сборочное, моечное, сварочное и ремонтное).

Ремонтно-техническая зона оборудована всем необходимым для проведения работ по ТО и ТР, но несмотря на это производятся постоянные улучшения: закупается новое оборудование, внедряются современные технологии, проводится косметический и капитальный ремонт зданий и сооружений.

Для оценки процесса ТО и ТР АТС в ООО «Виктория» предложено использовать следующие параметры, являющимися наиболее значимыми факторами процесса в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7870-2 (пункт 11.2) [2]:

1. Количество рекламаций потребителей и заинтересованных сторон (под заинтересованными сторонами понимается в том числе нарушения, выявленные контролирующими органами);

2. Количество выявленных нарушений технологии процесса ТО и ТР за определенный промежуток времени;

3. Число отказов технологического оборудования и инструментов за определенный промежуток времени;

4. Уровень поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества.

Предполагается, что контролируемые параметры имеют нормальное распределение с математическим ожиданием μ_0 и стандартным отклонением σ для налаженного технологического процесса и соответственно μ_1 и σ для разлаженного технологического процесса. Критерий обнаружения разладки двусторонний.

Вероятность ошибки второго рода примет вид:

$$\beta = F_X\left(a_B, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) - F_X\left(a_H, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right), \quad (1)$$

где a_B , a_H – верхняя и нижняя границы регулирования на контрольной карте.

Величины границ регулирования связаны с вероятностью ошибки первого рода и объемом выборки и определяются по формулам:

$$a_B = F_X^{-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right), \quad a_H = F_X^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right), \quad (2)$$

где F_X^{-1} – обратная функция нормального распределения статистики контролируемого параметра.

Значение средней длины серии будет определяться по формуле:

$$L_1 = \frac{1}{1-\beta} = \frac{1}{1 - \left(F_X \left(a_B, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) - F_X \left(a_H, \mu_1, \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \right)}. \quad (3)$$

Степень разладки технологического оценивается нормированной величиной δ , рассчитываемой как:

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma}. \quad (4)$$

Отсюда:

$$\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma. \quad (5)$$

Подставляя μ_1 можно рассчитать величины q_1 , β , L_1 в зависимости от нормированной степени разладки ТП δ .

Расчет оперативной характеристики методом статистического моделирования выполнялось по следующим этапам:

1. Задавались начальные условия, определяющие параметры контрольной карты, рассчитывались контрольные границы;
2. Проводился расчет оперативной характеристики (расчет ошибки второго рода).

Исходные данные для расчета вероятности ошибки второго рода при организации системы статистического контроля качества параметров ТО и ТР АТС приведены в табл. 1 – 3.

Таблица 1

Исходные данные вероятности ошибки второго рода при организации системы статистического контроля качества параметров ТО и ТР

Параметры	Вид к.к.	n	L ₀	L ₁	β
Количество рекламаций потребителей и заинтересованных сторон	np	5	333	3	0,3
Количество выявленных нарушений технологии процесса ТО и ТР за определенный промежуток времени	np	5	333	3	0,3
Число отказов технологического оборудования и инструментов за определенный промежуток времени	np	10	333	3	0,1
Уровень поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества	u	5	333	3	0,2

Таблица 2

Исходные данные для расчета вероятности ошибки второго рода при организации системы статистического контроля качества параметров ТО и ТР АТС

Параметры	Вид к.к.	n	L ₀	L ₁	β
Количество рекламаций потребителей и заинтересованных сторон	пр	5	333	5,9	0,2
Количество выявленных нарушений технологии процесса ТО и ТР за определенный промежуток времени	пр	10	333	5,9	0,1
Число отказов технологического оборудования и инструментов за определенный промежуток времени	пр	5	333	5,9	0,2
Уровень поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества	и	5	333	5,9	0,2

Таблица 3

Исходные данные для расчета вероятности ошибки второго рода при организации системы статистического контроля качества параметров ТО и ТР АТС

Параметры	Вид к.к.	n	L ₀	L ₁	β
Количество рекламаций потребителей и заинтересованных сторон	пр	10	333	2	0,1
Количество выявленных нарушений технологии процесса ТО и ТР за определенный промежуток времени	пр	5	333	2	0,2
Число отказов технологического оборудования и инструментов за определенный промежуток времени	пр	10	333	2	0,1
Уровень поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества	и	10	333	2	0,1

Результаты расчета средних приведенных вероятностей ошибок второго рода при организации системы статистического контроля качества параметров ТО и ТР АТС показывают, что третий вариант обеспечивает минимум ошибок второго рода при организации системы статистического контроля.

Список использованных источников

1. Реестр остановочных пунктов и муниципальных маршрутов регулярных перевозок муниципального образования городской округ Владимир

[Электронный ресурс]. – URL: <http://vladimir-city.ru/economics/transport/> (дата обращения: 08.11.2021).

2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта». – Введ. 01.12.2016. – М. : Изд-во стандартов, 2016. – 36 с.

УДК 006.86

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АПРОБАЦИЯ СИСТЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ООО «ВИКТОРИЯ»

Анализ процесса ТО и ТР АТС ООО «Виктория» предлагается провести на основе статистического регулирования следующих показателей:

- Количество выявленных нарушений технологического процесса ТО и ТР;
- Уровень поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества.

Анализ количества нарушений технологии процесса ТО и ТР предлагается вести на основе периодического контроля показателя, учитывая общее количество проверок. Ежедневно проводился подсчёт количества нарушений на протяжении 20 недель.

Для анализа количества нарушений технологии процесса ТО и ТР предложено использовать Np -карту числа несоответствий (см. рис. 1).

Анализ контрольной карты показывает, что процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Оценка поставщиков проводилась на основе периодического контроля поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества. Ежедневно проводился подсчёт количества поставленных партий запчастей и комплектующих и подсчёт количества партий несоответствующего качества.

Для анализа уровня поставляемых запчастей и комплектующих для ТО и ТР АТС несоответствующего качества использовалась U -карта долей комплектующих несоответствующего качества (расчет контрольных границ на основе распределения Пуассона) (см. рис. 4).

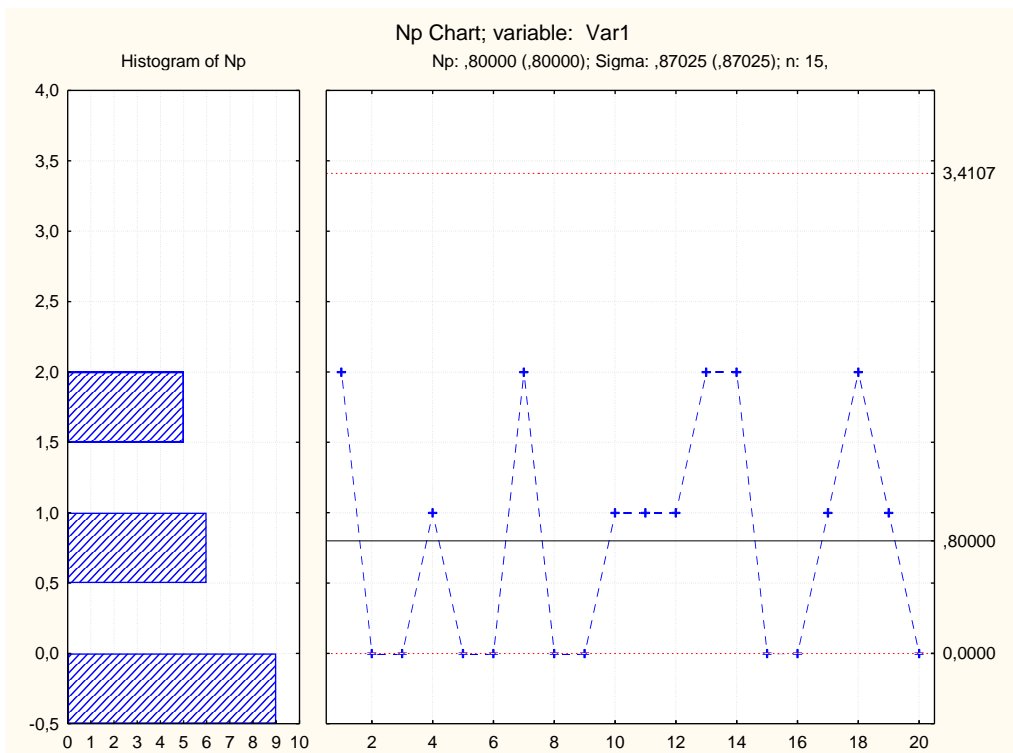


Рис. 1. Np -карта количества нарушений технологии процесса ТО и ТР

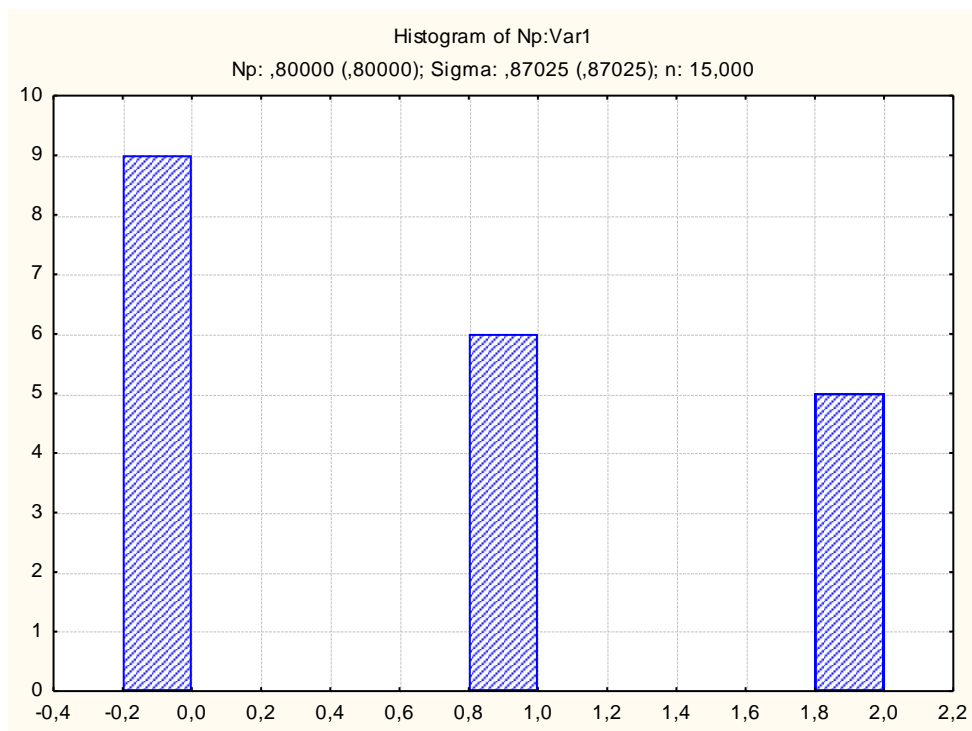


Рис. 2. Гистограмма Np -карты

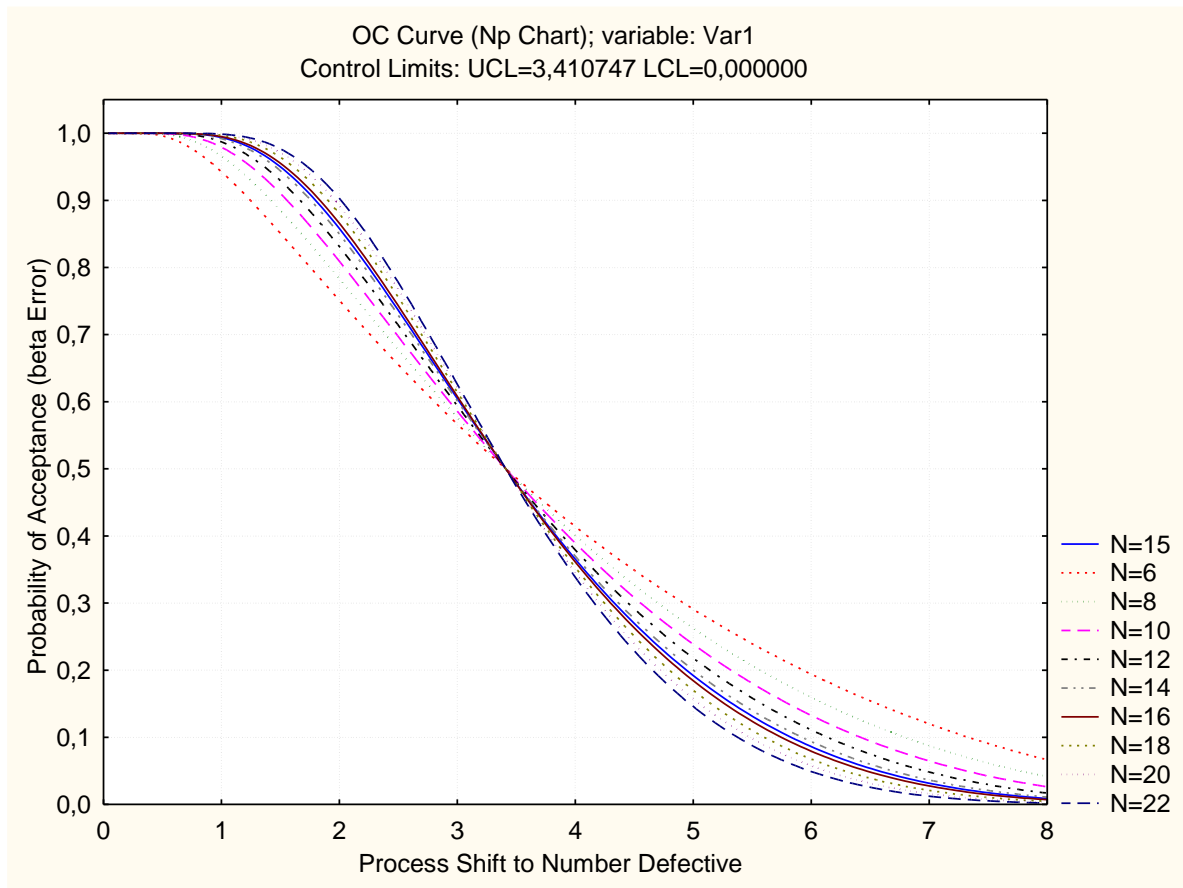


Рис. 3. Оперативная характеристика Np -карты

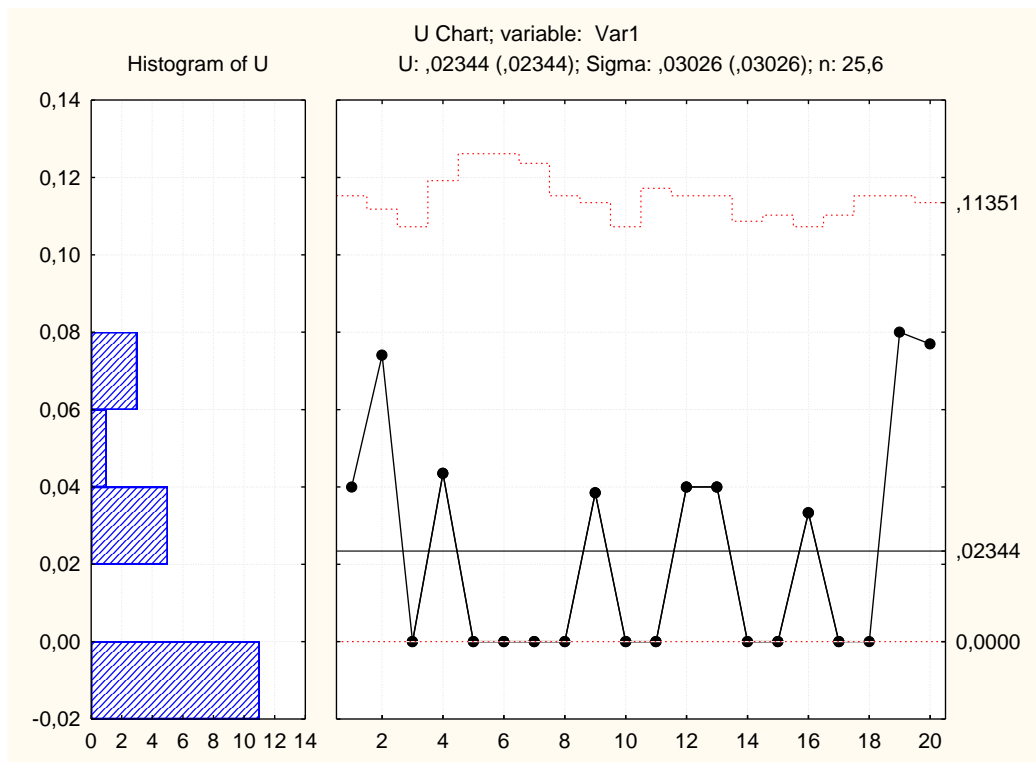


Рис. 4. U-карта долей запчастей и комплектующих для ТО и ТР несоответствий

Анализ процесса ТО и ТР АТС по контрольным картам позволил сделать общий вывод, что технологический процесс находится в режиме статистической управляемости

Применение системы статистического управления качеством позволит своевременно выявлять раз регулировку технологического процесса ТО и ТР АТС, снизить количество несоответствий и повысить общую эффективность предприятия.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта». – Введ. 01.12.2016. – М. : Изд-во стандартов, 2016. – 36 с.
2. ГОСТ Р ИСО 21747-2010 «Статистические методы. Статистики пригодности и воспроизводимости процесса для количественных характеристик качества». – Введ. 01.12.2011. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 33 с.
3. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Наименование на русском языке. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001». – Введ. 01.07.2005. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 23 с.

УДК 006.86

Р. М. Струнин, Е. В. Арефьев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ВОЗНИКШИХ ПОВТОРНО ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ООО «ВИКТОРИЯ»

Основным видом деятельности ООО «Виктория» является перевозка пассажиров, а вспомогательными – обслуживание и ремонт подвижного состава. Но как показывает практика качество оказания услуг перевозок, и прибыль компании напрямую зависят от своевременного и грамотного ремонта и технического обслуживания ТС.

Исследование проводилось по материалам данных технической службы ООО «Виктория», которое позволило выделить наиболее «дефектоносные» агрегаты подвижного состава, определить «узкие» места ремонта и установить недостатки процесса ТО и ТР ПС на предприятии.

На балансе организации числится 20 единиц пассажирского транспорта, вместимость парка 35 единиц техники. Процентное соотношение выглядит следующим образом: *ISUZU* «Богдан» – 35 %, ГАЗель «Некст» – 43 %, ПАЗ-3206 – 9 %, а остальные 13 % – это легковые автомобили хозяйственного и служебного назначения. Несмотря на постепенное обновление автопарка, на балансе компании по-прежнему числится большое количество старой техники, а учитывая условия эксплуатации ТС в процессе пассажирских маршрутных перевозок (частые переключения передач в условиях интенсивного городского движения, постоянные остановки, непрерывность работы до 12 часов) возникает необходимость улучшения процесса технического обслуживания и ремонта ТС.

К неисправностям, возникшим повторно после проведения ремонта относились вторичные поломки двигателя, трансмиссии, механизма закрывания дверей, ходовой части, рулевого управления, тормозной системы и электрооборудования.

Поломки, возникшие на каждом ТС впервые не учитывались, так как они являются показателями качества сборки заводом-изготовителем. Также не входили в исследование случаи, когда агрегат или узел был заменен в рамках ТО по регламенту, и неисправности, возникшие в результате механического повреждения при ДТП. В расчёт брались только неисправности, возникшие во второй, третий и последующие разы тех элементов, ремонт которых уже ранее был проведен на данном ТС. После этого все показатели суммируются по всему ПС.

За весь период исследования (20 недель) было зарегистрировано 86 вторичных поломок. В таблице 1 приведены результаты анализа Парето в виде одноименной диаграммы, показаны результаты расчетов частоты повторных поломок, накопленной частоты, процента причины неисправности ТС и накопленного процента по видам неисправностей.

Из диаграммы видно, что 68 % неисправностей были связаны с двумя из 7 возможных причин. К числу этих элементов ТС, повторно вышедших из строя после проведения ТР в порядке убывания их значимости, относятся механизм закрывания дверей и ходовая часть.

Таблица 1

Анализ неисправностей, возникших повторно после проведения ТР

Виды неисправностей при осуществлении контроля	Частота проявлений	Накопленная частота	Процент причины неисправности	Накопленный процент причины неисправности
Механизм закрывания дверей	34,00000	34,00000	39,53488	39,5349
Трансмиссия	25,00000	59,00000	29,06977	68,6047
Ходовая часть	7,00000	66,00000	8,13953	76,7442
Тормозная система	6,00000	72,00000	6,97674	83,7209
Рулевое управление	5,00000	77,00000	5,81395	89,5349
Электрооборудование	5,00000	82,00000	5,81395	95,3488
Двигатель	4,00000	86,00000	4,65116	100,0000

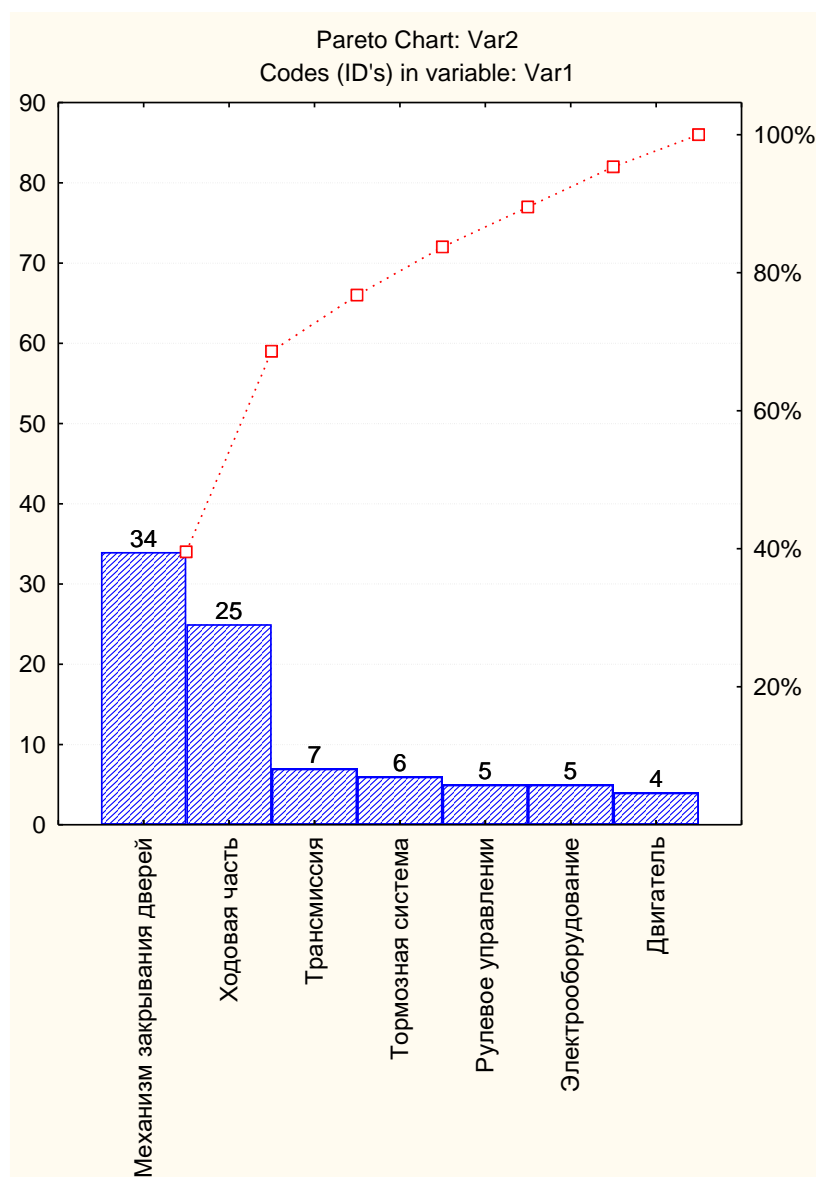


Рис. 1. Диаграмма Парето для анализа процесса контроля качества ТР

Поломки механизма закрывания дверей являются наиболее часто встречающейся причиной выхода ТС из строя. Его полная замена требует большого количества трудовых и материальных ресурсов. В связи с этим проводится оперативный ремонт механизма, который дает лишь кратковременный результат. Выходом из сложившейся ситуации является своевременное обслуживание данного элемента и более тщательный подбор запчастей.

Проблемы с ходовой частью вызваны в первую очередь режимом эксплуатации и низким уровнем качества дорожного покрытия. Часто неисправности ходовой части проявляются не сразу, а постепенно. Для решения данной проблемы водителям необходимо своевременно сообщать ремонтной службе о малейших отклонениях от нормы в работе «подвески», что также позволит своевременно проводить ТО узлов и агрегатов ходовой.

Список использованных источников

1. Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта: учебник / Виноградов В. М. – Москва : КНОРУС, 2017. – 329 с.
2. ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества». Введ. 01.01.1997 – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 12 с.

УДК 656.1

Р. М. Струнин, Ю. А. Орлов, Е. В. Арефьев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

На автомобильном транспорте величина риска чаще всего определяется вероятностью наступления случаев дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (в том числе со смертельным исходом), которую с достаточной степенью точности можно выявить из статистических данных. То есть риск для человека может быть измерен числом летальных случаев (травм), произошедших за единицу времени от данного вида деятельности.

Самый эффективный анализ риска возникновения ДТП представлен на рис. 1.

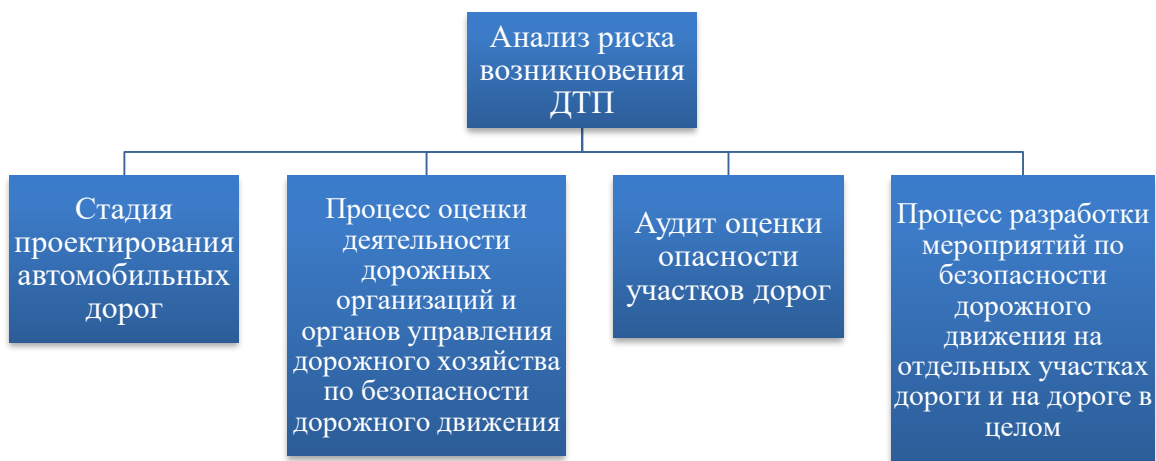


Рис. 1. Анализ риска возникновения ДТП

Первоочередной задачей является определение факторов риска ДТП, которые можно разделить на следующие группы (рис. 2).

Определение значимости факторов риска при проведении его анализа является очень сложной задачей.

Для предотвращения дорожно-транспортных происшествий наряду со структурами МВД, различными общественными объединениями, ответственному сотруднику компании по безопасности дорожного движения с водителями таксопарка необходимо проводить:

- разъяснительную беседу о правилах поведения на дороге и при управлении автомобилем, умение контролировать дорожную ситуацию;
- предоставление информации и наглядных примеров (фотографий с места ДТП с участием автомобилей таксопарка). Предоставление материалов по фактам дорожно-транспортных происшествий должно стимулировать водителя на соблюдение правил дорожного движения;
- периодически проводить тестирование или экзамен на знание правил дорожного движения;
- проведение тренингов по действию в случае дорожно-транспортного происшествия, правила и порядок оформления необходимых документов;
- проведение тренингов по оказанию первой медицинской помощи пострадавшим при ДТП;
- проведение тренингов для правильной перевозки детей и отдельных групп людей с инвалидностью;
- проведение бесед по влиянию аварий и нарушению ПДД не только на финансовую составляющую организации, но и на заработную плату водителя.

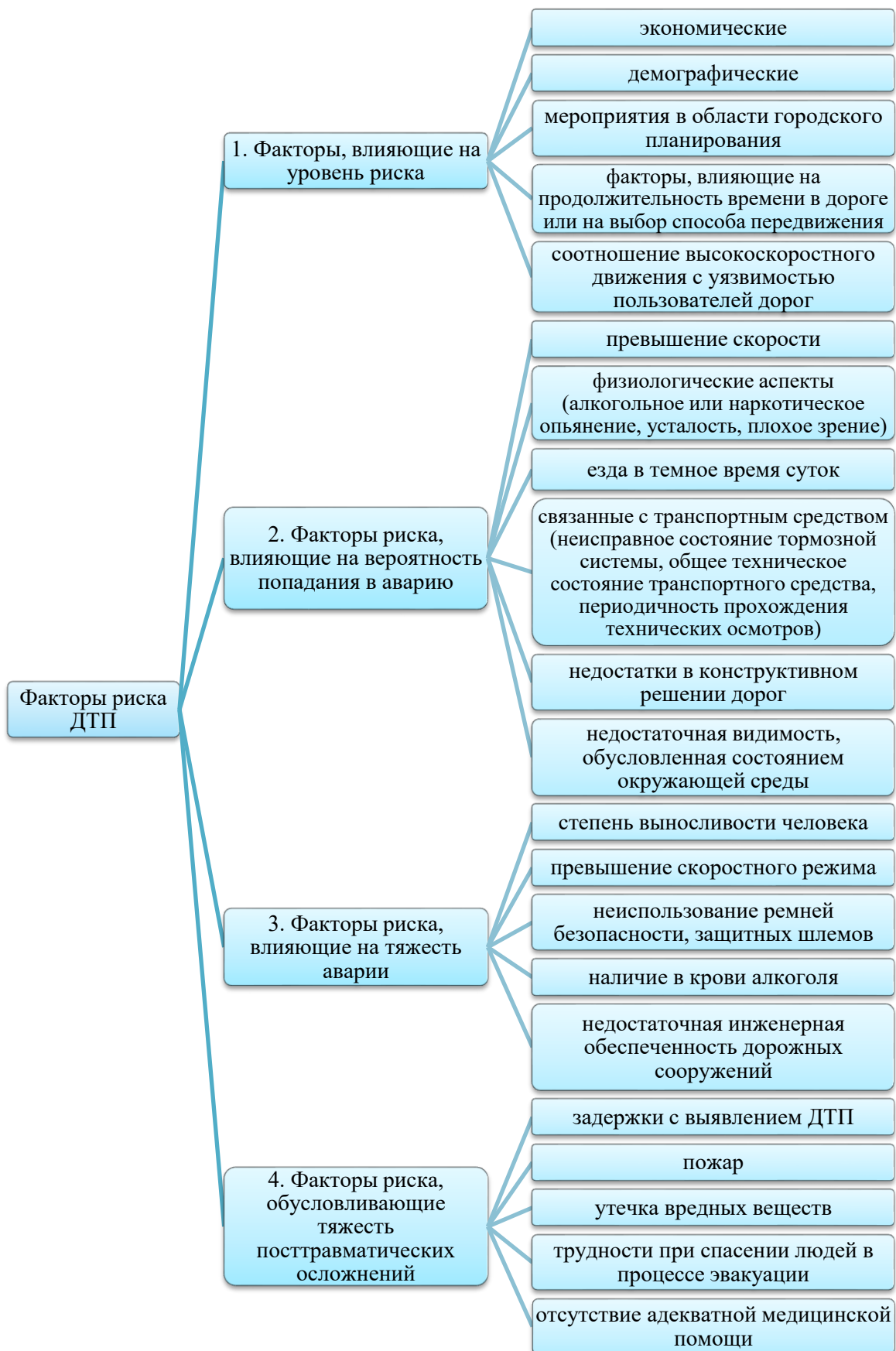


Рис. 2. Факторы риска ДТП

Список использованных источников

1. Беляев, В. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие / В. М. Беляев. – М. : МАДИ, 2019. – 204 с.

УДК 007.51

А. В. Баталов, О. В. Веселов, Д. Д. Логинов, А. А. Тихонова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

**АЛГОРИТМ УЧЕТА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ
ОПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ
ЭКЗОСКЕЛЕТОМ НОГ**

Сегодня экзоскелеты широко используются в мировой практике реабилитации пациентов с заболеваниями нижних конечностей. Однако движения экзоскелета обычно запускаются физическим взаимодействием, обычно нажатием кнопки. Это не соответствует естественному биологическому механизму инициирования движения. Существует гипотеза, что активация нижних конечностей после активации соответствующей области моторной коры головного мозга может ускорить выздоровление пациента в результате задействования пластического механизма. Одной из реализаций такого механизма является миографическое управление приводами экзоскелета. Однако помимо системы регистрации и обработки биопотенциала необходимо также учитывать пространственное положение оператора экзоскелета в пространстве, которое может в корне менять карту напряжений основных мышц антагонистов. Для отслеживания пространственного положения было решено использовать электронный 3-х осевой гироскоп с акселерометром расположенный на местах основных отслеживаемых сочленений экзоскелета.

Целью работы является определение эффективного положения и количества датчиков для обеспечения достаточного корректирующего воздействия на основной алгоритм управления экзоскелетом.

Экзоскелет для нижних конечностей будет состоять из 3-х электрических приводов, на каждый сустав соответственно, и набора датчиков расположенных над основными мышцами, отвечающими за движение суставов.

Миографический метод управления экзоскелетом основан на снятии, так называемой карты напряжений. Она включает в себя одномоментный

снимок, состоящий из набора численных представлений напряженности отслеживаемой группы мышц. На основании этих данных делается расчет необходимых управляющих воздействий на каждый привод.

Однако на рис. 1 в одной плоскости показано, что при одинаковом положении тела оператора в относительной системе координат, от воздействия внешних однонаправленных сил карта напряжений значительно меняется. Красным выделены мышцы, имеющие максимальную напряженность в данный момент времени.

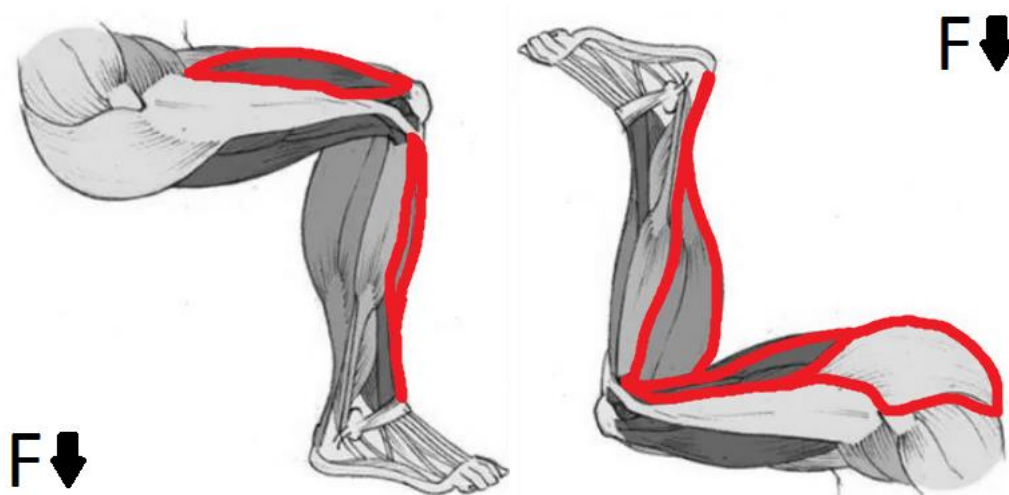


Рис. 1. Карта напряженности основных мышц при различном положении оператора

Подобная особенность влечет необходимость отслеживания внешних однонаправленных сил на каждом их управляемых суставах для коррекции управляющего воздействия, с учетом воздействия внешних сил.

Одним из способов нивелировать эту особенность можно считать применение электронного гироскопа, расположенного на каждом звене и отвечающего за компенсационное воздействие на управляющий сигнал, в зависимости от положения тела оператора.

На рис. 2 изображен способ расположения электронных гироскопов выделенных желтым цветом (а, б), и плоскости в которой происходит отслеживаемое движение.

Воздействие, производимое на гироскопы силой тяжести, является также сигналом к компенсационному воздействию на определенные электрические привода. За точку отсчета взято вертикальное расположение нижней конечности оператора относительно верхней точки экзоскелета. В этот

момент значение с гироскопов принимаются за нулевое воздействие на управляющий приводами сигнал.

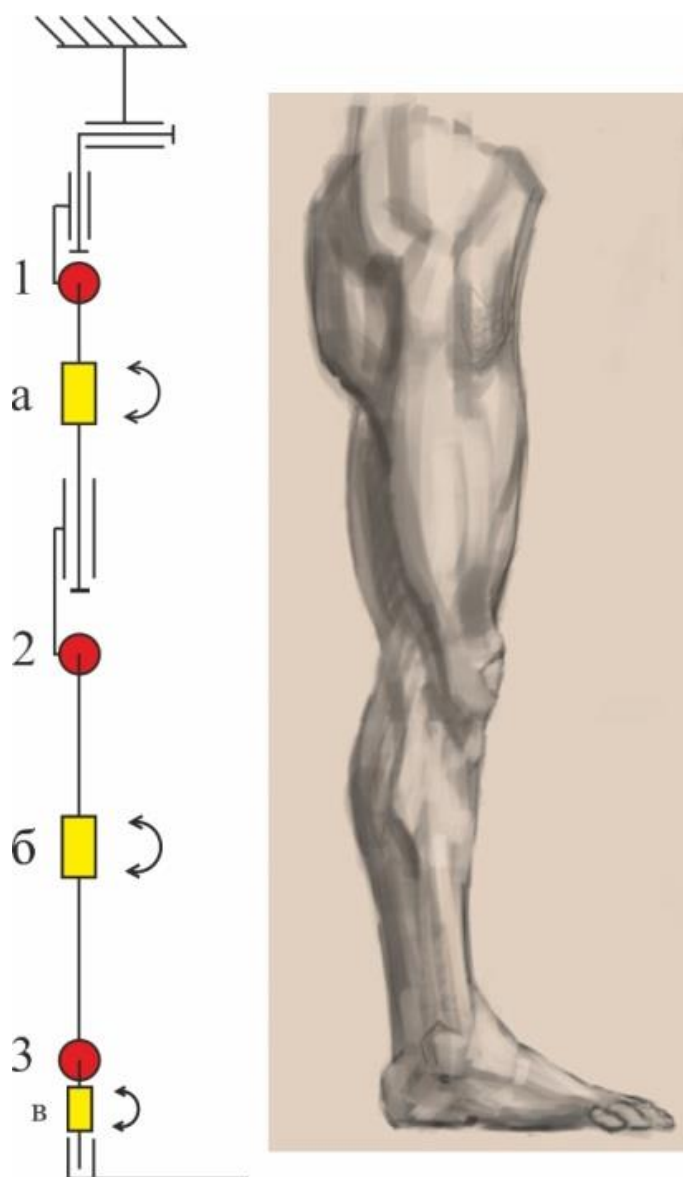


Рис. 2. Расположение электронных гироскопов (а, б, в), относительно суставов (1, 2, 3)

Корректирующий сигнал с гироскопа (а, б, в) является условно двухполярным, нулевой точкой принято считать вертикальное положение конечности оператора, когда воздействие силы земного притяжения направленно вдоль конечности и не влияет на напряжения приводящих мышц отслеживаемых суставов.

Однако само корректирующее воздействие не может быть больше управляющего и самостоятельно вносить изменения в работу привода. Таким образом, удастся избежать самопроизвольной активации привода от смены положения тела в пространстве.

На выбор электронного гироскопа, накладывает ограничения сфера применения, поскольку ему необходимо будет работать в непосредственной близости с источниками электромагнитных помех и вибраций.

Компенсационное влияние на управляющий сигнал, необходимое вследствие влияния внешней силы, в частности силы земного притяжения, действующей на оператора. По итогу моделирования, выяснилось, что сигнала только с электронного гироскопа недостаточно. Возникающие состояния неопределенности при угловом перемещении бедренного сустава под воздействием внешней силы, оказывают негативное влияние на достоверность управляющего сигнала. Одним из способов теоретического увеличения достоверности управляющего сигнала, помимо данных с гироскопического сенсора, является использование силомоментного датчика на привод экзоскелета, для определения усилия и внешних равномерно-направленных сил действующих на звено экзоскелета.

В равной степени, для этой цели может быть рекомендовано использовать метод определения крутящего момента на валу по току, потребляемому приводом в работе. Снятый таким образом сигнал, будет косвенно свидетельствовать о крутящем моменте на валу электродвигателя, рассчитав значение с учетом коэффициента трансформации и КПД редуктора и КПД самого электродвигателя, можно будет по полученному значению примерно оценить нагрузку на каждое звено и направление действия равномерно направленных сил.

Список использованных источников

1. Биомеханика двигательной деятельности: учеб, для студ. учреждений высш. проф. образования / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 320 с.
2. Анатомия мышц ног [Электронный ресурс] // Willandwin. Спортивный сайт. [16.12.2019] // URL: <https://www.willandwin.ru/anatomiya-myshcz-nog/> (дата обращения: 07.05.2021).

ВЗАИМОСВЯЗАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИВОДАМИ ЭКЗОСКЕЛЕТА

Показателем оптимального режима управления является выполнение определенного критерия качества, сформулированного для рабочей машины. Требуемый критерий оптимального управления в наиболее общем случае представляет собой достижение необходимой технологической точности производства изделия, повышение точности воспроизведения, задаваемой вычислительным устройством, траектории слежения, поддержание требуемых динамических качеств в процессе обработки изделия, как то: необходимая величина соотношения скоростей подачи и главного движения, способность обрабатывать с минимальными ошибками по сепаратным каналам определенные скорости изменения сигнала задания (минимизация динамической ошибки) и т. п. Реализация оптимального управления в соответствии с выбранными критериями связана с ограничениями допустимых значений управляющих воздействий, а также ограничениями накладываемые на переменные системы. Для регулируемых электроприводов в качестве таких ограничений выступают допустимые значения скорости, тока, напряжения, мощности. Кроме того, в следствии насыщения усилительных и преобразовательных устройств, оказываются ограниченными и управляющие воздействия. На практике, осуществление целей управления значительно затрудняется также изменением в процессе работы системы ее параметров или внешних условий. В этом случае стоит задача построения системы, которая будет приспосабливаться к изменяющимся условиям работы.

Повышение точности канала может быть достигнуто за счет повышения порядка астатизма, увеличения добротности и быстродействия канала, либо за счет применения специальных схем компенсации динамической ошибки.

Первый путь приводит, как правило, к значительному усложнению канала из-за необходимости увеличения коэффициента усиления, применения дополнительных интегрирующих звеньев и специальных корректирующих цепей. Значительно большие возможности создания высококачественного

канала возникают при использовании различных схем компенсации ошибок. При этом схемы включения и параметры компенсирующих цепей необходимо выбирать таким образом, чтобы в той или иной мере реализовать условия инвариантности координаты ошибки канала относительно управляющего или возмущающего воздействия.

Существует значительная группа взаимосвязанных электроприводов, задачей которых является обеспечение определённого заданного соотношения скоростей, причем это соотношение может быть как постоянным, так и переменным. С целью достижения необходимой точности сравнительно простыми техническими средствами такие системы часто строят с введением дополнительных перекрёстных связей, задачей которых является коррекция скорости одного из электроприводов при изменении скорости другого. Частным случаем таких систем являются электроприводы с синхронным вращением электродвигателей, т.е. с одинаковыми скоростями вращения. К этой группе относятся многие электроприводы бумагорезательных машин, ряд прокатных электроприводов, а также электроприводы металлорежущих станков, служащих для обработки конических поверхностей.

Рассмотрим принцип управления, заключающийся в реализации функционального взаимодействия между ведомой и ведущей координатами, причем каждый предыдущий привод становится ведущим для каждого последующего. Наличие регулятора положения и устройства расчета положения обеспечивает движение во взаимосвязи по траекториям в пространстве координат со стабилизацией скорости относительно ведущей координаты. Обеспечивается расчет скорости и ее коррекция в каждый момент времени во всех точках траектории движения относительно ведущей координаты.

На рис. 1 изображена структура, реализующая рассматриваемый принцип управления. Устройство состоит из N приводов. Первый привод 1 представлен схемой регулятора скорости, остальные 2, ..., N – следующие по положению приводы. Все приводы связаны с исполнительными механизмами объекта ИО, в качестве которого могут выступать многокоординатный станок, робот-манипулятор, прокатный стан, копировальный станок и т.д, где требуется синхронная реакция приводов на возникающие нагрузки. Первый привод состоит из первого сумматора SM , первого регулятора скорости РС, первого силового преобразователя СП, первого двигателя Д с встроенным или пристроенным тахогенератором ТГ. Приводы 2, ..., N соот-

ответственно состоят из последовательно включенных *SM*, регулятора положения РП, регуляторов РС скорости, силовых преобразователей СП, двигателей Д и тахогенераторов ТГ. Связь между приводами осуществляется с использованием блока БВП вычисления положения, блока БВС вычисления скорости. Каждый из приводов оснащен датчиком положения.

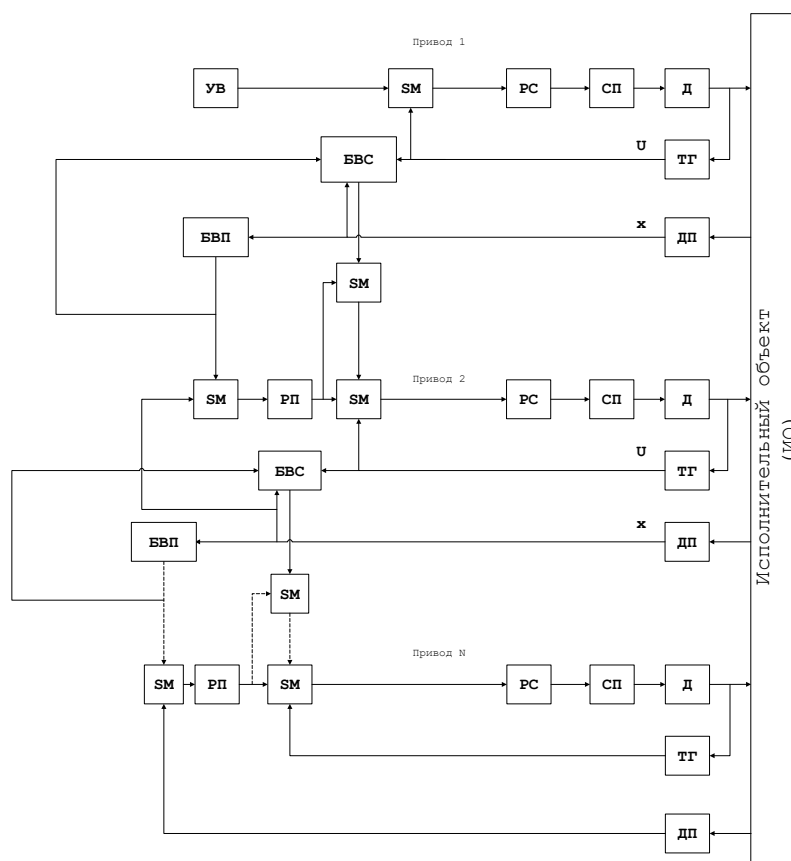


Рис. 1. Реализация системы взаимосвязанного управления

Взаимосвязанное движение исполнительных механизмов в представленной схеме осуществляется следующим образом. В исходном состоянии на всех входах приводов сигнал управления отсутствует и связанные с ними исполнительные механизмы объекта ИО неподвижны. На вход первого привода 1 с датчика УВ подается сигнал задания скорости, который может изменяться во времени по любому закону. В качестве датчика скорости может использоваться любой функциональный генератор. Сигнал с датчика УВ поступает на вход сумматора *SM*, на второй вход которого подается сигнал с тахогенератора ТГ. Полученная разность сигналов подается на регулятор скорости РС, а с него на силовой преобразователь СП, выход кото-

рого подключен к двигателю Д. Двигатель начинает обрабатывать воздействие и исполнительный механизм соответствующей координаты объекта управления приводится в движение.

При этом начинает вращаться датчик положения, механически связанный с исполнительным механизмом. Сигнал с датчика ДП положения подается на вход блока БВП вычисления положения и на первый вход блока БВС вычисления скорости, на второй вход блока вычисления скорости подается с тахогенератора ТГ, а на третий – с выхода блока БВП вычисления положения. Выход блока БВС вычисления скорости соединен с входом сумматора SM . Связь между приводами осуществляется по линейному закону и на вход привода 2 подается сигнал, вычисленный по формуле $Y = K_x$. Блок вычисления положения устанавливает коэффициент и умножает его на входной сигнал. В блоке перемножения вычисляется произведение текущего значения с датчика положения первой координаты и постоянного значения, величина которого определяется тангенс угла наклона воспроизводимого движения. Выход блока вычисления положения связан с регулятором РП положения через второй сумматор SM . На второй вход второго сумматора SM подается сигнал со второго датчика ДП положения этой же координаты и одновременно сигнал с датчика положения поступает на второй блок БВП вычисления положения. Полученная разность сигналов с второго сумматора SM поступает на вход регулятора положения, а с его выхода сигнал поступает на второй вход четвертого сумматора SM и на вход третьего сумматора SM . В блоке БВС вычисляется значение соотношения скоростей по следующему соотношению: $U_2 = U_1 K$, где $K = \operatorname{tg} \arctg y / x$ или $= y / x$. Блок вычисления скорости ведомой координаты состоит из делителя и блока умножения. В блоке деления определяется соотношение координат, получаемых с датчика положения ведущей координаты и вычисленного положения БВП. Полученное частное умножается на значение текущей скорости первой (ведущей) координаты. В четвертом сумматоре SM вычисляется разность скоростей с регулятора положения РП и вычисленного значения скорости в блоке БВС вычисления скорости. Полученная разность сигналов в виде корректирующего сигнала поступает на вход третьего сумматора SM , на третий вход которого поступает сигнал с датчика скорости этой же координаты и далее на вход второго регулятора скорости РС, а затем через второй силовой преобразователь СП на второй двигатель Д, приводя в движение исполнительный механизм второй координаты объекта ИО.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В РТК ГИДРОРЕЗАНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ

Постоянно возрастающая сеть нефтепроводов и газопроводов при их обслуживании требует врезки и вырезки определенной формы полостей. Для этого используются роботизированные технологические комплексы (РТК) гидрорезания. Технологический робот осуществляет процесс гидрорезания технологических профилей различной формы в нефтепроводах и нефтехранилищах для дальнейшего проведения очистных, контрольных монтажных и иного вида работ. Вид вырезаемых поверхностей (профилей) определяют траектории движения (далее также технологические траектории) головки гидрореза. В итоге вид вырезаемой поверхности в свою очередь определяет вид управляющих для приводов технологического робота воздействий. Описание и компьютерные модели задатчиков траекторий необходимы также при моделировании РТК.

Характерные вырезаемые поверхности в трубопроводах – это прямоугольник с размерами $0,5 \times 1,0$ м или окружность при виде по нормали к поверхности. В последнем случае имеем поверхность в виде пересечения двух цилиндров под прямым углом или эллипс при другом угле. Типоразмеры диаметров труб 200 – 1200 мм. При врезании труб рассматриваем соотношение диаметров: базовая труба диаметр $1D$ (1200 мм), врезаемая труба диаметром $0,5D$ (600 мм).

Рассмотрим наиболее характерный вариант – пересечение двух цилиндров, рис. 1. Выберем систему координат таким образом, чтобы главная ось цилиндра с наибольшим диаметром D совпадала с осью абсцисс OX , а главная ось цилиндра с меньшим диаметром d ($d \leq D$) – с осью аппликата OZ .

Совокупность кривых, образуемых пересечением данных цилиндров, описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} y^2 + z^2 = D^2; \\ x^2 + y^2 = d^2. \end{cases}$$

Откуда имеем

$$z^2 - x^2 = D^2 - d^2.$$

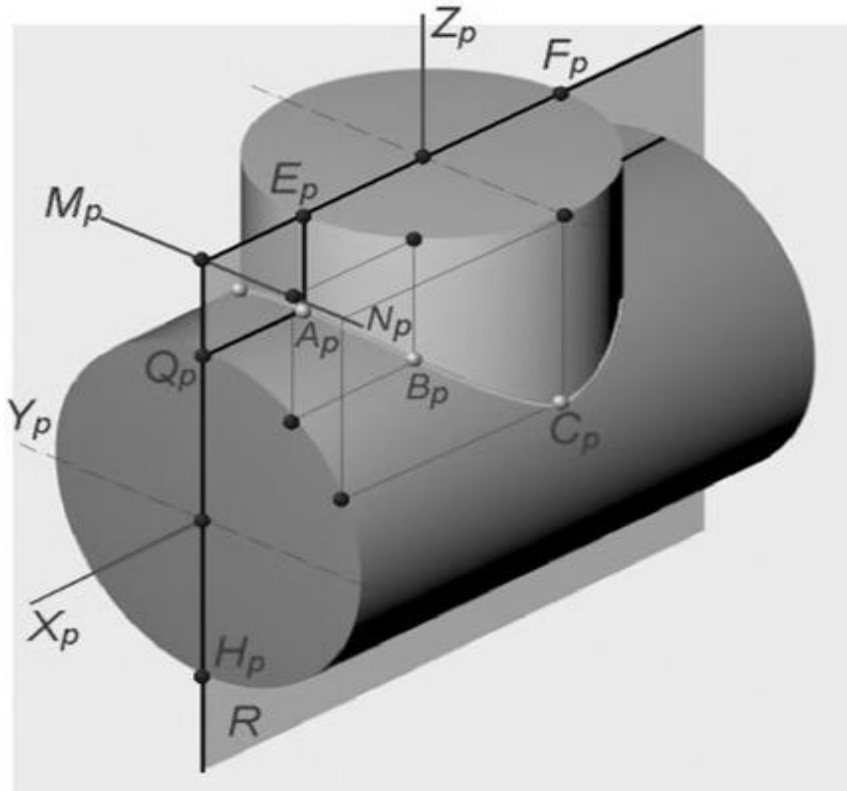


Рис. 1. Пересечение цилиндров

Искомая траектория лежит на гиперболическом цилиндре (цилиндре, направляющей которого служит гипербола). В частном случае $d = D$ (пересечение цилиндров равного диаметра), гиперболический цилиндр вырождается в пару пересекающихся плоскостей $z = \pm x$.

В параметрическом виде меньший цилиндр описывается уравнением

$$R_d(\varphi, z) = (d \cos \varphi, d \sin \varphi).$$

При изменении углового параметра φ точка радиус-вектор $R_d(\varphi, z(\varphi))$ будет двигаться по линии пересечения цилиндров, если одновременно будет соблюдаться условие принадлежности большему цилиндру:

$$z(\varphi) = \pm \sqrt{D^2 - y^2} = \pm \sqrt{D^2 - d^2 \sin^2 \varphi}.$$

Выбирая положительную ветвь корня (верхнюю из кривых), получаем параметрическое уравнение верхней траектории.

$$r(\varphi) = \left(d \cos \varphi, d \sin \varphi, \sqrt{D^2 - d^2 \sin^2 \varphi} \right)$$

В частном случае при пересечении цилиндров равного диаметра, кривая (вернее, ее сегмент) является плоской кривой – полуэллипсом с полуосями D (вершина малой полуоси соответствует точке C_p) и $\sqrt{2}D$ (вершина большой полуоси соответствует точке A_p), лежащим в плоскости $z = x$. Модель задатчика траектории движения представлена на рис. 2.

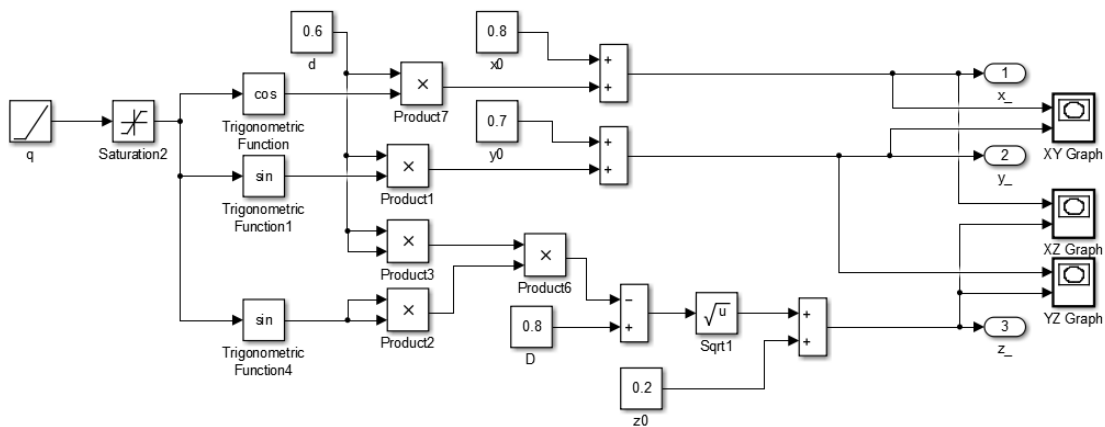


Рис. 2. Компьютерная модель задатчика траектории

Аналогичный подход используется при вырезании прямоугольника на боковой поверхности трубы, рис. 3. Траекторию можно условно разбить на более простые геометрические элементы: отрезки 1 – 2 и 3 – 4 представляют собой дуги окружности радиуса R , а отрезки 2 – 3 и 4 – 1 могут быть аппроксимированы отрезками двух параллельных прямых.

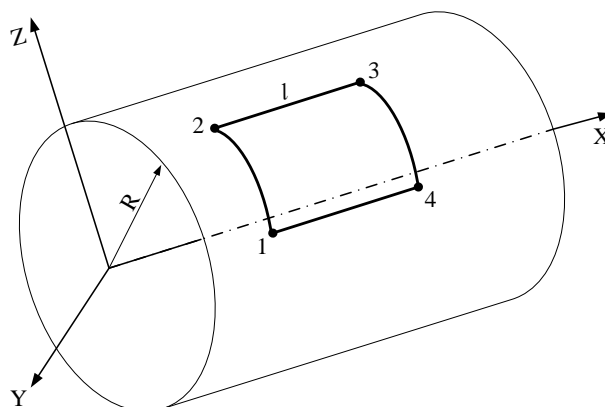


Рис. 3. Прямоугольник на боковой поверхности

Компьютерные модели для характерных участков 1 – 2, 2 – 3 приведены на рис. 4, рис. 5. Для конкретной кинематики робота далее решается прямая или обратная задача динамики для непосредственного формирования управляющих воздействий для координатных приводов.

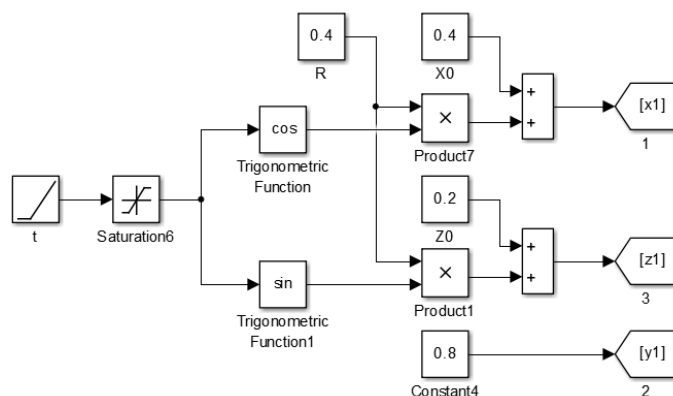


Рис. 4. Модель задатчика, реализующая движение по участку 1 – 2

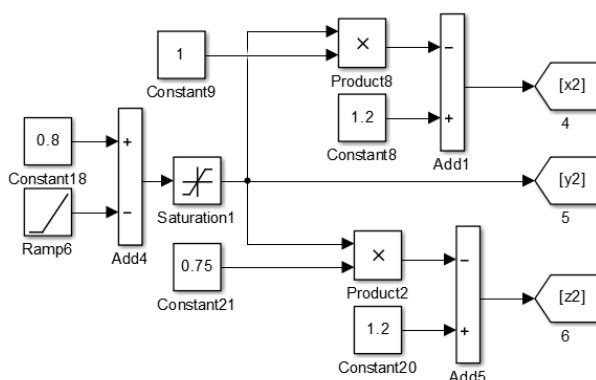


Рис. 5. Модель задатчика, реализующая движение по участку 2 – 3

Список использованных источников

1. Кобзев, А. А. Алгоритмы управления технологическим манипулятором гидрорезания нефтепроводов с учетом специфики выполняемого процесса / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, А. А. Махфуз // Динамика сложных систем – XXI век. – 2016. – № 4. – С. 36-45.
2. Кобзев, А. А. Обоснование и выбор кинематической структуры манипулятора гидрорезания нефтепроводов / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, А. А. Махфуз // Фундаментальные исследования. 2016. – № 10 (часть 1). – С. 53-61.
3. Степанов, Ю. С. Современные технологии гидро- и гидроабразивной обработки заготовок / Ю. С. Степанов, Г. В. Барсуков, Е. Г. Алюшин // Научно-технические технологии в машиностроении, 2012. № 6. – С. 15-20.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Электроусилители рулевого управления (ЭУР) в последнее время получили широкое распространение на автомобилях. Это обусловлено возрастающими моментами сопротивления колес при контактировании шин с поверхностью дороги и требованиями повышения быстродействия и точности изменения угла поворота колес. Эффект введения ЭУР состоит в уменьшении нагрузок на водителя, повышении быстродействия и точности управления исполнительными органами – угловым положением передних колес автомобиля. В зависимости от вида энергоносителя применяют два вида ЭУР – на основе гидропривода и электропривода. ЭУР на основе электроприводов имеют предпочтение, в которых в принципе отсутствует гидравлика, а, следовательно, возможные утечки и другие особенности, связанные с эксплуатацией и обслуживанием гидросистем. Внедрение ЭУР позволило расширить возможности в части функций управления и создания систем курсовой устойчивости, автоматической парковки, стабилизации скорости движения и др.

С позиции автоматизации процессов управления ЭУР относится к классу систем автоматического управления. Далее их можно отнести к группе мехатронных систем, в которых регулируемой координатой является угловое перемещение колес автомобиля. Различают две схемы компоновки ЭУР в зависимости от места установки двигателя и организации силового потока в кинематической цепи рулевого колеса – шестерня-река (червячная пара) и далее через систему рычагов колесо автомобиля. В одних автомобилях исполнительный двигатель устанавливается как автономный силовой модуль с передачей движения через дополнительный редуктор и шестерню на рейку. Рейка является сумматором управляющего воздействия по угловому положению и момента оператора и дополнительного перемещения и момента от ЭУР. Другой вариант – встроенный в рулевой вал моментный двигатель.

Функциональная схема системы управления траекторией движения автомобиля – ЭУР с водителем (оператором) в контуре управления приведена на рис. 1. Оператор показан в виде функционального блока «О» и ниже,

как сумматор, замыкающий систему по цепи главной обратной связи.

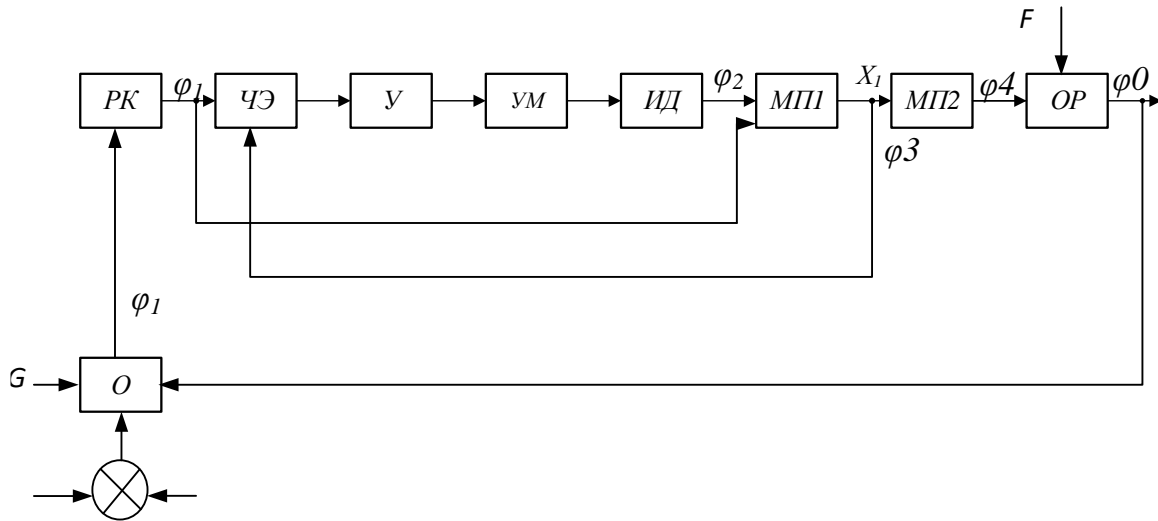


Рис. 1. Функциональная схема системы

На рис. 1 приняты следующие обозначения: *PK* – рулевое колесо; *O* – оператор; *ЧЭ* – чувствительный элемент; *У* – усилитель; *УМ* – усилитель мощности; *ИД* – исполнительный двигатель ЭУР; *МПП* – механическая передача (шестерня-рейка с элементами ЭУР: редуктор + шестерня); *МП2* – система рычагов между звеньями рейка – рулевое колесо; *ОР* – объект регулирования (колесо автомобиля) с приведенной массой автомобиля; *G* – траектория движения (уравнение трассы воспринимаемое оператором); φ_1 – угол поворота рулевого колеса; φ_2 – угол поворота исполнительного двигателя ЭУР; φ_3 – угол поворота шестерни, передача шестерня-рейка; φ_4 – угол поворота колеса автомобиля; X_1 – перемещение рейки; φ_0 – угол между продольной осью автомобиля и средней линией дороги, *F* – возмущение, действующее на колесо автомобиля при движении.

Особенности системы:

1. ЭУР представляет автономную САУ, встроенную в полуавтоматическую, в которой главная обратная связь по положению замыкается через оператора.

2. При управлении траекторией движения автомобиля оператор выполняет следующие функции:

- анализирует траекторию трассы (*G*);
- анализирует расположение продольной оси автомобиля φ_0 , с которой должно совпадать угловое положение колеса при $\varphi_0 = 0$;

- определяет требуемый угол поворота рулевого колеса φ_1 и выполняет поворот рулевого колеса на этот угол $\varphi_1 = F(G, F, V)$ с учетом скорости движения автомобиля;

- управляет скоростью движения автомобиля, учитывая при этом взаимосвязь угла поворота автомобиля от скорости.

2. Поворот колеса автомобиля на требуемый угол выполняется по двум каналам:

- канал оператора: рулевое колесо – рулевой вал – передача шестерня-рейка – поворотный рычаг колеса;

- канал ЭУР: ЧЭ – У – УМ – ИД – МП1 – МП2.

Обе составляющие складываются на передаче шестерня-рейка.

САУ ЭУР можно рассматривать в двух вариантах:

1) моментный привод. ЭУР создает дополнительный момент, который складывается с моментом на рулевом валу, создаваемый оператором, на передаче шестерня-рейка. Чувствительный элемент – торсион, определяет момент, который дополнительно требуется приложить к рейке и, в конечном итоге, к колесу автомобиля;

2) следящая система. ЭУР представляет позиционно-силовой следящий привод, в котором: φ_1 – управляющее воздействие; X – регулируемая координата. Необходимый силовой поток (момент) ЭУР при этом создается ИД. Чувствительный элемент выполнен на двух датчиках положения – 1) датчик углового положения рулевого колеса (управляющее воздействие); 2) датчик линейного перемещения рейки (регулируемая координата).

В обоих вариантах САУ замыкается по промежуточной координате – линейному перемещению рейки. Рычаг рулевого колеса и непосредственно колесо автомобиля представляют свободное звено и рассматриваются как абсолютно жесткие. Параметры (плечи) рычага выбираются из условия общего коэффициента механической передачи (угол поворота рулевого колеса – угол поворота колеса автомобиля).

Список использованных источников

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей и электромобилей. – М. : Горячая линия – Телеком, 2019. – 480 с.

2. Смирнов, А. В., Муханов А. В. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилями / А. В. Смирнов, А. В. Муханов. – СПб, Краснодар: Лань, 2012. – 620 с.

3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб. : Профессия, 2003. – 752 с.

4. Пантелеев, А. В., Бортаковский, А. С. Теория управления в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. – М. : Высшая школа, 2003. – 583 с.

УДК 62-53.001

А. А. Кобзев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РТК ГИДРОРЕЗАНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ

Ежегодный рост объемов добычи нефти приводит к постоянному расширению мировой сети нефтепроводов и связанных с ними нефтехранилищ. Это характерно как для России, США, так и для стран Ближнего Востока. Для проведения очистных, контрольных, монтажных работ на поверхностях труб и резервуаров вырезаются технологические отверстия различной формы. Горючие отложения на внутренних поверхностях не допускают применения для их резки методов, сопровождающихся пламенем и искрой, таких как резка металлическим инструментом, электро- и газорезка, лазерная резка. Здесь весьма эффективно применение процесса гидрорезания водной струей с абразивом, реализуемого специализированным мобильным робототехническим комплексом (РТК), состоящим из транспортной системы и расположенных на ней многокоординатного технологического робота (ТР) и системы гидроабразивной резки.

Функциональная схема РТК представлена на рис. 1.

Входными данными при реализации процесса гидроабразивной резки нефтепроводов являются: 1) координаты точки выхода на позицию резания G , задаваемые транспортной системе; 2) управляющая программа X_g для технологического робота, обеспечивающая воспроизведение заданного профиля Φ вырезаемой поверхности трубы и соответствующие ей технологические параметры T . Необходимо обеспечить согласование осей систем координат РТК и объекта резания, а также компенсировать отклонение формы фактической поверхности резания от программной. На схеме показаны эквивалентные возмущения: F_1 – со стороны рельефа местности при движении транспортной системы; F_2, F_3 – порождающие отклонения $\Delta X, \Delta G$.

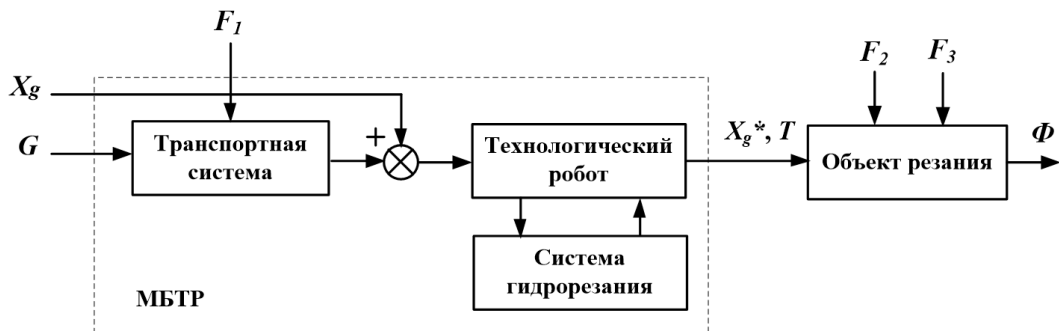


Рис. 1. Функциональная схема мобильного РТК

Выделим особенности мобильного РТК и задачи управления, определяющие алгоритмы и структуру системы управления РТК.

Особенности:

- РТК состоит из двух последовательно соединенных систем – транспортной системы (мобильного робота) и технологического робота;
- неопределенность рельефа местности при движении мобильного робота и, как следствие, ограниченная точность выхода мобильного робота в исходную точку для работы технологического робота;
- неопределенность в малом пространственного взаимного расположения технологического робота и поверхности резания;
- не идеальность поверхности резания (трубы, резервуара), обусловленная сварными швами, деформациями, загрязнением и др.).

Задачи управления:

- согласование систем координат технологического робота и объекта резания, ввод корректирующих поправок в базовую программу;
- управление перемещением рабочего органа РТК по траектории, соответствующей заданной форме и размерам фигуры резания в условиях неидеальности поверхности резания;
- стабилизация расстояния сопла (поверхность среза) от поверхности резания;
- обеспечение ориентации струи по нормали к поверхности резания в текущей точке технологической.

Задача разработки программно-алгоритмического обеспечения многоплановая и предусматривает управление мобильным и технологическим роботами на всех этапах технологического процесса. Первоначально следует разработать обобщенный алгоритм управления ТР, представляющий собой последовательность выполнения основных операций, выделенных по

технологическим признакам (вывод ТР на исходную позицию, движение, поиск определенных условий, вид операции и др.). Затем следует переходить к алгоритмам выполнения процедур и условий обобщенного алгоритма. Блок-схема обобщенного алгоритма приведена на рис. 2.

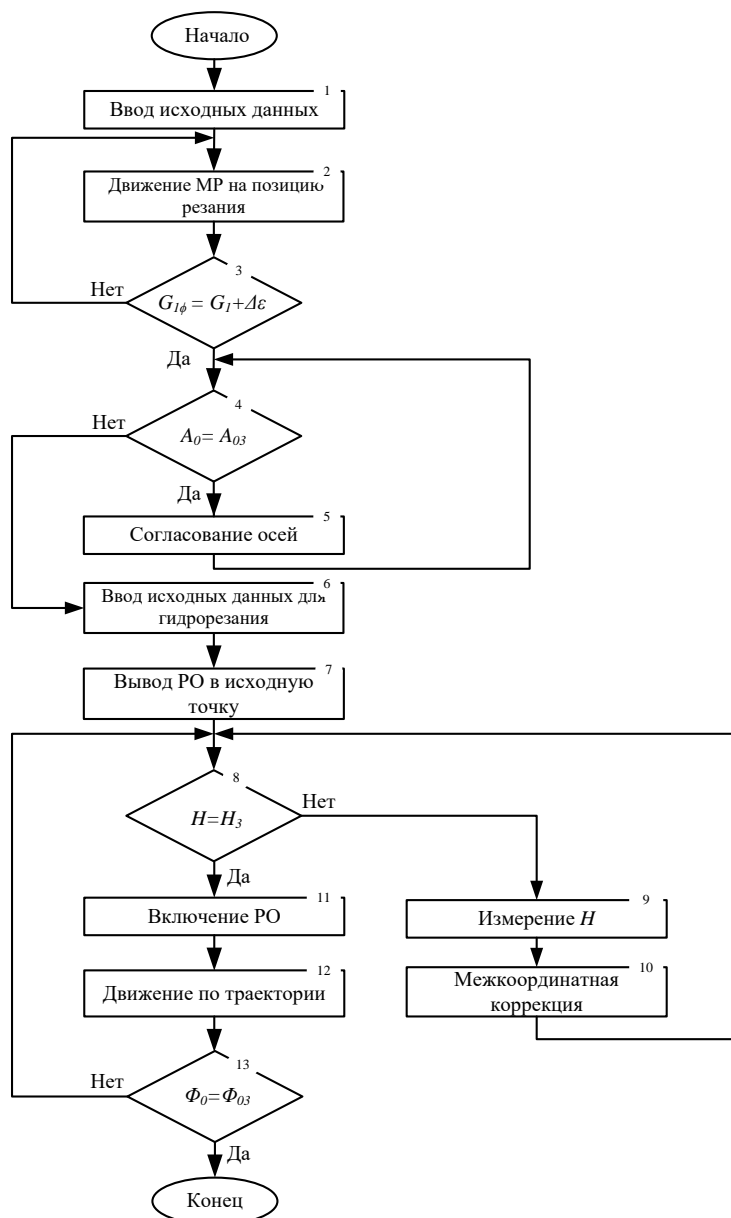


Рис. 2. Блок-схема обобщенного алгоритма

Основные процедуры обобщенного алгоритма:

1. Ввод исходных данных для выхода мобильного РТК из исходной точки на позицию выполнения технологической операции (блок 1).
2. Движение РТК из исходной точки на позицию резания (блок 2).

3. Определение фактических координат выхода в исходную точку выполнения технологической операции $G_{1\phi}(x_1, y_2, z_3)$ (блок 4).

4. Согласование систем координат и осей ТР и объекта резания – трубы (блоки 4, 5).

5. Выход в исходную точку и ввод исходных данных для выполнения операции гидроабразивной резки: координаты исходной точки и программа вырезаемого профиля на поверхности трубы (блоки 6, 7).

6. Анализ значения комплексной оценки H , определяющей перпендикулярность оси струи к поверхности резания и расстояние до нее h (блоки 8, 9), и при необходимости ее стабилизация включением алгоритма межкоординатной коррекции (блок 10).

Выполняемые процедуры по п. п. 4, 5, 6 реализуются «своими» алгоритмами. В основу локальных алгоритмов были положены подходы и методика построения алгоритмов позиционно-силового управления при выполнении сборочных работ с использованием метода оценочной функции и алгоритмов адаптивного управления на основе четвертой формы инвариантности.

Список использованных источников

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств // С.Пб.: Лань, 2012. – 606 с.

2. Томас Бройнль. Встраиваемые робототехнические системы // Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 518 с.

3. Кобзев, А. А. Алгоритмы управления технологическим манипулятором гидрорезания нефтепроводов с учетом специфики выполняемого процесса /А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, А. А. Махфуз // Динамика сложных систем – XXI век, 2016. – № 4. – С. 36-45.

4. Кобзев, А. А. Особенности построения РТК гидроабразивной резки труб нефтепроводов / А. В. Лекарева, А. А. Кобзев, А. А. Махфуз // Экстремальная робототехника и конверсионные тенденции. СПб. : ИПЦ ООО «Политехника-принт», 2018. – С. 367-376.

СТРУКТУРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Электроусилитель рулевого управления (ЭУР) следует рассматривать как систему автоматического управления. Применительно к терминологии сегодняшнего дня в САУ ЭУР является мехатронной системой. Действительно, это система, которая в конечном итоге формирует траекторию движения транспортного средства в горизонтальной плоскости и относится к группе автомобильной мехатроники. Система содержит два контура управления: 1) угловым положением передних колес (в большинстве случаев) колес; 2) скоростью движения автомобиля. Влияние скорости движения определяют оператор, непосредственно задающий угловое положение колес. На управляющее воздействие влияет также рельеф местности (аналитическое описание – семейство гармоник с разными частотами и амплитудами. При движении на объект влияет взаимодействие массы автомобиля через подвеску с поверхностью грунта, коэффициент сцепления колес и пр., которое учитывается как возмущение. По существу, наблюдается удивительный эффект: объект управления (автомобиль) при движении непосредственно сам генерирует возмущающее воздействие для себя. Анализ влияния скорости и взаимодействия автомобиля с рельефом трассы движения представляет самостоятельное рассмотрение и описание и в докладе не рассматривается. В докладе рассматривается контур управления угловым положением колес как мехатронная система управления угловым положением колес с оператором в контуре управления. Возмущения, порождаемые при движении автомобиля и его взаимодействия с поверхностью трассы учитываются как дополнительные возмущения на объект настоящей мехатронной системы – колесо автомобиля.

Структурная схема системы управления угловым положением продольной оси автомобиля относительно трассы движения в текущий момент времени с ЭУР и оператором в контуре управления приведена на рис. 1. Канал управления скорости на схеме не показан. В блоках указаны передаточные функции $W_i(p)$ звеньев.

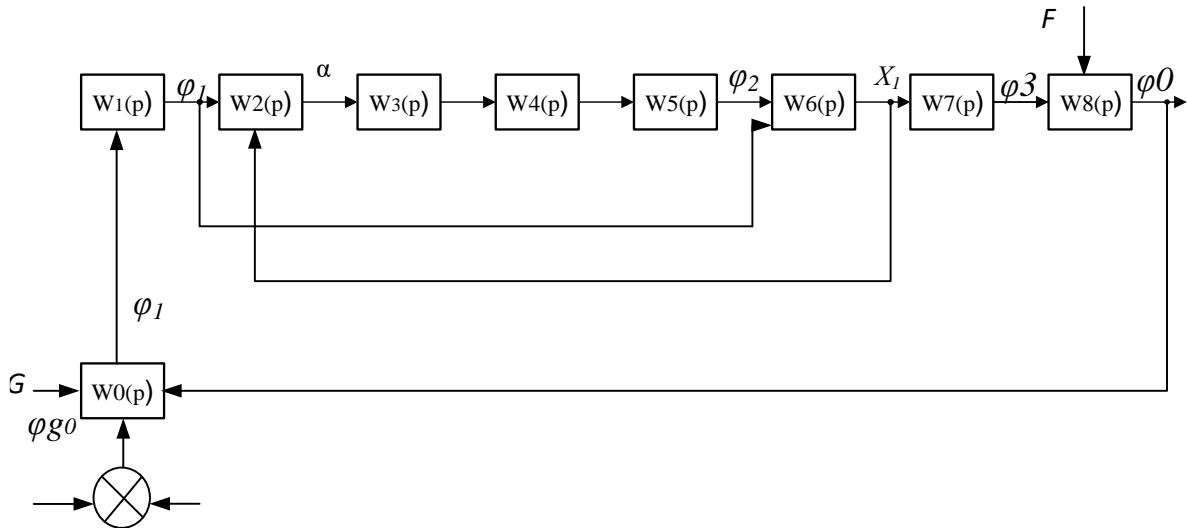


Рис. 1. Структурная схема системы

Схема дана применительно к варианту ЭУР в виде автономного привода, исполнительный двигатель которого через свою передачу и шестерню соединен с рейкой. На рисунке в блоках показаны передаточной функции описывающие компоненты системы:

- $W_0(p)$ – оператор, который, как звено автоматического управления, выполнят три функции: 1) получает задание на движение по траектории G (φ_{g0}); 2) анализирует положение продольной оси автомобиля на трассе движения автомобиля φ_0 ; 3) замыкает систему по цепи главной обратной связи по положению – определяет и формирует управляющее для системы управления воздействие, куда входит и ЭУР, φ_1 – угол задания поворота рулевого колеса;
- $W_1(p)$ – рулевое колесо;
- $W_2(p)$ – торсион, являющий одновременно чувствительным элементом системы и звеном, замыкающим ЭУР по цепи главной обратной связи;
- $W_3(p)$ – регулятор электропривода ЭУР;
- $W_4(p)$ – силовой преобразователь привода ЭУР;
- $W_5(p)$ – исполнительный двигатель с редуктором и выходной шестерней, выходная координата φ_2 – угол поворота шестерни ЭУР;
- $W_6(p)$ – шестерня-рейка. Здесь она выполняет две функции: 1) суммирует угол поворота рулевого вала от оператора и дополнительной составляющей по углу и моменту, формируемые ЭУР; 2) передает линейное перемещение X на систему поворотных рычагов колеса автомобиля;

- $W_7(p)$ – совокупность поворотных рычагов звена шестерня-рейка-колесо автомобиля, включая коэффициент передачи колеса автомобиля как звена САУ, регулируемая координата φ_3 – угол поворота колеса;
- $W_8(p)$ – объект управления – автомобиль (это динамическое звено, определяемое многими параметрами (масса, скорость, динамика подвески, тормозные силы и пр.). Динамика автомобиля оказывает влияние на регулируемую координату и оценивается непосредственно оператором.

Принимаем коэффициент передачи цепи главной обратной связи через оператора равной единице. Тогда передаточную функцию оператора вносим в прямой контур. Представляем оператора, как динамическое звено в виде трех компонентов: 1) модуль анализа и выработки решения; 2) модуль формирования сигналов для верхних конечностей (задание углового положения рулевого колеса); 3) модуль формирования сигналов для нижних конечностей (задание скорости движения в виде углового положения педали сектора газа). Соответственно будет три передаточные функции. Влияние скорости движения на угловое положение автомобиля можно учесть введя функциональную зависимость угла поворота колеса от скорости или дополнить схему контуром регулирования скорости движения.

Для математического описания системы автоматического управления траекторным перемещением автомобиля используется система передаточных функций согласно структурной схеме. Обязательно учитывается динамика оператора, как звена автоматического управления.

Список использованных источников

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей и электромобилей. – М. : Горячая линия – Телеком, 2019. – 480 с.
2. Смирнов, А. В. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилями / А. В. Смирнов, А. В. Муханов. – СПб, Краснодар: Лань, 2012. – 620 с.
3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб. : Профессия, 2003. – 752 с.
4. Пантелеев, А. В., Бортаковский, А. С. Теория управления в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. – М. : Высшая школа, 2003. – 583 с.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАК ИСТОЧНИКА ВОЗМУЩЕНИЯ НА МЕХАНИКА-ВОДИТЕЛЯ

При движении транспортного средства по пересеченной местности на механика-водителя оказывают воздействие неровности профиля дорожной поверхности, а также ускорения при разгоне и в большей степени при экстренном торможении. Эти факторы необходимо учитывать для обеспечения безопасности водителя. В данной статье рассмотрено влияние профиля дорожной поверхности, как источника возмущения на механика водителя.

Профиль дороги делится на три составляющие – макропрофиль, микропрофиль и шероховатости, что обусловлено различным воздействием их на транспортное средство (ТС) и соответственно на механика-водителя. Макропрофиль, состоящий лишь из длинных плавных неровностей (длина волны 100 м и более), практически не вызывает колебаний ТС на подвеске, но заметно влияет на динамику ТС, режим работы двигателя и трансмиссии. Микропрофиль состоит из неровностей (длина волны от 10 см до 100 м), вызывающих заметные колебания ТС на подвеске, но не содержит длительных спусков и подъемов, изменяющих режим работы двигателя. Шероховатости (длина волны менее 10 см) сглаживаются шинами и не вызывают ощутимых колебаний ТС, но влияют на работу шин (сцепление, износ и т. п.).

Так как в статье рассматривается влияние неровностей на механика водителя, то влияние шероховатости исследоваться не будут.

Целью моделирования профиля поверхности является определение сил реакции поверхности на машину и, следовательно, на механика-водителя. Сила реакции определяется выражением $R_z = Mg \cos \alpha$. На самом деле сила реакции зависит от многих динамических факторов, определяемых поведением системы.

Задавать профиль поверхности для моделирования наиболее удобно с помощью гармонических сигналов. Например, используем функцию

$$Z = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} X\right),$$

где A – амплитуда неровностей, T – период колебаний, X – текущее значение перемещения машины.

Приращение координаты Z колеса ТС при движении по неровной поверхности определяется выражением $\Delta Z_{ki} = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} X\right)$, или с учетом угла подъема дорожной поверхности

$$Z_{ki} = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} X\right) + X \sin \alpha,$$

где α – угол подъема.

Угол γ нормальной силы реакции RZ_i определяется выражением

$$\gamma_i = \operatorname{arctg} \frac{d(\Delta Z_{ki})}{dt} + \alpha.$$

Сила реакции определяется выражением

$$R_i = \frac{\frac{M_{\Pi}}{14} \Delta \ddot{z}_i + k_{\Delta} (\Delta \dot{z}_i + \Delta \dot{z}_{ki}) + c (\Delta z_i + \Delta z_{ki}) + mg + \frac{M_{\Pi}}{14} g}{\cos \gamma_i - f |\sin \gamma_i|}.$$

В результате моделирования выявлено, что при торможении и разгоне на механика-водителя в продольном направлении действуют ускорения, равные $0,6g$, а в вертикальном направлении при движении по неровной дороге действуют силы реакции поверхности, зависящие от скорости движения машины и характера профиля неровности дороги.

УДК 629.36, 681.518.5

Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

При построении систем управления транспортным и технологическим оборудованием важное значение имеет информация о видах управляющего и возмущающего воздействий. Особенно остро этот вопрос встает в слу-

чаях, когда выходная регулируемая координата не охвачена главной обратной связью. В этих случаях эффективно построение систем управления с параллельной эталонной моделью. Важным элементом в таких структурах является модуль получения информации о текущих управляющем и возмущающих входных воздействиях. Для этой цели целесообразно использовать анализатор этих воздействий. Рассмотрим возможный вариант построения прогнозирующего анализатора управляющего и возмущающего воздействий.

При выборе метода прогнозирования функций в динамических системах требуется получить наилучшее в определенной норме приближение при минимальном числе измеренных значений. При этом основными вопросами являются выбор типового вида прогнозируемой функции, например, полинома.

Задача прогнозирования может быть решена с помощью методов интерполирования, причем ставится задача «интерполирования вперед» – экстраполирования, т.е. когда заданы $n + 1$ точки на плоскости и требуется найти полином степени $\leq n$, который проходит через эти точки (интерполирующий полином). Для построения этого полинома можно использовать различные методы: решение линейной системы для определения коэффициентов канонического полинома, использование коэффициентов полинома Лагранжа и построение таблиц разностных отношений и коэффициентов полинома Ньютона и др. Использование различных интерполяционных методик позволяет находить компромисс между точностью представления интерполируемых данных, скоростью вычислений и используемой памятью. Все методы работают на неравномерной сетке значений узлов интерполяции. Однако может потребоваться использование любого из этих методов, чтобы достичь нужной степени точности интерполяции (гладкости результатов).

Сравним перечисленные методы с учетом указанных требований.

1. Интерполяционный полином Лагранжа имеет вид

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x - x_0) \dots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \dots (x - x_n)}{(x_i - x_0) \dots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \dots (x_i - x_n)}. \quad (1)$$

Здесь x_i, y_i – известные значения аргумента (узлы интерполяции) и функции.

2. Интерполяционный многочлен Ньютона с разделенными разностями. Используя разделенные разности, интерполяционный многочлен Ньютона можно записать в следующем виде:

$$P_n(x) = f(x_0) + f(x_0; x_1)(x - x_0) + f(x_0; x_1; x_2)(x - x_0)(x - x_1) + \dots + f(x_0; x_1; \dots, x_n)(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}) = \sum_{k=0}^n f(x_0; x_1; \dots, x_k) \omega_k(x) \quad (2)$$

Здесь $\omega_0(x) \equiv 1, \omega_k(x) = (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{k-1})$.

Если интерполируемая функция задана на таблице с постоянным шагом h , то, используя формулу связи между разделенными и конечными разностями и вводя безразмерную переменную $t = (x - x_0)/h$ многочлен Ньютона (2) можно записать в следующем виде:

$$P_n(x) = P_n(x_0 + ht) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!} t + \frac{\Delta^2 y_0}{2!} t(t-1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!} t(t-1) \dots (t-n+1). \quad (3)$$

Многочлен (3) – интерполяционный многочлен Ньютона с конечными разностями для интерполяции вперед.

В практическом плане формула (3) обладает рядом преимуществ перед формулой Лагранжа (1). Пусть, например, по каким-либо причинам необходимо увеличить степень интерполяционного многочлена на единицу, добавив в таблицу еще один узел x_{n+1} . При использовании формулы Лагранжа (1) это приводит не только к увеличению числа слагаемых, но и к необходимости вычислять каждое из них заново. В тоже время для вычисления $P_{n+1}(x)$ по формуле Ньютона достаточно добавить к $P_n(x)$ лишь одно очередное слагаемое, так как

$$P_{n+1}(x) - P_n(x) = f(x_0; \dots; x_n; x_{n+1}) \omega_{n+1}(x).$$

Имея начальный массив значений приближенной функции перемещения массив конечных разностей формируется достаточно просто и расчет прогнозируемой функции может быть реализован в реальном времени.

Алгоритм работы прогнозирующего анализатора заключается в следующем. При перемещении точки по заданной траектории, которая в общем случае является величиной случайной, производится измерение текущих

координат в дискретные моменты времени. По измеренным значениям вычисляются конечные разности первого, второго и т.д. порядков. Моменты времени, в которые производится измерение координат, определяются скоростью движения по траектории. Значения параметров периодически обновляются при перемещении точки на один шаг. При моделировании расчет прогнозируемой функции проводился по пяти измеренным значениям начальных точек. Таким образом, необходимо помнить всего 15 значений промежуточных параметров, что не предъявляет высоких требований к системе. Прогнозирование функции перемещения можно осуществлять вперед на любое количество шагов. Но чем ближе к измеренным значениям производится прогнозирование, тем точнее будет получена искомая функция. Результаты моделирования показали следующее:

- 1) принципиально возможно решение задач прогнозирования динамических функций с использованием полиномиальной интерполяции;
- 2) одним из видов аппроксимирующего полинома может быть рекомендована вторая интерполяционная формула Ньютона;
- 3) существенным вопросом является вид начальных уставок и вид и частотного спектра анализируемых функций.

С учетом сказанного при составлении алгоритма работы прогнозатора использовались: интерполяционная формула Ньютона, кубическая интерполяция сплайнами и аппроксимация функций методом наименьших квадратов.

Для моделирования работы прогнозатора рассматривалась экстраполяция функций $y = f(x)$, реализующих возможные траектории движения на плоскости.

При постоянной горизонтальной составляющей скорости перемещения v закон изменения координаты x имеет вид $x = vt$ (где t – время). В этом случае моделирование движения на плоскости можно заменить эквивалентным моделированием во времени функций $y = A \sin vt$ и

$$y = A \sin vt + \frac{A}{2} \sin 2vt .$$

Проводился анализ точности прогнозирования (экстраполяции) функций при изменении их параметров (амплитуды и скорости), степени интерполяционного многочлена, шага интерполяции, количества узлов. Точность прогноза оценивалась по максимальной абсолютной погрешности экстраполируемой функции

$$E = |y(x) - P_n(x)|,$$

где $y(x)$ – истинное значение функции, $P_n(x)$ – значение, полученное в результате экстраполяции.

Анализ проведенных расчетов погрешности прогнозирования показал, что степень интерполяционного многочлена Ньютона, существенно влияет на точность экстраполяции при шаге интерполяции h , не превышающем 2 % от периода основной гармоники. В этом случае при увеличении порядка многочлена n на единицу максимальная погрешность снижается на порядок. С увеличением шага интерполяции влияние степени многочлена (а значит и объема исходной информации) на точность прогноза снижается и при $h \geq 0.04T$ (T – период основной гармоники) практически не зависит от n .

Наибольшее влияние на точность экстраполяции оказывает величина шага интерполяции h . Увеличение шага интерполяции в 2 раза (на интервале, где $h \leq 0.02T$) приводит к возрастанию ошибки до 40 раз при различных n . При $h \geq 0.06T$ максимальная абсолютная погрешность превышает 10 % от амплитуды основной гармоники и ее дальнейшее увеличение делает экстраполяцию невозможной.

Результаты моделирования показали следующее:

- 1) принципиально возможно решение задач прогнозирования динамических функций с использованием полиномиальной интерполяции;
- 2) одним из видов экстраполирующего полинома может быть рекомендована вторая интерполяционная формула Ньютона;
- 3) существенным вопросом является выбор оптимальных параметров экстраполирующей функции и частотного спектра анализируемых воздействий.

БОРТОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Для автоматической оценки технического состояния транспортного средства предлагается комплекс, выполненный в виде автоматизированной диагностической системы (АДС). Принцип работы АДС в простейшем варианте заключается в следующем. Сигналы с датчиков, установленных на объекте диагностирования, поступают в анализатор, который формирует диагностическое заключение и выдает его в виде информации о состоянии контролируемого объекта.

В результате проведенного анализа структурно-алгоритмического построения систем диагностирования транспортных средств, предлагается аппаратная реализация автоматизированной диагностической системы, в виде бортовой информационной системы транспортного средства (ТС).

Для оценки состояния и поведения ТС используется информация, получаемая с датчиков, расположенных на машине. Большинство датчиков являются аналоговыми и имеют различные диапазоны измерения. Многие датчики имеют нелинейную характеристику. Используются также дискретные датчики, работающие в качестве сигнализаторов, например, сигнализатор критической температуры охлаждающей жидкости, аварийного давления масла и другие, концевые выключатели главного фрикциона, горного тормоза, вентилятора. Еще один тип датчиков – импульсные датчики, например, для контроля пройденного пути.

В качестве информационно-управляющей системы используется бортовой компьютер (вычислитель), выполняющий сбор и обработку информации с датчиков, а также формирующий информационные сообщения и управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Для подключения датчиков к вычислителю необходимо выполнить обработку сигналов. К обработке сигналов относятся нормирование сигнала (усиление), т.е. приведение его к определенному значению, фильтрация, линеаризация, аналого-цифровое преобразование и другие виды обработки.

При использовании одного вычислителя он оказывается слишком перегруженным, т.к. очень много времени затрачивается на формирование ин-

формационных сообщений, что может привести к потере информации с датчиков в критических ситуациях. Поэтому предлагается разделить функции сбора и обработки информации с датчиков и формирования информационных сообщений на два вычислителя.

Такой подход к построению информационно-управляющей системы также имеет ряд недостатков, относящихся к топологии системы.

Датчики расположены на машине в различных точках. Это приводит к сложной организации разводки кабельного оборудования. Многие датчики имеют слабый сигнал, и при прокладке кабеля на большое расстояние происходит ослабление сигнала, засорение его помехами, наводками. Кроме того, система имеет низкую надежность. При обрыве кабеля информация с датчика полностью теряется, или, вычислитель может понять отсутствующий сигнал за исправный, что приведет к аварийным ситуациям.

Для решения этой задачи предлагается иной подход к построению информационно-управляющей системы. Каждый датчик выполняется в виде законченного мехатронного модуля, содержащего непосредственно первичный преобразователь (датчик), устройство преобразования сигнала и вычислитель. Для управления исполнительными устройствами также создается модуль, в состав которого входит вычислитель, усилитель преобразователь и исполнительный механизм. Каждый модуль выполняется в виде специализированного контроллера, содержащего вычислительное устройство и преобразователь.

Так как для обработки информации с дискретных датчиков не требуется сложных преобразований, то их можно подключить к модулю аналогового или импульсного датчика, который физически расположен ближе к дискретному датчику. В этом случае модули необходимо снабдить несколькими входами дискретного ввода.

Для связи модулей преобразователей с главным бортовым компьютером каждый модуль должен иметь последовательный интерфейс связи, например, *RS-485*, *USB* или *CAN*. *CAN*-интерфейс постепенно становится стандартом для распределенных систем управления на транспорте, в автомобильной технике и робототехнике. Можно также использовать интерфейс *SERCOS*, разработанный для цифровых следящих приводов и представляющий собой локальную кольцевую оптоволоконную сеть.

Структурная схема информационно-управляющей системы, построенной с использованием автономных модулей, приведена на рис. 1. Все модули объединены в бортовую двухпроводную или однопроводную сеть.

Дублирование линий связи позволяет существенно повысить надежность такой системы.

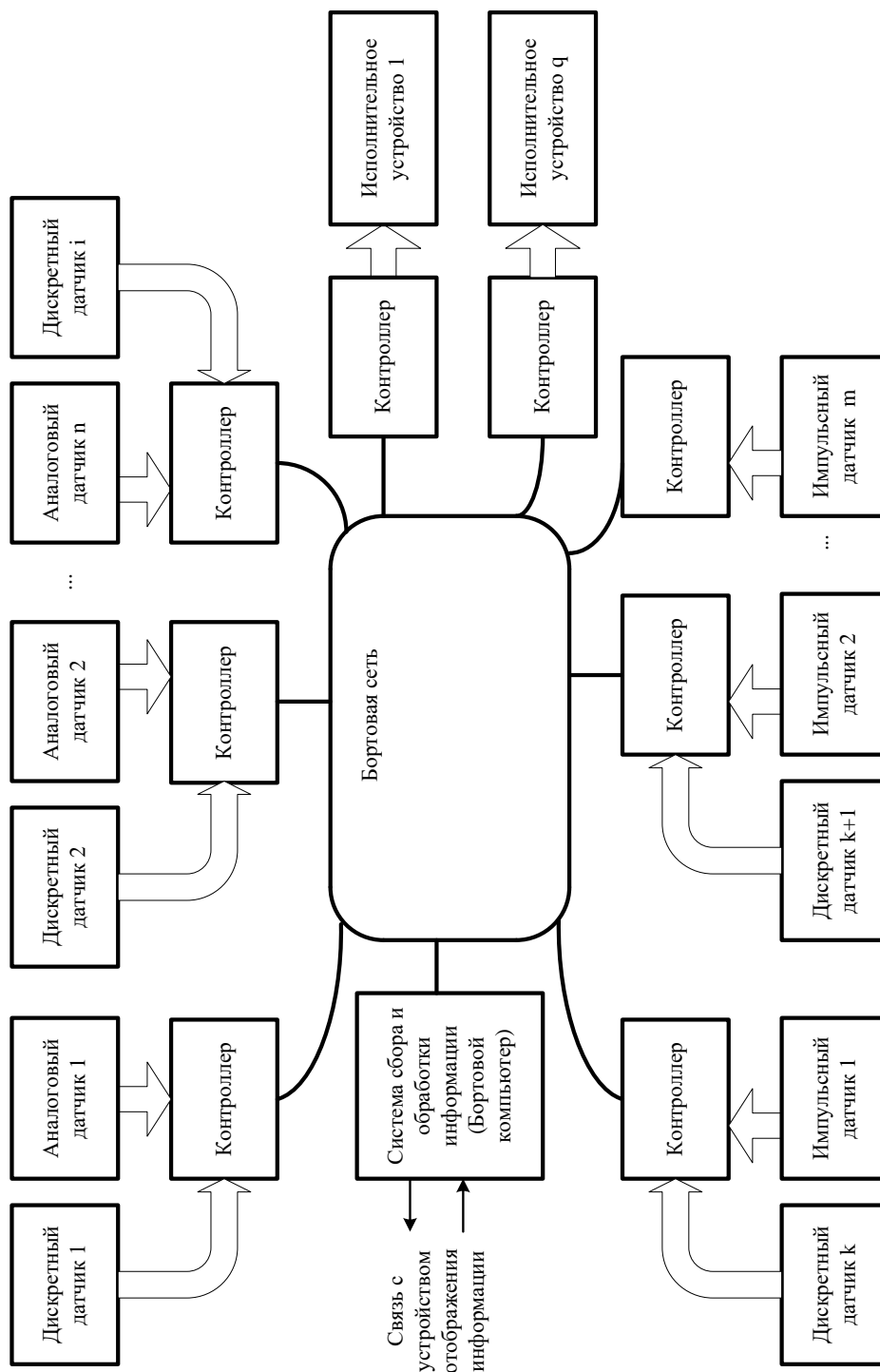


Рис. 1. Информационно-управляющая система на автономных модулях

На первый взгляд такой подход приведет к существенному удорожанию информационно-управляющей системы. Однако это не так. Каждый

вычислитель предназначен для выполнения узкоспециализированных задач и выполняется на недорогих контроллерах.

Еще один подход к построению модуля это использование программируемых логических интегральных схем – ПЛИС.

ПЛИС представляет собой матрицу логических вентилях, логика работы и переключения которых может быть задана программным образом. Популярность данной технологии обусловлена, прежде всего, малыми размерами устройств, скоростью их работы, малым энергопотреблением, и гибкостью по отношению к обновлению логики работы ядра ПЛИС.

Прежде чем компьютерная измерительная система сможет измерить некоторую физическую величину, например, температуру, физический сигнал с помощью датчика или измерительного преобразователя должен быть преобразован в электрический – ток или напряжение. Под преобразованием сигналов следует понимать процесс предварительной обработки сигналов с целью улучшения точности измерений, качества изоляции цепей (развязки), фильтрации и т.д.

Чтобы измерять сигналы с датчиков, необходимо преобразовать их в форму, которую может воспринять устройство аналого-цифрового преобразования. Например, у большинства термодпар выходное напряжение очень мало и соизмеримо с шумом. Следовательно, перед оцифровкой такого сигнала его необходимо усилить. Усиление (нормирование) является одной из форм преобразования. К другим типовым разновидностям преобразования сигналов относятся линеаризация, возбуждение датчика, развязка. Таким образом, наиболее целесообразно строить информационно-управляющую систему на основе автономных модулей. В качестве измерительных устройств текущих параметров следует применять интеллектуальные датчики (МЭМСы).

Бортовая сеть должна быть в варианте одно или двухпроводной или на оптоволоконной линии передачи. Учитывая специфику транспортного средства в части характера выполняемых работ и безопасности экипажа, линия связи должна быть резервирована (в простейшем варианте дублирование по бортам).

Список использованных источников

1. Кобзев, А. А., Мишулин, Ю. Е., Довбань, С. Н. Аппаратно-программный комплекс отладки алгоритмов диагностирования и управления

двигателем и шасси транспортных машин. // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2010. – С. 2-9.

2. Пархоменко, П. П., Сагомоян, Е. С. Основы технической диагностики. Кн. 2. Оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства. Под ред. П. П. Пархоменко. М. : Энергия, – 1981. – 320 с.

УДК 621.9

Ю. Е. Мишулин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА ПО СИСТЕМАМ ДВИГАТЕЛЯ И ШАССИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Возрастающие требования по повышению технического оснащения и совершенствованию специальной техники требуют автоматизации и информатизации рабочих мест экипажей транспортных средств. В этом случае решается целый ряд задач, связанных с разработкой алгоритмов диагностирования и управления двигателем и шасси. В процессе диагностирования в общем случае принимают участие объект диагностирования, технические средства диагностирования и человек-оператор, которые в совокупности образуют систему диагностирования. Функции человека-оператора изменяются в зависимости от степени автоматизации процесса диагностирования и от того, какое (рабочее или тестовое) диагностирование выполняется.

Взаимосвязь структурных и диагностических параметров транспортного средства в общем виде может быть представлена блок-схемой (рис. 1), где все системы и агрегаты разделены на две группы (возможны и другие классификации).

Первая группа состоит из систем, агрегатов и узлов, обеспечивающих безопасность движения (ОБД), а вторая – содержит остальные функциональные системы (ФС). Каждая группа включает в себя определенное число n агрегатов и систем из общей совокупности r . Техническое состояние каждого агрегата (системы) характеризуется каким-то набором $i \leq N$ диагностических параметров, где N – общее количество диагностических параметров, характеризующих состояние транспортного средства, его отдельных агрегатов и систем. Каждый из i -ых диагностических параметров зависит от значений, соответствующих им k -ых структурных параметров, характеризующих состояние объекта, его отдельных агрегатов и систем.

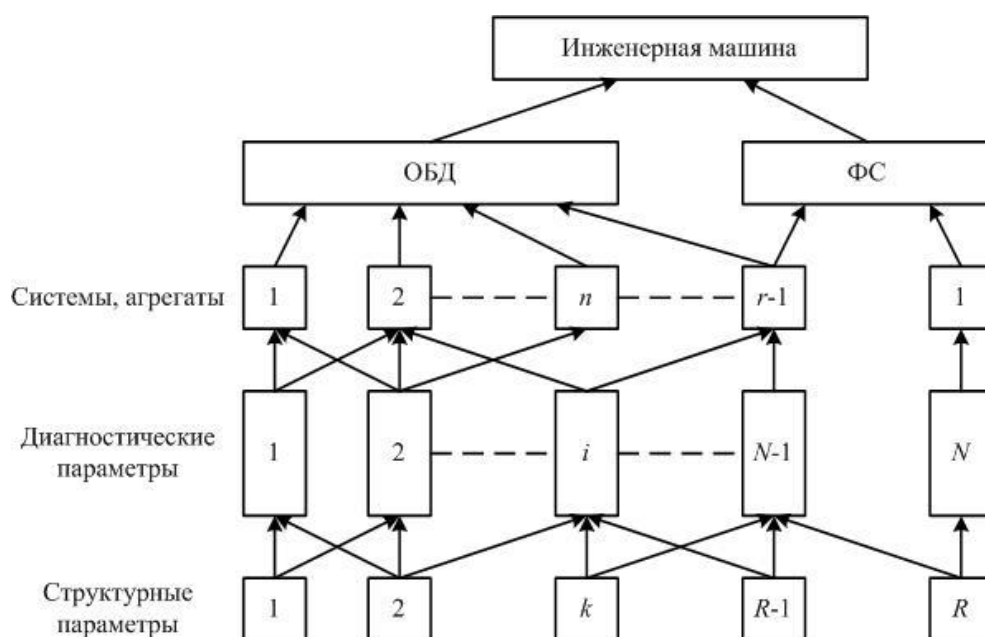


Рис. 1. Взаимосвязь структурных и диагностических параметров

Алгоритм диагностирования строится таким образом, чтобы по выбранному перечню параметров и последовательности их измерения определить работоспособность объекта и локализовать выявленные неисправности. Глубина локализации неисправности определяется в каждом конкретном случае своим уровнем: заменой детали, заменой или ремонтом узла или агрегата, проведением необходимых регулировочных работ. Этот уровень определяется эксплуатационными факторами (если требуется, то и экономическими), нормируемыми показателями надежности, требованиями обеспечения безопасности экипажа инженерных машин, сохранения экологических характеристик и выполнения поставленных задач. Заключительными этапами построения алгоритма диагностирования является разработка базовой и комплексной маршрутных технологий. В основу построения алгоритма закладываются задачи статистического моделирования и в первую очередь условие альтернатив.

Для контроля и диагностирования систем, агрегатов и узлов шасси при выполнении функциональных задач они должны быть оборудованы датчиками и исполнительными элементами, необходимыми для получения диагностической информации и ее обработки для выдачи диагностического заключения.

Автоматизированная диагностическая система (АДС) представляет собой комплекс средств для автоматической оценки технического состояния транспортного средства в процессе выполнения функциональных задач.

Принцип работы АДС в простейшем варианте заключается в следующем. Сигналы с датчиков, установленных на объекте диагностирования, поступают в анализатор, который формирует диагностическое заключение и выдает его в виде информации о состоянии контролируемого объекта.

Обобщенный алгоритм диагностирования систем, агрегатов и узлов с использованием встроенных датчиков, обеспечивает формирование и отображение сообщений об аварийных ситуациях механику-водителю и членам экипажа.

Техническое состояние машин (агрегатов, узлов) определяется структурными параметрами, однако в большинстве случаев невозможно осуществить их контроль без разборки.

Поэтому для этой цели используют диагностические параметры – косвенные величины, связанные со структурными параметрами и несущие достаточную информацию о техническом состоянии объекта.

В качестве диагностических параметров при оценке технического состояния транспортного средства используют:

- параметры рабочих процессов;
- параметры сопутствующих процессов (вибрации, шумы и т.п.);
- геометрические параметры (зазоры, свободный ход, люфты, несоосности и др.).

Процедура выбора диагностических параметров предусматривает следующие этапы:

- анализ статистических данных по эксплуатационным отказам и неисправностям с целью выявления наименее надежных составных частей и наиболее часто повторяющихся неисправностей;
- выявление структурно-следственных связей диагностируемого объекта;
- разработку методики поиска неисправностей и алгоритма диагностирования.

Кроме закономерностей изменения технического состояния механизмов и узлов объекта диагностирования необходимо обобщенное описание его наиболее важных свойств: перечень наиболее часто отказывающих элементов, соответствующие этим элементам структурные и диагностические параметры и связи между ними.

Существует достаточно много методов прогнозирования технического состояния. Это статистический анализ, диагностирование по резуль-

татам измерения параметров, метод доверительных интервалов, диагностирование по допустимому уровню вероятности безотказной работы, по частной реализации диагностического параметра, по технико-экономическим показателям с учетом вероятности безотказной работы агрегата. Выбрать рациональную периодичность и рациональный объем ремонтно-профилактических работ можно только на основе систематического сбора и глубокого анализа данных по результатам диагностирования.

Технологическое программное обеспечение

Информационно-управляющая система реализует цикл диагностики и контроля состояния по заложенным в нее алгоритмам работы, которые впоследствии перекладываются на бортовую систему управления. В качестве базовой операционной системы для технологического программного обеспечения выступает ОС *Microsoft Windows XP*.

Структура ПО, представленная на рис. 2, максимально приближена к структуре информационно-управляющей системы, за счет применения технологии межпроцессорного взаимодействия и средств синхронизации потоков. В ПО реализован механизм независимого виртуального времени, при помощи которого реализуются стандарты ОСРВ.

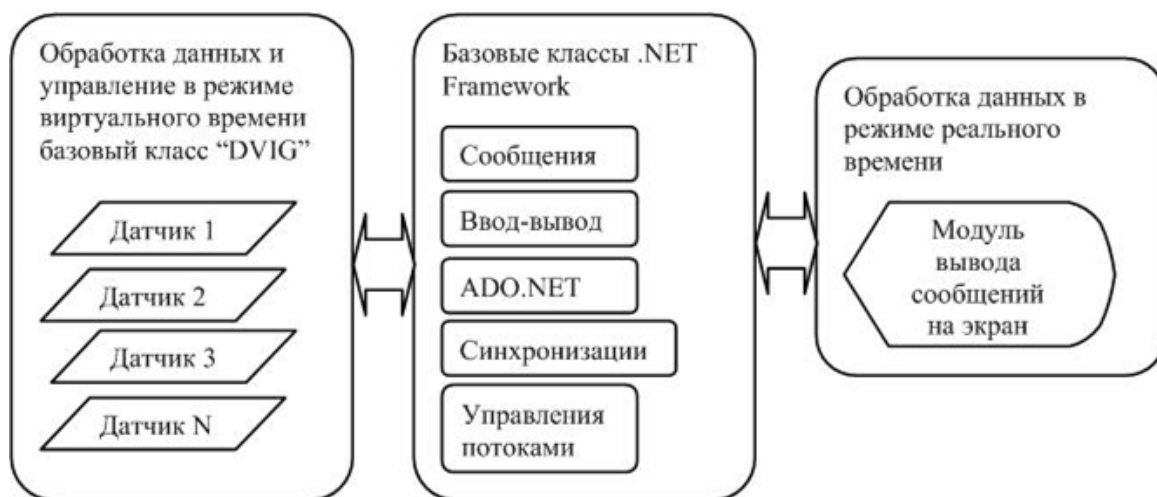


Рис. 2. Структура технологического ПО

Для проведения диагностирования работы двигателя и его состояния необходимо иметь информацию об основных параметрах, позволяющих сделать заключение о его работоспособности. Часть информации можно получить с датчиков, установленных на двигателе, а основная информация по-

лучается аналитической обработкой первичных сигналов с датчиков. Контролируются следующие параметры двигателя, получаемые с датчиков: температура охлаждающей жидкости, температура масла, давление масла, частота вращения коленчатого вала.

При диагностировании шасси осуществляется контроль давления масла коробки передач, скорости движения, тока заряда аккумуляторных батарей, напряжения бортовой сети, количества топлива, сопротивление воздухоочистителя, давление воздуха в воздушной системе, информации о количестве заряженных баллонов противопожарного оборудования, пройденном пути. Возможен контроль и других параметров.

УДК 621.865, УДК 004.896

В. А. Немцов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

ОБЗОР МЕТОДОВ НАВИГАЦИИ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Интеллектуальный автономный мобильный робот (АМР) необходим в различных приложениях, таких как космос, транспорт, промышленность и оборона. Мобильные роботы также могут выполнять несколько задач, таких как обработка материалов, помощь при стихийных бедствиях, патрулирование и спасательные операции. Поэтому требуется автономный робот, который может свободно перемещаться в статической или динамической среде. Плавная и безопасная навигация АМР через загроможденную среду от начальной позиции до целевого положения с движением по безопасному пути и созданием оптимального пути является основной задачей, решаемой системой управления. Структура навигационной системы АМР приведена на рис. 1.

Планирование пути – навигационная задача – АМР должен перемещаться из исходного положения в конечную точку маршрута, избегая препятствий. В зависимости от характера окружающей среды, если препятствия не меняют свое положение, это *статическое планирование*, а если препятствия меняют свое положение и ориентацию – *динамическое планирование*. Эти задачи решаются *онлайн* и *оффлайн* алгоритмами. При онлайн планировании пути робот строит карту окружающей среды по информации от локально подключенных датчиков. При оффлайн планировании робот

имеет полную информацию об окружающей среде, предварительно загружаемую в память системы управления.

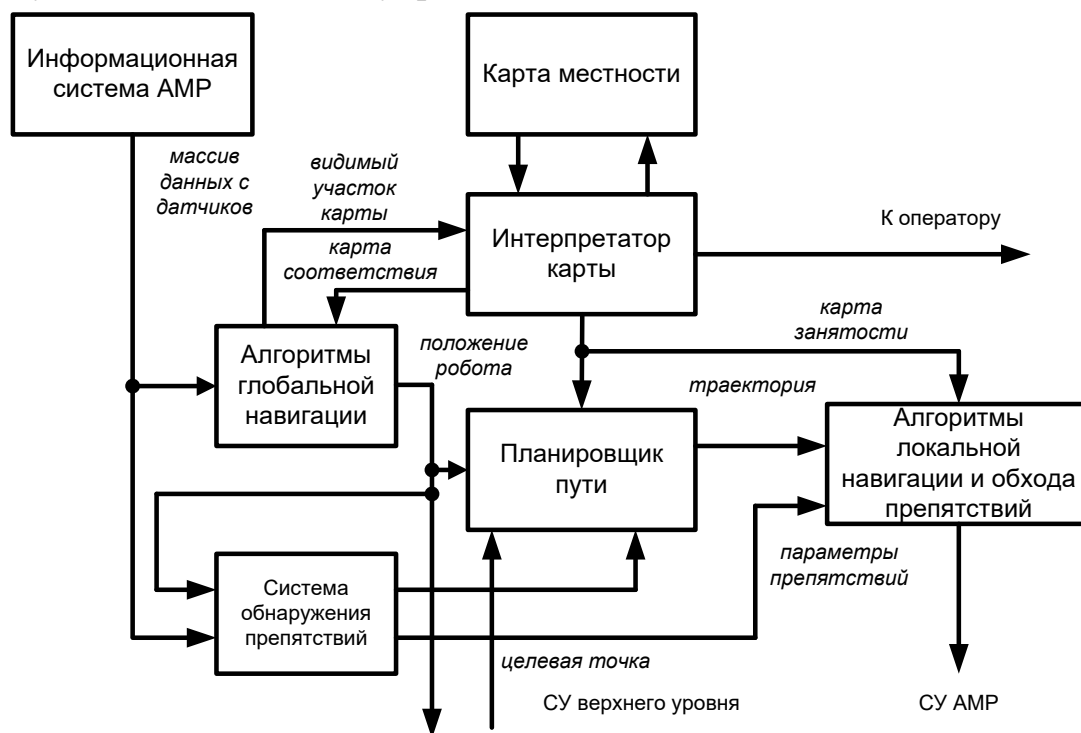


Рис. 1. Навигационная система АМР

Различают два типа навигационных систем АМР: глобальная и локальная навигация.

Методы глобальной навигации.

Метод потенциального поля. Траектория строится с помощью виртуальных сил притяжения и отталкивания. Точка старта, все препятствия и граничные стенки отталкивают робота, а точка цели – притягивает его. Величина каждой силы обратно пропорциональна расстоянию до объекта. Робот просто движется в результирующем силовом поле.

Алгоритм Дейкстры. Позволяет рассчитать все кратчайшие пути от одной из вершин полносвязного графа до всех остальных, одновременно исключая путь с большей дистанцией.

Алгоритм A.* Эвристический алгоритм поиска кратчайшего пути из одной заданной вершины графа в другую заданную вершину графа. Формируется отсортированный список путей до целевой вершины, из которого на каждом шаге выбирается лишь тот путь, который на данный момент является кратчайшим. К этому пути добавляется смежная вершина с наименьшим расстоянием (с учетом оценки оставшегося расстояния до цели).

Методы локальной навигации.

Алгоритм блуждающей точки. Алгоритм заключается в том, чтобы попытаться достичь целевой точки маршрута по прямой линии. При обнаружении препятствия необходимо измерить углы поворота вправо и влево, обеспечивающие объезд препятствия, и повернуть на меньший угол. Далее следует двигаться вдоль границы препятствия до тех пор, пока оно не перестанет мешать проходу к целевой точке.

Алгоритмы семейства Bug. Двигаться прямо к цели до столкновения с препятствием (до точки встречи). Целиком обойти препятствие по контуру, регистрируя кратчайшее расстояние до цели (в точке схода). При повторном достижении точки встречи вернуться в точку схода и продолжить выполнение алгоритма.

Алгоритмы прохождения лабиринтов. Рассматриваются два алгоритма: простой итерационный метод прохождения лабиринта по правилу левой руки (вдоль левой стенки лабиринта) и чуть более сложный рекурсивный метод обхода всего лабиринта.

Векторная полевая гистограмма. Рассматривается статическое поле, формируемое препятствиями, и «отталкивающие» на определенном расстоянии АМР. Точка цели, наоборот, использует «силу притяжения».

Список использованных источников

1. Михайлов, Б. Б., Назарова, А. В., Ющенко, А. С. Автономные мобильные роботы – навигация и управление // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 2 (175). – с. 48-67. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=2599314> (дата обращения 08.10.2021).

УДК 004.832.28

В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ КАК АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Технологии беспилотного управления автомобилем в настоящее время масштабно тестируются в режимах третьего и четвертого уровня различными мировыми производителями. Сообщество автомобильных инженеров (*SAE International*) разработало классификацию уровней автоматизации транспортного средства от 0 до 5. В соответствии с ней:

Уровень 0 – полное отсутствие автоматизации, все операции выполняет водитель-человек.

Уровень 1 – помощь в вождении, транспортное средство оборудовано возможностью автоматического руления или разгона/торможения на основе информации об обстановке на дороге.

Уровень 2 – частичная автоматизация, система способна полностью управлять функциями руления и разгона/торможения на основе информации об обстановке на дороге, но все остальные функции выполняет водитель-человек.

Уровень 3 – транспортное средство начинает считаться автономным - автоматическая система берет на себя все функции управления движением, но присутствие водителя-человека обязательно для возможности вмешаться в процесс вождения по запросу системы.

Уровень 4 – высокая степень автоматизации, автоматическая система берет на себя управление транспортным средством полностью в случаях, когда водитель-человек не отвечает необходимым образом на запрос о вмешательстве. Тестирование в режиме четвертого уровня является полностью автономным на специально отведенных полосах в пределах дорог общего пользования.

Уровень 5 – полная автоматизации в любых дорожных условиях.

Сегодня автономные системы используют широкий набор датчиков ориентации, локализации и навигации. Чтобы продвинуться к уровням *SAE* 4 и 5, необходимо решить следующие задачи:

- точная и надежная навигация и локализация во всех средах;
- формирование управляющих сигналов в режиме реального времени в различных условиях движения;
- надежность и экономическая эффективность производства систем.

Перечень необходимого оборудования, без которого невозможно достижение полностью или в высокой степени автономного управления, включает в себя (рис. 1):

Лазерные сканеры (лидары). Лидар обеспечивает возможность предоставлять точную глубину и пространственную информацию об окружающей среде. Эти данные, представленные в 3D-облаке точек, дополняют данные камер и радаров для более быстрой и точной классификации объектов вокруг транспортного средства.

Преимущества: высокоточная информация о глубине (дальности), работа днем и ночью, невосприимчивость к освещению и большинству внешних условий, разрешение среднего уровня (намного выше, чем радар, ниже, чем камера).

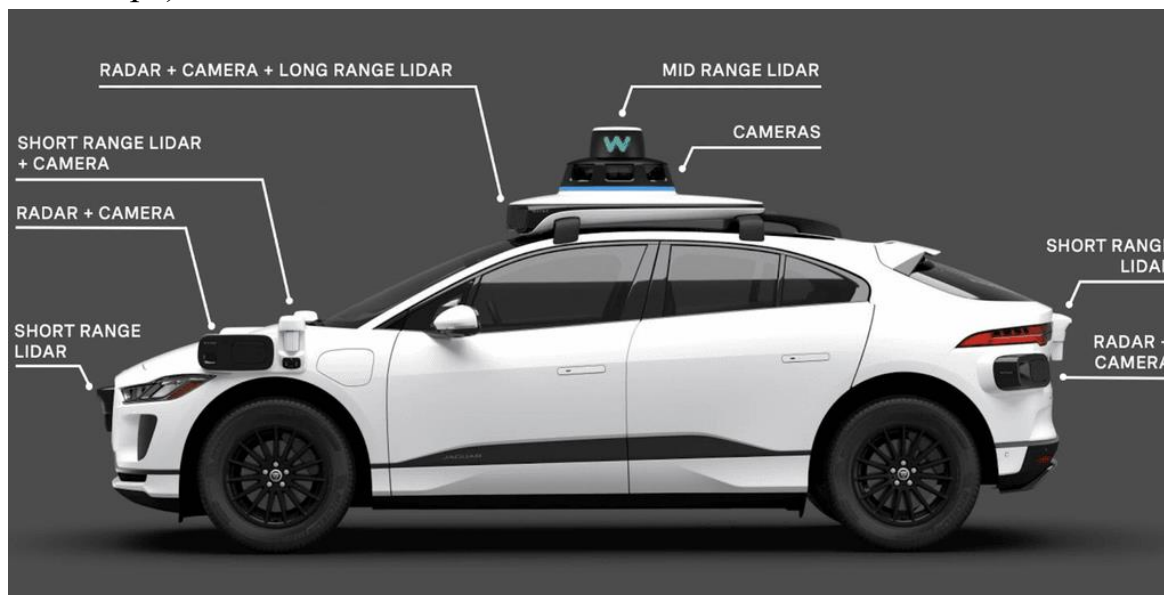


Рис. 1. Размещение датчиков АМР

Недостатки: высокая скорость передачи данных, более высокая стоимость сегодня, большой форм-фактор.

Размещение: 4 лидара по краям транспортного средства, используемые для выявления потенциальных рисков непосредственно вокруг него (т.е. мелких животных, шишек, бордюров), один датчик на решетке радиатора, два датчика возле зеркал бокового вида и один датчик на задней двери автомобиля; 2 лидара под углом по краям крыши транспортного средства, используются для картографирования и локализации; 2 дальнобойных лидара, размещенных в верхней части транспортного средства, используемых для обнаружения темных объектов и потенциальных препятствий перед транспортным средством, когда оно движется на высоких скоростях.

Видеокамеры в районе лобового стекла, определяют положение других участников дорожного движения и тип объекта: автомобиль, грузовик, мотоцикл или прохожий. Также камеры отслеживают дорожную разметку. Транспортные средства уровня 4 или 5 имеют до 20+ камер, размещенных вокруг транспортного средства для обеспечения кругового обзора.

Преимущества: высокое разрешение и полноцветное изображение в 2D-массиве, недорогие, простые в интеграции.

Недостатки: зависимый от света от внешних источников и чувствительный к переменным условиям освещения, восприимчивый к неблагоприятным погодным условиям, вид на 360 ° требует компьютерной обработки сигнала по сложным алгоритмам по сшивке изображения.

Радарные сенсоры. Радар обеспечивает 3D облака точек окружающей среды, используя радиоволны с частотной модуляцией.

Преимущества: информация о глубине объектов и окружающей среде, недорогие, надежные, невосприимчивые к неблагоприятным погодным условиям (дождь, снег), большой радиус действия.

Недостатки: низкое разрешение, ложные отрицательные результаты со стационарными объектами и критическими препятствиями.

Размещение: для автономных транспортных средств уровня 4 и уровня 5 радар размещается на 360 ° вокруг транспортного средства и служит надежным резервным блоком для обнаружения объектов; до 10 радаров, в том числе на зеркалах бокового вида, в передней решетке, заднем бампере или на углах автомобиля.

Ультразвуковые сенсоры отслеживают объекты и препятствия в непосредственной близости от автомобиля.

Преимущества: недорогие, надежные, точное измерение на небольших расстояниях, решение парковочных задач и маневрирование в ограниченных пространствах.

Недостатки: низкое разрешение, малое быстродействие, эффект «эха», малый радиус действия.

Размещение: для автономных транспортных средств такие сенсоры установлены с каждой стороны транспортного средства.

Датчики GPS используются вместе со всей остальной информацией для позиционирования автомобиля в пределах высокоточной электронной карты высокого разрешения, где доступна информация о количестве полос движения, пересекаемых дорогах и других точно локализованных отметках на местности.

Все эти данные поступают в компьютерную систему управления, где на их основе разрабатывается стратегия перемещения и реагирования на различные типы дорожных ситуаций.

Существует два основных подхода к обработке массива данных информационных систем: централизованная обработка или распределенная (граничная) обработка.

При *централизованной* обработке все данные с датчиков обрабатываются в одном центральном процессоре вычислителя. В этом случае снижены требования к датчикам системы, но требуются дорогие чипсеты с высокой вычислительной мощностью и скоростью. Добавление дополнительных датчиков затруднено.

Распределенная (граничная) обработка данных реализуется интеллектуальными сенсорными модулями автономно и локальное принятие решений может быть выполнено на периферии. Только соответствующая информация от каждого датчика отправляется в центральный блок, где она компилируется и используется для анализа или принятия решений. Так обеспечивается более низкая пропускная способность информационной шины, более дешевый интерфейс между сенсорными модулями и центральным процессором, более низкая вычислительная мощность, добавление большего количества датчиков не приводит к резкому увеличению потребностей в производительности.

Модель распределенной обработки для транспортных средств становится предпочтительным методом для одновременной обработки растущего числа чувствительных к данным сигналов датчиков в режиме реального времени.

Список использованных источников

1. *SAE J3016 2018*. Системы автоматизированного управления движением АТС. Классификация, термины и определения. / Ассоциация автомобильных инженеров. – 2018. – 35 с. [Электронный ресурс] // URL: http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf (дата обращения 05.10.2021).

2. *The anatomy of an autonomous vehicle*. Tom Grey, director of Product Marketing. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ouster.com/blog/the-anatomy-of-an-autonomous-vehicle> (дата обращения 05.10.2021).

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВОЖДЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для автоматизированных транспортных средств (ТС) – автономных мобильных роботов, эксплуатируемых в дорожном движении, необходимо решать набор задач автоматического управления. В таком случае, система управления ТС рассматривается, исследуется и моделируется с использованием аппарата теории автоматического управления.

Динамическая задача вождения (*dynamic driving task, DDT*) – все операционные и тактические функции в реальном времени, требуемые для функционирования ТС в дорожном движении – передаточная функция системы:

- управление боковым движением ТС с помощью рулевого механизма (операционная функция);
- управление продольным движением ТС с помощью ускорения и замедления (операционная функция);
- мониторинг окружающей среды вождения: обнаружение, распознавание, классификация и подготовка к реагированию на объекты и события (операционная и тактическая функции);
- реагирование на объекты и события (операционная и тактическая функции);
- планирование маневра (тактическая функция);
- улучшение видимости с помощью освещения, передачи сигналов, указаний направления движения и т. д. (тактическая функция).

Схематическое представление задачи вождения показано на рис. 1.

Обнаружение и реагирование на объекты и события (*object and event detection and response, OEDR*) – мониторинг окружающей среды вождения (обнаружение, распознавание, классификация объектов и событий и подготовка к необходимому реагированию), и реагирование на соответствующие объекты и события – информационная система.

Продолжительное управление ТС (*sustained operation of a vehicle, SOV*) – выполнение части или всей задачи между внешними событиями и в

течение внешних событий, включая реагирование на них (другие ТС, дорожная разметка, дорожные знаки), которые требуют реагирования водителя или системы автоматизированного вождения – автоматизированное управление.

Режим вождения (*driving mode, DM*) – тип функционирования ТС с характерными требованиями задачи вождения (слияние автострад, высокоскоростное движение, медленное движение в пробке и др.) – внешнее возмущение.

Проектная область функционирования (*operational design domain, ODD*) – специальные условия, для функционирования в которых разработана система или функция автоматизации вождения, включая режимы вождения (но не ограничиваясь ими). Проектная область функционирования может включать географические, дорожные, экологические, потоковые, скоростные и/или временные ограничения. Система автоматизации вождения может быть создана, чтобы работать, например, только в пределах географически определенной территории со скоростью менее 25 км/ч и (или) только при дневном свете – ограничения системы.

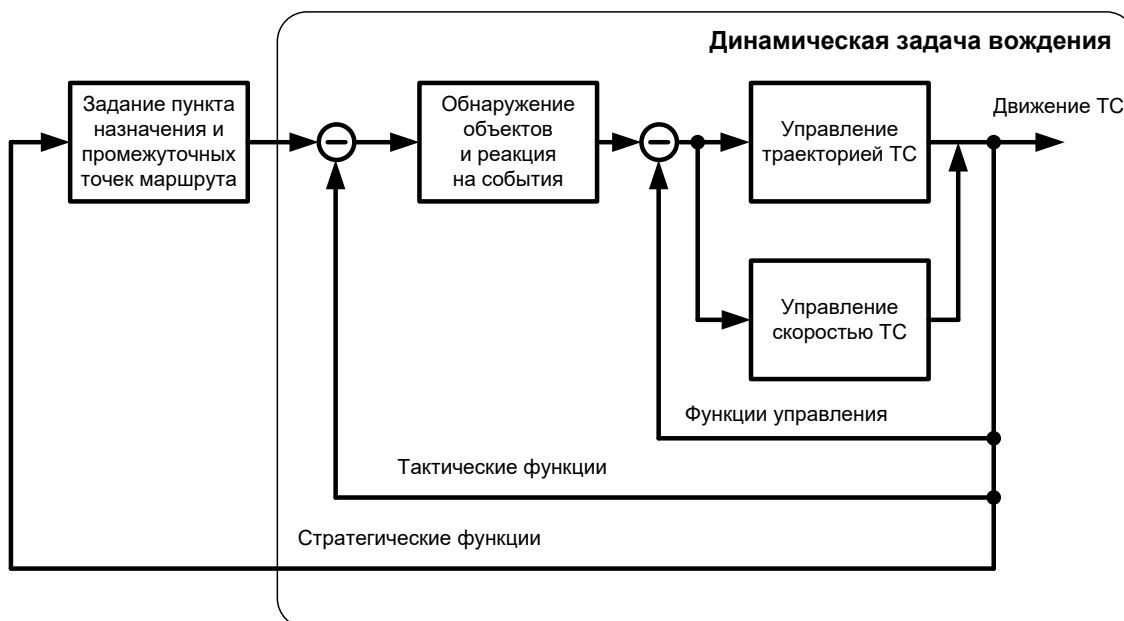


Рис. 1. Задача управления движением автономного транспортного средства

Автоматизация вождения (*driving automation, DA*) – исполнение части или всей задачи на продолжительной основе – автоматическое управление.

Системы или технологии автоматизации вождения (*driving automation system or technology, DAST*) – аппаратное и программное обеспечение, совместно обеспечивающее исполнение части или всей задачи на продолжительной основе. – программно-алгоритмическое обеспечение.

Система автоматизированного вождения (*automated driving system, ADS*) – аппаратное и программное обеспечение, совместно обеспечивающее выполнение всей задачи на продолжительной основе, независимо от ограничений – система управления.

Системный отказ (*relevant system failure, RSF*) – сбой в системе ТС, препятствующий надежному выполнению задачи движения – ошибка управления.

Аварийный режим (*dynamic driving task fallback, DDTF*) – реакция пользователя или системы, обеспечивающая условия минимального риска после возникновения системного отказа – режим отладки.

Условия минимального риска (*minimal risk condition, MRC*) – условия, к которым пользователь или система могут привести ТС после выполнения аварийного режима, если поездку необходимо продолжать – алгоритм аварийного режима.

Запрос вмешательства (*request to intervene, RI*) – уведомление водителю, указывающее, что он должен быстро перейти на аварийный режим вождения, – запрос на прерывание.

Список использованных источников

1. Комаров, В. В., Гараган, С. А. Понятийный аппарат для описания систем автоматизированного вождения автотранспортных средств. // Транспорт РФ. 2019. № 3 (82). с. 26-33. [Электронный ресурс] // URL: <http://rostransport.com/transportrf/archiv/text.php?ID=&pdf=37502> (дата обращения 06.10.2021).

2. ГОСТ Р 58823-2020. Автомобильные транспортные средства. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ. Классификация и определения = *Organization and implementation of activity on international standardization in Russian Federation*: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2020 г. № 1006-ст: введен впервые: дата введения 2021-02-01 / разработан Федеральным государственным унитарным пред-

приятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»). – Москва: Стандартинформ, 2020. – 34 с. - Текст непосредственный.

УДК 681.5.01, УДК 681.884

В. А. Немонтов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

В настоящее время ведутся активные разработки автономных мобильных роботов (АМР), способных самостоятельно передвигаться как в статической среде, так и в зоне с заранее не определёнными препятствиями. Особое значение при этом приобретает разработка и использование информационных систем ориентации в пространстве.

Решение задачи локализации и навигации АМР (как и беспилотных автомобилей) подразумевает применение активных измерителей расстояния, использующих свет, звук или радиоволны. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

Оптический дальномер (LIDAR):

Преимущества:

- высокая скорость получения данных;
- возможность составления подробной карты пространства.

Недостатки:

- значительная стоимость;
- сильное влияние на результат погодных условий (туман, снег, пыль);
- неспособность определения расстояния до отражающей свет поверхности.

Ультразвуковой дальномер

Преимущества:

- низкая стоимость;
- незначительное влияние погодных условий;
- на измерение не влияет цвет объектов и их освещённость.

Недостатки:

- широкий обзорный угол;
- низкая скорость измерения;
- отражение звука от поверхностей под большим углом к датчику.

Радар

Преимущества:

- хорошая разрешающая способность;
- мгновенная (1/20–1/50 секунды) обработка данных, что особенно важно для высоких скоростей;
- возможность легко накапливать и анализировать информацию в динамике за счет небольшого объема информации.

Недостатки:

- высокая стоимость;
- нет прямой возможности классифицировать препятствие или оценить его габариты;
- сильная зависимость дальности от угла обзора.

Ультразвуковой датчик расстояния, имея ряд недостатков для подобных систем, используются редко. Однако, обладая несколькими весомыми преимуществами, доминирующими из которых является цена и относительная неприхотливость, он может быть использован в подобных системах.

Для проведения исследований и натурного моделирования использовался широко распространённый ультразвуковой датчик HC-SR04, имеющий следующие характеристики:

- диапазон расстояний: (2–400) см;
- эффективный угол наблюдения: 15°;
- рабочий угол наблюдения: 30°;
- частота ультразвука 40 кГц;
- погрешность измерения 3мм.

Низкая частота измерений определяется относительно малой скоростью звука и необходимостью задержки между измерениями, во время которой должно рассеяться эхо от предыдущего замера, поэтому систему необходимо выполнять многоканальной. Если учесть что рабочий угол излучения конкретно этого датчика 30°, то для обеспечения кругового обзора (360°), необходимо не более 12 датчиков.

В исследуемой системе используется 4 датчика, расположенных под углом 90° друг к другу (рис. 1). Для панорамного охвата системой 360°,

необходимо обеспечить вращение измерительного модуля. Для 4-х измерителей необходимо обеспечить угол поворота в 90° ($360^\circ/4$) с регулируемой дискретностью с помощью сервопривода. Структурная схема информационной системы представлена на рис. 2.

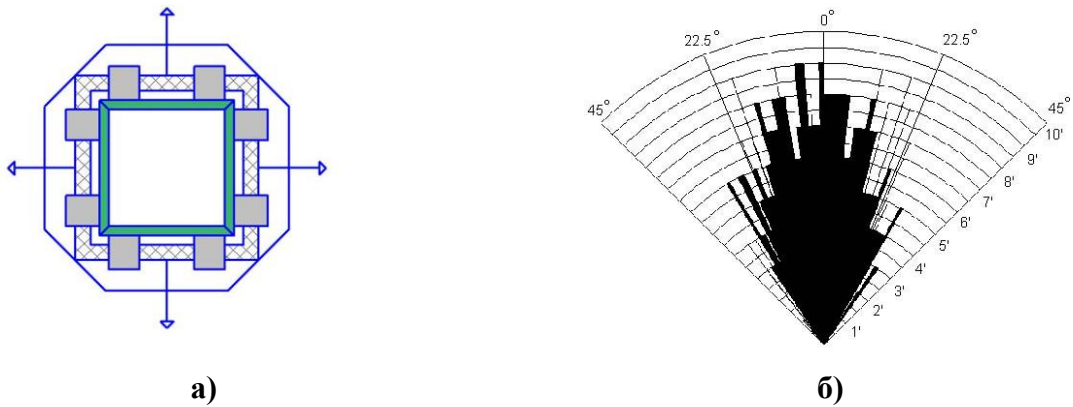


Рис. 1. Ультразвуковой измеритель:
 а) – расположение ультразвуковых датчиков; б) – схема излучения сигнала

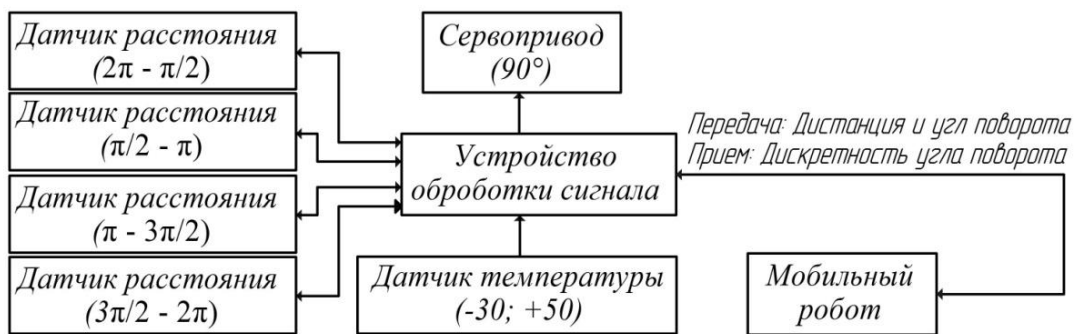


Рис. 2. Структурная схема системы кругового обзора

Результат обработки и визуализации данных с измеренными значениями расстояний, привязанных к углу поворота, представлен на рис. 3.

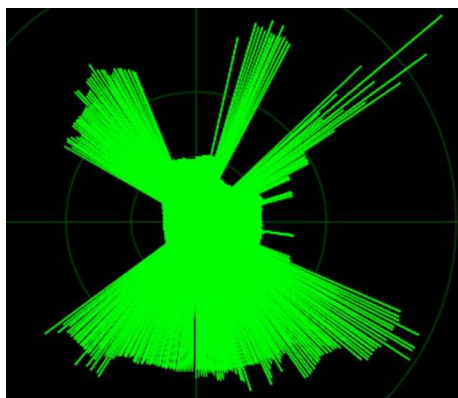


Рис. 3. Карта окружающего пространства

При испытаниях модели системы получены результаты:

- частота повторения одного цикла измерений – 32 Гц;
- частота построения карты окружения – (0,35...3,15) Гц;
- шаг угла поворота платформы – (1...9) град;
- диапазон измерения расстояний до препятствий – (1...400) см;
- среднеквадратическое отклонение (600 значений) – 2,1 мм.

Поскольку рабочий диапазон датчика около 30° , то любые предметы, попавшие в этот сектор одновременно, будут расценены как один объект, а дистанция до него будет рассчитана как расстояние до ближайшего из них. В приведенном примере во всех 3-х измерениях расстояние будет определено только до зеленого квадрата, остальные фигуры система не распознает (рис. 4):

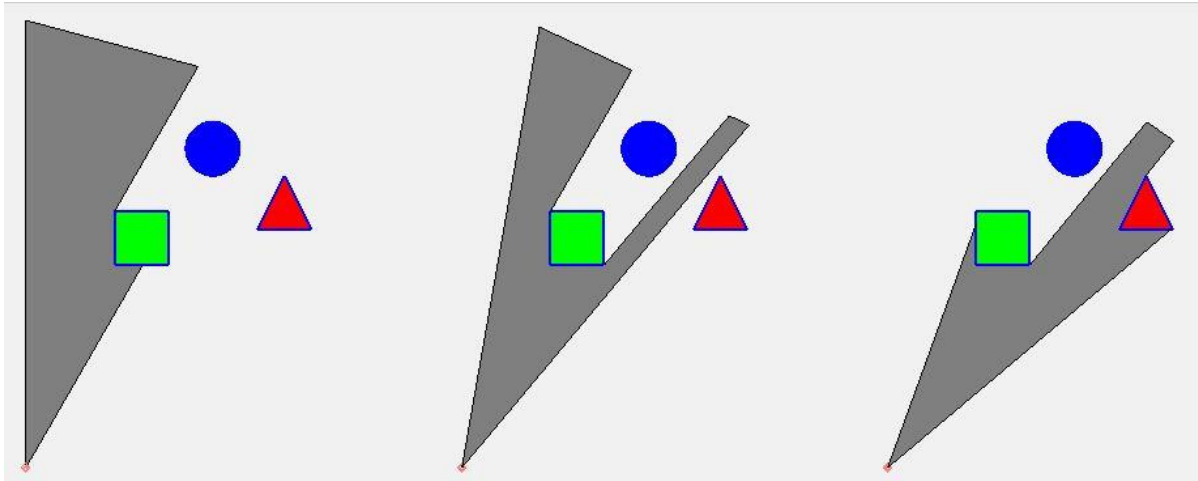


Рис. 4. Объекты, одновременно попавшие в угол обзора

Использование ультразвуковых датчиков в подобных системах вполне оправданно. Однако, для такой задачи, как составление карты окружающего пространства АМР, использование только этого устройства явно недостаточно. Самостоятельно же оно может применяться для приближенного определения положения препятствий вокруг робота и дополнять другие системы навигации.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абляев А. Ю.	66, 69, 73	Колов Д. А.	25, 29, 33, 37
Аблаев А. А.	11	Королев Д. А.	19
Амирсейидов Ш. А.	84	Кузнецов А. Н.	11
Арефьев Е. В.	249, 253, 256, 259	Кулешов И. В.	107
Аття А. М. А.	76	Кульчицкий А. Р.	76
Баженов М. Ю.	62	Латышев М. В.	41
Баженов Ю. В.	15, 19	Логинов Д. Д.	263, 267
Баландин В. М.	135, 145	Мишулин Ю. Е.	285, 286, 291, 295
Баландина Е. А.	140, 145, 149	Нада С.	76
Баталов А. В.	263, 267	Немонтов В. А.	299, 301, 306, 309
Блинов В. С.	66	Нур М.	76
Веселов О. В.	263, 267	Огнев М. В.	73
Гоц А. Н.	79, 84, 91	Орлов Ю. А.	259
Грунская Л. В.	69	Печников И. С.	111
Денисов Ив. В.	153, 155, 159, 163, 168, 170, 172, 174	Потапов С. И.	116
Драгомиров С. Г.	95, 99, 103, 107	Смирнов Д. Н.	47, 51, 55, 58
Ершов П. П.	22	Струнин Р. М.	249, 253, 256, 259
Завитков А. В.	111	Тихонова А. А.	263, 267
Киндеев Е. А.	176, 178, 180, 183, 187	Толков А. В.	191, 195, 199, 203
Кириллов А. Г.	41	Туманова Н. И.	209, 212, 215, 218
Клевцов В. С.	91	Худякова Е. О.	221, 223, 228, 232
Кобзев А. А.	271, 275, 278, 282	Чудакова И. Е.	236, 241, 245
Кобозев С. В.	15	Шарапов А. М.	119, 125, 129
Кокарев О. П.	41	Эль-Сиси А. И.	76
		Ямщиков Е. Д.	62

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXIII Международной научно-практической конференции

18 – 19 ноября 2021 г.

г. Владимир

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.

Компьютерная верстка Д. Н. Смирнова

Подписано в печать 21.12.21.

Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 18,37. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87.