

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»

Автомобильно-дорожный институт

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сборник докладов IX-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции
23-24 октября 2025 г.

Пенза 2025

УДК 378:001.891
ББК 74.58(2 Рос)+72
П76

Под общей редакцией заведующего кафедрой «Эксплуатация
автомобильного транспорта» (ЭАТ), к.т.н., доцента Захарова Ю.А.

П76

Современные проблемы и направления развития автомобильно-
дорожного комплекса в Российской Федерации [Текст] // сб. докладов
IX-ой Всерос. (Национ.) науч.–практич. конф. 23-24 октября 2025 г.
Пенза: ПГУАС, 2025. – 122 с.

В сборник включены лучшие доклады IX-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции, прошедшей 23-24 октября 2025 года в
Пензенском государственном университете архитектуры и строительства.

В статьях представлены современные разработки в области автомобильно-
дорожного комплекса в Российской Федерации, выполненные учеными,
аспирантами, соискателями и студентами.

Публикуемые материалы предназначены для научных работников,
проектировщиков, строителей, а также для аспирантов и студентов вузов.

Доклады, тезисы и статьи публикуются в авторской редакции.

© Пензенский государственный
университет архитектуры и
строительства, 2025

Дорогие друзья, коллеги!

Мы рады приветствовать всех участников IX-ой Национальной научно-практической конференции, принявших очное и заочное участие. Очень отрандно, что научная мысль не затухает и продолжает будоражить умы современной молодежи и помогающих им руководителей, несмотря на происходящее в мире.

Инновации, поисковые и уточняющие эксперименты дают массу интересных результатов и возможностей для научного анализа, а современные технологии, нейронные сети, искусственный интеллект и так далее позволяют всесторонне и с высокой производительностью обрабатывать большие массивы данных, строить имитационные и математические модели, формулировать новые теоретические предпосылки и гипотезы.

Наш коллектив всегда открыт для новых идей и направлений, мы рады помочь и готовы поучаствовать в самых смелых и фантастических проектах, касающихся любого мобильного транспорта и сопутствующей периферии.

Задачей высших учебных заведений является привлечение как можно больше молодых людей, которые имеют желание и стремление постигать новые горизонты и реализовываться как в науке, так и в производстве. С этой целью на базе нашей кафедры создан клуб любителей мобильного транспорта «АвтоМехаТрон», в рамках которого его участники могут совершенствовать свои теоретические знания и практические навыки, воплощать свои самые смелые идеи, опираясь на технологическую базу кафедры ЭАТ, а также всестороннюю помощь профессорско-преподавательского состава. Участником клуба может стать не только студент нашего ВУЗа, но и любой желающий школьник или учащийся среднего профессионального учебного заведения, наши двери открыты для всех. И, конечно же, материалы этой конференции содержат, в том числе, результаты изысканий участников клуба «АвтоМехаТрон».

Этот сборник трудов конференции включает основные тематические направления, которые в полной мере освещают основные проблемы, стоящие на пути развития и совершенствования автодорожного комплекса в условиях современной Российской рыночной экономики.

Желаем всем участникам конференции крепкого здоровья, интересных докладов и получения нового опыта!

Заведующий кафедрой «ЭАТ», к.т.н., доцент Захаров Ю.А.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДВИЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. ПЕЗЫ

Ефина Юлия Александровна, студентка гр. 24ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. С целью совершенствование маршрутной сети г. Пензы предлагается организовать транспортно- пересадочные узлы для пересадки пассажиров с межмуниципальных маршрутов на городские и снижения нагрузки на улично-дорожную сеть в центральной части города. Основной эффект от формирования узлов выражается в улучшении условий внутригородской и пригородной перевозки пассажиров и достигается созданием наилучших условий взаимодействия видов транспорта; разгрузкой улично-дорожной сети города и пригорода за счет пересадки пассажиров с индивидуальных автомобилей на общественный транспорт.

Для эффективной и безопасной работы транспортных систем городов требуется обеспечить согласованное функционирование маршрутного транспорта с учетом ограничений транспортной инфраструктуры городов. В современных условиях свободной конкуренции в секторе городских пассажирских перевозок при создании новых маршрутов необходимо производить оценку возникновения конфликтных ситуаций на остановочных пунктах при посадке-высадке пассажиров ТС различных маршрутов. Конфликты на остановочных пунктах негативно отражаются на безопасности транспортного процесса, приводят к существенным потерям времени перевозчиков и пассажиров, увеличивают расходы транспортных компаний на оказание транспортных услуг населению.

В настоящее время значительная часть перевозок осуществляется частными предприятиями, в результате чего наблюдается:

- использование разнотипного подвижного состава, вместимость которого варьируется в пределах от 11 до 110 мест;
- формирование маршрутов с высокой плотностью движения в связи с преимущественным использованием ПС малой и средней вместимости;
- увеличение количества маршрутов, в результате чего на отдельных участках улично-дорожной сети интенсивность движения городского пассажирского транспорта достигает 250-300 ед/ч, что не соответствует градостроительным и техническим нормам;
- несоблюдение графиков движения и отказ от диспетчеризации.

Одной из проблем существующей маршрутной сети г. Пензы является преобладание маршрутов, осуществляющих автобусами малого класса. Несмотря на то, что они пользуются спросом среди населения города, маршрутки являются самым небезопасным видом пассажирского транспорта.

Что касается пассажирских перевозок маршрутными такси, то, несмотря на положительные стороны данного вида пассажирского транспорта, такие как высокая скорость доставки, широкий охват транспортной сети города, относительный уровень комфорта, они обладают рядом негативных качеств.

В процессе движения водители маршрутных такси совершают перестроений из полосы в полосу на 65% больше, чем водители другого общественного пассажирского транспорта. Водители маршруток добиваются более высоких скоростей сообщения не за счет уменьшения количества остановок, а за счёт скоростных качеств автомобилей. Агрессивная манера вождения маршрутных такси, вызванная конкуренцией за пассажира на дороге и стремлением совершить как можно большее число ездов, приводит к возникновению частых аварийных

ситуаций [1].

Отсутствие оборудованных для маршрутных такси остановок и наличие остановок вне плана часто приводит к повышению аварийной обстановки на дороге вследствие резкого торможения после разгона и нарушения рядности движения. Установка незаконных дополнительных мест и перевозка стоячих пассажиров является нарушением законодательства и приводит к снижению комфортабельности и безопасности поездки. Отсутствие кондуктора в салоне возлагает на водителя дополнительные обязанности, выполнение которых отвлекает его. Водители работают по 10-12 часов без какого-либо перерыва на обед, тем самым нарушая все существующие нормы труда и отдыха. Это ведёт к утомляемости и, как следствие, повышается вероятность возникновения ДТП [2].

Точное количество перевезенных маршрутками пассажиров подсчитать невозможно – ни валидаторами, ни контрольно-кассовой техникой этот вид общественного транспорта в г. Пензе пока не оснащен. В рейсовом транспортном средстве принимать наличные с помощью водителя не только опасно, но и невыгодно для перевозчика (увеличивается время остановок, что требует для перевозки того же пассажиропотока увеличения числа транспортных средств на маршруте). Установка дорогостоящего оборудования (электронные кассы с фискальным принтером, терминалы для приема наличной оплаты, валидаторы, банковские терминалы и т.п.) приводит к существенному увеличению инвестиционных и эксплуатационных затрат для перевозчика и бюджета. Этот подход существенно упорядочивает систему оплаты проезда в городском транспорте.

Нужен кардинальный отказ от оплаты проезда через водителя и кондуктора, переход на мобильные технологии оплаты и информирования пассажиров, индивидуальному планированию поездок с учетом

мультимодальных поездок, включающих пересадочные узлы, перехватывающие парковки и разные виды транспорта.

Наиболее конфликтным и сложным по условиям движения в г. Пензе является остановочный пункт «Центральный рынок», расположенный на ул. Чехова.

На данном остановочном пункте сложные условия движения ввиду высокой интенсивности пассажирского транспорта. Имеют место быть беспорядочная парковка и все перечисленные в первом разделе нарушения.

В настоящее время через остановку «Центральный рынок» проходят схемы движения 32 муниципальных маршрутов регулярных перевозок города Пензы и 18 схем движения межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок Пензенской области №№ 149, 154, 164, 165, 166, 168, 169, 414, 424, 501, 511, 517, 518, 532, 540, 544, 616, 621.

Транспортные средства (автобусы малого класса) межмуниципальных маршрутов совершают стоянку на данном остановочном пункте, чем создают серьезные помехи для нормального его функционирования. Например, маршрут № 165 Бессоновка – Пенза 1 после высадки пассажиров на привокзальной площади транспортное средство направляется на остановку «Центральный рынок» и там совершает стоянку до ожидания следующего рейса и для дополнительной посадки пассажиров.

Установлено, что в среднем автобусы и троллейбусы муниципальных маршрутов регулярных перевозок города Пензы осуществляют посадку/высадку пассажиров на указанной остановке от 2 до 4 минут, водители автобусов межмуниципальных маршрутов осуществляют посадку/высадку пассажиров от 1 до 9 минут.

По результатам расчета пропускной способности остановки «Центральный рынок» (ул. Чехова) установлено, что в настоящее время

пропускная способность остановочного пункта превышена на 15 %.

В связи с тем, что, указанные факты негативно влияют на работу общественного транспорта города Пензы, безопасность дорожного движения и вызывают обоснованные жалобы жителей города Пензы предлагается рассмотреть вопрос об исключении из схем движения межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок №№ 149, 154, 164, 165, 166, 168, 169, 414, 424, 501, 511, 517, 518, 532, 540, 544, 616, 621. Целесообразно рассмотреть изменение схем движения межмуниципальных маршрутов.

Размеры транспортных магистралей, особенно в центральной части города, перестают справляться с возрастающим потоком транспорта. В результате возникает угроза в перспективе транспортного коллапса. Поэтому актуальным является вопрос оценки загруженности центральных улиц города и перспективы перераспределения транспортных потоков. Наличие большого транспортного потока и значительного числа маршрутов городского общественного пассажирского транспорта привело к высокой интенсивности движения транспортных средств, а из-за большого количества автобусов особо малой вместимости на проезжей части возникают заторы, на остановочных пунктах образуются очереди, автобусы останавливаются для посадки и высадки пассажиров в два ряда.

Исходя из вышесказанного, следует организовать транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) для пересадки пассажиров с межмуниципальных маршрутов на городские и снижения нагрузки на улично-дорожную сеть центральной части города (рисунок 1). Пересадочные узлы целесообразно разместить в микрорайонах Арбеково, Западная поляна, Заводской район, Шуист, Маяк, Терновка и Дизельный завод.



Рисунок 1 – Схема расположения транспортно-пересадочных узлов

Основной эффект от формирования ТПУ выражается в улучшении условий внутригородской и пригородной перевозки пассажиров и достигается: созданием наилучших условий взаимодействия видов транспорта в ТПУ; разгрузкой улично-дорожной сети города и пригорода за счет привлечения пассажиров с индивидуальных видов транспорта на общественный транспорт.

Список литературы:

1. Статистика аварийности. Официальный сайт Госавтоинспекции. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.stat.gibdd.ru/> (Дата обращения: 28.02.2025).
2. Безопасность дорожного движения в организации. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.litres.ru/vladimir-ushakov-117/bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya-v-organizacii-na-pr-chitat-onlayn/> (Дата обращения: 23.04.2025).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Жесткова Светлана Анатольевна, к.т.н., доцент
Складова Софья Сергеевна, студент гр.24НТТС1
Псел Елизавета Андреевна, студент гр.24НТТС1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. В статье представлена модель определения координат распределительного центра материальных потоков по критерию минимизации транспортной работы и времени. Формирование маршрутов осуществляется на основе использования метода фиктивных узлов и ветвей с учетом кривизны движения подвижного состава.

На сегодняшний день существует множество расчетных моделей и методик для определения местоположения распределительных центров с учетом оптимальных маршрутов доставки грузов [1].

В некоторых расчетных моделях учитывается только вес груза при выполнении погрузочно-разгрузочных операций, но не учитываются особенности самого движения [2].

В работе [2] кривизна прямой учитывается с помощью коэффициента объезда, который вычисляется путём деления суммарной длины катетов на гипотенузу треугольника для каждого пункта транспортной сети. Затем определяется его среднее значение на всём полигоне обслуживания. Однако у такого подхода есть минус - большая неточность предложенной аппроксимации [3-4].

На основе проведенного анализа существующих методов и моделей предложена математическая модель, позволяющая определить местоположение распределительного центра материальных потоков по критерию «транспортная работа» или «время».

Разработанная математическая модель включает в себя следующие итерации:

Для расчета координат грузового центра на карте использован метод нахождения точки центра масс:

$$x_c = \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_i x_i}{f_1 + f_2 + \dots + f_i}, \quad (1)$$

$$y_c = \frac{f_1 y_1 + f_2 y_2 + \dots + f_i y_i}{f_1 + f_2 + \dots + f_i}, \quad (2)$$

где x_c и y_c – координаты расположения грузового центра тяжести;

x_i и y_i – координаты i -го пункта;

f_i – масса груза в пункте.

В качестве основного параметра в формулах (1) и (2), адекватно описывающего процесс движения груженого автомобиля, включая холостые ездки, была взята работа, которая складывается из работы, затрачиваемой по перемещению груза, и работы, затраченной на движение автомобиля:

$$P_i = P_i^{zp} + P^{авт}, \quad (3)$$

где P_i^{zp} – работа по перемещению груза;

$P^{авт}$ – работа по перемещению автомобиля.

По определению, работа есть произведение постоянной силы на путь. Тогда формула (3) для ветви принимает вид:

$$P_i = (q_i + Q_i)l_i, \quad (4)$$

где q_i – масса груза в кузове автомобиля на ветви маршрута между соседними пунктами;

Q_i – собственная масса автомобиля;

l_i – длина ветви между соседними пунктами маршрута.

Учет собственной массы необходим, поскольку во многих перевозках масса автомобиля превышает массу груза в его кузове, а также необходим для учета холостого пробега.

Была принята в качестве критерия транспортная работа. По формулам (1) и (2) были получены координаты центра работы (ЦР):

$$x_c = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_i x_i}{P_1 + P_2 + \dots + P_i}, \quad (5)$$

$$y_c = \frac{P_1 y_1 + P_2 y_2 + \dots + P_i y_i}{P_1 + P_2 + \dots + P_i}, \quad (6)$$

здесь P_i – транспортная работа на i - ой ветви. Ее координаты на ветви обозначены через x_i и y_i .

По формулам (5) и (6) найдены координаты отдельно для каждого вида передвижения: маятникового, радиального и кольцевого.

Чтобы найти работу, сначала была решена задача маршрутизации при доставке товара через распределительный центр по минимальному пробегу:

$$L_i = \sum_{i=1}^m l_{ij} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где m – число ветвей на маршруте.

Выбрано в качестве критерия оптимизации кольцевого маршрута время T_i :

$$T_i = \sum_{i=1}^m t_{ij} \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$t_{ij} = t_{ij}^{\partial\sigma} + t_j^{np} = \frac{l_{ij}}{v_{ij}} + t_j^{перем} q_j^{перем} + t_j^{\partial\sigma}, \quad (9)$$

где t_{ij} – время нахождения на ветви,

$t_{ij}^{\partial\sigma}$ – время движения от пункта i до вершины j ;

t_j^{np} – время простоя в пункте j по направлению движения;

$t_j^{перем}$ – время перемещения одной единицы массы;

$t_j^{\partial\sigma}$ – время оформления документов на выезд из пункта;

$q_j^{перем}$ – масса груза, перемещающегося в j - том пункте;

v_{ij} – скорость передвижения между пунктами на маршруте.

Таким образом, допустимо, что время нахождения на ветви маршрута заканчивается при доставке груза в ее конечном пункте и одновременно начинается при движении в следующую за ним вершину.

Далее происходит замена работы в формулах (1) и (2) на время. Получены координаты расположения центра времени (ЦВ):

$$X_c = \frac{t_1^{\partial\delta} x_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} x_2^{\partial\delta} + \dots t_i^{\partial\delta} x_i^{\partial\delta} + t_1^{np} x_1^{np} + t_2^{np} x_2^{np} + \dots t_i^{np} x_i^{np}}{t_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} + t_1^{np} + t_2^{np} + \dots t_i^{np}}, \quad (10)$$

$$Y_c = \frac{t_1^{\partial\delta} y_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} y_2^{\partial\delta} + \dots t_i^{\partial\delta} y_i^{\partial\delta} + t_1^{np} y_1^{np} + t_2^{np} y_2^{np} + \dots t_i^{np} y_i^{np}}{t_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} + t_1^{np} + t_2^{np} + \dots t_i^{np}}, \quad (11)$$

Где $t_i^{\partial\delta}$ – время движения на участке маршрута;

t_i^{np} – время простоя в пункте на участке маршрута.

В математической модели приведена плоская задача маршрутизации, и тогда маршрут представлен плоской кривой. Замечено, что транспортная работа производилась на участках только между пунктами разгрузки. Учет этого обстоятельства произведен путем сосредоточения этой скалярной величины в точке центра масс линии ветви. Для однородной плоской кривой координаты следующие:

$$x_c = \frac{\int_a^b x \sqrt{1 + (y')^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx}, \quad (12)$$

$$y_c = \frac{\int_a^b y \sqrt{1 + (y')^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx}. \quad (13)$$

Длина кривой определена по формуле:

$$l = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} dx. \quad (14)$$

Выбор описывающей траектории произведен методом аппроксимации кривых.

Приведена математическая формулировка поставленной модели.

При маятниковой развозке груз с распределительного центра передвигался по α маршрутам в единицах массы:

$$F_M^{раз} = M_1^{раз} + M_2^{раз} + \dots + M_\alpha^{раз} = \sum_{i=0}^{\alpha} M_\alpha^{раз}. \quad (15)$$

Груз был собран в распределительный центр при маятниковой схеме передвижения по β маршрутам в единицах массы:

$$F_M^{сбор} = M_1^{сбор} + M_2^{сбор} + \dots + M_\beta^{сбор} = \sum_{i=0}^{\beta} M_\beta^{сбор}. \quad (16)$$

При радиальной схеме передвижения доставка груза с распределительного центра выполнялось по γ маршрутам в единицах массы:

$$F_P^{раз} = P_1^{раз} + P_2^{раз} + \dots + P_\gamma^{раз} = \sum_{i=0}^{\gamma} M_\gamma. \quad (17)$$

Груз был собран в распределительный центр при радиальной схеме передвижения по σ маршрутам в единицах массы:

$$F_P^{сбор} = P_1^{сбор} + P_2^{сбор} + \dots + P_\sigma^{сбор} = \sum_{i=0}^{\sigma} M_\sigma^{сбор}. \quad (18)$$

Однородный товар был доставлен по m кольцевым маршрутам в $Q_1, Q_2 \dots Q_m$ в единицах массы. Его общее количество определено по формуле:

$$F_Q^{раз} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_m = \sum_{i=0}^m Q_m. \quad (19)$$

На i -ом кольцевом маршруте находилось $k \leq e$ пунктов, в них последовательно был доставлен груз. Количество пунктов определено по формуле:

$$\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_k = \sum_{i=1}^k \mu_k \leq E. \quad (20)$$

В распределительном центре произведен сбор груза на n маршрутах в количестве $G_1, G_2 \dots G_n$ в единицах массы.

Его общее количество найдено по формуле:

$$F^{сбор} = G_1 + G_2 + \dots + G_n = \sum_{j=1}^n G_n. \quad (21)$$

На некотором i -ом кольцевом маршруте несколько $s \leq e$ пунктов, из которых произведена погрузка товара в автомобиль. Количество его рассчитано по формуле:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_s = \sum_{i=1}^s g_s \leq E. \quad (22)$$

Вывоз груза из распределительного центра по маятниковой, радиальной и кольцевой схемам определен в единицах массы по формуле:

$$F^{раз} = F_M^{раз} + F_P^{раз} + F_Q^{раз}. \quad (25)$$

Сбор товара определен по формуле:

$$F^{сбор} = F_M^{сбор} + F_P^{сбор} + F^{сбор} + F^{обрат}. \quad (26)$$

Основное условие работы представленной модели доставки груза - равенство объема завозимого и вывозимого грузов на распределительном центре по всем маршрутам:

$$F^{сбор} = F^{зав}. \quad (27)$$

В математической модели определения местоположения распределительного центра можно выделить следующие этапы:

- Определение района местоположения распределительного центра; выбор целевой функции массы или времени; вычисление координат грузового или временного центра; определение по карте расчетных узлов, расположенных вокруг него на дорогах.

- Вычисление координат расположения ЦР или ЦВ для каждого расчетного узла с помощью транспортной работы или времени. Определение начала отсчета в расчетных узлах. Проектирование методом «Метлы» рациональных маятниковых и радиальных маршрутов с помощью минимальной длины или времени. Расчёт кольцевых маршрутов

методом ФУВ с ограничениями грузоподъемности и количества пунктов с помощью минимальной длины или времени. Аппроксимация траектории передвижения между узлами, например, в виде кусочно-линейной функции. Определение на каждом участке длины ветви по формуле (14) и координат ее центра тяжести по формулам (12) и (13). Определение на каждом участке спроектированного маршрута работы по формуле (3) или времени движения и простоя по формуле (9). Расчет работы и времени при движениях в прямом и обратном направлениях (используется в дальнейших расчетах их наименьшие значения).

– Расчет координат распределительного центра. Определение по формулам (5) и (6) координат центра работы (ЦР) или центра времени (ЦВ), соответственно для каждого расчетного узла. Расчет среднего значения ЦР или ЦВ, найденного по расчетным узлам. Определение на карте средней точки и расположение в ней распределительного центра.

Авторами статьи разработана математическая модель определения местоположения распределительного центра материальных потоков с формированием оптимальных маршрутов методом фиктивных узлов и ветвей. Использование данной модели позволяет оптимизировать транспортные процессы и минимизировать общие логистические затраты.

Список литературы

1. Теория организации и управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов: монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т, 2001. – 172 с.
2. Вольхин, Е. Г. Модели размещения распределительных центров / Е. Г. Вольхин // Управленец. – 2018. – Т. 9, № 2. – С. 54-60. – DOI 10.29141/2218-5003-2018-9-2-9. – EDN YXOH0V.
3. Анализ трудоемкости различных алгоритмических подходов для

решения задачи коммивояжера / С. С. Семенов, А. В. Педан, В. С. Воловиков, И. С. Климов // Системы управления, связи и безопасности. – 2017. – № 1. – С. 116-131. – EDN VZEWLP..

4. Мартынов, А. В. Гибридный алгоритм решения задачи коммивояжера / А. В. Мартынов, В. М. Курейчик // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 4(165). – С. 36-44. – EDN TYMNZV.

ИНТЕРАКТИВНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ СЕРВИСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ (ИКССД)

Жижин Александр Николаевич, студент гр. 24ТТНТ1м
Карташов Александр Александрович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Симакина Галина Николаевна, к.т.н., доцент
Пензенский казачий институт технологий филиал «Московского
государственного университета технологий и управления им. К.Г.
Разумовского» (Первый казачий университет)

Аннотация. Целью работы является сокращение времени на определение причины неисправности при сервисном обслуживании.

Сложная система современного автомобиля нуждается в регулярной проверке всех узлов и механизмов. Качественный ремонт просто невозможен без предварительной диагностики автомобиля, которая позволит выявить скрытые неисправности, определить степень неполадок и наметить будущее направление работ.

На сегодняшний день грузовые автомобили оснащаются большим количеством электронных систем управления (ЭСУ) от разных фирм-производителей, таких как BOSCH, Cummins, WABCO, Knorr-Bremse, АБИТ, ZF, VOITH, Daimler и другие. Диагностика автомобиля в сервисных станциях производится при наличии достаточного количества оригинального тестового оборудования от фирм производителей ЭСУ. Это усложняет процесс диагностики - так, для диагностики одного автомобиля специалист вынужден брать с собой несколько видов кабелей и ноутбуков, что неудобно и занимает много времени в использовании. Так же, системы автомобиля постоянно усложняются, как и работникам становится сложнее определить и решить ту или иную неисправность из-за недостаточной информационной обеспеченности, что так же приводит к увеличению времени обслуживания. От качества и времени обслуживания зависит,

будет ли удовлетворен потребитель в оказываемых сервисных услугах, а значит, повлияет на спрос.

В процессе эксплуатации владелец автомобиля, обратившийся с жалобой в работе транспортного средства, пройдя процедуру приемки, где в процессе визуального осмотра не была выявлена неисправность, направляется на линию диагностики. Там его автомобиль подключают к диагностическому модулю для связи с интерактивной комплексной сервисной системы диагностики.

Данный модуль в свою очередь, считывает и выдает коды, возникших ошибок в работе неисправной системы автомобиля.

На основе полученных данных и опираясь на заложенные данные под конкретную комплектацию автомобиля, используя алгоритмы поиска неисправности, ИКССД локализует причину появления неисправности, и в минимальные сроки выдает сопроводительную информацию для устранения неисправности:

- сохраняет данные, полученные в результате тестирования автомобиля и устранения неисправности в централизованной базе данных;
- формирует отчеты из собираемых данных для заинтересованных подразделений производителя.

Назначение ИКССД:

1. Собрать доступными методами максимально возможные сведения о состоянии автомобиля и дать, в минимально короткое время, точную информацию о неисправности и правильные, полные рекомендации по устранению выявленной неисправности;

2. Сбор данных с автомобиля в автоматическом или ручном режиме осуществляется посредством подключения профессиональным автомобильным коммуникационным интерфейсом через единый диагностический разъем к цифровым каналам передачи данных

автомобиля, и основывается на следующих возможностях автомобильных электронных блоков управления:

- регистрировать активные неисправности, возникающие в электронной подсистеме, управляемой блоком с выдачей в виде кодов неисправностей в цифровые каналы передачи данных согласно стандартизированным и/или частным протоколам;

- сохранять пассивные коды неисправностей (код неисправности был когда-то активен, но не в текущий момент) в энергонезависимой памяти блока и выдавать в цифровые каналы передачи данных согласно стандартизированным и/или частным протоколам по запросу от диагностических устройств;

- выдавать в цифровые каналы передачи данных постоянно или по запросу от диагностических устройств параметры дискретных и аналоговых сигналов (сигнал называется **аналоговым**, если параметр сигнала непрерывно изменяется во времени от точки к точке. Сигнал называется **дискретным**, если параметр сигнала имеет конечное число значений и существенен в конечном числе моментов времени. Отличие между аналоговыми и дискретными сигналами: непрерывный сигнал, изменяясь, принимает огромное множество информационных значений, дискретный сигнал имеет только два информационных значения, которые можно условно обозначить цифрами 0 и 1);

- поддерживать диагностические режимы с прямым управлением выходов, запуском внутри блока диагностических процедур;

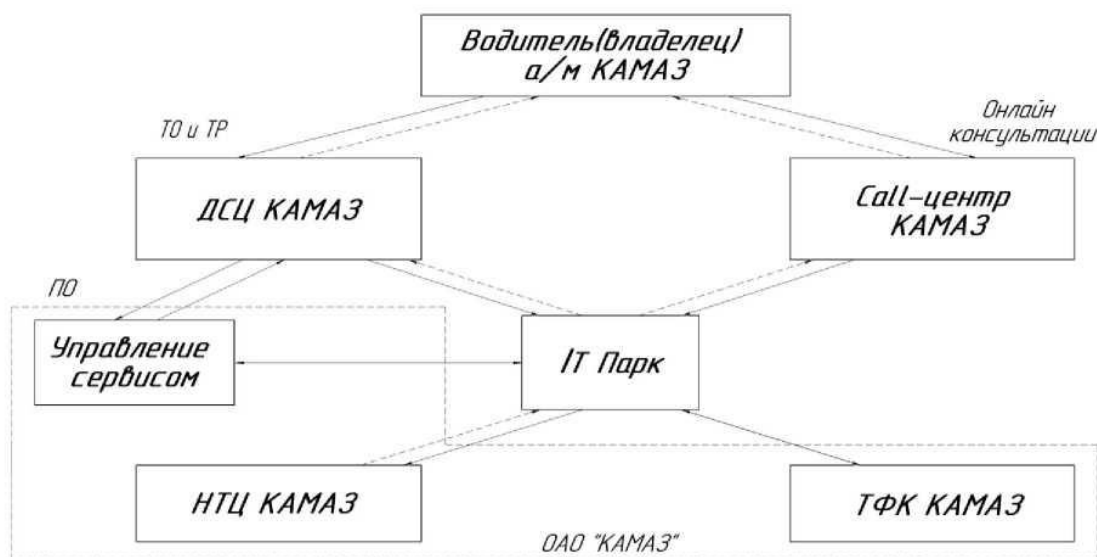
- восстанавливать или обновлять, параметры или программное обеспечение блоков.

ИКССД должна обеспечивать:

- Сбор данных о состоянии электронных систем автомобиля с их сохранением в централизованное хранилище по каждому обращению в связи с неисправностью;

- Интерактивную помощь при проведении анализа полученных данных на основании заложенных алгоритмов поиска неисправностей и выдачу оператору рекомендаций по их устранению;
- Формирование и сохранение отчетов по диагностике и устранению неисправности в централизованном хранилище;
- Формирование статистических отчетов по выбранным параметрам, сохранённых в централизованном хранилище по результатам обращений автомобилей в связи с диагностикой и последующим устранением неисправности;
- Загрузку обновлений информации по системам автомобиля и алгоритмов диагностики в централизованное хранилище;
- Поддержку электронных систем управления разных фирм-изготовителей.

Рисунок 1. - Схема работы интерактивной комплексной сервисной системы диагностики (ИКССД) на примере КамАЗ



По результатам сервисной процедуры автоматически формируется отчет, все данные об автомобиле (марка, модель, дата обращения, неисправная система или неисправный узел, послуживший причиной

возникновения ошибок в ЭБУ автомобиля, данные о проведенных действиях и другие) сохраняются в единой базе данных (сервере), для последующей обработки.

Далее, если ошибка определилась, отвечая на вопросы сервисной системы диагностики, при прохождении по всем пунктам диагностической процедуры, оператор-диагност получает развернутое пояснение с графическим представлением о месте дислокации неисправности и методах её устранения (инструкцию). При необходимости замены, получает номер для заказа компонента.

Перед выдачей автомобиля его владельцу, проводят проверку после ремонта, и стирают коды ошибок из памяти ЭБУ, прогнозируют техническое состояние и остаточный ресурс.

Список литературы

1. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б.А. Данов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 224 с.
2. Дентон Т. Автомобильная электроника / Том Дентон; пер. с англ. Александрова В.М. - М.: НТ Пресс, 2008. - 576 с.
3. Сапронов Ю.Г. Экспертиза и диагностика объектов и систем сервиса: учеб, пособие для студ. высш. учеб, заведений / Ю.Г. Сапронов. - М.: «Акадения», 2008. - 224 с.
4. Хабибуллин Р. Г. «Основы формирования фирменной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей (на примере автоцентров КамАЗ) » - ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия». - г. Набережные Челны., 2007г., 211с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАПЧАСТЯМИ АТП

Захаров Юрий Альбертович, к.т.н., доцент
Богатов Евгений Анатольевич, студент гр. 23ЭТМК1мз
Захаров Антон Юрьевич, студент гр. 24ИСТ1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Представлен обзор исследований в области обеспечения запасными частями и наполнения складских хозяйств транспортных предприятий России.

Потребность в запасах существует несколько тысячелетий, но, несмотря на это, всего несколько столетий назад стали актуальны первые осмысления и теоретические обобщения проблемы управления запасами. Теория управленческих запасов, как самостоятельное научное направление берет свое начало в XVIII—XIX вв. [1].

Эффективность работы предприятия напрямую зависит от организации и управления складам запасных частей, что обязывает учитывать факторы времени и затрат на доставку. Превышение необходимых объемов запасных частей на складах ведет как к дополнительным затратам, например, в случае неоправданного увеличения складских площадей, растут затраты на обслуживание и хранение, так и к снижению экономических показателей результативности работы: коэффициентов оборачиваемости средств, показателей KPI и пр. Стоит отметить и тот факт, что неиспользованные вовремя запчасти склада могут прийти в негодность, что будет означать потерю ликвидности.

Кроме того, обратная ситуация, когда запасные части на складе отсутствуют, также ведет к потере потенциальной прибыли по причине

простая, как следствие, снижению объема продаж, потере потребительской лояльности, конкурентных преимуществ и т.д.

Проблемами формирования, совершенствования и реализации управления запасами занималось большое количество как отечественных, так и зарубежных научных деятелей-теоретиков, и практиков. К отечественным специалистам, которые внесли значительный вклад в теорию данного научного направления, относятся: Б.А. Аникин, Г.Л. Бродецкий, А.М. Гаджинский, В.А. Сакович и др. Если говорить об их зарубежных коллегах, то значительный вклад в изучение представленной темы внесли научные труды Р. Боутеллира, М. Кристофера, Г. Фирона, Дж. Хедли, Дж. Шрайбфедера.

Систематизации накопленных знаний в области управления запасами посвящен труд Ю.М. Неруш [2]. В своих научных трудах автор представил классификацию виды запасов, подробно описывает элементы системы управления запасами и их взаимосвязи. Особое внимание Ю.М. Неруш уделил критериям оптимизации запасов и их параметрам, подробно описывая все методики расчета.

Вопросами политики управления запасами занималась А.Н. Стерлигова [3]. В нем изложены все основные существующие модели управления запасами; классификация запасов по группам; методы определения объема потребности в запасе и расчет оптимального размера заказа, в том числе с учетом времени и цены доставки.

Джон Шрайбфедер [4], является автором программы управления запасами, направленной на максимизацию чистой прибыли. В рамках данной программы, автор утверждает, что эффективное управление запасами позволяет организации удовлетворять и превышать ожидания покупателей, а также, предлагает методику создания программы управления запасами, позволяющую добиться высокой рентабельности

вложений в складские запасы, адаптированной под каждое конкретное предприятие.

К отечественным основателям научной теории управления запасами можно отнести Г.Л. Бродецкого [5], который посветил свои труды модификации существующих моделей. Им подробно описаны модели управления запасами при использовании заемных средств, модели учета скидок, модели планирования дефицита, модели учета ограничений на размер капитала при оптимизации систем управления запасами. Так, автор отдельно выделяет адаптивность этих моделей, подчеркивая практическую важность своих научных трудов.

Катаргин В. Н. в работе «Особенности управления складами автомобильных дилеров Сибирского региона» рассматривает потребности в автомобильных запасных частях на предприятиях автотранспортного комплекса как функции смеси вероятностных распределений. Выявлена зависимость между затратами ресурсов и эффективностью системы обеспечения запасными частями предприятий, обслуживающих и эксплуатирующих АТС. Разработана математическая модель управления складом запасных частей, позволяющая определять момент, структуру и объем заказа на его пополнение для максимально эффективного использования складских ресурсов и адаптированная для решения задач минимизации издержек, достижения заданного уровня дефицита или финансовых вложений.

Сергеев В.И. «Корпоративная логистика в вопросах и ответах». В книге изложен широкий круг вопросов корпоративной логистики и управления цепями поставок от понятийного аппарата до процедуры европейской сертификации логистов, включая важнейшие области профессиональной деятельности логиста: управление логистическими процессами в производстве, закупках и дистрибуции; транспортировку; управление логистическими рисками; складирование и грузопереработку;

управление запасами; информационно-компьютерную поддержку логистики и т. п.

Дзензлюк Н.С. в работе «Моделирование систем управления запасами: теория и проблемы» показал основные направления развития теории и практики управления запасами в современных условиях.

Учебное пособие Алесинской, Т. В. «Основы логистики. Общие вопросы логистического управления». Рассмотрены предпосылки, этапы возникновения и развития логистики, источники экономического эффекта от использования логистики, концептуальные и методологические основы логистического управления в цепях поставок, вопросы планирования и анализа логистической деятельности, организации службы логистики на предприятии.

Конкретные и подробные рекомендации по организации бизнес-процессов торговли запчастями разрабатывал, и В.В. Волгин [6]. Автором предлагается критический сравнительный анализ практик зарубежных глобальных операторов, дистрибьюторов и автодилерских предприятий. В.В. Волгин доказал, что основной расход запасных частей за первый девятилетний период эксплуатации приходится на период между вторым и седьмым годами.

Такое же практическое значение в прогнозировании потребности в запасных частях отразил в авторской методике А.А. Плеханова. В данной методике предлагается система комплексного краткосрочного адаптивного прогнозирования потребности в запасных частях, и методика прогнозирования потребности в запасных частях на основе фактического расхода деталей, узлов, агрегатов за определенный временной интервал или по пробегу с учетом условий эксплуатации. Практическую ценность имеют и предложение автором показатели выбытия деталей, узлов и агрегатов. В этой же научно-исследовательской работе рассмотрено влияние некоторых факторов эксплуатации выбытие деталей, узлов и

агрегатов с помощью регрессионно-корреляционного анализа и показана необходимость удельных и относительных показателей их выбытия. Усовершенствован графический метод определения номенклатуры запасных частей, лимитирующих надежность. Прогноз потребности в запасных частях, как и во многих вышеперечисленных работах, ограничивается корреляционно-регрессионным анализом.

Разработкой приемов и методов определения потребности в запасных частях занимался, и доктор физико-математических наук А.Г. Зарубин в соавторстве с П.Л. Чернобродовым. Авторами, в рамках управления запасами и организации складов, предложен метод экономического анализа, в том числе экономико-математический и экономико-статистический. Разработанные авторами методы сравнительного анализа, монографический и расчетно-аналитический методы, методы маркетинговых исследований представлены автором с акцентом на их практическое значение в рамках реализации управления складскими запасами предприятий промышленной сферы.

Разработанные программные модули в работе «Повышение эффективности функционирования системы фирменного сервиса грузовых автомобилей на основе инновационных научно-технических разработок» позволят повысить эффективность деятельности предприятия, улучшить ее управляемость и обеспечить возможность перераспределения ресурсов в случае необходимости в соответствии с найденным организационно-управленческим решением. Эффективность указанных мероприятий подтверждена оптимизационными экспериментами на имитационной модели и расчетом экономической эффективности от внедрения предложенных решений.

Л.Б. Миротин [7] подчеркивает важность непрерывного анализа спроса на запасные части, что в рамках темы диссертационной работы имеет особую актуальность. Проведенные исследования автора в области

деления номенклатуры запасных частей на группы методом ABC и XYZ-анализов также имеет свою практическую ценность в данном исследовании.

Особое практическое значение имеет работа А.С. Гришина [8], которая примечательна представленной возможностью проведения расчетов с помощью стандартных пакетов прикладных компьютерных программ. Результаты практических расчетов, по утверждению автора, с использованием пакетов прикладных программ, таких как MS Excel наиболее прост в применении и совместим с программным обеспечением предприятия. Также автор делает акцент на том, что MS Excel позволяет прогнозировать потребность лишь на основе корреляционно-регрессионного анализа, которого недостаточно в таком сложном случае, как управление складом запасных частей.

Разработкой основных теоретических и методических положений организации и управления объемом склада запасных частей на предприятиях транспортно-экспедиционной отрасли занимался П.Б. Фетисов, для чего создал авторскую модель определения и планирования потребности в запасных частях. В рамках модели П.Б. Фетисова представлены методики сбора и обработки информации для модели управления запасами запасных частей. Издержки доставки автор методик не выделяет, как отдельный вид логистических затрат, что не дает возможности их справедливой оценки.

Агафонов, А. В. «Определение потребности дилерских станций технического обслуживания автомобилей в запасных частях и повышение эффективности управления запасами». В результате анализа в диссертации установлено, что российский рынок автомобильных запасных частей имеет ряд характерных особенностей: большое количество посредников, значительное преобладание фирм-имитаторов над поставщиками оригинальных запасных частей, большие сроки поставки, наличие

«теневом» рынка и др. Разработана адаптированная методика определения потребности в оригинальных запасных частях для дилерских СТОА с учетом возраста автопарка и его разномодельности, сезонных колебаний спроса и рыночной конъюнктуры.

В диссертации «Оптимизация и управление складом запасных частей на предприятиях обслуживающих и эксплуатирующих АТС» рассмотрена система управления складом запасных, методики моделирования потребности в запасных частях. Разработана модель управления складом. Данная диссертация послужит базисом для написания выпускной квалификационной работы.

Вопросами влияния цены доставки в управлении складскими запасами также интересовался Е.А. Лебедев в соавторстве с Л.Б. Миротин. В своем учебном пособии авторы рассмотрели теоретические основы логистики различных звеньев цепи поставок, из которых, в рамках представленной темы, наиболее интересны для изучения основы складского хранения и транспортного обслуживания материальных потоков. Проведя подробное исследование цены доставки, авторы выделили и влияние на нее фактора времени, но практических обоснований и рекомендаций в работе не обозначено.

Кандидатская диссертация Ивахненко А. А. «Аналитико-имитационное моделирование технологических процессов движения запасных частей и комплектующих в дилерской сети предприятий автомобильной промышленности с использованием сетей массового обслуживания». Работа актуальна, так как проанализированы методы поставок, комплектующих в дилерских сетях предприятий автомобильной промышленности, проведён многомерный статистический анализ интенсивности запросов на перемещение комплектующих, формализовано представление процессов движения, комплектующих между участками и

центральный складом, разработана модель сети массового обслуживания для выбора рациональных вариантов поставок.

Для написания математической модели рассмотрим книгу Завадского Ю. В. «Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования». Имитационное моделирование одно из наиболее перспективных направлений, применяемых для решения задач автомобильного транспорта. На конкретных примерах рассматривается методология и порядок решения методом имитационного моделирования задач, возникающих при эксплуатации, техническое обслуживание (ТО) и ремонт (Р) автомобилей, а также задач по определению надежности сложных технических систем, определению пропускной способности автомобильных дорог и определению оптимального количества запасных частей, необходимых для поддержания автомобилей в исправном состоянии.

Несмотря на достигнутые результаты в изучении данной темы стоит отметить, что в приведенных выше работах не наблюдается комплексности в подходе к организации склада с учетом цены и времени доставки. Актуальность изучения цены доставки приведена в научной литературе, доказано влияние цены доставки на общие издержки компании, проведено исследование влияния времени доставки на ее стоимость, даже приведены рекомендации практического характера по сокращению издержек доставки, но все это достаточно разрознено и не ложится в общую систему организации склада. Все эти исследования проведены различными авторами и в разные временные периоды, что говорит об актуальности дальнейшего проведения исследований в данной области и систематизации накопленных научных знаний.

По результатам изучения и анализа литературных источников можно сказать, что для эффективной организации склада запасных частей с учётом времени и цены доставки, необходима модель управления, которая

позволила бы системно охватить все стороны вопроса, связанного с управлением запасами, с учетом специфики влияния данных факторов.

Список литературы

1. Аникин, Б.А. Коммерческая логистика: учебник /Б.А. Аникин, А.П. Тяпухин. — Москва: Проспект, 2018. — 377с.
2. Неруш, Ю. М. Логистика: учебник / Ю. М. Неруш. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Проспект, 2006. — 520 с.
3. Стерлигова, А. Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник / А. Н. Стерлигова. — Москва: Инфра-М, 2008. — 430 с.
4. Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер; пер. с англ. — Москва: Альпина Бизнес Букс, 2015. — 304с.
5. Бродецкий, Г.Л. Системный анализ в логистике: выбор в условиях неопределенности: учебник /Г.Л. Бродецкий. — Москва: Академия, 2010. — 334с.
6. Волгин, В.В. Запасные части: энциклопедия бизнеса /В.В. Волгин. — 3-е изд. — Москва: Ось-89, 2010. — 464с.
7. Миротин, Л. Б. Логистические системы и технологии перевозочного процесса, основанные на логистике / Л. Б. Миротин, Ы. Ташбаев // Транспорт: наука, техника, управление: Сборник обзорной информации. — 1993. — № 2. — С. 12—19.
8. Гришин, А.С. Разработка методики прогнозирования потребности предприятий автосервиса в запасных частях: дис. канд. техн. наук / А.С. Гришин. — Москва: МГТУ, 2005 — 153 с.

УДК 621.436

ПРИБОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЯ

Захаров Юрий Альбертович, к.т.н., доцент

Макаров Владислав Николаевич, студент гр. 23ЭТМК1мз

Захаров Антон Юрьевич, студент гр. 24ИСТ1

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Аннотация. Представлен обзор основных методик приборной диагностики технического состояния ходовой части легковых автомобилей.

На данный момент существует два метода приборной диагностики ходовой части автомобиля: диагностика на вибростенде и люфт-детекторе.

Вибростенд, на котором тестируют подвеску, выглядит как раскачивающаяся платформа, оборудованная датчиками, соединенными с компьютером (рисунок 1). Система проверки фиксирует и анализирует данные о недостатках, полученные в процессе раскачки вибростенда, и сравнивает их с нормативами.



Рисунок 1 – Вибростенд для диагностики ходовой части автомобиля

Предназначение вибростенда — создавать колебания с нужной частотой, схожие с теми, которые испытывает автомобиль в процессе езды. Колебания происходят за счет электродинамических или гидравлических вибраторов.

Колеса установленного на платформу автомобиля, включенного на нейтральную передачу, во время диагностики будут вращаться от движения валов вибростенда. Таким образом, создаются не только колебания, но и имитация обычного движения машины. Помимо этого, происходит имитация боковых кренов.

После заезда автомобиля на вибростенд для диагностики подвески начнется раскачка. С помощью этих манипуляций создаются условия, максимально близкие к реальному движению по дороге.

Вибростенд снабжен рядом датчиков. Во время испытания подвески с помощью вибрации они фиксируют различные параметры. Однако абсолютные значения измеренных физических величин не всегда сможет расшифровать даже опытный диагност. Поэтому применяется метод сравнения с эталонными параметрами подвески исправного автомобиля.

Такое диагностическое оборудование, как люфт-детектор, используется для выявления свободных перемещений деталей в тех узлах и механизмах, где их быть не должно. Без применения данных технических средств о достоверности диагностики можно говорить лишь условно. И, напротив, использование люфт-детекторов позволяет обнаружить ослабление элементов подвески и рулевого управления задолго до того, как эти дефекты приводят к фатальной поломке машины или аварийной ситуации во время передвижения авто, особенно, на высокой скорости.

Данное диагностическое оборудование предназначается для определения состояния компонентов подвески, в число которых входят следующие:

- подшипники в ступицах;
- шаровые опоры;
- сайлентблоки;
- рулевые тяги (шарниры).

Кроме того, применение люфт-детектора даёт возможность выявить ослабление различных втулочных соединений. Таким образом, использование этого исследовательского оборудования обеспечивает высокую эффективность одного из самых трудоёмких и ответственных видов сервиса автомобилей – легковых, грузовых и автобусов.

Конструкция измерителей люфтов обеспечивает быструю и упрощённую установку оборудования как на смотровую яму, так и автомобильный подъёмник любого типа (рисунок 2). В общем случае детектор включает в себя следующие элементы:

- подвижные площадки (правая и левая);
- гидравлическая станция;
- блок управляющей электроники;
- пульт дистанционного управления.

В комплект более «продвинутых» и дорогостоящих детекторов обычно входит малогабаритная видеокамера, снимающая процесс диагностики и передающая изображение на монитор компьютера. Конкретные модели люфт-детекторов могут различаться габаритами площадок, гидростанций и шкафов с электрооборудованием, а также некоторыми эксплуатационными характеристиками, например, напряжением электропитания – 220 или 380 Вольт.

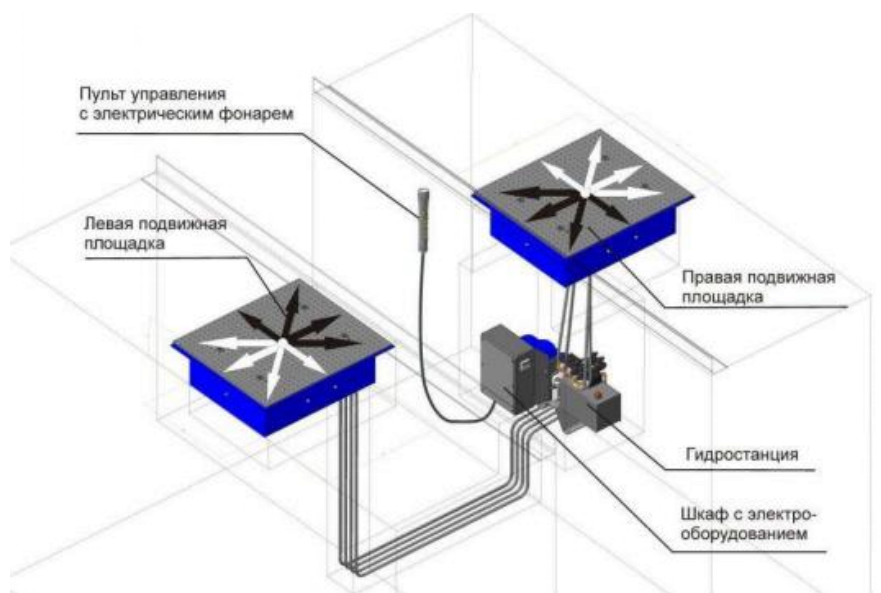


Рисунок 2 – Изображение люфт-детектора

Функционирование люфт-детектора заключается в имитации нагрузок, которые испытывает подвеска в процессе реального передвижения автотранспортного средства по магистрали. Перед диагностикой автомобиль заезжает колёсами на подвижные площадки и фиксируется на месте. После этого мастер с помощью пульта включает устройство и поочерёдно выбирает разные режимы диагностики.

Площадки двигаются по горизонтали веред-назад и влево-вправо, а также по вертикали, чем имитируются ударные нагрузки, возникающие при движении по неровным дорожным покрытиям. Усилия, прикладываемые к колёсам, создаются мощной гидравлической станцией.

Перемещение площадок приводит в движение элементы подвески, и мастер в это время осматривает все её компоненты. При обнаружении дефекта (люфта) информация о нем заносится в журнал, и на основании этих сведений принимается решение о методике устранения данной неисправности.

Оба вида диагностики имеют свои недостатки, которые сказываются на рядовом автовладельце. Первый способ вызывает затруднение у

пользователя в связи с отсутствием необходимых знаний о конструкции автомобиля. Так же с помощью визуального контроля удастся выявить лишь не более 50% дефектов. Для осуществления диагностики вторым способом необходимо посетить автомобильный сервис, оснащенный специальным оборудованием. Так же существующие акустические датчики для диагностики ходовой части ТС имеют любительский характер и имеют свои недоработки.

Список литературы

1. Диагностика ходовой части автомобиля: обо всем по порядку [Электронный ресурс]: <https://rad-star.ru/pressroom/articles/diagnostika-khodovoj-chasti-avto>.
2. Способы диагностирования передней подвески автомобиля [Электронный ресурс]: <https://avtoyoutubb.ru/diagnostika-perednej-podveski.php>.
3. Обоснование необходимости покупки люфт-детектора для автосервиса [Электронный ресурс]: <https://www.nordwesttool.ru/statyi/lyuft-detektor>.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ

Козлов Илья Дмитриевич, студент гр. 24ТТНТ1м
Карташов Александр Александрович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Симакина Галина Николаевна, к.т.н., доцент
Пензенский казачий институт технологий филиал «Московского
государственного университета технологий и управления им. К.Г.
Разумовского» (Первый казачий университет)

Аннотация. Целью работы является определение условий и возможностей для создания телематического сервиса для клиентов.

Жизнь сегодняшнего человека нельзя представить без взаимодействия с информацией и автотранспортом. Зачастую можно наблюдать взаимодействие человека с автотранспортом через информационные устройства. Данная технология получила название «транспортная телематика». Ее внедрение становится повсеместным как в частном, так и в коммерческом и муниципальном автотранспорте и позволяет автовладельцам и потребителям транспортных услуг существенно упростить и облегчить взаимодействие с автомобилем, автобусом или коммерческой перевозкой.

Телематическая система состоит из совокупности автомобилей, оснащенных телематикой, вычислительного центра и связи между ними. Оснащение телематикой подразумевает установку дополнительного информационно-технологического оборудования, способного собирать, обрабатывать информацию о состоянии автомобиля, полученную в ходе его эксплуатации, и передавать ее в основной вычислительный центр для итоговой обработки и анализа данных.

Концепция автомобильной телематики заключается в использовании компьютерных, сенсорных и телекоммуникационных технологий для удаленного оказания услуг в автомобиле. Современные информационные технологии позволяют оперативно оценивать техническое состояние автомобилей и вести непрерывный контроль по данным бортовых датчиков [1].

Информация о состоянии автомобиля, получаемая посредством встроенных или дополнительно установленных датчиков, собирается в ПЗУ телематического устройства и преобразуется в сигнал, который затем передается с помощью коммуникационных сетей на серверы автотранспортного предприятия. В дальнейшем полученный массив данных анализируется алгоритмами, учитывающими определенные нормативные требования и стандарты автопроизводителя, касающиеся состояния узлов автомобиля. На основе этих данных о текущей эксплуатации автомобиля автосервисное предприятие может спрогнозировать будущие параметры эксплуатации и определить вероятность появления неисправности. Данная информация может быть крайне ценна как для решения проблемы оптимизации сервиса (снижения времени простоя, сокращение очередей), так и для оптимизации склада и логистики (предварительный заказ необходимых запчастей) предприятия. Телематическое устройство, установленное в автомобиль и подключенное к его электронным системам, позволяет также сократить время пребывания автомобиля в ремонте с помощью сервиса удаленной диагностики. Таким образом владелец автомобиля и автосервисное предприятие могут в течение считанных секунд получить достоверные данные о состоянии автомобиля посредством диагностических отчетов. С помощью удаленной диагностики, если выявленная неисправность поддается устранению посредством удаленной калибровки, автовладелец затрачивает существенно меньшее количество времени, чем, если бы он обратился за

устранением неисправности непосредственно в автосервис. Стоит отметить, что использование данной возможности позитивно сказывается на экологической ситуации.

Система также предусматривает интерактивное взаимодействие с автосервисом в случае экстренных и аварийных ситуаций на дороге. Получив соответствующий запрос о происшествии от телематического устройства, автосервисное предприятие может направить на определенную геопозицию эвакуационную или ремонтную службу. Также система может связываться напрямую со службами спасения в случае возникновения угроз жизнедеятельности водителя и пассажиров, используя специально выделенный канал связи, или с органами охраны правопорядка в случае угона транспортного средства.

Телеметрические системы выполняют следующие функции:

- измерение, сбор и хранение информации о режимах и условиях работы агрегатов и систем автомобилей с применением встроенных или устанавливаемых на автомобилях датчиков;
- учет и хранение информации результатов контроля структурных и диагностических параметров технического состояния автомобиля;
- учет и хранение информации о проведении ремонтных и обслуживающих операций, замены агрегатов и деталей;
- обработка и анализ данных и информирование водителя и технической службы о текущем техническом состоянии автомобиля, предупреждении неисправностей и определение остаточного ресурса.

На рисунке 1 наглядно представлена общая архитектура взаимодействия элементов системы [6].

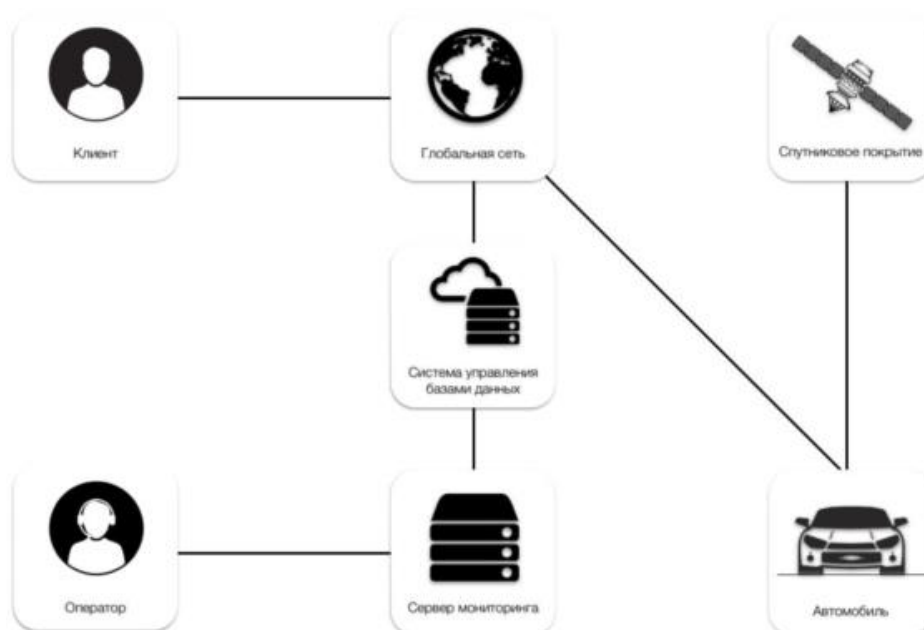


Рисунок 1 Структура взаимодействия элементов системы.

Автоматизированная система и аппаратно-программный навигационный комплекс должны обеспечивать [5]:

1. Подключение и регистрацию аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS (абонентских терминалов);
2. Получение мониторинговой информации от подключенных абонентских терминалов;
3. Передачу мониторинговой информации в другие системы и аппаратно-программные комплексы, осуществляющие мониторинг транспортных средств;
4. Получение мониторинговой информации от других систем и аппаратно-программных комплексов, осуществляющих мониторинг транспортных средств;
5. Передачу мониторинговой информации в диспетчерский центр по его запросу;
6. Хранение и обработку мониторинговой информации, поступающей от подключенных к системе и аппаратно-программному навигационному комплексу абонентских терминалов.

Поскольку автотранспортное средство и дилерское предприятие должны взаимодействовать между собой и передавать массивы данных, необходимо снабдить автомобиль каналом связи, посредством которого телеметрическое устройство будет опрашивать и принимать команды в процессинговый центр предприятия.

Требования по контролю местоположения транспортного средства являются обязательными и поэтому телеметрический блок должен также включать в свой состав модуль спутниковой навигации.

Для обеспечения возможности взаимодействия между автомобилем и процессинговым центром на первом должен быть установлен комплекс бортового навигационно-связного оборудования, обеспечивающий обмен информацией с процессинговым центром по специальному протоколу.

По команде процессингового центра текущие данные хранящиеся в блоке памяти устройства, включая навигационные данные, должны быть предоставлены к передаче в автотранспортное предприятие. Для обеспечения связи с водителем мобильный блок должен обладать модулем радиосвязи.

Вид радиосвязи определяется предъявляемыми требованиями к связи, а именно:

- обмен цифровой информацией мобильного блока с аппаратурой процессингового центра;
- голосовую связь оператора с водителем автомобиля.

Возможность голосового режима связи может быть реализована добавлением отдельного модуля связи. Бортовой телематический блок должен подключаться к датчикам основных узлов автомобиля. На основе показаний датчиков бортовая система создает и сохраняет массив данных или информацию о состоянии транспортного средства, который передается в процессинговый центр[5].

Телематический модуль в своем составе имеет следующий типовой набор основных функциональных элементов:

1. Бортовой контроллер;
2. Постоянное запоминающее устройство;
3. Модуль голосовой связи и приема/передачи данных;
4. Спутниковый навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS;
5. Бортовой дисплей с функцией ввода информации;

Модуль приема и передачи данных можно использовать для связи можно использовать для соединения телематического блока с мобильным устройством владельца автомобиля. Мобильное приложение позволит связываться с автомобилем при любых условиях. Данное технологическое решение позволит сделать установку бортового дисплея опциональной функцией или вовсе исключить монтаж данного оборудования. Кроме того применение мобильного устройства в качестве терминала управления автомобилем через бортовой телеметрический модуль позволяет расширить возможности контроля автомобиля[5].

В список опций удаленного контроля автомобиля входят:

- дистанционный запуск двигателя;
- управление салонными системами автомобиля;
- проверка показателей работоспособности автомобиля;
- синхронизация с медиа и навигационными данными на мобильном устройстве и персональном компьютере владельца автомобиля;
- средства защиты от угона с определением геопозиции автомобиля;
- оповещения о предстоящем ТО и ТР.

Постоянное Запоминающее Устройство должно обладать объемом памяти в разы превышающий минимально необходимый для повседневных операций объем с целью накопления информации вследствие отсутствия связи для отправки массива данных. В случае восстановления устойчивого соединения накопленная информация

передается в процессинговый центр для хранения и обработки и удаляется из ПЗУ бортового телеметрического модуля.

Схема обработки информации в телематической системе на рисунке 2.[5]

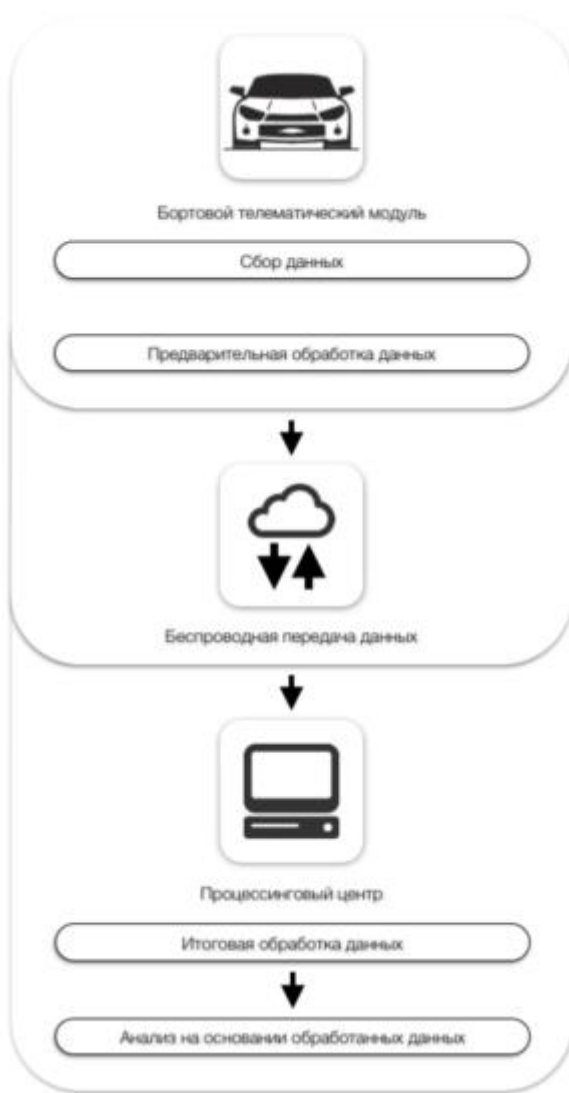


Рисунок 2 – Схема обработки информации телематической системой и передачи в процессинговый центр

Рациональная организация информационных систем основывается на точных количественных оценках информационных характеристик элементов системы: информационной ёмкости памяти и устройств отображения информации, скорости передачи сообщений, пропускной способности каналов связи и др. В процессе преобразований и передачи информации сигналы и сообщения, содержащие эту информацию,

отклоняются от своих истинных значений, тем самым создавая погрешности. Причины возникновения этих погрешностей многообразны - это неадекватность первичных и вторичных преобразователей (чувствительные элементы, аналого-цифровые преобразователи и пр.), аппаратные искажения (усилители, фильтры и пр.), помехи естественного и искусственного происхождения (линии связи, устройства хранения данных и пр.), несовершенство устройств отображения информации (дисплеи, принтеры и пр.), субъективные факторы (ошибки считывания, отвлечение внимания и пр.). Для каждой стадии обработки информации разработаны различные средства повышения достоверности информации. Но наиболее значимыми элементами, обеспечивающими эту достоверность, являются датчики. Если выходной сигнал датчика не соответствует контролируемому параметру, то все дальнейшие усилия по точности обработки этого сигнала не имеют смысла.

Список литературы

1. Новые системы телематики / С. Сысоева / Журнал «Компоненты и Технологии» №9 2007.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ЭРА-ГЛОНАСС>
3. Перспективы развития интеллектуальных бортовых систем автотранспортных средств в российской федерации / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев / Журнал Автомобильных инженеров №6(65) 2010.
4. Внедрение телематики в автомобильную сферу / Интернет - ресурс Maks Media / URL адрес - www.maks-m.com
5. Построение информационных систем на автомобильном транспорте: учебное пособие / Д.Б. Ефименко, А.А. Кудрявцев. – М.: МАДИ, 2014. – 104 с.
6. Телематика - новое слово в автомобильной электронике / Д. Нерсесов / Журнал «Беспроводные технологии» №2 2010.

**ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАДИРОВ В РЕСУРСНЫХ
СОПРЯЖЕНИЯХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА В ЦРМ СХП И В
ПЕРИОД ШТАТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ**

Лебедев Денис Сергеевич, студент гр. 24НТТС1
Долгова Лариса Александровна, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Существенно сократить период обкатки, снизить количество отказов из-за задигов и повысить долговечность дизелей после ремонта в СХП предположительно можно, применяя рациональные трибосоставы в качестве добавки к смазочным материалам, как в период эксплуатационной обкатки, так и в период штатной эксплуатации трактора.

Задиры в ресурсных сопряжениях дизелей, отремонтированных в ЦРМ СХП, могут быть образованы из-за дефектов деталей, несоответствий при сборке механизмов, несоблюдения режимов при обкатке и при эксплуатации.

В работах указывается, что еще на заводах имеет место большое количество дефектов, которые могут вызвать задиры и отказы ДВС:

- при сборке и затяжке деталей до 20 %;
- искажение геометрических размеров до 30.. 40 %;
- при термообработке до 16 %;
- другие нарушения производственных процессов до 22 %.

Исследованиями ГОСНИТИ установлено, что до 80...95 % отказов узлов и деталей у новой отечественной техники вызвано производственными дефектами.

Все эти производственные дефекты усугубляются и преумножаются при ремонте двигателей в ЦРМ.

В работах приводится большое количество причин образования задиров и снижения долговечности ресурсных сопряжений ДВС при эксплуатации:

- искажение геометрической формы зеркала цилиндров в результате недостаточного или резкого охлаждения двигателя;
- повышенная температура выпускных газов из-за плохой работы топливной аппаратуры;
- перегрев поршня, закоксовывание колец, потеря упругости колец;
- длительная перегрузка ДВС;
- неудовлетворительное качество моторного масла;
- абразивное изнашивание и задиры от воздействия продуктов износа.

При ремонте дизелей в ЦРМ СХП основными причинами являются:

- искажение геометрических размеров и формы корпусных деталей;
- несоответствие допустимых значений перекосов осей при сборке ДВС;
- неудовлетворительная приработка;
- применение некачественных запасных частей;
- устаревшее технологическое оборудование или его отсутствие.

На рисунке 1 показана схема геометрических отклонений осей деталей от номинального положения их в основных механизмах двигателя после ремонта и в связи с этим возможна высокая вероятность образования очагов задиров в ресурсных сопряжениях двигателя.

Кроме этого, как это было установлено ранее многочисленными исследованиями, эти отклонения и дефекты ускоряют изнашивание

деталей ресурсопределяющих сопряжений капитально отремонтированных двигателей по сравнению со скоростью изнашивания аналогичных деталей новых двигателей.

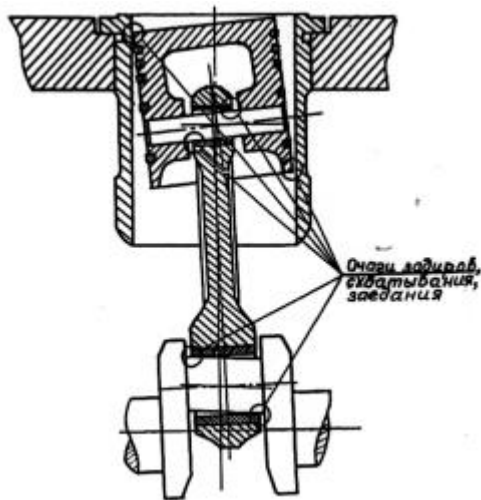


Рисунок 1 – Схема возможных геометрических отклонений осей от номинального положения деталей цилиндро-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма после ремонта двигателя и области образования возможных очагов задиров, схватывания и заклинивания в ресурсных сопряжениях

Из выше приведенных данных следует, что для исключения образования задиров и замедления скорости возрастания зазоров в ресурсных сопряжениях деталей после капитального ремонта двигателей необходимо изыскать новые технологии, существенно снижающие износы деталей.

В результате анализа большого количества источников установлено, что существенно сократить период обкатки, снизить количество отказов из-за задиров и повысить долговечность дизелей после ремонта в СХП предположительно можно, применяя рациональные трибосоставы в качестве добавки к смазочным материалам, как в период эксплуатационной обкатки, так и в период штатной эксплуатации трактора.

Список литературы

1. Лаптев, А.А. Анализ причин капитального ремонта двигателей / А.А. Лаптев, А.П. Самоцветов, П.С. Фридрих // Техника в сельском хозяйстве. – 1983. – № 10. – С. 49–50.
2. Храмцов, Н.В. Надежность отремонтированных автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 160 с.
3. Денисов, А.С. Изменение технического состояния двигателей в межремонтный период / А.С. Денисов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – № 9. – С. 47–49.
4. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, М.А. Халфин [и др.]. – Ч. 1. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 360 с.
5. Нигаматов, М.Х. Ускоренная обкатка двигателей после ремонта / М.Х. Нигаматов. – М.: Колос, 1984. – 94 с.
6. Храмцов, Н.В. Совершенствование технологической обкатки автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов, А.Е. Королев // УНГК Тюменской СХИ. – Тюмень, 1989.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В ДИНАМИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАЗОРОВ В РЕСУРСНЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ НОВЫХ И КАПИТАЛЬНО ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Лосев Максим Вадимович, студент гр. 23ЭТМК1мз
Долгова Лариса Александровна, к.т.н., доцент кафедры ЭАТ
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Многочисленными исследованиями установлено, что скорость изнашивания деталей ресурсоопределяющих сопряжений капитально отремонтированных двигателей внутреннего сгорания значительно превышает скорость изнашивания аналогичных деталей новых двигателей. Для замедления скорости возрастания зазоров в ресурсных сопряжениях деталей после капитального ремонта двигателей необходимо изыскать или создать способы или новые технологии, существенно снижающих износы деталей. Эту задачу предположительно можно решить путем применения триботехнических составов.

Преобладающими причинами поступления в капитальный ремонт двигателей являются отказы из-за износов и задиров деталей основных, ресурсоопределяющих сопряжений: гильза-поршень и вкладыш-шейка коленчатого вала, проявляющихся в виде повышенных прорывов газов в картер, повышенного расхода масла на угар, посторонних стуках, низкого давления в главной масляной магистрали и других признаках. Кроме перечисленных причин, основанием для капитального ремонта являются отказы третьей группы сложности из-за повреждения блока цилиндров, задиров в сопряжениях гильза-поршень, шейка вала-вкладыши, износов сопряжений поршневой группы палец-поршень и поршневой палец-втулка верхней головки шатуна, поломки или деформаций основных деталей.

Количество двигателей, поступающих в капитальный ремонт из-за износа деталей ресурсопределяющих сопряжений, составляет около 80 % как для новых, так и для капитально отремонтированных деталей.

Необходимо особо подчеркнуть, что динамика изменения зазоров в ресурсопределяющих сопряжениях двигателей у новых и после ремонта существенно отличается.

Различными исследованиями установлено, что после капитального ремонта скорость изнашивания деталей ресурсопределяющих сопряжений в сравнении с деталями новых двигателей значительно выше. Так, на рисунке показана динамика изменения зазоров ресурсопределяющих сопряжений дизелей СМД-62 в условиях рядовой эксплуатации. Приведенная диаграмма показывает двухкратное возрастание скорости увеличения зазоров в сопряжениях капитально отремонтированных двигателей.

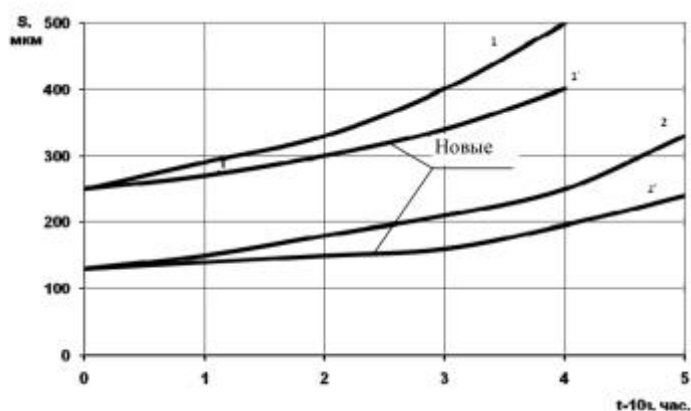


Рисунок 1 – Динамика изменения зазоров соответственно новых и капитально отремонтированных дизелей СМД-62: 1', 1 – гильза–поршень; 2', 2 – вкладыш–шатунная шейка

Исследованиями установлено, что отношение послеремонтных к до-ремонтным скоростям изнашивания ресурсопределяющих деталей дизелей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б составляет 1,28...3,32.

Анализируя данные по изменению убыли ресурса двигателей после ремонта, данные по качеству ремонта, показатели послеремонтного

ресурса дизелей и особенно динамику роста скорости изнашивания ресурсных деталей (рисунок 1), необходимо более подробно назвать основные причины изменения этих установленных закономерностей.

Основной причиной снижения безотказности и долговечности отремонтированных двигателей является существенное отличие технологии их ремонта от технологии изготовления. Отсутствие в ЦРМ СХП и в РОП специализированного оборудования, мерительных приспособлений, стабильной технологии и необходимой квалификации исполнителей [18], а также небольшая программа ремонта и значительная разномарочность ремонтируемых двигателей.

Большое значение имеет изменение технологических факторов при ремонте, величины которых имеют значительно большую вариацию, чем на заводах-изготовителях. К технологическим факторам относятся твердость, шероховатость поверхностей деталей подвижных сопряжений, геометрические размеры деталей.

В работе указывается, что еще на заводах имеет место большое количество дефектов при сборке и затяжке деталей до 20 %, искажение геометрических размеров до 30...40 %, при термообработке до 10 % и т.д. Все эти производственные дефекты усугубляются при ремонте двигателей в ЦРМ.

На скорость изнашивания деталей ресурсопределяющих сопряжений, а, следовательно, и на безотказность и долговечность двигателей, оказывает влияние одновременное воздействие большого количества технологических факторов. Так, скорость увеличения зазора гильза-поршень зависит от величин шероховатости и твердости зеркала гильзы, величины исходного зазора, овальности, конусности гильзы цилиндра, упругости поршневых колец, неперпендикулярности оси расточек блок-картера под вкладыш коленчатого вала и оси расточек блок-

картера под бурты гильзы, зазора в сопряжении шатунная шейка коленчатого вала - вкладыш, изгиба шатуна и т.д.

На скорость изнашивания шатунных шеек коленчатого вала и шатунных вкладышей влияют изменения твердости и шероховатости поверхности шатунной шейки, изгиба шатуна, зазора в сопряжении шатунная шейка - вкладыш, нецилиндричности шатунной шейки, неперпендикулярности осей расточек блок-картера под коренные вкладыши и бурты гильзы и т.д.

Детали сопряжения коренная шейка коленчатого вала - вкладыш изнашиваются с различной интенсивностью в зависимости от твердости, шероховатости коренных шеек коленчатого вала, величины зазора в этом сопряжении, нецилиндричности коренной шейки, несоосности коренных шеек коленчатого вала, несоосности расточек блока под коренные вкладыши и т.д.

Таким образом, многочисленными исследованиями установлено, что скорость изнашивания деталей ресурсопределяющих сопряжений капитально отремонтированных двигателей внутреннего сгорания значительно превышает скорость изнашивания аналогичных деталей новых двигателей.

Из выше приведенных закономерностей следует, что для замедления скорости возрастания зазоров в ресурсных сопряжениях деталей после капитального ремонта двигателей необходимо изыскать или создать способы или новые технологии, существенно снижающих износы деталей. Эту задачу предположительно можно решить путем применения триботехнических составов. Из большого количества марок трибосоставов необходимо обосновать и выбрать рациональные, обеспечивающие повышение долговечности и безотказности дизелей.

Список литературы

1. Храмцов, Н.В. Надежность отремонтированных автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 160 с.

2. Денисов, А.С. Изменение технического состояния двигателей в межремонтный период / А.С. Денисов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – № 9. – С. 47–49.

3. Инновационные методы повышения послеремонтной надежности сельскохозяйственной техники и инвестиционной привлекательности ремонтнообслуживающих предприятий в АПК: монография / В.И. Черноиванов, В.Ф. Федоренко, Р.Ю. Соловьев, А.К. Ольховацкий, Д.А. Гительман [и др.]; под общей ред. В.И. Черноиванова. – М.: ГНУ ГОСНИТИ, 2012. – 400 с.

КОНСТРУКЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Москвин Роман Николаевич, к.т.н., доцент
Швецов Алексей Владимирович, студент гр. 23ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Современный электропневматический привод имеет высокую конструктивную сложность, однако наличие в нем электропневмоклапанов, набора датчиков и электронного блока управления позволяют для всех условий эксплуатации организовать, в отличие от пневмопривода, близкое к оптимальному регулирование тормозных сил по осям. Для оптимизации процесса торможения АТС с ЭПП необходимо рассмотреть процессы, происходящие в приводе при наполнении воздухом тормозных камер, исследовать поведение шин при торможении, проанализировать перераспределение осевых нагрузок во время торможения. Полученная информация послужит основой совершенствования алгоритма функционирования блока управления ЭПП.

На современных автомобилях продолжают применяться несколько видов тормозных приводов, ставших уже классическими, такие как механический, гидравлический, пневматический и их комбинации. На грузовых автомобилях с разрешенной максимальной массой более 7,5 тонн, на прицепах и полуприцепах массой более 10 тонн, а также на автобусах массой более 5 тонн преимущественно распространен пневматический привод. Это обусловлено тем, что по сравнению с другими типами приводов за счет использования сжатого воздуха, можно создавать большие приводные силы в тормозных механизмах без

использования мускульной силы водителя. Наличие больших тормозных сил позволяет затормаживать транспортные средства практически любой максимальной массы. Есть и пневмопривода и другие преимущества: возможность эффективного затормаживания одного и даже нескольких прицепов, сниженный риск выхода из строя из-за утечек воздуха, бесплатное рабочее тело привода (воздух), использование запаса воздуха для других потребителей (подвеска и т.п.) Однако есть у пневмопривода один существенный недостаток – большое время срабатывания (низкое быстродействие). Начиная примерно с середины 80-х годов прошлого века начали проводиться работы по исследованию и созданию новой разновидности тормозного привода – электропневматического привода (ЭПП) тормозов. Стояла задача – создать такой комбинированный привод, у которого бы сохранялись все преимущества пневмопривода, но были бы устранены недостатки по быстродействию. Известны работы отечественных ученых в этом направлении (Саркисян Э.В., Попов А.И., Солнцев А.Н.). В ЭПП была сохранена классическая силовая пневматическая часть (компрессор, регулятор давления, защитные клапаны, ресиверы, трубопроводы, тормозные камеры и т.д). Традиционные аппараты управления и распределения воздухом (ножной тормозной кран, регулятор тормозных сил, ограничитель давления, ускорительные клапаны) были заменены или модифицированы на новые аппараты с электрическим управлением (электропневмоклапаны). Это позволило полностью снять проблему быстродействия, особенно для автомобилей и автопоездов большой длины, т. к. команды на торможение поступают от «электрической» тормозной педали к электропневмоклапанам, пропускающим воздух к тормозным камерам, практически мгновенно. Вторым существенным положительным моментом использования электроуправления в ЭПП явилась возможность оперативного изменения алгоритма подачи воздуха в тормозные камеры в

зависимости от требуемого распределения тормозных сил по осям, по бортам или даже по отдельным колесам. Эти возможности были реализованы сначала в антиблокировочных системах, затем в электронных системах контроля устойчивости, в электронных регуляторах тормозных сил и т.п.

Современные нормативные требования в области торможения транспортных средств (Правила ООН № 13) не предписывают обязательность использования того или иного типа привода на тяжелых транспортных средствах и прицепах, позволяя изготовителям применять до сих пор как пневматические, так и электропневматические приводы. Однако Правилами ООН №13 жестко установлены конкретные требования безопасности к каждому из этих приводов в случае их применения. Многие отечественные автомобили до настоящего времени оборудуются пневмоприводом, за рубежом уже более распространен электропневмопривод тормозов и, как мы считаем, за ним будущее.

Типичная схема современного ЭПП [8] грузового автомобиля – тягача показана на рис. 1. В основе конструкции ЭПП тягача лежат осевые модуляторы, изменяющие давление воздуха в тормозных контурах, с учетом данных, поступающих от различных датчиков. Информация от датчиков поступает в электронный блок управления, который на основании используемого алгоритма работы, формирует управляющие команды, которые подаются на электроклапаны модуляторов. Также в ЭПП имеются аппараты, позволяющие управлять тормозным приводом прицепа по электрическим цепям и дублирующим пневматическим трубопроводам.

Принципиальная схема современного электропневматического привода полуприцепа показана на рис. 2. [2]. Основным аппаратом привода является центральный модулятор, который выполняет одновременно функции классического воздухораспределителя прицепа,

регулятора тормозных сил, модуляторов АБС и электропневмоклапана ЭПП.

Также центральный модулятор имеет встроенные датчики давления воздуха и датчики линейного и/или углового ускорения/замедления. Конструктивно центральный модулятор объединен с электронным блоком управления.

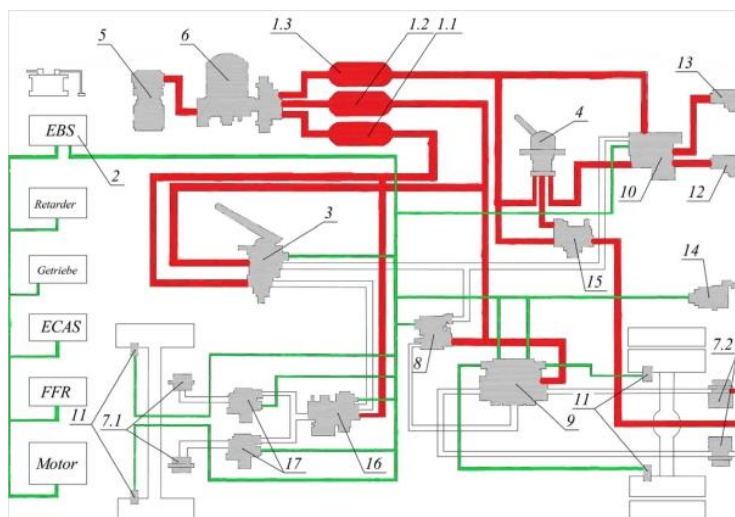


Рисунок 1 – Принципиальная схема электропневматического тормозного привода автомобиля-тягача: 1.1, 1.2, 1.3 – ресиверы основной, вспомогательной и стояночной систем; 2 – электронный блок управления; 3 – «электронная» педаль; 4 – ручной тормозной кран; 5 – компрессор; 6 – влагомаслоотделитель; 7.1, 7.2 – передние и задние тормозные камеры; 8 – защитный клапан; 9 – осевой модулятор давления; 10 – клапан управления тормозами прицепа; 11 – датчик угловой скорости колеса; 12 – соединительная головка управляющей магистрали; 13 – соединительная головка питающей магистрали; 14 – разъем ЭПП к прицепу ; 15 – ускорительный клапан; 16 – пропорциональный модулятор давления; 17 – модуляторы АБС;

Осевая нагрузка фиксируется датчиками давления, установленными в пневмоподвеске. В современных ЭПП прицепов и полуприцепов, равно как и на автомобилях, за счет возможности отдельного подтормаживания

колес по бортам, реализована функция электронной системы стабилизации движения.

Реализованная схема ЭПП для прицепных звеньев автопоездов получила обозначение TEBS E (Electronic Braking System for Trailers).

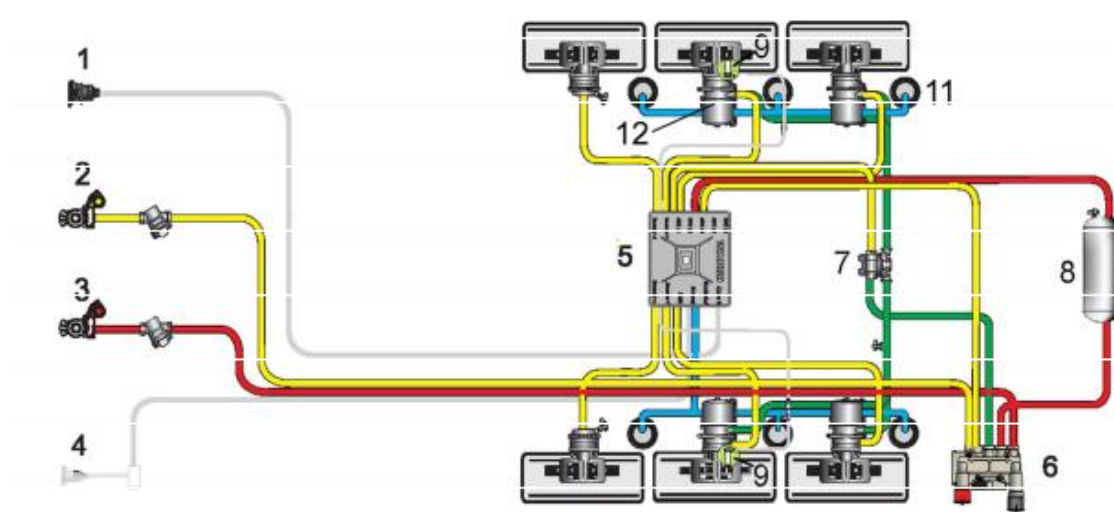


Рисунок 2 – Принципиальная схема электропневматического тормозного привода полуприцепа [15]: 1 – электрический разъем ЭПП прицепа; 2 – управляющая магистраль; 3 – питающая магистраль; 4 – разъем электрооборудования; 5 – центральный/основной модулятор; 6 – воздухораспределитель с функцией растормаживания; 7 – защитный клапан; 8 – ресивер; 9 – датчик частоты вращения колес; 11 – пневмобаллон подвески; 12 -тормозная камера с энергоаккумулятором

Работа модуляторов электропневматического тормозного привода [1,3, 4-7] осуществляется в зависимости от получаемых электронным блоком ЭПП входных параметров. Такими параметрами являются: степень нажатия на «электронную» тормозную педаль (информация от датчика перемещения педали), частота вращения колес АТС (информация от датчиков угловой скорости колес), величина нормальной нагрузки на оси (информация от датчиков давления воздуха в пневмоподвеске или датчика прогиба рессор), величина продольного и поперечного замедления АТС

(информация от соответствующих датчиков замедления). По результатам анализа входных данных алгоритм блока управления формирует выходные сигналы для электроклапанов ЭПП.

Современные модуляторы ЭПП фирм Вабко, Кнорр и др. имеют довольно сложную конструкцию, показанную, например, на рис. 3. Сложность обусловлена выполнением сразу нескольких функций: обычное торможение, работа АБС, электронное регулирование тормозных сил, стабилизация движения при торможении и на повороте.

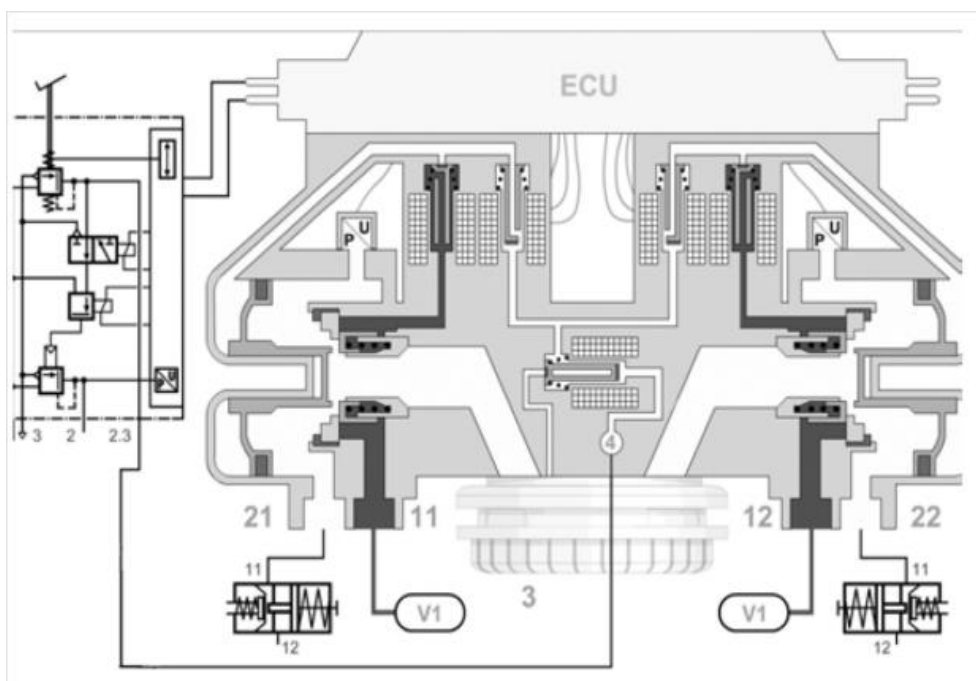


Рисунок 3 – Принципиальная схема осевого модулятора давления и пропорционального модулятора давления тягача

Проведенный анализ показал, что современный электропневматический привод имеет высокую конструктивную сложность, однако наличие в нем электропневмоклапанов, набора датчиков и электронного блока управления позволяют для всех условий эксплуатации организовать, в отличие от пневмопривода, близкое к оптимальному регулирование тормозных сил по осям. Для оптимизации процесса торможения АТС с ЭПП необходимо рассмотреть процессы,

происходящие в приводе при наполнении воздухом тормозных камер, исследовать поведение шин при торможении, проанализировать перераспределение осевых нагрузок во время торможения. Полученная информация послужит основой совершенствования алгоритма функционирования блока управления ЭПП. Этот момент является крайне важным, особенно в условиях ухода ведущих европейских тормозных фирм с отечественного рынка и реализации программы импортозамещения.

Список литературы

1. Основы конструкции современного автомобиля. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Инжиниринговый научно-образовательный центр "СМАРТ", 2023. – 356 с.: ил.

2. WABCO (2005) Компоненты пневматических тормозных систем для прицепов в соответствии с 71/320/EWG. Схематическое обозначение и описание тормозных систем и пневматических агрегатов. – 2-е издание. Vehicle Control Systems.

3. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортных средств: монография / А. Н. Туренко, В. И. Клименко, В. А. Богомолов, Л. А. Рыжих и др. – 2-е издание, дополненное. – Харьков : ХНАДУ, 2015. – 450 с.

4. Гуревич, Л. В. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – Москва : Транспорт, 1988. – 224 с.

5. Кишкевич, П. Н. Исследование пневматического тормозного привода в циклическом режиме работы и обоснование параметров модулятора противоблокировочной системы большегрузных автомобилей:

автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / П. Н. Кишкевич. – Минск, 1979. – 20 с.

6. Жилевич, М. И. Особенности моделирования динамики тормозного гидропривода АБС/ПБСС пропорциональным клапаном при наличии пневмогидроаккумулятора / М. И. Жилевич, С. В. Ермилов, Д. Г. Скворцов // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Минск, 26–29 мая 2020 года. Том 1. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2020. – С. 236-240. – EDN AOGQBS.

7. Нефедьев, Я. Н. Теория, разработка и исследование унифицированной системы автоматического управления антиблокировочным торможением грузовых автотранспортных средств: дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.03 / Я. Н. Нефедьев. – Москва, 1985. – 307 с.

8. Tire-Pavement Friction Characteristics with Elastic Properties of Asphalt Pavements / Miao Yu, Guoxiong Wu, Lingyun Kong, Yu Tang // Applied sciences. – 2017). – Vol. 7 (1123). – DOI 10.3390/app7111123.

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ДОРОЖНЫМ ОГРАЖДЕНИЯМ

Нугаева Вероника Олеговна, старший преподаватель
Нестерова Ольга Юрьевна, студент гр. 24ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Рассмотрены назначение и требования к дорожным ограждениям, их классификация и места установки. На основе анализа имеющихся нормативных данных сформулирован перечень показателей, которыми должны обладать дорожные ограждения. Обосновывается необходимость проведения полноценных испытаний существующих и вновь разрабатываемых конструкций.

Дорожные ограждения являются неотъемлемой частью строительных сооружений земляного и мостового полотна автомобильных дорог. Однако конструкция и низкое качество установки некоторых ограждений делает их непригодными для удержания автобусов и грузовых автомобилей. Порой случается и так, что конструкция ограждений не отработана, и они сами представляют опасность для участников дорожного движения. Наиболее опасны непреднамеренные съезды на горных дорогах, мостах, путепроводах, эстакадах и скоростных магистралях с несколькими полосами движения в одном направлении. Практически раз в полгода и даже чаще в России происходят катастрофы, особенно с автобусами, в которых погибает большое количество людей из-за отсутствия или неправильно установленного дорожного ограждения

Назначение конструкций дорожных ограждений заключается в банальном удержании транспортного средства в пределах проезжей части. При этом автомобиль, вступивший в контакт с данным видом дорожного

ограждения, получает значительные повреждения, гашение скорости происходит в основном за счёт деформации кузова, что крайне опасно для пассажиров, которые в свою очередь вследствие этого испытывают мощнейшие перегрузки. Деформация кузова может привести к затруднённой, а порой и невозможной без применения специальной техники, эвакуации пострадавших из кузова автомобиля.

В течение последних 10 лет в нашей стране происходят существенные изменения в дорожном движении. Увеличивается количество многополосных дорог. Улучшение дорожных условий ведет к увеличению скоростей движения автомобилей. И все это влечет за собой повышение уровней действующих нагрузок на удерживающие ограждения. Статистика ДТП показывает, что 20–25% происшествий на дорогах связано с непреднамеренными (неуправляемыми) съездами автомобилей с дороги. Тяжесть последствий таких происшествий особенно велика – в них погибает каждый пятый человек. Наиболее эффективным средством предотвращения таких последствий являются удерживающие дорожные ограждения для автомобилей.

Основные требования к дорожным ограждениям сформулированы в Европейском стандарте EN 1317-2:1995. На основании данного стандарта Федеральной дорожной службой РФ разработаны отраслевые нормы [2]. Указанные документы предписывают устанавливать дорожные ограждения различной удерживающей способности в зависимости от категорий дорог, их параметров, уровня загрузки, радиусов кривизны в плане, наличия уклонов и потенциально опасных зон и объектов вблизи дороги.

Для оценки уровня удерживающей способности стандартом EN 1317-2:1995 предписываются различные режимы испытаний дорожных ограждений. При этом необходимо так же учитывать, что в соответствии с Законом «О безопасности дорожного движения» при строительстве и

ремонте дорог должны применяться ограждения, отвечающие требованиям нормативных документов и имеющие сертификат соответствия, выданные компетентными и независимыми органами по сертификации, аккредитованными в признанных национальных системах сертификации.

В соответствии с данными законодательными и нормативными актами дорожные ограждения должны соответствовать следующим общим требованиям:

- вступивший во взаимодействие с ограждением автомобиль не должен опрокидываться как через ограждение, так и в сторону полосы движения. Автомобиль не должен разворачиваться после контакта с ограждением в сторону увеличения угла наезда и не должен прорывать ограждение;

- ограждение должно корректировать траекторию наехавшего транспортного средства. Взаимодействие автомобиля с ограждением должно завершаться его выбегом в пределах прямоугольной площадки с регламентированными размерами;

- ограждение должно обладать энергопоглощающими свойствами и обеспечивать низкий уровень перегрузок, действующих на автомобиль. При ударе в ограждение продольная перегрузка в центре масс автомобиля не должна превышать $10g$, поперечная перегрузка, действующая на водителя (пассажира) не должна превышать $5g$, на перевозимый груз не более $6g$ (g – ускорение свободного падения). Послеаварийная безопасность ограждения заключается в отсутствии падения элементов ограждения на проезжую часть и проникновение их в салон автомобиля;

- при наезде автомобиля на ограждение не допускается деформация пассажирского салона. После соударения ограждения не должны представлять опасности для других транспортных средств

Классификация дорожных ограждений осуществляется в соответствии со строительными нормами и правилами, то есть со

СНиПами, в частности основополагающим является СНиП 2.05.02-85. В данном нормативном документе предусмотрено разделение дорожных ограждений по условиям применения на две большие группы:

1. к ограждениям первой группы относятся барьерные конструкции (высотой не менее 0,75м.) и парапеты (высотой не менее 0,6м.), предназначенные для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках дороги, с мостов, путепроводов, а также столкновений со встречными транспортными средствами и наездов на массивные препятствия и сооружения.
2. к ограждениям второй группы относятся сетки, конструкции перильного типа и т. п. (высотой 0,8 - 1,5м.), предназначенные для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть.

Сосредоточим свое внимание на первой группе, как наиболее важной для автомобилистов. Данный тип ограждений должен устанавливаться в соответствии с требованиями, изложенными в этом же СНиПе. Рассмотрим этот раздел более подробно.

Ограждения первой группы должны устанавливаться на обочинах участков автомобильных дорог I - IV категорий:

- проходящих по насыпям крутизной откоса 1:3 и более в соответствии с нормативными требованиями;

- расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам, и водным потокам глубиной 2м. и более, оврагам и горным ущельям на расстоянии до 25м. от кромки проезжей части при перспективной интенсивности движения не менее 4000 прив.ед.\сут. и до 15м. при перспективной интенсивности менее 4000 прив.ед.\сут.;

- пролегающих на склонах местности крутизной более 1:3 (со стороны склона) при перспективной интенсивности движения не менее 4000 прив.ед.\сут.;

- со сложными пересечениями и примыканиями в разных уровнях;
- с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане.

Следует также предусматривать ограждение опор путепроводов, консольных и рамных опор информационно-указательных дорожных знаков, опор освещения и связи, расположенных на расстоянии менее 4м. от кромки проезжей части. На обочинах дорог ограждения первой группы должны быть расположены на расстоянии не менее 0,5м. и не более 0,85м. от бровки земляного полотна в зависимости от жесткости конструкции дорожных ограждений.

На обочинах автомобильных дорог рекомендуется устанавливать ограждения:

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 1м., с внешней стороны кривых в плане радиусом менее 600м. дорог I и II категорий;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 2м., на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м ;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 3м., на дорогах I и II категорий, кроме кривых в плане радиусом менее 600 м;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 4м., с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600м дорог I и II категорий;

- барьерные односторонние металлические жесткие - на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600м., и на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600м дорог III категории;

- барьерные односторонние с металлической планкой на железобетонных стойках - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600м. дорог I и II категорий и на дорогах III категории;

- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 1,25м. - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600м. дорог IV категории;

- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 2,5м. - на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600м. дорог III категории и на дорогах IV категории;

- барьерные односторонние тросовые - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600м. дорог III категории и на дорогах IV категории;

- парапетного типа - в горной местности на участках дорог I - IV категорий, а при технико-экономическом обосновании - и на участках дорог V категории.

На разделительной полосе ограждения первой группы должны быть расположены по ее оси, а при наличии опасных препятствий - вдоль оси разделительной полосы на расстоянии не менее 1м. от кромки проезжей части. При ширине разделительной полосы более 3м. рекомендуется применять барьерные двусторонние металлические ограждения, а при ширине 3м и менее - железобетонные ограждения парапетного типа, в том числе со специальным профилем боковых поверхностей.

При сопряжении дорожных барьерных металлических энергопоглощающих ограждений с мостовыми ограждениями следует предусматривать постепенное доведение шага стоек дорожных ограждений до 1м. При этом протяженность участков с одинаковым шагом стоек должна быть равна 8м.

Все выше перечисленное касается в первую очередь, уже известных образцов дорожных ограждений [2]. При этом данные конструкции только

с большим «допуском» можно назвать энергопоглощающими, поскольку их разрушение происходит только при очень значительных нагрузках, а бетонные конструкции просто ломаются, то есть большую часть энергии столкновения воспринимает на себя непосредственно транспортное средство. Из вышеизложенного делаем вывод о необходимости внедрения на отечественных дорогах, действительно энергопоглощающих конструкций. Данное обстоятельство приводит нас к необходимости рассмотрения вопроса об испытаниях дорожных ограждений. При этом необходимо определить так называемые граничные условия, то есть те требования, которые необходимо выдвигать к дорожным ограждениям. Это связано с тем, что в настоящее время ни одно из применяемых дорожных ограждений не имеет официально утвержденных показателей их функциональных свойств, согласно которым можно осуществить выбор конструкции. Из анализа имеющихся в нашем распоряжении данных (ГОСТы, СНиПы и Евронормы) мы сформулировали следующий перечень показателей, которыми должны обладать дорожные ограждения:

- удерживающая способность – максимальное значение энергии движения автомобиля в момент контакта с ограждением, которое может быть воспринято (энергоемкость);

- высота ограждения, назначаемая из условия устойчивости против опрокидывания расчетного (для дороги той или иной категории) автомобиля;

- прогиб ограждения – максимальная величина смещения продольного направляющего элемента (балки) в поперечном направлении при расчетном воздействии в момент наезда;

- реакция ограждения – предельная допустимая величина поперечной перегрузки на водителя (пассажира) и перевозимый груз при столкновении автомобиля с ограждением (то есть безопасность для пассажиров и

водителей при взаимодействии автотранспортного средства с ограждением);

- безопасность траектории движения автотранспортного средства после прекращения его взаимодействия с ограждением.

Вышеперечисленные свойства, как в существующих конструкциях, так и во вновь разрабатываемых должны проверяться инженерными расчетами, а также необходимо проводить их полноценные испытания.

Список литературы

1. ОДН 218.012-99. Отраслевые дорожные нормы. Общие технические требования к ограждающим устройствам на мостовых сооружениях, расположенных на магистральных автомобильных дорогах. – М.: Ротапринт Информавтодора, - 13 с.
2. Сторожев, С. А. Опытное применение тросовых дорожных ограждений на федеральных автомобильных дорогах / С. А. Сторожев, В. Ю. Логинов, А. В. Кузнецов // Наука и практика. – 2016. – № 1(66). – С. 107-112. – EDN VZJTDR.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ УДАРА ПРИ ДТП

Подогов Александр Иванович, студент гр. 25ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Детали автомобиля при дорожно-транспортном происшествии контактируют не в одной точке, как это рассматривается в теории удара, а на обширных участках со сложной конфигурацией. Проанализирован процесс перехода кинетической энергии в процессе удара потенциальную и обратно. Представлены формулы для определения коэффициентов соударяющихся тел.

Происшествия, связанные со столкновением автомобилей и их наездом на неподвижное препятствие, имеют много общего. В процессе столкновений и наездов автомобиля, пассажиры и водители подвергаются воздействию ударных нагрузок, действующих в течение короткого промежутка времени, но весьма значительных. В теоретической механике ударом называют процесс взаимодействия тел, при котором за бесконечно малый промежуток времени скорости изменяются до конечного значения. Силы, действующие на соприкасающиеся тела при ударе, настолько велики, что остальными силами можно пренебречь. Ударные нагрузки могут разрушить самые прочные и массивные детали автомобиля: лонжероны рамы, каркас кузова, картера и балки мостов, блок цилиндров.

Человек может выдержать без вреда кратковременную перегрузку (в течение 0,05-0,10с) около 40-50g.

Некоторые водители считают, что смогут уменьшить силу удара при встречном столкновении, опираясь на рулевое колесо. Ошибочность

такого мнения станет ясной, если сравнить силу инерции, действующую на водителя при лобовом ударе (8-10кН), с мускульными усилиями рук (0,6-0,8кН) и ног (1,0-1,5кН). Передний пассажир не имеет опоры для рук, к тому же он менее внимательно следит за дорогой, чем водитель и, как правило, не может своевременно подготовиться к удару. Поэтому столкновения и наезды на препятствия заканчиваются для пассажира тяжелыми травмами, часто со смертельным исходом [1].

Процесс удара принято разделять на две фазы. Первая фаза продолжается от момента соприкосновения тел до момента их наибольшего сближения. Вторая фаза продолжается от конца первой фазы до момента разъединения тел. Во время первой фазы кинетическая энергия тел переходит в механическую энергию разрушения и деформаций деталей, а также в потенциальную энергию и тепло. Во второй фазе удара потенциальная энергия упругих частей, деформированных в процессе сближения тел, вновь переходит в кинетическую энергию, способствуя разъединению тел. При столкновении автомобилей и их наезде на неподвижное препятствие длительность первой фазы составляет 0,05-0,10с, а второй - 0,02-0,04с.

Потерю энергии при ударе оценивают с помощью коэффициента восстановления $K_{уд}$, представляющего собой отношение относительных скоростей тел перед ударом и после него:

$$K_{уд} = \frac{(v'_2 - v'_1)}{(v_1 - v_2)}, \quad (1)$$

где: v_1 и v_2 - скорости тел I и II до удара, м/с (рисунок 1, а);

v'_1 и v'_2 - скорости тех же тел после удара, м/с (рисунок 1, б).

При $K_{уд}=0$ удар абсолютно неупругий, при $K_{уд}=1$ - абсолютно упругий. Как абсолютно упругих, так и абсолютно неупругих тел в природе не существует, поэтому всегда $0 < K_{уд} < 1$. Коэффициент $K_{уд}$

определяют экспериментально. Примерные его значения при ударах некоторых материалов приведены в таблице 1.

При изучении удара формулу (1) обычно применяют совместно с уравнением количества движения системы:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2, \quad (2)$$

где m_1 и m_2 - массы тел I и II соответственно, кг (см. рисунок 1).

Если коэффициенты восстановления соударяющихся тел I и II равны ($K_{уд1}=K_{уд2}=K_{уд}$), то, зная скорости v'_1 и v'_2 после удара, можно найти начальные значения скоростей:

$$v_1 = [(m_1 v'_1 + m_2 v'_2) K_{уд} - m_2 (v'_2 - v'_1)] / [(m_1 + m_2) K_{уд}]; \quad (3)$$

$$v_2 = [(m_1 v'_1 + m_2 v'_2) K_{уд} - m_1 (v'_2 - v'_1)] / [(m_1 + m_2) K_{уд}]. \quad (4)$$

Таблица 1 - Значения коэффициента $K_{уд}$ для некоторых материалов

Виды материалов	$K_{уд}$
Алюминий об алюминий	0,23
Сталь о сталь	0,70
Полистирол о сталь	0,95
Бронза о бронзу	0,40
Чугун о чугун	0,60

Однако достоверных данных о значениях $K_{уд}$ для автомобилей, к сожалению, немного, и в этом направлении предстоит еще большая работа. Информация, содержащаяся в различных источниках, часто противоречива. Так, по данным американского Общества инженеров-автомобилистов (SAE), значение $K_{уд}$ при встречных столкновениях легковых автомобилей находится в пределах 0...0,089, что позволяет расценивать такие столкновения как абсолютно неупругие. Немецкий

исследователь Р. Эберан считает, что $K_{уд}$ зависит от относительной скорости Δv соударяющихся автомобилей, составляя при $\Delta v \leq 8,3 \text{ м/с}$ примерно 0,7, а при $\Delta v \geq 15 \text{ м/с}$ - около 0,1. В нашей стране исследование для автомобилей проведено А.В. Арутюняном. Экспериментальные наезды автомобилей ГАЗ-3110 «Волга» на неподвижное жесткое препятствие (железобетонный куб) дали значения $K_{уд} = 0,11 - 0,17$.

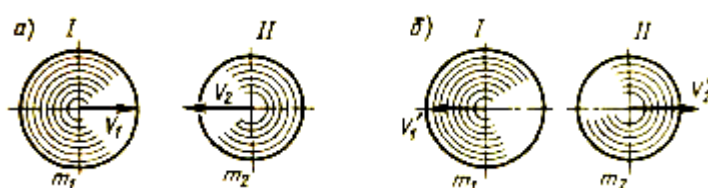


Рисунок 1 - Схема движения тел:

а - до удара; б - после удара; m_1 и m_2 - массы тел I и II соответственно, кг; v_1 и v_2 - скорости тел I и II до удара, м/с; v'_1 и v'_2 - скорости тех же тел после удара, м/с

Непосредственное применение теории удара в экспертизе ДТП затрудняется рядом обстоятельств. В теории рассматривается столкновение тел простой формы (шарообразных, плоских) и однородных (изотропных), упругие и прочностные свойства которых в каждой точке тела одинаковы. Автомобили же представляют собой сложные механические системы с различными внешними очертаниями и разной внутренней структурой. Механические свойства такой системы в отдельных ее местах могут быть резко различными. Так, жесткость и прочность облицовки радиатора или переднего крыла незначительны, а жесткость и прочность рамы или балки переднего моста достаточно велики. При этом в процессе столкновения автомобилей они контактируют не в одной точке, как это рассматривается в теории удара, а на обширных участках со сложной конфигурацией. В идеальном случае считают, что поверхности соударяющихся тел гладкие, а трение и механическое

зацепление отсутствуют. Поэтому силы взаимодействия соударяющихся тел направлены по нормали к касательной, проведенной через точку первоначального контакта обоих тел. В действительности контактировать могут одновременно несколько деталей, и на автомобиль действуют несколько сил, различных по значению, направлению, продолжительности и точкам приложения. В итоге действительные последствия столкновения, в частности, скорости и перемещения автомобилей, вычисленные на основании теории удара, могут не совпадать с параметрами конкретного ДТП [3].

Определить начальную скорость автомобиля на основании данных, содержащихся в материалах расследования, обычно довольно трудно, а иногда и невозможно. Причинами этого является отсутствие универсальной методики расчета, пригодной для всех вариантов столкновений, и недостаток исходных данных. Попытки использовать коэффициент восстановления в этих случаях не приводят к положительным результатам, так как достоверных значений этого коэффициента при столкновении не опубликовано. При исследовании столкновений транспортных средств нельзя применять экспериментальное значение $K_{уд}$, действительное для наезда автомобиля на жесткое препятствие. Процессы деформирования деталей в обоих случаях принципиально различны, соответственно различными должны быть и коэффициенты восстановления.

Следует отметить, что, как бы добросовестно ни фиксировалась обстановка на месте происшествия лицами, не имеющими опыта производства автотехнических экспертиз (или незнакомыми с методикой экспертного исследования), все же неизбежны упущения, которые нередко являются причиной невозможности установления места столкновения. Поэтому очень важно, чтобы осмотр места происшествия проводился с участием специалиста [4].

При осмотре и исследовании места происшествия в первую очередь надо фиксировать те признаки происшествия, которые за время осмотра могут измениться, например, следы торможения или заноса на мокром покрытии, следы перемещения мелких объектов, следы шин, оставшиеся при пересечении луж или выезде с обочин, участки опавшей земли во время дождя. Следует зафиксировать также расположение ТС, если необходимо переместить их для оказания помощи пострадавшим или для освобождения проезжей части.

Список литературы

1. Николаева, Р. В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий при столкновении транспортных средств / Р. В. Николаева, Р. Ф. Валиев // Автомобильные дороги и транспортная инфраструктура. – 2023. – № 2(2). – С. 92-99.
2. Родионов, Ю.В. Методики экспертного исследования столкновений транспортных средств: моногр. / Ю.В. Родионов, Е.А. Новописный. – Пенза:ПГУАС. - 2015. – 188 с.
3. Шутова, А. С. Предварительные исследования на месте дорожно-транспортного происшествия с учетом комплексного подхода / А. С. Шутова // Судебная экспертиза и исследования. – 2024. – № 1. – С. 67-70. – EDN QNYUJZ.
4. Шутова, А. С. О проблемах применения специальных знаний на месте дорожно-транспортного происшествия / А. С. Шутова // Судебная экспертиза и исследования. – 2024. – № 2. – С. 73-75. – EDN UQIKMP.

НАЕЗД АВТОМОБИЛЯ НА НЕПОДВИЖНОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ

Подогов Александр Иванович, студент гр. 25ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. При экспертном исследовании следов и повреждений на транспортном средстве показано изменение параметров движения автомобиля при наезде его на неподвижное твердое препятствие в соответствии с теорией удара. Рассмотрены схемы наезда автомобиля на препятствие, проанализирован экспериментальный график «время - перемещение» при наезде автомобиля на неподвижное препятствие.

Наезд автомобиля на неподвижное абсолютно жесткое препятствие может сопровождаться центральным или внецентренным ударом. При центральном ударе нормаль NN к поверхностям препятствия и автомобиля в точке их первоначального контакта проходит через центр тяжести C автомобиля (рисунок 1).

Если масса и жесткость неподвижного препятствия достаточно велики, а разрушение его вследствие наезда незначительно (стена дома, опора моста, мачта линии высоковольтной электропередачи), то можно считать $v_2=v'_2=0$. Тогда

$$v_1 = -v'_1/K_{уд}, \quad (1)$$

где v_1 - скорость тела до удара, м/с;

v'_1 - скорость тела после удара, м/с;

$K_{уд}$ – коэффициент восстановления.

Знак «минус» указывает на изменение направления скорости при отскоке тела от препятствия.

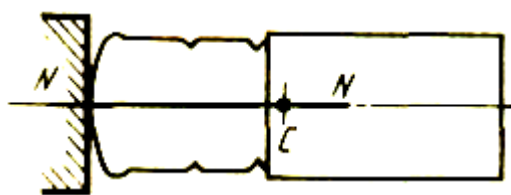


Рисунок 1 - Центральный удар: NN - нормаль к поверхностям препятствия и автомобиля в точке их первоначального контакта; C - центр тяжести автомобиля

На рисунке 2 показано изменение параметров движения автомобиля при наезде его на неподвижное твердое препятствие в соответствии с теорией удара. Перед наездом автомобиль движется с постоянной скоростью v_1 . В момент контакта с препятствием скорость автомобиля мгновенно падает от v_1 до v'_1 , меняя знак на обратный. Со скоростью v'_1 автомобиль откатывается от препятствия и останавливается под действием сил сопротивления. Таким образом, к двум фазам удара, рассмотренным выше, добавляется третья фаза - откатывание или «отскок» от препятствия.

Процесс наезда на неподвижное препятствие иллюстрирует рисунок 3. В начальный момент контакта с препятствием (рисунок 3, а) общая длина автомобиля L_a . В результате смятия передней части автомобиль сближается с препятствием, двигаясь замедленно [1].

В момент остановки деформация достигает максимума и составляет Δ_1 (рисунок 3, б). Затем детали, сжатые при ударе, частично распрямляются под действием сил упругости, и автомобиль начинает двигаться ускоренно в обратном направлении. В момент отделения от препятствия длина автомобиля L'_a (рисунок 3, в). После отделения от препятствия автомобиль, двигаясь замедленно, откатывается на расстояние $S_{\text{пн}}$ (рисунок 3, г).

Разность размеров $L_a - L'_a$ характеризует остаточную деформацию Δ_3 , а разность $\Delta_1 - \Delta_3$ представляет собой упругую деформацию Δ_2 .

Коэффициентом упругости автомобиля называют отношение максимальной деформации и остаточной: $K_{\text{упр}} = \Delta_1 / \Delta_3$.

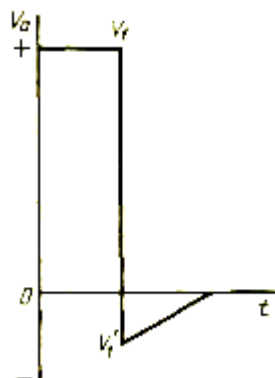


Рисунок 2 - Изменение скорости автомобиля при наезде на неподвижное препятствие:

v_1 - скорость автомобиля перед наездом на препятствие, м/с;

v'_1 - скорость откатывания автомобиля от препятствия, м/с

Найти начальную скорость автомобиля можно, если на месте ДТП замерено расстояние $S_{\text{пн}}$ между автомобилем и препятствием после отката.

На экспериментальном графике (смотрите рисунок 4) точка C соответствует остановке автомобиля после его отката от препятствия. Разность абсцисс точек C и B определяет продолжительность третьей фазы τ_3 , а разность их ординат — перемещение $S_{\text{пн}}$ автомобиля в процессе отката. Сумма $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ дает общую продолжительность наезда $\tau_{\text{н}}$. Учитывая кратковременность процесса отката (продолжающегося менее 1с), можно приближенно считать все силы, действующие при этом на автомобиль, постоянными, и движение его - равнозамедленным.

Тогда перемещение автомобиля в третьей фазе

$$S_{\text{пн}} = (v'_a)^2 / (2 \cdot j_{\text{от}}), \quad (2)$$

где $j_{\text{от}}$ - замедление автомобиля при откатывании от препятствия, м/с².

Скорость автомобиля в момент его отделения от препятствия

$$v'_a = \sqrt{2 \cdot S_{\text{пн}} \cdot j_{\text{от}}} \quad (3)$$

Начальная скорость автомобиля, если водитель перед наездом не тормозил

$$v_a = v'_a / K_{\text{уд}} \quad (4)$$

Если водитель применил торможение и на покрытии оставлены следы длиной $S_{\text{ю}}$, то

$$v_a = \sqrt{2 \cdot S_{\text{ю}} \cdot j_{\text{от}} + (v'_a / K_{\text{уд}})^2} \quad (5)$$

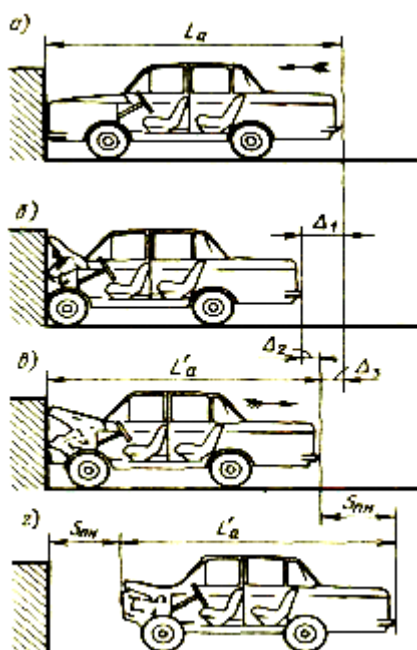


Рисунок 3 - Схема наезда автомобиля на препятствие:

а - начальный момент контакта автомобиля с препятствием; б - момент остановки автомобиля; в - момент отделения автомобиля от препятствия; г - «отскок» автомобиля от препятствия;

L_a - общая длина автомобиля, м; Δ_1 - деформация в момент остановки автомобиля; Δ_2 - упругая деформация; Δ_3 - остаточная деформация; L'_a - длина автомобиля в момент отделения от препятствия, м; $S_{\text{пн}}$ - «отскок» автомобиля от препятствия, м

Замедление зависит от степени разрушения автомобиля при ударе. На сухом асфальтобетоне в среднем $j_{от}=4,5-5,5\text{м/с}^2$ [2]

Если же скорость автомобиля перед ударом была большой и поломки деталей велики, то возможны механическое зацепление деформированных частей с покрытием дороги и образование на нем глубоких царапин и выбоин. В этом случае, как показывают наблюдения, замедление может быть значительным и в некоторых случаях превышает g .

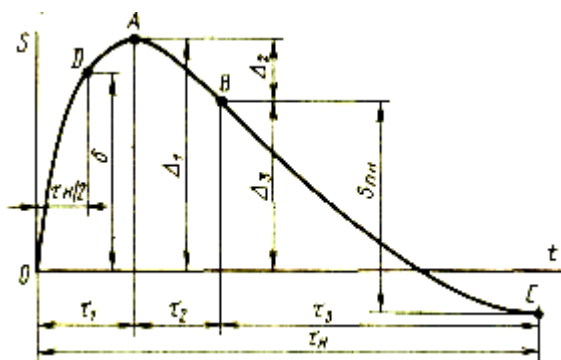


Рисунок 4 - Экспериментальный график «время - перемещение» при наезде автомобиля на неподвижное препятствие:

τ_1 - продолжительность первой фазы, с; τ_2 - продолжительность второй фазы, с; τ_3 - продолжительность третьей фазы, с; τ_n - общая продолжительность наезда, с

При наезде автомобиля на сосредоточенное препятствие (столб, дерево) с ним контактируют только некоторые детали, и повреждения приобретают другой характер. Жесткость и прочность автомобиля по ширине различны: по сторонам его расположены лонжероны рамы или другие несущие детали кузова, хорошо выдерживающие перегрузки, в средней же части находятся обычно легко деформируемые детали. Поэтому, например, удар с одной и той же скоростью о железобетонную

мачту передним углом автомобиля или его серединой имеет различные последствия [3].

Список литературы

1. Родионов, Ю.В. Методики экспертного исследования столкновений транспортных средств: моногр. / Ю.В. Родионов, Е.А. Новописный. – Пенза:ПГУАС. - 2015. – 188 с.
2. Николаева, Р. В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий при столкновении транспортных средств / Р. В. Николаева, Р. Ф. Валиев // Автомобильные дороги и транспортная инфраструктура. – 2023. – № 2(2). – С. 92-99.
3. Бакыт, Т.К. Особенности транспортно-трасологической экспертизы столкновения транспортных средств // Интернаука. - 2022. -№2-2(225). – 56-58.

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДОРОЖНО-
ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ**

Полякова Дарья Дмитриевна, студентка гр. 24ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. С целью оценки влияния погодных условий на безопасность дорожного движения рассмотрено конкретное дорожно-транспортное происшествие с определением причинной связи. Одним из факторов, повлиявших на возникновение исследуемого ДТП явились неблагоприятные погодные условия на данном участке дороги, а именно гололед и ограниченная видимость в связи с сильным снегопадом.

Климат и погода – составные части природных факторов, которые существенно влияют на транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, на режим и безопасность движения, т.е. на условия движения по дороге и режим ее функционирования. Условия движения – это та реальная обстановка на дороге, в которой осуществляется движение автомобиля, включающая в себя дорожные условия, транспортный поток и состояние окружающей среды, под которой подразумевают погодно-климатические условия. Погодно-климатические условия влияют на состояние поверхности дороги, по которой движется автомобиль, которую видит и воспринимает водитель при выборе режима движения.

Проведем анализ практического влияния погодных условий на безопасность дорожного движения на примере конкретного дорожно-транспортного происшествия, в причинно-следственной связи с которых находятся в том числе и неблагоприятные погодные условия.

Обстоятельства исследуемого происшествия: «15.12.2024 г. на 510 км ФАД М-5 «Урал» Нижеломовского района Пензенской области произошло столкновение автомобилей ВАЗ-211440 под управлением водителя Б., *MAN TGS* под управлением водителя Б1, которые двигались со стороны г. Москвы в направлении г. Самары, и автомобиля *DAF* 647480 под управлением водителя К., который двигался со встречного направления.

При проведении данного экспертного исследования для установления причин ДТП решаются следующие вопросы:

1. Имел ли техническую возможность водитель транспортного средства марки ДАФ 647480 К. предотвратить дорожно-транспортное происшествие с транспортным средством *MAN TGS*, под управлением водителя Б1, путем применения экстренного торможения с учетом метеорологических условий и иных факторов, влияющих на движение транспортного средства?

2. Действия какого водителя – К. или Б1, находятся в причинной связи с последствиями дорожно-транспортного происшествия?

3. Какие правила дорожного движения были нарушены водителями автомобилей ДАФ 647480, (К.), *MAN TGS* (Б1) и ВАЗ-211440(Б.)?

Под причинной связью понимается следующее: «Причинная связь – генетическая связь между причиной и следствием, отражает изменения свойств и состояния объектов и их систем во времени и пространстве... При установлении причинной связи (причинности), сущностью которой является порождение причиной следствия, возможны три варианта:

1. Известно действие (событие, процесс), которое предполагается в качестве причины, имеется наступивший результат, который может быть следствием этой причины, требуется установить наличие причинной связи между ними;

2. Известны последствия, требуется установить неизвестную причину этого последствия;
3. Известна причина (действия, событие), требуется установить, к каким последствиям она могла привести».

Полная причина, как правило, складывается из совокупности (комплекса) разных обстоятельств (причин, условий), проявившихся в конкретной ситуации в определенное время, в их сложной взаимосвязи, но неизменно, в своей совокупности, приводящих к наступлению известного последствия. При этом эти обстоятельства (причины, условия) выстраиваются в некую замкнутую «цепочку», в которой имеется какая-то начальная (необходимая) причина, которая является условием, вызывающим другую причину (следствие, обстоятельство). Эта причина, в свою очередь, становится причиной (следствием, обстоятельством), вызывающей свое следствие и т.д.».

Причинная связь между действиями водителей и ДТП в автотехнической экспертизе – необходимая связь между отказом функционирования в системе «водитель – автомобиль – дорога» и дорожно-транспортным происшествием, при которой такой отказ (причина) предшествует созданию аварийной ситуации (следствию) и обуславливает дорожно-транспортное происшествие. В автотехнической экспертизе это связь между неисправностью транспортного средства и дорожно-транспортным происшествием, дорожными условиями и дорожно-транспортным происшествием, действием (бездействием) водителя и дорожно-транспортным происшествием. При этом причинная связь устанавливается не с действиями водителя, которые он должен был выполнять в соответствии с требованиями ПДД РФ, а с несоблюдением им конкретных требований Правил дорожного движения РФ, а также между отдельными обстоятельствами механизма дорожно-транспортного происшествия.

Для установления причинной связи между причиной и следствием необходимо произвести определение общего круга возможных причин ДТП и рассмотрение всех частных (конкретных) случаев каждой общей причины, с учетом установленных обстоятельств ДТП.

Под опасной обстановкой понимается такая дорожная обстановка, которая может быть обнаружена с места водителя транспортного средства и при которой водитель должен немедленно принять необходимые меры для предотвращения происшествия или уменьшения тяжести его последствий. Обычно опасная обстановка возникает, когда расстояние между транспортным средством и препятствием невелико, а расположение и характер движения препятствия в этот момент свидетельствуют о том, что оно попадает в опасную зону или что вероятность его попадания в эту зону резко возрастает.

Под аварийной понимается такая дорожная обстановка, в которой водитель не располагает технической возможностью предотвратить происшествие. Аварийная обстановка возникает, если водитель мог обнаружить препятствие на расстоянии, превышающем остановочный путь, но не принял своевременных мер для предотвращения наезда, или если он мог обнаружить препятствие на расстоянии меньше остановочного пути.

Поэтому, с технической точки зрения причиной происшествия являются обстоятельства, необходимые и достаточные для того, чтобы происшествие произошло. А необходимыми условиями возникновения происшествия являются обстоятельства, создавшие опасную обстановку, в которой водитель еще имел возможность предотвратить происшествие, но по каким-либо причинам этого не сделал. Т.е. необходимыми условиями возникновения происшествия являются такие обстоятельства, которые необходимы, но не достаточны для того, чтобы происшествие произошло; его могло и не быть, если бы не было причины.

Из представленных для экспертного исследования документов следует, что ДТП произошло при следующих обстоятельствах.

Словесно-речевая модель механизма ДТП, изложенная водителем автомобиля ВАЗ-211440 Б: «Примерно в 19.40 15.12.2022 двигаясь по 510 км а/д Москва-Челябинск я заметил, что движущаяся а/м Волга, которая двигалась впереди меня в попутном направлении зацепила обочину, ее стало заносить и она зацепила бордюрное ограждение. Я притормозил и после того, как Волга начала двигаться, я тоже начал движение и в какой-то момент почувствовал удар в заднюю часть своей автомашины. Я вышел из автомобиля и увидел, как грузовая автомашина, которая ударила мою автомашину в заднюю часть, стояла почти поперек всей дороги и тут же в нее врезалась грузовая автомашина, которая двигалась нам навстречу».

Словесно-речевая модель механизма ДТП, изложенная водителем автомобиля MAN TGS Б1: «Ехал с разрешенной скоростью 70 км/ч, пристегнутый ремнем безопасности. Двигавшись по 510 км а/д М5 Урал ... видимость дороги не более 50 метров, на асфальте была гололедица, были осадки в виде снега. В 19.45 на подъеме на 510 км а/д М5 Урал я увидел два ТС, стоящих с включенными аварийными сигнализациями на моей полосе движения по направлению г. Челябинск. Подъезжая к ним, я начал притормаживать, но затормозить мне не удавалось, т.к. была гололедица на асфальте. И после этого я стал прибавлять газ и выкруливать влево, чтобы не совершить ДТП, но мой а/м стало заносить в разные стороны и я углом своего полуприцепа ударил в заднюю часть а/м, стоящего на моей полосе движения с включенной аварийной сигнализацией. После этого я совершил наезд на дорожное металлическое ограждение. После этого я вышел из машины и подошел к машине, в которую ударил своим полуприцепом, и увидел, что машина получила механические повреждения. После я залез в кабину своего ТС и включил аварийную сигнализацию. Выйдя из а/м я увидел, что со стороны г. Челябинск с

подъема во встречном направлении едет грузовой а/м с полуприцепом. Заметив нас, он начал тормозить, но у него это не получалось, т.к. колеса начали проскальзывать на льду. Грузовой а/м начал выруливать, но у него это не получалось. После чего он совершил наезд на мое ТС».

Словесно-речевая модель механизма ДТП, изложенная водителем автомобиля *DAF* К.: «Примерно в 19.45 двигаясь по 510 км а/д Москва – Челябинск, я увидел, как навстречу мне проехала а/м Волга и поморгала мне. Я тут же начал сбавлять скорость, проехав еще несколько метров, я увидел, как грузовая а/м догоняет движущуюся мне навстречу легковую а/м. После чего грузовая пытается уйти от столкновения и выезжает на встречную полосу. Но так как расстояние было уже маленьким, в результате чего он зацепил правым углом полуприцепа легковую а/м и отскочил в отбойник с левой стороны по ходу этой грузовой а/м. Я пытался остановить свою а/м, но так как это произошло внезапно и прямо передо мной, я не смог остановить машину полностью и ударил ему в полуприцеп, в результате чего наши а/м получили механические повреждения».

Также К. пояснил, что до обнаружения опасности двигался со скоростью 60-70 км/ч, машина была полностью загружена, на его ТС был включен ближний свет фар и противотуманные фары. Ему был виден только «результат ДТП двух машин, а не сам процесс их столкновения». На вопрос: «Были выставлены аварийные знаки?» К. пояснил: «Нет, никаких знаков выставлено водителями не было».

После К. пояснил, что расстояние, на котором он обнаружил препятствие в виде ТС *MAN TGS*, расположенного на полосе его движения, составляло метров 56-60.

Среднее значение продольного уклона дороги за 100 метров до конечного положения ТС, зафиксированного в схеме ДТП, по ходу движения автомобиля *DAF* составляет 5,52.

Исходя из объяснений водителей-участников ДТП, можно сделать вывод о том, что в исследуемой дорожно-транспортной ситуации имело место два дорожно-транспортных происшествия: столкновение автомобилей ВАЗ-211440 и *MAN TGS* и последующий наезд автомобиля *DAF* на стоящий автомобиль *MAN TGS*.

В исследуемой дорожно-транспортной ситуации все водители должны были руководствоваться требованиями п.10.1 ПДД РФ [1].

Так как водитель Б., увидев впереди опасность в виде автомобиля «Волга», движущегося с потерей управляемости, применил торможение для предотвращения ДТП, то в действиях водителя автомобиля ВАЗ-211440 Б. несоответствий требованиям ПДД РФ с технической точки зрения не усматривается.

При возникновении опасности для движения, которую водитель в состоянии обнаружить, он должен принять возможные меры к снижению скорости вплоть до остановки транспортного средства».

Так как водитель Б1, увидев впереди препятствие, не позволяющее ему продолжить движение с той же скоростью, допустил выезд на полосу встречного движения и допустил столкновение с автомобилем ВАЗ-211440 и наезд на дорожное ограждение, то его действия с технической точки зрения не соответствовали требованиям п. 9.10, 10.1 ПДД РФ. Так как после столкновения с автомобилем ВАЗ-211440 не выставил знак аварийной остановки, то действия водителя автомобиля *MAN TGS* Б1 с технической точки зрения не соответствовали требованиям п. 2.5, 7.2 ПДД РФ.

Для того чтобы решить вопрос о соответствии его действий указанном требованиям, необходимо определить допустимую скорость движения ТС условиям видимости и наличии у водителя К. технической возможности избежать столкновения с автомобилем *MAN TGS* [2].

В результате расчетов установлено, что скорость движения автомобиля *DAF* по условиям видимости должна была составлять не более 51,42 км/ч при видимости 50 м и не более 56,88 км/ч при видимости 60 м.

Так как заданная скорость движения автомобиля *DAF* составляла 60÷70 км/ч, что больше, чем максимальная по условиям видимости, то можно сделать вывод о том, что действия водителя автомобиля *DAF* К. с технической точки зрения не соответствовали требованиям п. 10.1 абзац 1 ПДД РФ.

Определено, что в исследуемой дорожно-транспортной ситуации с учетом рельефа местности, метеорологических условий, времени суток и иных факторов, влияющих на движение транспортного средства водитель автомобиля *DAF* К. не располагал технической возможностью предотвратить столкновение с автомобилем *MAN TGS* путем своевременного применения торможения ни при движении с максимальной по условиям видимости скоростью, ни при заданной скорости движения ТС. В связи с этим можно сделать вывод о том, что в действиях водителя автомобиля *DAF* К. с технической точки зрения не усматривается несоответствие требованиям п. 10.1 абзац 2 ПДД РФ, т.к. он не располагал технической возможностью избежать ДТП путем применения экстренного торможения даже если бы двигался с максимальной по условиям видимости скоростью.

Таким образом, развитие исследуемой дорожно-транспортной ситуации не зависело от действий водителя автомобиля ВАЗ-211440 Б. В исследуемой дорожно-транспортной ситуации водитель автомобиля *MAN TGS* Б1 своими действиями, не соответствующими требованиям п. 9.10, 10.1 ПДД РФ создал опасную ситуацию и сам же перевел ее в аварийную, из-за чего столкновение с автомобилем ВАЗ-211440 стало неизбежным. Несоответствие действий водителя автомобиля *MAN TGS* Б1 требованиям п. 2.5, 7.2 ПДД РФ создало аварийную ситуацию для водителя автомобиля

DAF К., из-за чего он не располагал технической возможностью избежать столкновения даже при максимальной по условиям видимости скорости движения. Таким образом, несоответствие действий водителя автомобиля DAF К. требованиям п. 10.1 абзац 1 ПДД РФ не находится в причинно-следственной связи с ДТП.

В связи с этим можно сделать вывод о том, что в причинно-следственной связи с имевшим место происшествием находятся только действия водителя автомобиля MAN TGS Б1, не соответствующие требованиям п. 9.10, 10.1, 2.5, 7.2 ПДД РФ.

Таким образом, исходя из проведенного экспертного исследования обстоятельств дорожно-транспортного происшествия следует, что одним из факторов, повлиявших на возникновение исследуемого ДТП явились неблагоприятные погодные условия на данном участке дороги, а именно скользкость дорожного покрытия (гололед) и ограниченная видимость в связи с сильным снегопадом, которые привели к тому, водитель автомобиля, совершившего наезд, не вовремя распознал препятствие на дороге и из-за малого коэффициента сцепления шин с дорогой увеличился тормозной путь его автомобиля.

Список литературы

1. Правила дорожного движения. – М.: ЭКСМО, 2020. – 31 с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ШИН НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ

Родионов Юрий Владимирович, д.т.н, профессор
Тубояков Салават Ильясович, студент гр. 24ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. С целью изучения эксплуатационных свойств автомобилей представлена классификация типов и конструкций автомобильных шин. По степени приспособленности к различным условиям эксплуатации современные шины разделяются на дорожные, универсальные и зимние шины. Подробно рассмотрена работа шипованной шины в зимнее время.

Основные задачи, стоящие перед автомобильным транспортом, это обеспечение безопасности движения, снижение себестоимости автомобильных перевозок, повышение комфортабельности, увеличение срока службы автомобиля в целом. Основным элементом автомобиля, осуществляющим непосредственную связь с дорогой, являются шины, оказывающие существенное влияние на все перечисленные факторы, при этом конструирование автомобиля начинают с выбора шины, диска (колеса в сборе), после чего производят расчет автомобиля в целом.

На любом предприятии автомобильного транспорта подбирают шины для автомобилей и автобусов, исходя из посадочного радиуса колеса и типоразмера, поэтому зачастую происходит ошибочный выбор шин для тех или иных автомобилей и автобусов, что приводит к преждевременному выходу шины из строя, в связи с неправильным внутренним давлением и перегрузкой колеса. Давление в шинах, не соответствующее

оптимальному, при данных условиях эксплуатации, всего на 0,02 МПа, снижает ее долговечность уже на 15%, на 0,06 МПа – на 45%. Наряду с этим, с понижающимся давлением в шинах возрастает расход топлива за счет повышения работы по деформированию резины шин, которая неизбежно повышает сопротивление качению. Причиной повышенного износа может быть также слишком высокое давление воздуха в шинах [1]. Своевременное и объективное диагностирование эксплуатационных параметров шин позволит повысить эффективность использования автомобилей и сократить расходы на перевозки.

Пневматические шины легковых автомобилей различаются по способу герметизации внутреннего объема, расположению нитей корда в каркасе, отношению высоты к ширине профиля, типу протектора и по ряду некоторых других специфических особенностей, вызванных назначением и условиями эксплуатации шин. По способу герметизации внутреннего объема, шины бывают камерными и бескамерными. Камерные шины состоят из покрышки и камеры с вентилем. Размер камеры всегда несколько меньше внутренней полости покрышки во избежание образования складок в накачанном состоянии. Вентиль представляет собой обратный клапан, позволяющий нагнетать воздух в шину и препятствующий его выходу наружу. Бескамерные шины отличаются наличием воздухонепроницаемого резинового слоя, наложенного на внутренний слой каркаса покрышки (вместо камеры) и имеют следующие особенности: меньшая масса; повышенная безопасность при езде, так как в случае прокола воздух выходит только в месте прокола (при мелких проколах достаточно медленно); простота ремонта в случае прокола (нет необходимости в демонтаже); усложненный и более квалифицированный монтаж-демонтаж, часто только на специальном шиномонтажном станке, при наличии компрессора требуют колеса с ободами специального профиля и повышенной точности изготовления [2]. Колеса для

бескамерных шин, кроме этого, должны обладать высокой герметичностью сварного шва (колеса с диском), а также иметь на посадочных полках обода специальные кольцевые выступы тороидальной формы, предотвращающие самопроизвольное соскальзывание бортов шины в случае критических ситуаций во время движения.

Камерные и бескамерные шины по расположению нитей корда в каркасе покрышки могут быть как диагональной, так и радиальной конструкции [3].

В диагональных шинах нити корда в смежных слоях ткани располагаются (пересекаются) под некоторым углом между собой ($95 - 115^\circ$). Число смежных слоев обычно равно четырем. В радиальных шинах все нити корда расположены параллельно по радиусу от одного борта к другому и не пересекаются между собой. Эта разница обеспечивает лучшие эксплуатационные свойства радиальных шин, практически вытеснивших диагональные шины из употребления во всем мире. У радиальных шин значительно меньшее сопротивление качению и более увеличенный срок службы (пробега) шины.

В каждой шине можно выделить следующие основные элементы. Каркас - главный силовой элемент шины (покрышки), который придает ей прочность и гибкость. Представляет собой один или несколько слоев обрезаемого корда. Брекер – подушечный слой (пояс), представляет собой резинотканевую или металлокордную прослойку по всей окружности покрышки между каркасом и протектором. Брекер состоит из двух и более слоев обрезаемого корда и является элементом радиальной шины, серьезно влияющим на многие эксплуатационные качества. Протектор - «беговая» часть шины (покрышки), непосредственно контактирующая с дорогой. Представляет собой толстый слой специальной износостойкой резины, состоящий из сплошной полосы (закрывающей брекер) и наружной рельефной части, которая называется

протектором. Рисунок рельефной части определяет приспособленность шины для работы в различных дорожных условиях. Боковина - тонкий эластичный слой резины толщиной 1,5-3,0 мм на боковых стенках каркаса. Защищает каркас от механических повреждений, проникновения влаги и служит для нанесения наружной маркировки шины, Борт – жесткая посадочная часть покрышки, необходимая для фиксации шины на ободе колеса. Состоит из слоя корда, завернутого вокруг проволочного кольца, и твердого наполнительного резинового шнура. Борты придают шине не растягивающуюся конструкцию и необходимую структурную жесткость при номинальном внутреннем давлении воздуха. Существует несколько типов рисунка протектора. Шины с направленным рисунком протектора имеют улучшенную способность отвода воды или снега (дорожные или зимние) из пятна контакта с дорогой. Асимметричный рисунок – наиболее рационален, так как представляет собой разные свойства в одной шине. Ее наружная сторона лучше работает на твердой дороге при положительной температуре, а внутренняя - на зимней. Рисунок повышенной проходимости в отечественной классификации это разреженный рисунок шашечного типа с развитыми грунтозацепами по плечевой зоне, с мощными недеформируемыми шашками, часто не расчлененными прорезями. Зимний рисунок отличается крупными шашками, имеющими пилообразные края и большое количество тонких прорезей внутри. Каналы между шашками достаточно крупные, чтобы не забиваться снегом. Многие из зимних шин рассчитаны на установку шипов противоскольжения. Наиболее популярны «дорожные» и «универсальные» шины. От рисунка протектора зависит сцепление шины с дорогой, причем для сухих, мокрых или загрязненных дорог требуются свои специальные рисунки. Не менее важной является демпфирующая способность шины, которая ухудшается с увеличением толщины протектора. От рисунка протектора существенно зависит и износостойкость шины, т.е. ее срок службы. Для дорожных шин

важным свойством считается бесшумность качения на высоких скоростях, экономичность и т.п.. Поэтому велико количество и разнообразие применяемых на шинах рисунков протектора, и оно не поддается классификации, так как ежегодно появляются все новые и новые образцы шин с оригинальными рисунками протектора.

Однако для каждого автомобиля требуется тщательный рациональный подбор параметров шин (давление воздуха или газа в шине, жесткость, ширина протектора, нагрузка на колесе и т.д.) для работы в различных условиях эксплуатации, климатических зонах (сезонные температурные перепады, влажность, скользкость дорожного покрытия и т.д.) [3].

По степени приспособленности к различным условиям эксплуатации современные шины можно разделить на три основные группы: дорожные, универсальные и зимние шины. Прежде всего, эти шины различаются качеством резиновых смесей и рисунком протектора. Дорожные (летние) шины – наиболее распространенные. Их отличительные признаки: четко выраженные продольные канавки для отвода воды из пятна контакта шины с дорогой; менее выраженные поперечные канавки, отсутствие микрорисунка. Насыщенность рисунка протектора шины (показатель «Е») характеризуется отношением эффективной площади (площади выступов рисунка) к общей площади пятна контакта шины. Например, для дорожных шин $E=0,65...0,75$. Кроме этого, обязателен плавный переход от протектора к боковинам, т.е. скругленные «плечи» протектора. Дорожные шины обеспечивают хорошее сцепление с сухой и мокрой дорогой, обладают хорошей износостойкостью, экономичностью и наилучшим образом приспособлены для скоростной езды. Для движения по грунтовым (особенно мокрым) дорогам и тем более зимой они малопригодны. Рисунок протектора всесезонной шины более разветвленный, причем элементы рисунка группируются в хорошо различимую «дорожку» и

разделены канавками разной ширины. На элементах рисунка протектора имеются узкие прорези дополнительного микрорисунка. Всесезонные шины характеризуются хорошей приспособленностью к условиям работы на сухом и мокром асфальте, удовлетворительной приспособленностью к зимним дорогам и несколько большим износом, чем летние шины. Универсальные шины предназначены для работы на дорогах любого качества и отличаются от дорожных прежде всего более глубоким и разветвленным рисунком протектора. Зимние шины предназначены для работы на очищенных от рыхлого снега дорогах. Рисунок протектора таких шин менее насыщенный ($E=0,55...0,65$) с четко выраженными «шашками» от продольных и поперечных канавок, глубина которых достигает 10 мм. «Шашки» имеют сложный фигурный рельеф для увеличения рабочих боковых поверхностей, а также разветвленный микрорисунок, прорези которого могут сообщаться с канавками или быть закрытыми. Элементы рисунка протектора зимней шины максимально приспособлены для сцепления с обледеневшей дорогой, каждая прорезь в контакте с дорогой образует ступенчатую острую грань, которая «зацепляется» за микрошероховатости дорожного покрытия. Поэтому многие зимние шины имеют стрелку – указатель направления вращения. Чем более разветвленный рисунок протектора (больше деформируемых прорезей в пятне контакта шины с дорогой) – тем лучше сцепление шины. Улучшению сцепных качеств способствуют и специальные сорта более мягкой резины протектора с лучшей адгезией к снегу и льду. В результате срок службы зимних шин на 30-50% меньше летних по причине не только более «мягкой» резины, но и из-за специфического протектора, более шумного и склонного к повышенному износу. При движении автомобиля его шины нагреваются в связи с трением о поверхность дороги, деформации протектора и каркаса. В зоне контакта шины с дорогой всегда присутствует тонкий слой влаги вплоть до температуры окружающего

воздуха минус 10°C и даже ниже. Одним из показателей работы шипа зимней шины является так называемая сила прокола шипа – усилие, которое необходимо приложить к стержню шипа, чтобы он вместо установочных 1,5 мм выступал над поверхностью протектора на 0,5 мм, являющейся оптимальной высотой работы шипа в реальных условиях деформации шины под нагрузкой [4].

Основой шипа противоскольжения является стержень из твердого сплава, изготовленный методом порошковой металлургии. Стержень шипа закреплен в корпусе из мягкой стали, который изнашивается примерно одинаково вместе с резиной протектора. Такое сочетание материала стержня и корпуса позволяют стержню выступать из корпуса до полного износа и сохранять первоначальную функцию шипа. Шипы с впаянным стержнем более долговечны и могут обеспечивать свыше 30 тыс. км пробега, а шипы с запрессованным стержнем в среднем 10-15 тыс. км. Усилие, необходимое для того, чтобы вырвать стержень из корпуса, для впаянных стержней примерно в 5 раз больше, чем для запрессованных. По форме корпуса различают однофланцевые и двухфланцевые шипы.

Для каждой шины, с учетом характера движения можно подобрать наиболее подходящие для этих условий эксплуатации шипы. Однофланцевые шипы меньше нагреваются и лучше держатся в шине, потому их рекомендуют для достаточно высоких скоростей движения по сухим дорогам. Двухфланцевые – более универсальны.

В целом шины любого типа требуют внимания к внутреннему давлению, жесткости, что оказывает решающее воздействие при движении в различных условиях на расход топлива, на срок эксплуатации (пробег), а самое главное на скорость движения автомобиля [5].

Список литературы

1. Зависимость эксплуатационных свойств автомобилей от показателей давления в шинах / А. А. Тимшин, Ю. А. Мухамадиярова, Д. О. Чернышев, А. П. Пупышев // Техника и технология транспорта. – 2024. – Т. 32, № 1. – EDN LSTDVV.
2. Садова, К. В. Технология производства и классификация автомобильных шин / К. В. Садова, Н. С. Агарков // Юность и знания - гарантия успеха -2023 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 сентября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 410-412. – EDN QIMEPO.
3. Мишина, В. Р. Правильный выбор и уход за шинами / В. Р. Мишина // Научно Исследовательский Центр "Science Discovery". – 2023. – № 13. – С. 228-234. – EDN NEZBWR.
4. Мнения: шипы - за и против // Мир дорог. – 2020. – № 128. – С. 62-70. – EDN NJLQAY.
5. Плетнев, В. А. Автомобильные шины / В. А. Плетнев // Сборник докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова : Сборник докладов конференции, Белгород, 29–30 мая 2025 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 119-123. – EDN OWXKVQ.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Шаманов Роман Сергеевич, к.т.н., доцент
Морозова Мария Сергеевна, студентка гр. 22ЭТМК1
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы эксплуатации аккумуляторных батарей и причины их сульфатации. Произведен анализ методов восстановления емкости аккумуляторных батарей, выявлены наиболее эффективные.

Автомобильная аккумуляторная батарея (АКБ) предназначена для электроснабжения стартера при пуске двигателя автотранспортного средства и других потребителей электроэнергии при неработающем генераторе или недостатке его мощности.

Большинство АКБ, выпускаемых в настоящее время для автотранспортных средств, являются свинцово-кислотными. В основу их работы заложен известный еще с 1858 г., и по сей день остающийся практически неизменным принцип двойной сульфатации.

При разряде АКБ происходит взаимодействие активной массы положительных и отрицательных пластин с электролитом (серной кислотой), в результате чего образуется сульфат свинца, осаждающийся на поверхности электродов и вода. В итоге плотность электролита падает. При зарядке АКБ от внешнего источника энергии происходят обратные электрохимические процессы, что приводит к восстановлению на отрицательных электродах чистого свинца и на положительных - перекиси свинца. Одновременно с этим повышается плотность электролита. Следует

отметить, что сульфатация пластин АКБ в определенных пределах – явление нормальное и присутствует всегда.

В настоящее время выпускаются обслуживаемые, малообслуживаемые и необслуживаемые АКБ.

АКБ считается необслуживаемой, если она имеет очень низкий расход воды в эксплуатации. Необслуживаемые батареи не требуют долива дистиллированной воды при условии исправной работы регулятора напряжения генератора.

На расход воды прямое влияние оказывает процентное содержание сурьмы в свинцовых решетках пластин. Как известно, сурьма добавляется для придания пластинам достаточной механической прочности. Однако, сурьма способствует расщеплению воды на кислород и водород, следствием чего является выкипание воды и снижение уровня электролита.

В традиционных обслуживаемых АКБ содержание сурьмы составляет более 5 %. Такие АКБ в процессе эксплуатации требуют постоянного контроля уровня электролита, и в случае необходимости, долива дистиллированной воды.

В малообслуживаемых АКБ содержание сурьмы снижено до 2,5-3,0 %. У них расход воды и саморазряд гораздо меньше, чем у традиционных батарей.

Традиционным и малообслуживаемым АКБ характерна относительная устойчивость к глубоким разрядам (снижению напряжения на банках АКБ до 10,5 В).

Уменьшение выкипания воды производители обеспечивают путем замены в пластинах сурьмы на кальций (так называемая «кальциевая технология» производства АКБ). Или заменой в пластинах сурьмы на кальций только в положительных пластинах (так называемая «гибридная технология»). Кальций в решетках пластин является веществом нейтральным по отношению к воде, не снижая при этом механической

прочности решеток. А потому разложения воды не происходит и уровень электролита остается неизменным.

Недостаток «кальциевых» АКБ – при глубоких разрядах происходит образование нерастворимых солей кальция. Для таких АКБ при разряде более чем на 50 % емкость АКБ необратимо теряется.

Производители АКБ пытаются устранить этот недостаток добавлением в пластины АКБ серебра («серебряно-кальциевая технология») и др. компонентов [1], что позволяет повысить устойчивость к глубоким разрядам при сохранении параметров «кальциевых» АКБ по саморазряду и расходу воды.

Наряду с нормальным процессом сульфатации пластин, когда на поверхности пластин образуется слой сульфата свинца, растворимого в результате электрохимических процессов при заряде, в процессе эксплуатации АКБ возникает и ненормальная сульфатация, в результате которой поверхности пластин покрываются слоем слаборастворимого сульфата свинца, который постепенно кристаллизуется, после чего АКБ практически невозможно восстановить.

Ненормальная сульфатация пластин может быть вызвана глубоким разрядом АКБ или постоянным недозарядом.

Оставленные на ночь включенными световые приборы, либо другие потребители способны разрядить АКБ до плотности 1,12 – 1,15 г/см³, т.е. практически до воды. Пластины покрываются сульфатом, который постепенно кристаллизуется, после чего АКБ практически невозможно восстановить.

Одной из причин недозаряда АКБ стала необходимость постоянного использования в светлое время суток на движущемся транспортном средстве фар ближнего света.

В зимних условиях эксплуатации недозаряд усиливается, т.к. АКБ принимает заряд в сильной зависимости от прогрева электролита.

Холодный запуск зимой с получасовым движением до работы, и затем редкие непродолжительные поездки на протяжении рабочего дня не дают прогреться электролиту и, следовательно, зарядиться АКБ. Тем самым разряженность АКБ увеличивается изо дня в день и, в итоге, может привести к выходу ее из строя [1].

Опасен для батареи и перезаряд. Это происходит при неисправном регуляторе напряжения генератора или при заряде от нерегулируемого зарядного устройства, напряжение холостого хода на клеммах которого достигает 16 В. В результате электролиза кислород вступает во взаимодействие с пластинами, а ставший свободным водород испаряется. Таким образом из электролита исчезает вода. Как только уровень раствора оказывается ниже уровня пластин, начинается сульфатация пластин (сульфат свинца растворяется в электролите, а затем оседает на поверхности пластин уже в виде крупных нерастворимых кристаллов и происходит изоляция пластин от электролита). Емкость АКБ уменьшается, электрохимические реакции останавливаются и АКБ выходит из строя.

Согласно РД-3112199-1089-02, нормативный ресурс АКБ легкового автомобиля индивидуального пользования составляет 4 года [2].

Физические процессы, происходящие при пуске двигателя, отличаются от процессов при разряде АКБ потребителями. При пуске участвует не весь объем активной массы и электролита, а лишь та ее часть, которая находится на поверхности пластин и соприкасающийся с поверхностью пластин электролит. Поэтому, после неудачной попытки запустить двигатель, следует подождать некоторое время для того, чтобы электролит перемешался, плотность его выровнялась, он проник в поры активной массы. Нормальный запуск двигателя при однократном вращении стартера в течении 10 с забирает ёмкость $300 \text{ А} \cdot 10 \text{ с} = 3000 \text{ А} \cdot \text{с} = 0,83 \text{ А} \cdot \text{ч}$, что составляет около 1,5 % от ёмкости АКБ.

При медленном же разряде участвуют не только поверхностные слои активной массы, но и глубинные, потому и разряд происходит более глубокий. Так, пуск двигателя не приводит к глубокой сульфатации, а глубокий разряд, медленный саморазряд или недозаряд приводят АКБ в негодность.

Известны несколько путей восстановления (устранения сульфатации пластин) АКБ:

1) Химические способы, при которых сливают электролит из банок, промывают их различными, в основном щелочными, химическими растворами, растворяющими сульфат свинца, а затем заряжают АКБ с заменой электролита.

Данный способ сопряжен с опасностью получения химических ожогов при использовании в гаражных условиях, и, учитывая, что большая часть современных АКБ являются необслуживаемыми и не позволяют осуществлять доступ к банкам, то данный способ становится неприменим, хотя и указывается его чрезвычайно высокая эффективность [3];

2) Заряд АКБ предельно малым током. Заряд малым током осуществим при применении зарядного устройства, обладающего регулировкой величины зарядного тока. Заряд малым током (величина которого составляет доли Ампер) для достижения должного эффекта осуществляется в течение нескольких недель и даже месяцев и применяется для АКБ, имеющих малую или среднюю степень сульфатации пластин, что является существенными недостатками данного способа;

3) Последовательный заряд-разряд АКБ реверсивным током. Реверсивный ток – это переменный ток с различными амплитудами и длительностями импульсов обеих полярностей за каждый период их следования. За каждый период следования импульсов тока АКБ заряжается и частично разряжается.

При таком способе почти полностью исключается (устраняется) необратимая глубокая сульфатация пластин. Если систематический подзаряд аккумулятора производится реверсивным током, то сульфатации электродов практически не наблюдается [3]. Степень эффективности данного способа, как следует из анализа литературных источников [4], зависит от выбора токовременных параметров зарядного и разрядного импульсов.

Список литературы

1. Соснин, Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей [Текст] / Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р. – 2000. – 272 с.
2. РД-3112199-1089-02 Нормы сроков службы стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей автотранспортных средств и автопогрузчиков.
3. Сеть предприятий и магазинов «МегаБат» [Интернет-портал]. URL: <http://www.megabat.ru/company/press-room/publications/98.html> (дата обращения: 03.02.2013).
4. Патент на изобретение 2180460 Российская Федерация. Способ заряда свинцового аккумулятора / Дувинг В.Г. - 2000100072/09; заявл. 05.01.2000; опубл. 27.11.2001.

**ПЕРВИЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Шаманов Роман Сергеевич, к.т.н., доцент
Мялкин Владимир Романович, студент гр. 22ЭТМК1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Предложена конструкция индуктивного чувствительного элемента датчика контроля нахождения температуры в заданных пределах на основе изменения магнитной проницаемости индуктора от температуры. Даны рекомендации по применению материала индуктора.

В современных системах автоматики, в частности дорожной и автомобильной часто возникает задача контроля температуры в заданных пределах.

Однако в некоторых случаях требуется не измерять температуру, а только контролировать ее нахождение в заданных пределах. Известные датчики контроля температуры имеют чувствительные элементы, содержащие механически подвижные элементы, что снижает их ресурс и надежность, и не позволяет применять их в условиях повышенной вибрации.

На основе анализа патентной литературы синтезирован индуктивный чувствительный элемент датчика температуры, лишенный указанных недостатков (рисунок 1) [1].

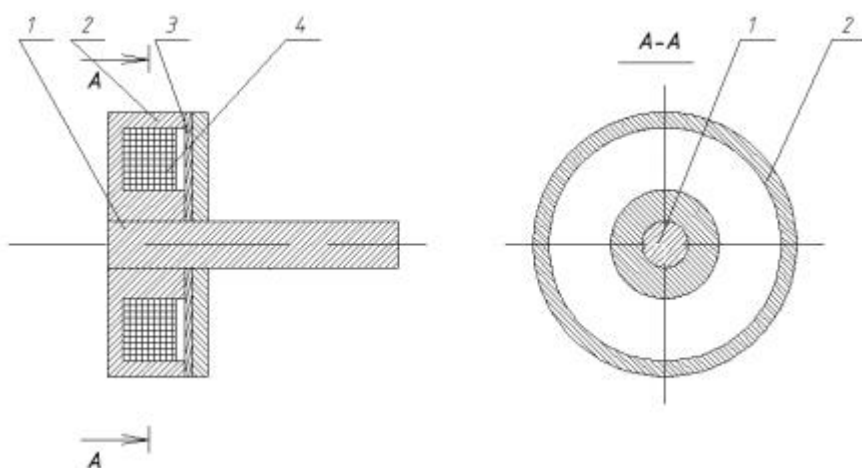


Рисунок 1 – Структурная схема чувствительного элемента датчика контроля температуры

Индуктивный первичный измерительный преобразователь заданного значения температуры (рис.1), содержит магнитопровод 2 с торцевым осевым отверстием, выполненный в форме чашкообразного магнитопровода Ш-образного сечения, установленного внутренней полостью к ферромагнитному фланцу, в полости магнитопровода расположена обмотка 4, и магнитопроводящий индуктор 1, установленный в отверстии соосно магнитопроводу 2. Магнитопроводы по внешнему и внутреннему контуру сопрягаются через кольцеобразную электропроводящую немагнитопроводящую перекрывающую магнитные потоки магнитопроводов и обмотки вставку 3, имеющую радиальный сквозной разрез. Магнитопроводящий индуктор 1 выполнен из материала с заданной точкой Кюри.

Чувствительный элемент датчика контроля температуры работает в соответствии со схемами замещения, изображенными на рисунок 2.

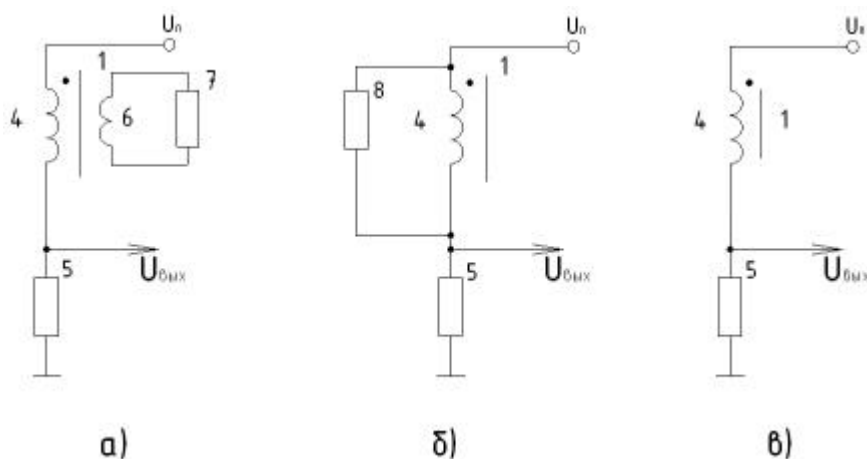


Рисунок 2 – Электрические схемы замещения чувствительного элемента датчика контроля температуры

При подаче на обмотки 4 чувствительного элемента гармонического или импульсного сигнала, когда в зоне диамагнитной электропроводящей вставки 3 находится терромагнитный участок индуктора 1 при температуре выше точки Кюри, магнитный поток обмотки 4 наводит ЭДС в диамагнитной электропроводящей вставке 3. Электрическая схема измерительной цепи представлена на рис. 2 а, где 5 – образцовое сопротивление, 6 – индуктивность диамагнитной электропроводящей вставки 3; 7 – внутреннее электрическое сопротивление вставки 3 ($R \sim 0$). Таким образом, когда в зоне диамагнитной вставки 3 находится терромагнитный участок индуктора 1 при температуре выше точки Кюри, обмотка 4 чувствительного элемента и диамагнитная вставка 3 работают как трансформаторы в режиме короткого замыкания. В таком режиме практически вся энергия магнитного поля обмотки 4 передаётся на электропроводящую диамагнитную вставку 3, где преобразуется в токи Фуко. При этом индуктивность обмотки 4 L_{01} стремиться к нулю. Ее комплексное сопротивление Z_{01} равно $Z_{01} = j\omega L_{01} + r$, (где ω – частота напряжения питания; r – активное сопротивление обмоток), которое так же мало. Такой режим работы чувствительного элемента можно заменить

схемой, которая представлена на рис. 2б. В которой сопротивление элемента 8 эквивалентно параллельному включению активного сопротивления обмоток и внутреннего сопротивления диамагнитной электропроводящей вставки. Таким образом, когда в зоне диамагнитной вставки 3 находится терромагнитный участок 6 индуктора 1 при температуре выше точки Кюри, комплексное сопротивление чувствительного элемента мало, а следовательно и падение напряжения на нём также имеет небольшое значение.

При понижении температуры индуктора 1, связанного с контролируемым объектом в зоне диамагнитной вставки 3 находится терромагнитный участок индуктора 1 при температуре ниже точки Кюри, основная часть магнитного потока замыкается через индуктор 1, внутренний контур чашкообразного магнитопровода 2, внешний контур чашкообразного магнитопровода, воздушный промежуток между магнитопроводами, магнитопроводящий фланец второго магнитопровода и терромагнитный участок индуктора 1. Эквивалентная схема такого режима работы представлена на рис. 2в. При этом суммарный магнитный поток резко уменьшается, потери энергии также уменьшаются и ими можно пренебречь. Сопротивление чувствительного элемента становится равным $Z_{02} = r + j\omega L_2$.

В данном случае L_2 много больше, чем L_1 , а, следовательно, Z_{02} много больше, чем Z_{01} , что соответствует большему падению напряжения на чувствительном элементе, когда в зоне диамагнитной вставки находится терромагнитный участок индуктора 1 при температуре ниже точки Кюри.

Таким образом, контролируя падение напряжения на чувствительном элементе, например, с помощью делителя напряжения на индуктивном и резистивном элементах, можно получать однозначную информацию о том,

в какой заданной зоне температур находится термомагнитный участок индуктора 1.

Магнитопроводящий индуктор может быть выполнен из метатитаната бария с точкой Кюри $+100^{\circ}\text{C}$, из гадолиния с точкой Кюри $+16^{\circ}\text{C}$, из сплава Гейслера (61% Cu, 26% Mn, 13% Al) с точкой Кюри $+330^{\circ}\text{C}$, или из MnP с точкой Кюри $+25^{\circ}\text{C}$ [1, 2, 3].

Магнитопроводящий участок индуктора выполненный из материала с заданной точкой Кюри, позволяет точно фиксировать переход температуры контролируемого объекта через точку Кюри.

При различных вариантах исполнения индуктивный чувствительный элемент посредством теплопроводящего индуктора, связанного с контролируемым объектом, обеспечивает получение информации о нахождении температуры контролируемого объекта в заданной области.

В предложенной конструкции чувствительного элемента датчика контроля температуры отсутствуют подвижные элементы, что позволяет использовать его в условиях повышенных вибраций, в частности в системах дорожной и автомобильной автоматики, физические эффекты, заложенные в датчик, позволяют применять материалы с достаточно стабильными термомагнитными свойствами, что значительно увеличивает ресурс датчика.

Список литературы

1. Патент на полезную модель 140487 Российская Федерация, МПК7 G01K 7/38. Индуктивный (трансформаторный) первичный измерительный преобразователь заданного значения температуры / Шаронов Г.И., Шаманов Р.С., Ганиев М.М., Жарин Д.Е., Гумеров А. Ф., Жарина Н.А.; № 2013138497/28; заявл. 20.08.2013; опубл. 10.05.2014, Бюл. № 13.

2. Патент на полезную модель 140459 Российская Федерация, МПК7 G01K 7/38. Индуктивный (трансформаторный) первичный измерительный

преобразователь заданного значения температуры / Шаронов Г.И., Шаманов Р.С., Ганиев М.М., Жарин Д.Е., Жарин Е.И., Курин С.В.; № 2013138502/28; заявл. 20.08.2013; опубл. 10.05.2014, Бюл. № 13.

3. Патент на полезную модель 140236 Российская Федерация, МПК7 G01K 7/38. Индуктивный (трансформаторный) первичный измерительный преобразователь заданного значения температуры / Шаронов Г.И., Шаманов Р.С., Ганиев М.М., Жарин Д.Е., Жарин Е.И., Тимохин С.В.; № 2013138499/28; заявл. 20.08.2013; опубл. 10.05.2014, Бюл. № 13.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Ширшиков Андрей Станиславович, к.т.н., доцент
Иванов Иван Алексеевич, студент гр. 22ЭТМК1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Целью работы является достижение оптимальной работы бензинового двигателя внутреннего сгорания. Предлагается регулировать угол опережения зажигания по моменту максимальной давления в цилиндре двигателя. Это позволит увеличить мощность двигателя в мощностном режиме.

Как известно, традиционные системы зажигания обеспечивают регулирование мощности, экономичности и токсичности двигателя по таким возмущающим воздействиям, как частота вращения коленчатого вала, нагрузка, температура охлаждающей жидкости, октановое число бензина. Для компенсации их влияния изменяется угол опережения зажигания Q , который, как предполагается, находится в жесткой зависимости от соотношения данных параметров. В действительности эксплуатация автомобиля со временем приводит к изменению оптимального угла опережения зажигания при прежнем соотношении перечисленных выше параметров. Поэтому регулирование по возмущающим воздействиям становится менее эффективным.

Авторами предлагается система регулирования мощности, экономичности и токсичности двигателя по углу α поворота коленчатого вала от верхней мертвой точки до момента достижения давлением газов в цилиндрах двигателя своего максимального значения $P_{\max}$. Эта величина

косвенно характеризует эффективность выполняемого регулирования тягово-экономических и экологических показателей двигателя. Другими словами, предлагаемая система, в отличие от традиционных, осуществляет регулирование по отклонению регулируемой величины. Регулируемой величиной является угол α . Регулирующей величиной является угол опережения зажигания Q . При максимально эффективной работе двигателя максимум давления газов достигается при определенном угле поворота коленчатого вала после прохождения верхней мертвой точки ($\alpha=10^0 \dots 15^0$). При слишком раннем зажигании возникают детонационные явления, при слишком позднем - смесь не успевает сгореть в цилиндрах и догорает в выпускном трубопроводе.

На рис.1, а представлена структурная схема предлагаемой системы регулирования мощности, экономичности и токсичности двигателя, на рис. 1, б - блок-схема алгоритма ее работы. Система работает следующим образом. Датчик давления формирует сигнал, значение которого пропорционально давлению газов в цилиндрах двигателя. Этот сигнал поступает на элемент выделения максимума. При максимальном давлении $\frac{dP}{dt} = 0$ на выходе элемента выделения максимума появляется импульс, по которому контроллер начинает обрабатывать информацию с датчика угла поворота коленчатого вала. Если этот угол находится в пределах $\alpha_{\min} < \alpha < \alpha_{\max}$, то угол опережения зажигания остается неизменным. Если $\alpha < \alpha_{\min}$ или $\alpha > \alpha_{\max}$, то контроллер дает соответствующий управляющий сигнал для увеличения или уменьшения угла опережения зажигания.

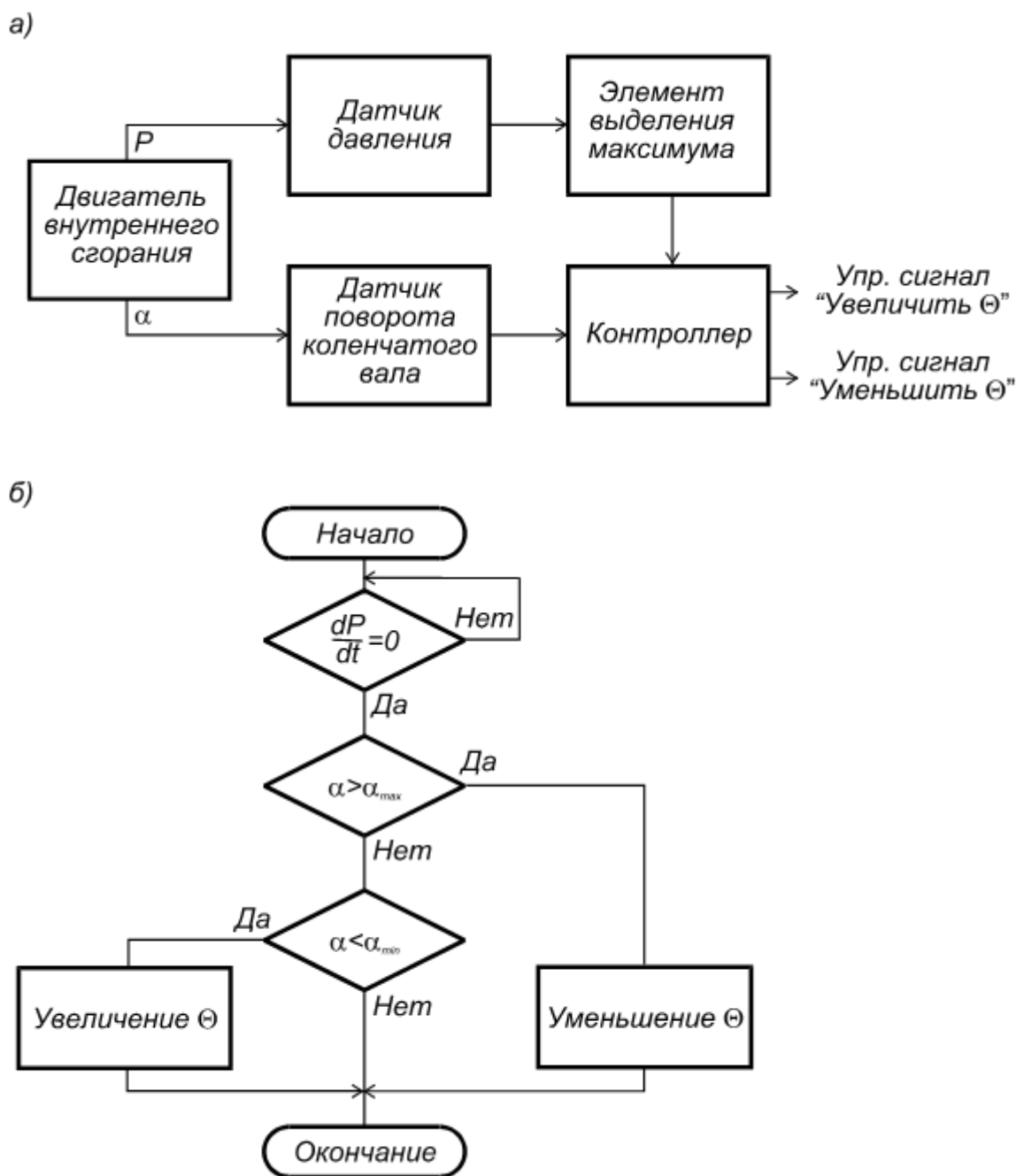


Рисунок 1 – Система регулирования мощности, экономичности и токсичности двигателя:

а) структурная схема; б) блок-схема алгоритма работы системы

Поправка угла опережения зажигания с помощью предлагаемой системы может осуществляться сдвигом по фазе сигналов, управляющих электронным прерывателем.

Предложенное регулирование наиболее эффективно работает в мощностном режиме. Однако и для достижения максимально возможной экономичности (например, при движении по трассе) данным предложением можно воспользоваться путем введения поправки в угол опережения зажигания. Надо отметить, что конечно, оптимальная работа двигателя зависит не только от системы зажигания, но и от системы питания и других систем.

Список литературы

1. Савенков, Н.В. Оптимизация режима работы автомобильного двигателя внутреннего сгорания на основе комплексного топливно-экологического критерия / Н.В Савенков // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2011. – №3. – С. 83-90.

2. Патент № RU 2540397 С2 Российская Федерация. Способ оптимизации работы двигателя внутреннего сгорания : № 2012136810/07 : заявл. 28.08.2012 : опубл. 10.02.2015 / Д.В. Григоренко

3. Патент № RU 2260131 С2 Российская Федерация. Способ оптимизации работы системы управления двигателя внутреннего сгорания : № 99110104/06 : заявл. 12.05.1999 : опубл. 10.10.2000 / В.И. Голубев, Б.В. Беляев, В.Ф. Деревенских, Ю.В. Павутницкий, А.Е. Лямин

4. Патент № RU 2260131 С2 Российская Федерация. Способ оптимизации работы системы управления двигателя внутреннего сгорания : № 2003127874/06 : заявл. 17.09.2003 : опубл. 10.09.2005 / Е.Г. Огнева, А.И. Савин, Е.В. Борисенков, Н.Г. Ковалев, В.И. Олейников, Е.В. Гаврилин

5. Патент № RU 2075617 С1 Российская Федерация. Способ оптимизации режима работы двигателя внутреннего сгорания : № 94029860/06: заявл. 17.08.1994 : опубл. 20.03.1997 / В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, Ю.Г. Чекрыжев, В.З. Махов, Л.Е. Круковский

6. Григорьев В.Г., Шабанов С.А. Оптимизация работы двигателя внутреннего сгорания / Н.В Савенков // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2006. – №8. – С. 235-238.

7. Зеленский, Н.А., Зуева, Е.П. Динамика процессов сгорания в ДВС / Сборник : Новые горизонты. Сборник материалов и докладов XI научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2024. – С. 46-50

ИНДУКТОРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ С ПОНИЖЕННЫМ МАГНИТНЫМ ШУМОМ

Ширшиков Андрей Станиславович, к.т.н., доцент
Иванов Иван Алексеевич, студент гр. 22ЭТМК1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Целью работы является снижение магнитного шума и увеличение мощности индукторного генератора. Предлагается конструкция индукторного генератора с двумя полюсными половинами. Это позволит получить магнитный поток, проходящий мимо подшипников генератора и более эффективно воздействующий на обмотки статора.

Проблема повышения надежности генератора путем устранения из его конструкции щеточного узла решается в настоящее время двумя способами:

1) удалением части клювообразного ротора (в генераторах с укороченным клювообразным ротором и в генераторах с клювообразным ротором, у одной из полюсных половин которого вокруг оси вращения удаляется средняя часть); 2) использованием корпуса генератора в качестве полюсной половины магнитной системы (в индукторных генераторах). Недостатком первого способа является снижение мощности из-за снижения амплитуды магнитного потока, пронизывающего обмотки статора. Недостатками второго способа являются снижение мощности и повышение магнитного шума.

Ниже описываются предлагаемые конструкции генератора (рис.1), позволяющие улучшить удельные показатели существующих индукторных генераторов. Отличием этих конструкций является наличие в магнитной

системе второй полюсной половины, вращающейся по другую сторону обмотки статора относительно первой полюсной половины. Так как корпус генератора в данном случае не входит в магнитную систему, то генератор не является таким мощным источником магнитного шума, как существующие индукторные генераторы. Добавление второй вращающейся полюсной половины позволяет увеличить скорость изменения магнитного потока, пронизывающего обмотки статора, что в свою очередь приводит к увеличению мощности генератора. Так как магнитный поток не проходит через подшипник рядом с индуктором как в традиционных индукторных генераторах, то подшипник не намагничивается и не притягивает элементы износа металла. Поэтому износ таких подшипников будет ниже.

На рис.1 представлены два индукторных генератора предлагаемой конструкции: *а* – индукторный генератор с клювообразным ротором и *б* – индукторный генератор с зубчатым ротором. В обоих генераторах обмотка возбуждения 6 располагается между полюсными половинами 5 и 10 ротора. Полюсные половины соединяются друг с другом втулкой 7. При вращении ротора клювы (зубцы) его полюсных половин попарно проходят мимо сердечников 3 обмоток статора. Вследствие этого магнитный поток, пронизывающий обмотки статора 2, то усиливается, то ослабляется. Изменение магнитного потока приводит к возникновению в обмотке статора ЭДС.

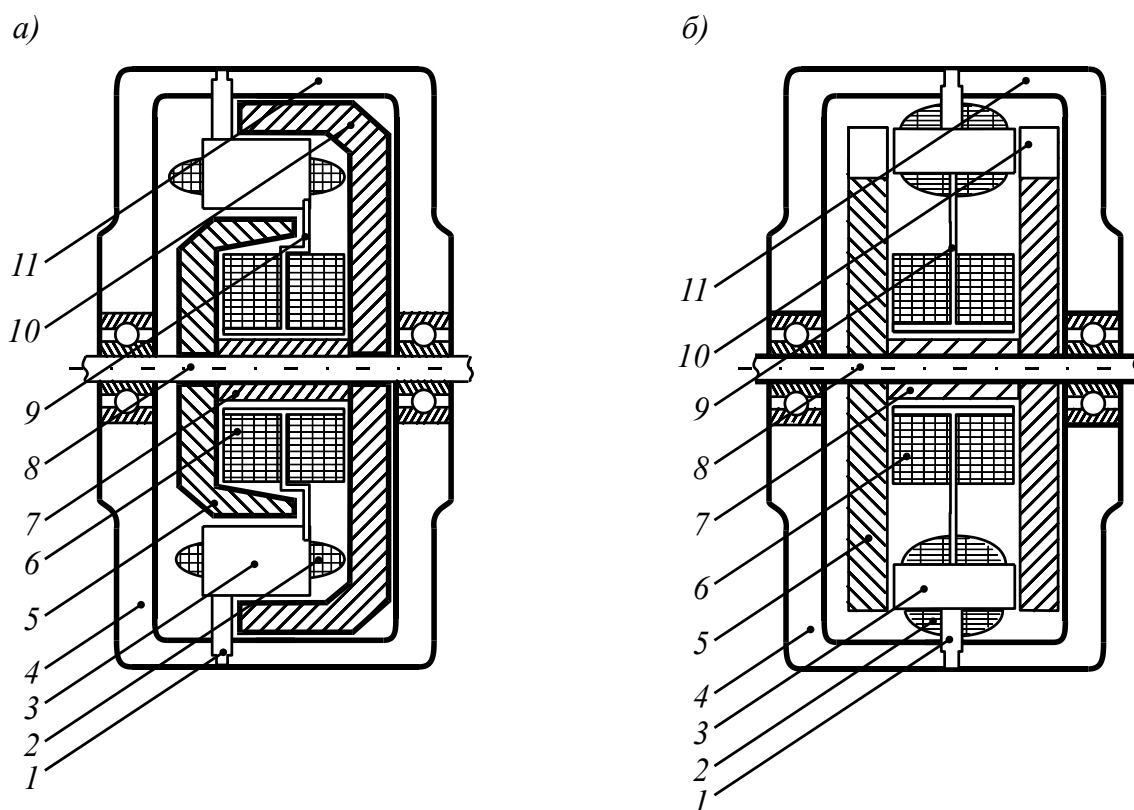


Рисунок 1 – Индукторные генераторы: а – индукторный генератор с клювообразным ротором; б – индукторный генератор с зубчатым ротором: 1 – элемент крепления обмотки статора; 2 – обмотка статора; 3 – сердечник обмотки статора; 4 – передняя крышка; 5 – передняя полюсная половина; 6 – обмотка возбуждения; 7 – втулка; 8 – вал; 9 – элемент крепления обмотки возбуждения; 10 – задняя полюсная половина; 11 – задняя крышка

Наличие свободного пространства между корпусом генератора и обмоткой возбуждения, не пересекаемого вращающимся ротором, позволяет расположить в нем элементы для прикрепления обмотки возбуждения к корпусу генератора. Там же размещаются провода для подключения обмотки возбуждения к источнику напряжения.

Список литературы

1. Сугробов, А.М. Параметры и характеристики вентильных индукторных генераторов / А.М. Сугробов, А.М. Русаков, Е.О. Казимиров, Н.А. Окунеева, А.Н. Соломин // Электричество. – 2016. – № 3. – С. 33-37

2. Забрусков, А.В. Специфика эксплуатации индукторных генераторов транспортно-технологических машин / А.В. Забрусков, А.В. Пузаков // Прогрессивные технологии в транспортных системах : сборник статей XIII международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 112-115.

3. Баль, В.Б. Вентильно-индукторные генераторы. Перспективы применения / В.Б. Баль, М.Т. Аунг // Книга : иосифьяновские чтения. – 2017. – С. 38-40.

4. Патент № RU 2658636 С1 Российская Федерация. Индукторный генератор с совмещенными обмотками возбуждения и статора : № 2017130438: заявл. 28.08.2017 : опубл. 22.06.2018 / В.А. Коровин

5. Патент № RU 2517172 С1 Российская Федерация. Индукторный генератор : № 2013102802/07 : заявл. 22.01.2013 : опубл. 27.05.2014 / А.М. Литвиненко

6. Патент № RU 2318289 С1 Российская Федерация. Индукторный генератор : № 2006137741/09 : заявл. 25.10.2006 : опубл. 27.02.2008 / А.М. Литвиненко

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ ЭАТ Ефина Ю.А.	3
ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДВИЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. ПЕЗЫ Жесткова С.А., Складова С.С., Псел Е.А.	4
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА Жижин А.Н., Карташов АА., Симакина Г.Н.	10
ИНТЕРАКТИВНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ СЕРВИСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ (ИКССД) Захаров Ю.А., Богатов Е.А., Захаров А.Ю.	18
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАПЧАСТЯМИ АТП Захаров Ю.А., Макаров В.Н., Захаров А.Ю.	23
ПРИБОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЯ Козлов И.Д., Карташов А.А., Симакина Г.Н.	32
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ Лебедев Д.С., Долгова Л.А.	37
ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАДИРОВ В РЕСУРСНЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА В ЦРМ СХП И В ПЕРИОД ШТАТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ Лосев М.В., Долгова Л.А.	45
ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В ДИНАМИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАЗОРОВ В РЕСУРСНЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ НОВЫХ И КАПИТАЛЬНО ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ Москвин Р.Н., Швецов А.В.	49
КОНСТРУКЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ Нугаева В.О., Нестерова О.Ю.	54
АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ДОРОЖНЫМ ОГРАЖДЕНИЯМ Подогов А.И.	62
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ УДАРА ПРИ ДТП Подогов А.И.	70
НАЕЗД АВТОМОБИЛЯ НА НЕПОДВИЖНОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ Полякова Д.Д.	76
ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ Родионов Ю.В., Тубояков С.И.	82
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ШИН НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ Шаманов Р.С., Морозова М.С.	91
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ Шаманов Р.С., Мялкин В.Р.	99
	105

ПЕРВИЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ Ширшиков А.С., Иванов И.А.	111
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Ширшиков А.С., Иванов И.А.	116
ИНДУКТОРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ С ПОНИЖЕННЫМ МАГНИТНЫМ ШУМОМ	

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Сборник докладов IX-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции
23-24 октября 2025 г.**

под общей редакцией заведующего кафедрой «Эксплуатация автомобильного
транспорта» Захарова Юрия Альбертовича

**Ответственный за выпуск Р.Н. Москвин, Л.А. Долгова
Верстка Л.А. Долгова**

Подписано в печать 26.10.25. Формат 60×84/16
Электронное издание

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза ул. Г. Титова, 28.