

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 VII-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции
25-26 октября 2023 г.

Пенза 2023

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.

Современные проблемы и направления развития автомобильно-
дорожного комплекса в Российской Федерации [Текст] // сб. докладов
П76 Всерос. (Национ.) науч.–практич. конф. 25-26 октября 2023 г. Пенза:
ПГУАС, 2023. – 109 с.

В сборник включены лучшие доклады VII-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции, прошедшей 25-26 октября 2023 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, 2023

Дорогие друзья, коллеги!

Мы рады приветствовать всех участников VII-ой Национальной научно-практической конференции, принявших очное и заочное участие. Очень отраднo, 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.

УДК 621.89.012

ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ МОТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ДВС

Долгова Лариса Александровна, к.т.н., доцент
Мошков Максим Андреевич, студент гр. 21ЭТМК1

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

***Аннотация.** Предложен метод оценки загрязненности моторного масла по значению коэффициента поглощения оптического излучения.*

В общем случае прозрачность среды можно определить, как отношение величины оптического потока, прошедшего через среду, к величине оптического потока, падающего на поверхность среды. Мерой прозрачности среды является коэффициент поглощения оптического излучения или коэффициент пропускания. Следует отметить, что сумма коэффициентов поглощения и пропускания равна единице.

Из опыта эксплуатации автомобилей известно, что с увеличением пробега автомобиля моторное масло загрязняется и становится более темным, а это значит, что его оптические свойства, т.е. прозрачность, изменяются.

Явление поглощения веществом оптического излучения подчиняется закону Бугера-Ламберта:

$$J_n = J_0 \cdot e^{-\lambda d} \quad (1)$$

где: J_0 - интенсивность оптического излучения на входе в вещество, т.е. в моторное масло;

J_n - интенсивность оптического излучения на выходе из вещества;

λ – коэффициент поглощения оптического излучения;

d – толщина слоя вещества, м.

Для определения значения коэффициента поглощения оптического излучения λ преобразуем выражение (1) к виду:

$$\frac{J_n}{J_0} = e^{-\lambda d} \quad , \quad (2)$$

Откуда

$$\ln \frac{J_n}{J_0} = -\lambda d \quad (3)$$

Из выражения (3) находим выражение для нахождения коэффициента поглощения оптического излучения:

$$\lambda = -\frac{\ln \frac{I_n}{I_0}}{d} \quad (4)$$

Т.к. $\frac{I_n}{I_0}$ меньше единицы, то логарифм меньше нуля,

следовательно, λ величина положительная.

Из анализа выражения (4) следует, что если $I_n = I_0$, то коэффициент поглощения $\lambda = 0$. Если $I_n = 0$, коэффициент поглощения равен бесконечности.

Зная толщину слоя масляного слоя, через который будет проходить оптическое излучение, по результатам измерения силы токов на входе слоя масла I_0 и на выходе I_n можно рассчитать величину коэффициента поглощения оптического излучения λ .

Для определения коэффициента поглощения оптического излучения λ в моторном масле была разработана и изготовлена лабораторная установка (рис. 1, 2).

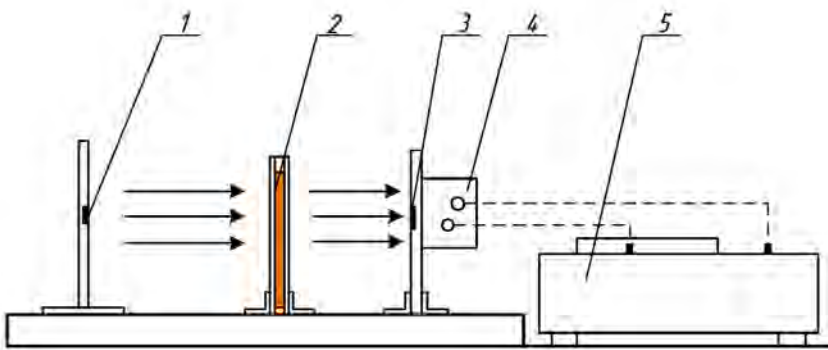


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки: 1 – источник оптического излучения, 2 – кювета с исследуемым моторным маслом, 3 – фотоприемник, 4 – усилитель, 5 – измерительный прибор.

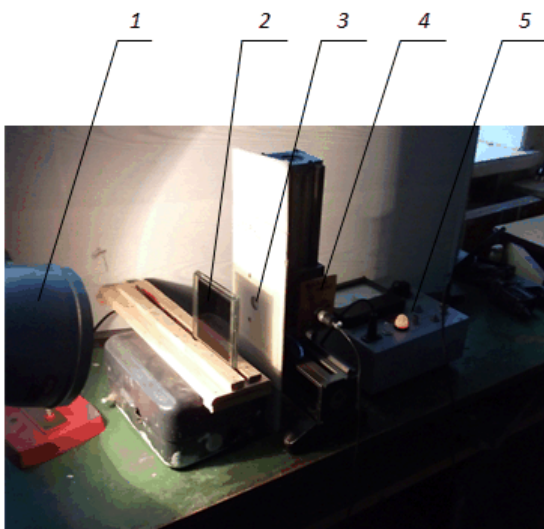


Рисунок 2 – Общий вид установки для определения оптической плотности моторного масла: 1 – источник оптического излучения, 2 – кювета с исследуемым моторным маслом, 3 – фотоприемник, 4 – усилитель, 5 – измерительный прибор.

Принцип работы лабораторной установки заключается в следующем. Оптическое излучение от источника проектируется на кювету, заполненную моторным маслом, и далее попадает на фотоприемник.

Фотоприемник преобразовывает падающее на него оптическое излучение J_n в электрический сигнал I_n , величина которого пропорциональна величине

оптического излучения. Так как кювета заполнялась пробами моторного масла, взятых при различных значениях пробега автомобиля, то по значению соотношения электрических сигналов, соответствующих значению силы оптического излучения на внешней поверхности кюветы и после прохождения кюветы, заполненной моторным маслом, определялся коэффициент поглощения.

Рабочие точки фотоприемника и усилителя выбраны на линейном участке характеристик. Это позволяет каждому значению интенсивности оптического излучения определить соответствующее значение силы тока I_n .

Коэффициент поглощения оптического излучения является характеристикой степени загрязнения работающего моторного масла.

В таблице 1 и на рис. 3 представлены результаты исследования изменения коэффициента поглощения оптического излучения моторного масла в зависимости от пробега автомобиля.

Таблица 1 - Значения коэффициента поглощения оптического излучения ММ в зависимости от пробега автомобиля

Физико-химический показатель	Пробег автомобиля, 10^3 км					
	0	5	10	15	20	25
Коэффициент поглощения оптического излучения ММ λ	0,0145	0,1196	0,2408	0,408	0,5991	0,921

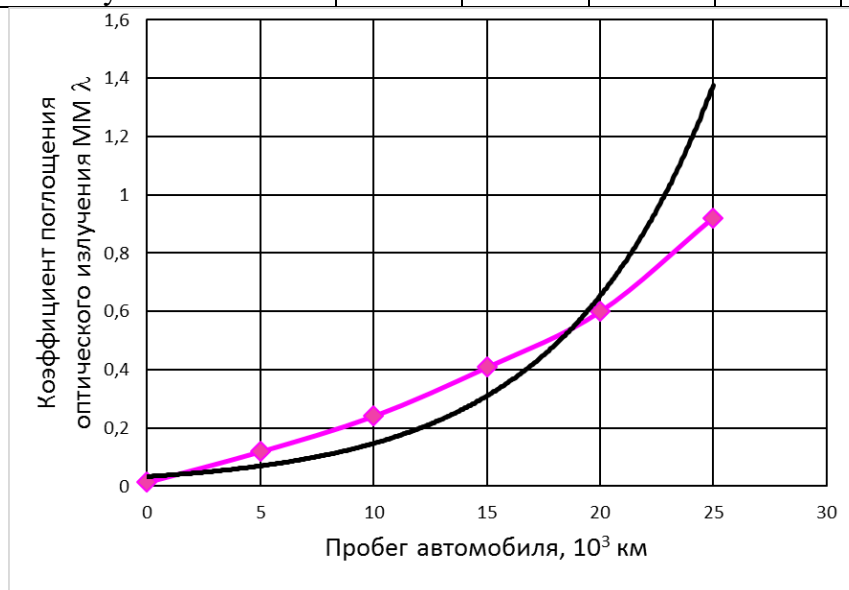


Рисунок 3 - График зависимости коэффициента поглощения оптического излучения ММ от пробега автомобиля

Аппроксимирующая линия графика представлена экспонентой, уравнение которой имеет вид:

$$y = 0,033 \cdot e^{0,1492x}$$

Величина достоверности аппроксимации составляет 0,8698.

Анализ графика показал, что увеличение коэффициента поглощения оптического излучения по экспоненциальной зависимости связано с накоплением продуктов термоокислительных и термохимических процессов в моторном масле.

Этот показатель является косвенным для оценки загрязненности моторных масел. Но данный показатель входит в число наиболее информативных показателей с высоким весовым коэффициентом (0,041) и исследование его влияния на оценку эксплуатационных свойств моторного масла, по мнению автора, является актуальной задачей. Его рекомендуется использовать в составе комплексного критерия оценки состояния работающего моторного масла наряду с основными показателями качества моторного масла.

Список литературы:

1. Долгова Л.А., Салмин В.В. Ранжирование основных параметров работоспособности моторного масла. В сборнике: Перспективные направления автотранспортного комплекса. Сборник статей VIII Международной научно-производственной конференции. МНИЦ ПГСХА. –Пенза: РИО ПГСХА, 2014 – 140 с., С.33-38.

2. Долгова Л.А., Салмин В.В. Оценка эксплуатационных свойств моторных масел с помощью электрических параметров / Международный технико-экономический журнал. 2018, №4. С.64-71.

**БОРТОВАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДТП
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ЛОКАТОРА**

Долгова Лариса Александровна, к.т.н., доцент
Мошков Максим Андреевич, студент гр. 21ЭТМК1
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Предлагается создание системы предотвращения столкновений автомобилей с использованием СВЧ-локатора.*

Разрабатывая системы предотвращения столкновений, конструкторы должны решить ряд важных задач по определению уровня опасности. Современные технологии и устройства позволяют объективно анализировать препятствие, будь это автомобиль, велосипед или неподвижный предмет на пути следования. Надо сказать, что проблемы решаются по-разному. В некоторых случаях это просто предупреждение водителя о потенциальной угрозе визуальным или звуковым сигналом. Есть системы, обеспечивающие полное торможение автомобиля. Более того, иногда продумана и система подстраховки. Когда водитель недостаточно сильно нажимает на тормоз, автомат увеличивает силу торможения сам и это сводит к минимуму опасность дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Используются несколько разных способов определения расстояния до препятствия: инфракрасный лазер, волновой радар или камера переднего вида, самостоятельно определяющая, сколько метров до предмета, представляющего угрозу. Что лучше – покажет время. Однако сегодня становится ясно, что автомобиль завтрашнего дня невозможно будет представить без системы предотвращения столкновения. Это, безусловно, повысит безопасность движения, и позволит избежать непредвиденных ситуаций и человеческого фактора [1, 2].

В настоящее время ведутся интенсивные разработки систем предотвращения столкновений автомобилей (СПСА) [3]. И хотя на некоторых автомобилях уже установлены некоторые элементы СПСА, проблема разработки совершенной СПСА ещё далека от решения.

Из анализа разработок СПСА следует, что их общим недостатком является использование оптического диапазона электромагнитных волн в качестве носителя информации.

Для обеспечения работы СПСА должна получать информацию об объектах возможного столкновения. Поэтому одним из устройств СПСА должно быть устройство технического зрения.

Структурную схему СПСА можно представить в следующем виде (рис. 1).

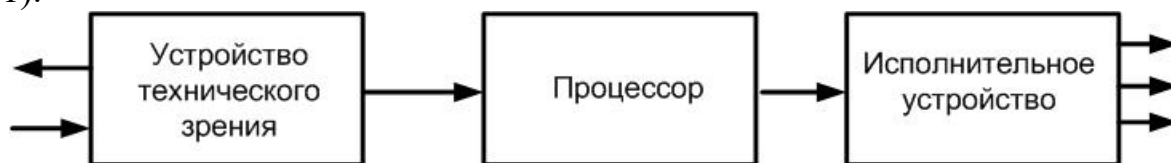


Рисунок 1 - Структурная схема СПСА

В качестве устройства технического зрения возможно применение различных локаторов, например:

- СВЧ-локаторы (радары);
- ультразвуковые локаторы (сонары);
- лазерные локаторы (лидары);
- инфракрасные дальномеры (ТВИК).

Следовательно, излучения оптического диапазона применяются в лазерах и инфракрасных устройствах; акустические волны – в ультразвуковых локаторах; электромагнитные волны диапазона УКВ применяются в радарх.

Поскольку задачей устройства технического зрения СПСА является распознавание дорожной обстановки: обнаружить объект, определить до него дальность $D_{об}$ и скорость сближения $V_{сбл}$, необходимо проанализировать взаимодействие соответствующих волн с атмосферой при распространении в ней.

Известно, что при распространении в атмосфере электромагнитных и акустических волн происходит их ослабление в результате поглощения и рассеивания.

Ослабление излучения подчиняется экспоненциальному закону:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha R}$$

где I_0 – интенсивность излучения до ослабления;

I – интенсивность излучения после ослабления;

α – коэффициент ослабления, км^{-1} ;

R – дальность, км.

Поэтому при разработке локатора СПСА необходимо учитывать особенности распространения волн в атмосфере.

Интенсивность поглощения электромагнитных волн зависит от длины волны.

Поэтому при разработке локатора СПСА необходимо учитывать особенности распространения волн в атмосфере.

Интенсивность поглощения электромагнитных волн зависит от длины волны.

На рис. 2 показана зависимость прозрачности атмосферы от длины волн электромагнитного излучения (ЭМИ).

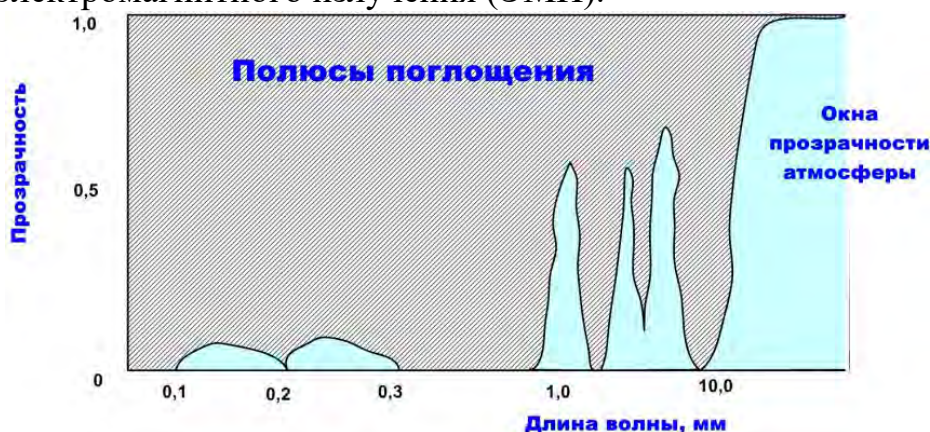


Рисунок 2. Зависимость прозрачности атмосферы от длины волны ЭМИ

Как видно из диаграммы, в атмосфере есть так называемые "окна прозрачности", где затухание имеет минимальное значение. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе длины волны радара.

Звуковые или акустические волны представляют собой упругие колебания воздушной среды. Принято считать, что скорость распространения звука есть величина постоянная и равна 330 м/с. Однако, скорость распространения звуковых волн зависит от состояния атмосферы.

На рис. 3 и в табл. 1 приведены зависимости скорости звука от температуры воздуха.

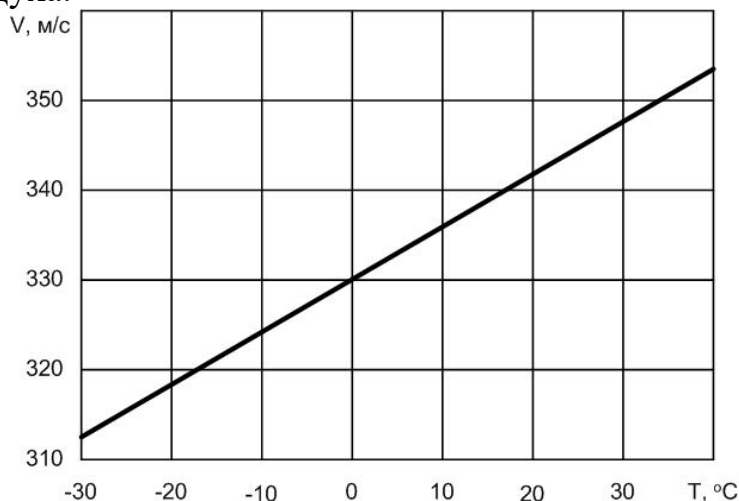


Рис. 3. Зависимость скорости звука от температуры воздуха

Таблица 1 - Зависимость скорости звука при различной температуре

Температура, °C	Скорость звука		Температура, °C	Скорость звука		Температура, °C	Скорость звука	
	м/с	км/ч		м/с	км/ч		м/с	км/ч
-150	216,7	780	0	331,5	1193	100	387,1	1393
-100	263,7	949	10	337,3	1214	200	436	1569
-50	299,3	1077	20	343,1	1235	300	479,8	1727
-20	318,8	1143	30	348,9	1256	400	520	1872
-10	325,1	1170	50	360,3	1296	500	557,3	2006

Учитывая, что температура воздуха меняется в достаточно широком диапазоне, изменение скорости звука может привести к значительным ошибкам в определении расстояния до объекта и скорости сближения [4].

Это является существенным недостатком акустических локаторов. Следует отметить, что мощность пьезогенераторов, используемых как источник ультразвуковых сигналов, мала. Поэтому ультразвуковой локатор не может обеспечить необходимую дальность действия.

Диаграмма затухания волн оптического и инфракрасного диапазонов приведена на рис. 4.

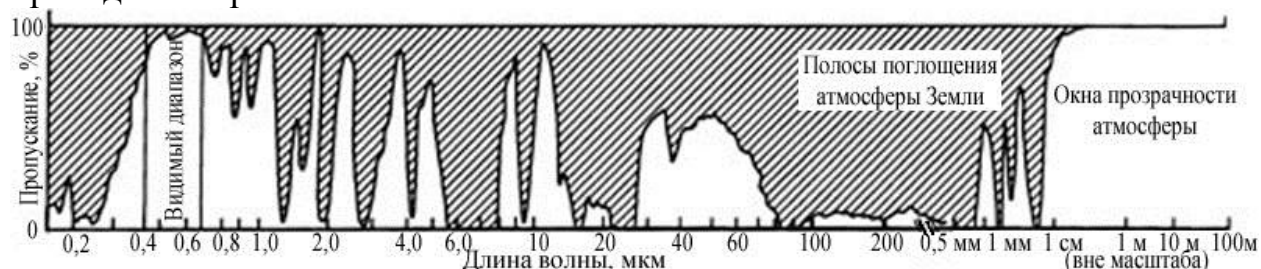


Рисунок 4 - Поглощение оптического и инфракрасного излучения атмосферой. Окно прозрачности атмосферы Земли: q "большое окно" (0,3-1,3 мкм)

Как видно из диаграммы, в атмосфере имеются участки значительного поглощения и так называемые "окна прозрачности". В лазерных локаторах используются источники, генерирующие волны видимого или инфракрасного диапазонов.

Известно, что чем короче длина волны, тем значительнее затухание. В табл. 2 приведены значения коэффициентов затухания волн оптического диапазона для различных метеоусловий [5].

Таблица 2 - Значения коэффициентов ослабления ЭМВ для различных метеоусловий

Метеорологические условия	Метеорологическая дальность видимости	σ_p	Метеорологические условия	Метеорологическая дальность видимости	σ_p
Очень сильный туман	< 0,02	>85,6	Слабая дымка	4	1,07
Сильный туман	0,05	85,6	Ясно	10	0,427
Умеренный туман	0,2	21,4	Очень ясно	20	0,274
Слабый туман	0,5	5,54	Исключительно ясно	50	0,0113
Сильная дымка	1,0	2,14			

Как видно из таблицы, в сложных метеорологических условиях лазерный локатор может оказаться неработоспособным.

Из вышеизложенного следует, что для реализации СПСА целесообразно использовать СВЧ-локатор.

Таким образом, структурная схема СПСА принимает вид (рис. 5).

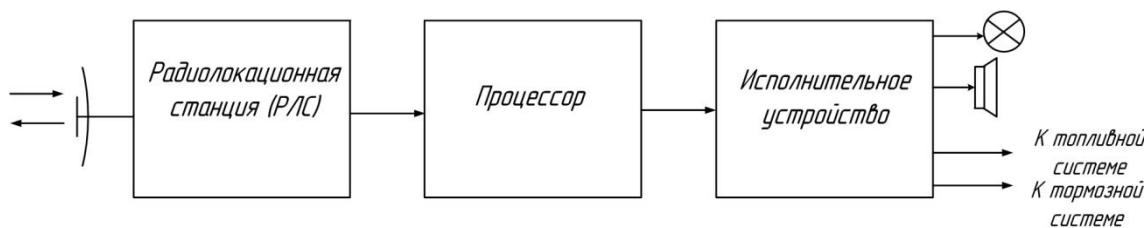


Рисунок 5 - Структурная схема СПСА

В качестве измерителя расстояния до препятствия можно использовать устройство, принцип работы которого основан на излучении и приеме отраженного от объекта электромагнитного импульса. В этом случае дальность до объекта D_0 может быть определена по времени задержки t_3 отраженного сигнала относительно излучаемого [6]:

$$D_0 = \frac{c \cdot t_3}{2}$$

где c – скорость распространения электромагнитных волн, м/с;
 t_3 – время задержки, с.

Процессор осуществляет математические и логические операции: производит расчёт величины тормозного пути S_T , дальности до объекта D_0 . Входными данными для процессора являются следующие величины:

- V_n – начальная скорость движения автомобиля, м/с;
- V_k – конечная скорость движения автомобиля, м/с;
- φ – коэффициент сцепления колес с дорогой;
- g – ускорение силы тяжести, м/с²;
- $\delta_{вр}$ – коэффициент учёта вращающихся масс;
- K_3 – коэффициент снижения эффективности торможения;
- c – скорость распространения электромагнитных волн, м/с.

Процессор определяет момент выдачи водителю автомобиля предупредительных звукового и светового сигналов: если расстояние до впереди идущего автомобиля D_0 становится $\leq 1,2$ длины тормозного пути, то есть если отношение $D_0/S_T = 1,2$, то водителю выдаётся звуковой и световой предупредительные сигналы.

Если отношение $D_0/S_T = 1$ и при этом $dD_0(t)/dt < 1$, то есть расстояние до объекта уменьшается, то подаётся предупреждающий сигнал на исполнительное устройство, которое воздействует на подачу топлива в двигатель и на тормозную систему с целью снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной его остановки.

При снижении скорости движения автомобиля, когда $dD_0(t)/dt = 0$, то есть расстояние между автомобилями перестает сокращаться, управляющий сигнал становится равным нулю.

Таким образом, одним из направлений обеспечения безопасности движения на автомобильном транспорте является создание автоматических систем предотвращения столкновения автомобиля, которые при помощи "технического зрения" анализируют пространственные координаты между

транспортными средствами в транспортном потоке. Информация от средств технического зрения о дистанции до препятствия (или преследуемого ТС) обрабатывается в бортовом компьютере и используется для управления исполнительными механизмами, которые замедляют автомобиль для восстановления безопасной дистанции или полностью затормаживают его в экстренных случаях.

Применение СПСА на автомобильном транспорте позволит существенно снизить число ДТП, увеличить пропускную способность автомобильных дорог и скорости движения ТС без опасности ДТП от наездов и столкновений, уменьшить динамические нагрузки в элементах тормозов ТС, то есть повысить их надёжность и долговечность, снизить износ шин в эксплуатации.

Список литературы:

Долгова Л.А., Рылякин Е.Г., Василиади Г.Н. Автоматизированная система предотвращения аварийных столкновений автомобилей // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 4 (62). С. 222-227.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВОЗКИ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ
АВТОТРАНСПОРТОМ КОМПАНИИ АО «ВАСИЛЬЕВСКАЯ
ПТИЦЕФАБРИКА»**

Жесткова Светлана Анатольевна, к.т.н., доцент
Лукьянчук Дмитрий Владимирович, студент гр. 23ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований по доставке мясной продукции на примере компании АО «Васильевская птицефабрика». Выявлены недостатки развозки груза. Предлагаются методы и их решения. Дана оценка эффективности предложенных решений.*

Перевозка грузов автомобильным транспортом является активно развивающейся отраслью, методы её организации должны соответствовать постоянно растущим потребностям народного хозяйства. При этом многие из отраслей формулируют специфические условия для транспортировки продукции. Одной из таких отраслей является оптовая и розничная продажа мясной продукции, которая активно развивается. В настоящее время перевозки этой продукции между грузоотправителями и потребителями осуществляются на основе опыта оперативного персонала пункта отправления, что нередко приводит к принятию решений с негативными последствиями экономического и экологического характера. Причиной сложившегося положения является недостаточная изученность процесса, а также отставание имеющихся моделей организации перевозок от существующих потребностей отрасли. В этой связи исследования, направленные на совершенствование организации перевозочного мясной продукции являются актуальными.

В качестве объекта исследований выбрана компания ОА «Васильевская птицефабрика». Это одна из крупнейших компаний в Пензенской области, работающая на рынке по доставке мясной продукции в торговые сети города.

Перевозка груза осуществляется в основном автомобильным транспортом, так как пункты его потребления находятся на небольших расстояниях от склада, на который доставляет свою продукцию птицефабрика.

Потребности заказчиков должны удовлетворяться полностью, груз должен быть перевезен по оптимальной цене и своевременно, для чего необходима синхронизация всех составляющих перевозочного процесса.

Для реализации поставленной цели были проведены натурные исследования по доставке мясной продукции со склада ОА «Васильевская птицефабрика» в магазины торговой сети «Караван».

В результате проведенных исследований было выявлено, что транспортировка груза осуществляется транспортными средствами грузоотправителя.

Для перевозок мясной продукции используются автомобили рефрижераторы. Зона обслуживания работает автономно и использует свою диспетчерскую службу. Изучение их работы показало, что никаких программных средств при планировании маршрутов передвижении транспортных средств не установлено.

Выбор торговых объектов осуществляется по заявкам, получаемых транспортной компании. Распределение транспортных средств производится в начале рабочей смены.

Погрузка груза в транспортное средство в начале смены осуществляется по приоритету, устанавливаемому диспетчером.

Маршруты по развозке груза могут не совпадать с кратчайшим расстоянием между пунктами транспортной сети на карте.

В целом затраты времени на i -м маршруте складываются из пяти основных элементов:

$$t_i = t_j^{DB} + t_j^{\Pi} + t_j^{3\Pi} + t_j^{3P} + t_j^P, \quad (1)$$

где: t_j^{DB} – время движения автомобиля на маршруте;

t_j^{Π}, t_j^P – время соответственно погрузки и разгрузки автомобиля;

$t_j^{3\Pi}, t_j^{3P}$ – время соответственно заезда автомобиля на погрузку и разгрузку.

С целью определения статистических характеристик перевозочного процесса и принадлежности генеральной совокупности данных определенному закону распределения, были проведены натурные исследования реальных маршрутов развозки мясной продукции в торговые объекты сети «Караван» города Пензы.

При исследовании устанавливались:

Q_{ij} – масса груза, перевезенных i -ым автомобилем по j -ому маршруту;

t_{ij} – время нахождения i -ого автомобиля на j -ом маршруте;

$\sum l_j^{rE}$ – суммарная длина грузовых звеньев на j -ом маршруте;

$\sum l_j^X$ – суммарная длина холостых пробегов на j -ом маршруте;

l_j – длина j -го маршрута;

q – масса груза доставляемого в j -ом маршруте на каждый торговый объект;

По этим исходным данным были определены [2]:

1. Транспортная работа, выполненная на j -ом маршруте:

$$P_{ij} = \sum_1^n M_{ij} \times l_{ij}^{TE}, \text{ Т} \cdot \text{км} \quad (2)$$

где n – количество грузовых звеньев на j -ом маршруте;

l_{ij}^{TE} – длина грузового звена за езду;

M_{ij} – масса груза в на i -ом грузовом звене j -го маршрута;

2. Выработка i -го автомобиля на j -ом маршруте:

$$\text{а) } U_{ij} = Q_{ij} / t_{ij}, \text{ Т/час} \quad (3)$$

$$\text{б) } W_{ij} = P_{ij} / t_{ij}, \text{ Т} \cdot \text{км/час} \quad (4)$$

3. Коэффициент грузового пробега на j -ом маршруте:

$$\beta = \sum l_j^{TE} / l_j, \quad (5)$$

В результате проведенных натурных исследований было выявлено, что развозка осуществляется по комбинированной схеме (рис.1).

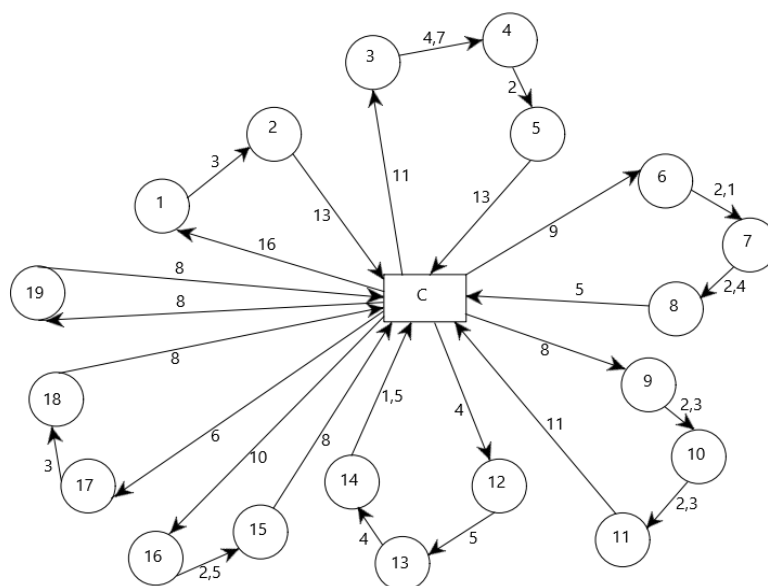


Рисунок 1 - Существующая схема развозки груза в торговые объекты со склада АО «Васильевская птицефабрика»

В табл. 1 представлены существующие показатели транспортного процесса.

Таблица 1 - Технично-эксплуатационные показатели работы склада АО «Васильевская птицефабрика»

№ маршрута	№ объекта	q, т	Q, т	l, км	t, ч	l ^а , км	l ^е , км	β	P, т·км	W, ткм/ч
------------	-----------	------	------	-------	------	---------------------	---------------------	---	---------	----------

1	1,2	1,5	1,125	32	1,35	13	19	0,6	21,37	15,8
2	3,4,5	1,5	1,5	33	3,6	13	20	0,6	30	8,3
3	6,7,8	1,5	1,5	19	2,8	5	14	0,7	21	7,5
4	9, 10, 11	1,5	1,5	17,6	2,35	5	12,6	0,7	18,9	8
5	12,13,14	1,5	1,5	14,5	2,36	1,5	13	0,8	19,5	8
6	15,16	1,5	1,5	20,5	1,6	8	12,5	0,6	18,75	11,7
7	17,18	1,5	1,125	22	1,47	8	14	0,6	15,75	10,68
8	19	1,5	0,375	16	0,83	8	8	0,5	12	14,5
Итого			10,125	174,6	16,4	61,5	113,1	0,6	148,27	73,58

В результате проведенных исследований установлено:

- планирование развозки груза в торговые объекты со склада осуществляется на основе интуиции;
- развозка груза осуществляется по комбинированной схеме;
- использование подвижного состава осуществляется не эффективно.

Для повышения эффективности развозки груза был применен усовершенствован алгоритм метода Кларка-Райта и компьютерная программа, позволяющая находить оптимальные маршруты движения на заданной сети (рис. 2).

Работу усовершенствованного алгоритма Кларка-Райта можно описать следующим образом [2].

1. Алгоритм Флойда - Уоршалла ищет кратчайшие пути между получателями заданной матрицы расстояний, при этом формируется матрица расстояний, которая содержит действительно кратчайшие пути. Первоначально имеющаяся матрица расстояний может не соответствовать этому требованию. Алгоритм Флойда - Уоршалла определяет веса кратчайших путей, но не последовательность получателей в кратчайшем пути.

2. Алгоритм Дейкстры определяет последовательность всех получателей в кратчайшем пути.

3. Алгоритм Кларка-Райта формирует маршруты, пользуясь кратчайшими путями, полученными алгоритмом Флойда-Уоршалла. Получатели, указанные в этом маршруте, предназначены для отгрузки им продукции.

4. Развертка маршрута обеспечивается благодаря работе алгоритма Дейкстры. В развернутом маршруте ранее скрытые получатели предназначены не для отгрузки продукции, а для минимизации маршрута. Автомобиль проезжает этих получателей, не разгружаясь, за счет прохождения маршрута через этих получателей сокращается длина всего маршрута.

5. Условия классической задачи маршрутизации соблюдены для маршрутов, состоящих из фактических получателей.

Полученная расчетным путем схема маршрутов и технические показатели работы склада приведены соответственно на рис. 2 и в табл. 2.

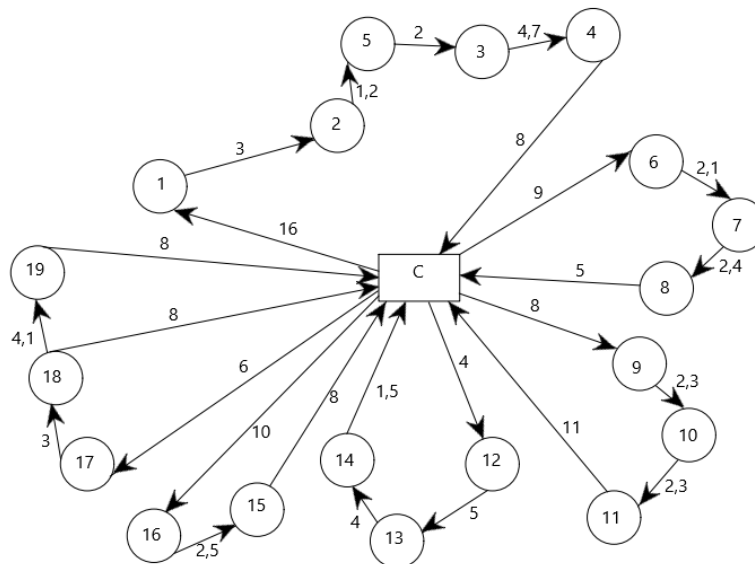


Рисунок 2 - Пример, полученный расчетом, маршрутных схем развозки мясной продукции со склада

Таблица 2 - Расчетные показатели работы склада при разработанной схеме развозки мясной продукции в торговые объекты сети «Караван» города Пензы

№ маршрута	№ объекта	q, т	Q, т	l, км	t, ч	l^x , км	l^c , км	β	P, т·км	W, ткм/ч
1	1,2,5,3,4	1,5	1,5	34,9	4,08	8	26,9	0,8	40,35	8,4
2	6,7,8	1,5	1,5	18,4	2,3	5	13,4	0,7	20,1	8,73
3	9,10,11	1,5	1,5	17,6	2,35	5	12,6	0,7	18,9	8
4	12,13,14	1,5	1,5	14,5	2,15	1,5	13	0,8	19,5	9
5	15,16	1,5	1,5	18,5	1,45	8	10,5	0,6	15,7	10,8
6	17,18,19	1,5	1,5	19,7	2,33	6	13,7	0,7	20,5	8,79
Итого			9	124	14,7	33,5	90,1	0,7	153,95	53,72

Сравнение показателей, приведенных в табл. 2 и табл. 3 позволяет сделать следующие выводы:

- общая длина маршрутов сокращается на 30%
- сокращается время ездки транспортных средств на 10%

Список литературы:

1. Домке Э.Р., Жесткова С.А. Совершенствование организации перевозочного процесса грузов автомобилями: монография / Э.Р. Домке, С.А. Жесткова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 120 с.

2. Никоноров В.М. Метод Кларка-Райта и его применение для оптимизации логистических показателей развозки // Конкурентоспособность предприятий и организаций: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза: РИО ПГСХА, 2008.-с.25

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА
ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ТИТМО**

Захаров Юрий Альбертович, к.т.н., доцент
Барышников Александр Евгеньевич, студент гр. 21ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Захаров Антон Юрьевич, ученик 11а класса МБОУ СОШ с. Бессоновка

***Аннотация:** Окрашивание является одним из способов защиты кузовов автомобилей от коррозии и придания им красивого внешнего вида. Окраска в производстве автомобилей занимает значительное место, достигая 10% всех трудозатрат. Поэтому обеспечение качества лакокрасочного покрытия автомобилей является весьма актуальной задачей требующей изучения и совершенствования путей ее решения.*

Покраска автомобиля - сложный технологический процесс, который требует от сотрудников понимания как теоретических нюансов, так и проблем в практической реализации. Данный процесс включает в себя множество стадий, начиная от первого осмотра и оценки ремонта и заканчивая финишной полировкой. Правильная очередность и соблюдение всех необходимых параметров на каждой стадии - это залог получения качественного покрытия, соответствующего по цвету не отремонтированным деталям кузова.

Окрашивание является одним из способов защиты кузовов автомобилей от коррозии и придания им красивого внешнего вида. Защитные свойства лакокрасочного покрытия обусловлены тем, что на окрашенной поверхности металла образуется сплошная плёнка. Изолируя поверхность металла от окружающей среды, плёнка препятствует проникновению агрессивных агентов к поверхности защищаемого металла и тем самым предохраняет его от коррозии.

Защитные противокоррозионные свойства ЛКП складываются из многих факторов: адгезионной способности плёнки, её сплошности, пассивирующего действия пигментов и других физико-химических свойств плёнки. Все эти факторы в общей сложности и определяют защитную способность лакокрасочного покрытия.

Качество лакокрасочных покрытий оценивают по внешнему виду, толщине, блеску, твердости, адгезии, прочности при изгибе и ударе, маслу, водо- и бензостойкости, стойкости к различным реагентам, термостойкости, атмосферостойкости и другим показателям.

Внешний вид покрытия сравнивают с эталоном или описанием, приведенным в нормативно-технической документации. Например, в

стандарте на автомобильные эмали внешний вид лакокрасочного покрытия описывают так: пленка должна быть глянцевой, однородной, без расслаивания, морщин, оспин и посторонних включений; допускается небольшая шагрень; в проходящем свете на стекле пленка не должна иметь вкраплений. Цвет пигментированных покрытий определяют по эталонам или с помощью спектрофотометров и калориметров.

Блеск измеряют количественно на фотоэлектрическом блескомере ФБ-2. Сущность фотоэлектрического метода заключается в измерении величины фототока, возбуждаемого пучком света. Последний отражается от поверхности испытываемого покрытия. Результаты измерения отсчитывают по шкале прибора в процентах.

Твердость лакокрасочного покрытия определяют методом царапания или оставления следа на испытываемом покрытии графитовыми стержнями различной твердости. Однако наиболее точные измерения можно получить на маятниковых приборах. Твердость определяют в условных единицах, соответствующих отношению времени затухания колебаний установленного на лакокрасочном покрытии маятника ко времени затухания, размещенного на пластинке из фотостекла этого же маятника.

Адгезию покрытия к поверхности изделия определяют методами решетчатых надрезов, параллельных надрезов с применением Липкой ленты и отслаивания. При методе решетчатых надрезов на покрытии бритвой или скальпелем делают по линейке на расстоянии 1..2 мм не менее пяти параллельных и пяти перпендикулярных к ним надрезов. После этого ее очищают кистью от отслоившихся кусочков, по числу которых судят об адгезии лакокрасочного покрытия.

Испытание покрытия на изгиб заключается в определении минимального диаметра стального стержня, при изгибании на котором окрашенной металлической пластинки толщиной 0,25...0,31 мм, шириной 20...50 и длиной 100...150 мм лакокрасочное покрытие не разрушается. Испытания начинают со стержня большего диаметра и переходят к меньшему до момента обнаружения трещин или отслаивания на месте изгиба. За величину изгиба покрытия принимают минимальный диаметр стержня (в мм), при изгибе на котором покрытие остается неповрежденным.

Прочность покрытий при растяжении определяют на образцах размером 10x30 мм, вырезанных из свободной лакокрасочной пленки. Образец растягивают на разрывной машине под действием равномерно возрастающей нагрузки до разрыва пленки. После этого находят предел прочности при растяжении, относительное удлинение и модуль упругости.

Метод определения прочности покрытий при ударе основан на определении максимальной высоты, при падении с которой груз определенной массы не вызывает видимых механических повреждений

покрытия. Прочность пленки при ударе выражают числовым значением максимальной высоты (в см), при падении с которой груз не наносит механических повреждений покрытию».

Водостойкость — способность лакокрасочного покрытия выдерживать без изменения воздействие пресной или морской воды; масло стойкость — действие минеральных масел и консистентных смазок; бензостойкость — пребывание в бензине, керосине и других нефтепродуктах, не содержащих ароматических соединений; химическая стойкость — сохранять защитные свойства в условиях воздействия различных химических реагентов (кислот, щелочей и др.). При их определении стальные пластинки с лакокрасочным покрытием опускают в соответствующие жидкости, выдерживают определенное время, а затем осматривают внешний вид. Покрытие не должно быть разрушенным.

Метод определения условной светостойкости основан на облучении покрытий источниками искусственного света в течение заданного времени с последующим выявлением изменения цвета, внешнего вида и блеска.

Термостойкость или теплостойкость — способность покрытия выдерживать действие высоких температур. Пластинки с покрытием испытывают в термостате в течение заданного времени. После этого покрытие должно удовлетворять по внешнему виду и прочности при изгибе и ударе требованиям стандартов или техническим требованиям.

Морозостойкость — способность лакокрасочного покрытия сохранять внешний вид и физико-механические свойства при низких температурах.

Факторы, влияющие на качество ЛКП следующие:

Температура. Температура окружающей среды, материалов и обрабатываемой поверхности должна быть близка + 20 °С. При изменении температуры лакокрасочных материалов меняется их вязкость. Оптимальная вязкость рассчитывается производителем при оговоренной температуре. При повышении температуры связующие смолы становятся более жидкими, нарушается корректность полимеризации нанесенного материала, что приводит к разрывам и подтёкам. Понижение температуры окружающей среды приводит к значительному замедлению процесса испарения растворителя, появляется риск образования «апельсиновой корочки», подтёков. Повышение температуры, выше рекомендуемой приводит к появлению пор, пузырьков, шероховатости и кратеров вследствие быстрого испарения растворителя.

Влажность. Повышенная влажность, аналогично пониженной температуре, замедляет процесс испарения растворителя. Это может привести к образованию пузырьков (маленькие точки поднятия лака) на поверхности.

Пыль. Один из самых главных и опасных врагов любого маляра. Она есть везде и всюду. Её невозможно убрать полостью, возможно лишь

уменьшить её количество в воздухе. Маляру необходимо надеть чистый комбинезон и чехлы на обувь, проверить исправность фильтров окрасочной камеры, профильтровать лакокрасочный материал, обдуть окрашиваемую поверхность из обдувочного пистолета, протереть её противопылевой салфеткой. Наличие пыли на базе под лаком приводит к переделке работы. Вовремя замеченный дефект исправляется шлифовкой.

Маскировка. Маскирующее оклеивание неокрашиваемых поверхностей трудно недооценить. Оклеивающая бумага должна быть цельной, без просветов и плотностью не менее 40 г/м². Поверхность оклеивается так, чтобы при последующем распылении лака не очертились границы. Бумагу необходимо приклеивать максимально прочно, чтобы под неё не попал воздух, так как это приведёт к её отрыву. Нельзя использовать цветную бумагу или полоски неправильной формы.

Вязкость. Вязкость показывает, насколько жидкость способна сопротивляться течению, то есть необратимому перемещению одной своей части в отношении другой. Вязкость определяется: химическим составом, концентрации разбавителя, температурой воздуха, поверхности, самого материала. Слишком текучие, не вязкие материалы легко стекают с вертикальных или наклоненных поверхностей. Из-за этого покрытие получается слишком тонкое сверху и с подтёками снизу. Чересчур вязкие материалы плохо или совсем не проходят через сопло краскопульта, что усложняет процесс окраски, нарушается равномерность распределения материалов по поверхности. Для каждого лакокрасочного материала существует оптимальный параметр вязкости, оговоренный производителем.

Обезжиривание. На поверхности присутствуют загрязнения двух видов: органические (силикон, жиры) и неорганические (соли). Для очистки применяют метод погружения детали в специальную ванну и метод распыления средств. Сначала слабощелочным раствором удаляются неорганические загрязнения (в основном, бытовыми моющими средствами), затем обезжиривателем или растворителем удаляются органические. Некачественное обезжиривание приводит к: нарушению адгезии, опасности вздутия нанесенного покрытия, растрескиванию и шелушению краски, неравномерности прокрашивания.

Шлифование. Шлифование - это одна из основных операций в общем комплексе ремонтных работ по восстановлению лакокрасочного покрытия кузова автомобиля. Поэтому качеству ее выполнения придается особое значение. В настоящее время наибольшее распространение получила сухая машинная шлифовка, почти полностью вытеснив метод работы «по-мокрому». Шлифование «по мокрому» требует применения специальных водостойких шлифовальных материалов на основе карбида кремния и позволяет в среднем за час обработать поверхность, площадь которой равна 4 м². При сухой же шлифовке за то же время можно

обработать, по оценкам многих специалистов, поверхность площадью где-то в 10 м². Она не требует специальных водостойких материалов, что говорит о существенных преимуществах «сухого» способа.

Нарушение технологии процесса шлифовки приводит к таким дефектам, как: потеря адгезии, мелование, отслаивание, проявление краевой зоны, шлифовальные риски.

Грунтование. Грунтовки образуют нижние слои лакокрасочных покрытий. Основное назначение - создание надежного сцепления верхних слоев покрытия с окрашиваемой поверхностью. Они должны обладать хорошей адгезией к вышележащим слоям лакокрасочного материала и высокими антикоррозионными качествами. Адгезионная прочность слоя грунта обратно пропорциональна его толщине, поэтому грунтовки наносятся весьма тонким слоем. Восстановленным деталям, покрытым шпатлевкой, необходим грунт, так как он должен скрывать все микродефекты (риски, микропоры, кратеры и т.д.), присутствующие на шпатлевке (сама шпатлевка выравнивает более грубые повреждения).

Шпатлевание. Шпатлевание - это как раз и есть та самая характеризующая операция, которая и отличает конвейерную окраску от ремонтной. Шпатлевки - пастообразные материалы, наносимые по слою грунтовки при необходимости выравнивания и восстановления (шпатлевания) ремонтируемой поверхности перед нанесением на нее верхних (кроющих) слоев лакокрасочного покрытия.

Шпатлевки должны обладать отличной адгезией к наиболее широко распространенным в автомобилестроении поверхностям: чистому металлу, старым неповрежденным слоям лакокрасочного материала и грунтам. Их нельзя наносить на кислотные грунты, это приводит к их плохому отверждению. Все шпатлевки (кроме эпоксидных и шпатлевок на основе ненасыщенных полиэфиров) наносят только на загрунтованную или окрашенную поверхность, причем толщина слоя шпатлевки должна быть минимальной и определяться величиной усадки материала. Если усадка значительна, то шпатлевку следует наносить в несколько слоев (с промежуточной сушкой). Наиболее часто встречающийся дефект шпатлевания - нанесение некорректно толстого слоя материала, что приводит вследствие сильного внутреннего напряжения в таком слое к его растрескиванию. Также, во время сушки следует учитывать и то, что полиэфирные шпатлевки чувствительны к высоким температурам. При перегреве они начинают растрескиваться.

Цветоподбор. Одним из наиболее сложных этапов при восстановлении лакокрасочного покрытия является цветоподбор. Несмотря на то, что колористика в современном мире применяется в самых различных научных и практических сферах, сложность описания цвета является одной из нерешенных задач, что объясняется невозможностью создания единой для всех потребителей цветовой целевой

функции (модели).

Для обеспечения высокого качества лакокрасочных покрытий и их эксплуатационной стойкости обязательно строгое соблюдение технологического процесса окраски конструкций и технических требований к его отдельным операциям. Отсюда вытекает необходимость в систематическом техническом контроле ("контроле качества"). Контролю подлежат:

- а) материалы, применяемые для окраски;
- б) режимы технологического процесса;
- в) последовательность основных операций технологического процесса, выполнение качественных требований.

Контроль материалов. Лакокрасочные материалы, применяемые для создания защитных покрытий стальных строительных конструкций, должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов и ТУ. Контроль материалов и правильности приготовления рабочих составов осуществляется на заводах - изготовителях металлоконструкций лакокрасочной лабораторией, основным органом заводского технического контроля в области окрасочных работ.

Контроль режимов. Систематический контроль технологических режимов и параметров необходимо осуществлять при выполнении всех операций технологического процесса окраски. Режимы и параметры подготовки поверхности под окраску должны соответствовать нормативам, приведенным в табл. 28 - 32; режимы и параметры нанесения лакокрасочных материалов - данным табл. 33 - 41; сушки лакокрасочных покрытий - данным табл. 6 и 43.

Контроль последовательности операций и качества работ. Проверка последовательности операций технологического процесса окраски производится по принятой схеме этого процесса (табл. 4). Контроль и техническая приемка основных операций (подготовки поверхности грунтования, окраски) осуществляются с учетом приведенных ниже технических требований.

Технические требования. На поверхности, подготовленной под окраску, включая сварные швы, должны отсутствовать острые грани, неровно обрезанные и острые кромки, брызги металла от сварки, окалина и ржавчина, жировые и масляные загрязнения, пыль, соль, влага.

Качество очистки поверхности проверяется внешним осмотром (визуально). При обнаружении дефектов в качестве подготовки поверхности операции очистки и обработки следует повторить.

Отсутствие жировых загрязнений, грязи, пыли и влаги проверяется протиркой чистой фильтровальной бумагой. При наличии на фильтровальной бумаге следов жира, влаги, грязи производится дополнительная промывка и протирка подготовляемой поверхности.

На загрунтованной поверхности не должно быть непрокрашенных мест, подтеков, пузырей, признаков растрескивания и шелушения, морщин; высохшая пленка должна иметь хорошее сцепление с металлом и не иметь отлипа при нажатии пальцев в течение 5 - 6 сек; толщина грунтовочного слоя должна быть равномерной.

Внешний вид лакокрасочного покрытия на изделиях должен отвечать требованиям ГОСТ 9894-61 и соответствовать III и IV классам покрытий. Толщина окрасочного слоя должна быть равномерной.

Толщина лакокрасочного покрытия проверяется магнитным толщиномером выборочно. Качество (отсутствие дефектов) лакокрасочного покрытия на деталях и узлах проверяют визуально; места осмотра должны быть при этом хорошо освещены.

Подтеки, механические включения, пузыри и другие дефекты, влияющие на защитные свойства покрытия, необходимо зачистить наждачной шкуркой; зачищенные поверхности повторно окрасить в соответствии с технологическим процессом.

Проверка адгезии лакокрасочного покрытия на окрашенных деталях и узлах не допускается - это приводит к нарушению сплошности покрытия. Адгезию проверяют на контрольных образцах, окрашенных в общем потоке с изделием, согласно требованиям ГОСТ 15140-69.

Окраска в производстве автомобилей занимает значительное место, достигая 10% всех трудозатрат. Поэтому обеспечение качества лакокрасочного покрытия автомобилей является весьма актуальной задачей требующей изучения и совершенствования путей ее решения.

Список литературы:

1. Технология нанесения лакокрасочных материалов на кузов автомобиля [Электронный ресурс]: ресурс содержит информацию об окрасочных камерах. -Режим доступа: https://atxp.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1183&Itemid=101

2. ГОСТ 9.032-74 Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения. - Введ. 01.01.1974. - Москва: Стандартинформ, 2008. - 64 с.

3. Хасанов, И. Х. К вопросу о повышении качества лакокрасочного покрытия отремонтированного кузова легкового автомобиля / И. Х. Хасанов, В. И. Рассоха // Инновационные технологии машиностроения в транспортном комплексе: Материалы XI Международной научно-технической конференции ассоциации технологов-машиностроителей, Калининград, 10–13 сентября 2019 года. – Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2020. – С. 162-171. – EDN FYGEQV.

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

Горельникова Елизавета Александровна, студент гр. 21ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Захаров Антон Юрьевич, ученик 11а класса МБОУ СОШ с. Бессоновка

***Аннотация:** надежность технических систем проводят с целью выбора лучших конструктивных решений, режимов эксплуатации, организации технического обслуживания и ремонта. Задачами надежности являются определение числовых показателей, выявление наиболее ненадежных элементов, определение наиболее эффективных мер повышения показателей надежности. Решение этих задач возможно после предварительного структурно-логического анализа системы.*

Техническая система — искусственно созданная система, предназначенная для удовлетворения определенной потребности, существующая как:

- 1) как изделие производства,
- 2) как устройство, потенциально готовое совершить полезный эффект,
- 3) как процесс взаимодействия с компонентами окружающей среды, в результате которого образуется полезный эффект.

К техническим системам относятся отдельные машины, аппараты, приборы, сооружения, ручные орудия, их элементы в виде узлов, блоков, агрегатов и др.

В каждой ТС существует функциональная часть — объект управления (ОУ). Функции ОУ в ТС заключаются в восприятии управляющих воздействий (УВ) и в изменении в соответствии с ними своего состояния. ОУ в ТС не выполняет функций принятия решений, то есть не формирует и не выбирает альтернативы своего поведения, а только реагирует на внешние (управляющие и возмущающие) воздействия, изменяя свои состояния предопределенным его конструкцией образом.

В объекте управления всегда могут быть выделены две функциональные части — сенсорная и исполнительная.

Сенсорная часть образована совокупностью технических устройств, непосредственной причиной изменения состояний каждого из которых является соответствующие ему и предназначенные для этого управляющие воздействия. Примеры сенсорных устройств: выключатели, переключатели, задвижки, заслонки, датчики и другие подобные им по

функциональному назначению устройства управления техническими системами.

Исполнительная часть образована совокупностью материальных объектов, все или отдельные комбинации состояний, которых рассматриваются в качестве целевых состояний технической системы, в которых она способна самостоятельно выполнять предусмотренные её конструкцией потребительские функции. Непосредственной причиной изменения состояний исполнительной части ТС (ОУ в ТС) являются изменения состояний её сенсорной части.

Жизненный цикл любой технической системы можно разделить на этапы разработки, конструирования, производства, эксплуатации и утилизации.

Надежность – один из самых важных показателей работы машин и оборудования, которые представляются в виде систем. Основные понятия надежности носят универсальный характер и применяются к разным объектам, включающим в себя агрегаты, узлы, блоки. Выработка ресурса машин и конструкций связана с накоплением необратимых повреждений деталей узлов и агрегатов. Многие виды повреждений и разрушений носят смешанный характер. Дефекты, несовершенство технологического процесса, контроль качества – это факторы, которые влияют на механические свойства и, следовательно, на надежность и безопасность.

Надёжность является сложной характеристикой, сочетающей свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Оценка надёжности является одним из элементов сложной системы управления риском, предполагающей выполнение таких работ, как идентификация и анализ риска, оценка пределов его допустимости и возможностей уменьшения путем выбора, осуществления и контроля управляющих действий. Расчёт надежности технических систем производится с целью выбора лучших конструктивных решений, режимов эксплуатации, организации технического обслуживания и ремонта. Задачами надежности являются определение числовых показателей, выявление наиболее ненадежных элементов, определение наиболее эффективных мер повышения показателей надежности. Решение этих задач возможно после предварительного структурно-логического анализа системы.

Техническая система (ТС) – совокупность технических устройств (элементов), предназначенных для выполнения определенной функции или функций. Соответственно, элемент – составная часть системы.

Расчленение ТС на элементы достаточно условно и зависит от постановки задачи расчета надежности. Например, при анализе работоспособности технологической линии её элементами могут считаться

отдельные установки и станки, транспортные и загрузочные устройства и т. д.

В свою очередь, станки и устройства также могут считаться техническими системами и при оценке их надежности должны быть разделены на элементы – комплексы, комплекты, сборочные единицы, детали, согласно классификации ЕСКД.

При определении структуры ТС в первую очередь необходимо оценить влияние каждого элемента и его работоспособности на работоспособность системы в целом. С этой точки зрения целесообразно разделить все элементы на четыре группы:

1. Элементы, состояние которых практически не влияет на работоспособность системы (например, деформация кожуха, изменение окраски поверхности и т. п.).

2. Элементы, работоспособность которых за время эксплуатации практически не изменяется и вероятность безотказной работы близка к единице (корпусные детали, малонагруженные элементы с большим запасом прочности).

3. Элементы, ремонт или регулировка которых возможна при работе изделия или во время планового технического обслуживания (наладка или замена технологического инструмента оборудования и т. д.).

4. Элементы, отказ которых сам по себе или в сочетании с отказами других элементов приводит к отказу системы.

Очевидно, что при анализе надежности ТС целесообразно включать в рассмотрение только элементы последней группы. Подход к объекту как к одному целому не позволяет выявить наиболее слабый элемент.

Для составления структурной схемы изделие разбивают на элементы, а затем рассматривают влияние отказа произвольно взятого элемента на надежность всего объекта.

Степень деления может быть разной. Для расчета и оценки критериев надежности подсистем достаточным будет их представление в виде отдельных сборочных элементов (корпус, вентилятор, воздуховод и т. п.).

Если же поставленная задача включает оптимизацию конструкции отдельных элементов, то деление должно быть более глубоким и доходить до уровня отдельных деталей.

Цель расчёта надёжности:

- обосновать выбор того или иного конструктивного решения;
- выяснить возможность и целесообразность резервирования;
- выяснить, достижима ли требуемая надежность при существующей технологии разработки и производства.

Анализ структурной надежности ТС, как правило, содержит следующие операции:

- 1) рассматриваются выполняемые системой и её составными частями функции, а также взаимосвязь составных частей;
- 2) формируется содержание понятия «безотказной работы» для данной конкретной системы;
- 3) определяются возможные отказы составных частей и системы, их причины и возможные последствия;
- 4) оценивается влияние отказов составных частей системы на ее работоспособность;
- 5) в системе выделяются элементы с известными показателями надежности;
- 6) составляется структурно-логическая схема надёжности технической системы, которая является моделью её безотказной работы;
- 7) составляются расчётные зависимости для определения показателей надёжности ТС с использованием данных по надёжности её элементов и с учётом структурной схемы;

В зависимости от поставленной задачи на основании результатов расчёта характеристик надёжности ТС делаются выводы и принимаются решения о необходимости изменения или доработки элементной базы, резервировании отдельных элементов или узлов, об установлении определённого режима профилактического обслуживания, о номенклатуре и количестве запасных элементов для ремонта и т. д.

Список литературы:

1. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие: в 2 ч. / А. Б. Корчагин, В. С. Сердюк, А. И. Бокарев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011.
2. Надёжность технических систем и техногенный риск: учебное пособие [электронный ресурс]/ Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019. – [65 с.]
3. Бондарь Д. Надёжность технических систем // Образовательный портал «Справочник». — Дата последнего обновления статьи: 15.03.2023. URL:https://spravochnick.ru/bezopasnost_zhiznedeyatelности/nadezhnost_tehnic_heskh_sistem/ (дата обращения: 17.10.2023).

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СОПРЯЖЕНИЙ ДВС**

Захаров Юрий Альбертович, к.т.н., доцент
Федосейкин Александр Васильевич, студент гр. 21ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Захаров Антон Юрьевич, ученик 11а класса МБОУ СОШ с. Бессоновка

***Аннотация:** Долговечность механической системы определяется множеством факторов, которые условно можно разделить на три группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные. В рамках триботехнического анализа рассматриваются факторы каждой из указанных групп. На основе такого анализа определены конструктивные, технологические и эксплуатационные методы повышения долговечности узлов трения автотранспортных средств.*

Надежность - это свойство объекта, которое в зависимости от его назначения и условий его применения характеризуется такими параметрами как: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Из определений безотказности и долговечности видна тесная связь этих двух основных свойств надежности, которая предусматривает неразделимость мероприятий, направленных на их повышение.

Повышение энергоэффективности и надежности ДВС неразрывно связано с совершенствованием конструкции их триботехнических сопряжений. Безотказность и долговечность двигателей в значительной мере определяются надежностью их основных триботехнических сопряжений с жидкостным режимом трения: поршень-цилиндр, коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники ротора турбокомпрессора.

Долговечность практически любой механической системы и, в частности, автотранспортного средства определяется множеством факторов, которые условно можно разделить на три группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные. В рамках триботехнического анализа рассматриваются факторы каждой из указанных групп. На основе такого анализа определены конструктивные, технологические и эксплуатационные методы повышения долговечности узлов трения автотранспортных средств.

Развитие конструкций автотранспортных средств происходит при постоянном стремлении к увеличению их производительности, что почти всегда сопровождается повышением механической и тепловой нагрузок

подвижных сопряжений деталей. Помимо этого, необходимо достичь высокой надёжности машины, снизить её массу, сократить расход дефицитных материалов.

В конструктивную разработку узлов трения входят:

- оценка и выбор принципиальной схемы работы узлов трения с точки зрения их влияния на износостойкость и надёжность машины в целом;

- выбор материалов и сочетания их в парах трения;

- назначение размеров и конфигурации деталей с учётом местной и общей прочности;

- разработка мер по уменьшению общих и местных перегрузок;

- обеспечение нормального функционирования узлов трения в заданных условиях с помощью смазочной системы, защиты от загрязняющего действия среды, блуждающих токов и перегрева от посторонних источников тепла, воздействующих на узел в процессе работы;

- обеспечение эксплуатационной технологичности конструкции;

- защита трущихся поверхностей деталей и узлов от возможных аварийных повреждений при эксплуатации;

- разработка средств диагностирования узлов трения.

Конструктивными приёмами, позволяющими повысить долговечность узлов трения являются:

- замена в узлах машин трения скольжения трением качения;

- замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента;

- увеличение податливости одной из деталей сопряжённого узла;

- повышение жёсткости детали либо узла в целом;

- коррекция формы рабочих поверхностей;

- применение плавающих деталей;

- учёт температурных деформаций деталей;

- применение способов установки узлов, уменьшающих дополнительные напряжения при монтаже и в эксплуатации;

- разгрузка рабочих поверхностей;

- защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнения;

- защита деталей машин от паразитных токов.

Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнений является важным средством длительного сохранения деталей и узлов в рабочем состоянии. Способы защиты поверхностей трения от загрязнения определяются назначением механизма или машины, конструкцией узла, условиями эксплуатации, требованиям к кинематической точности и другим факторами. Защиту от загрязнения можно подразделить на защиту открытых узлов трения; герметизацию закрытых корпусов в местах выхода валов и других подвижных деталей; очистку смазывающего материала; удаление загрязнений из топлива, смазочного материала,

воздуха, поступающего во внутренние полости машин.

Создание конструкций с равной стойкостью изнашивающихся деталей обусловлено тем, что неравномерность изнашивания рабочих поверхностей деталей (концентрация износа на каком - либо участке трущейся поверхности или опережающее изнашивание одной из деталей) приводит к преждевременной потере работоспособности всего изделия при неполном использовании ресурса отдельных деталей.

Оптимизация формы изнашивающихся деталей сводится к выявлению износа деталей в каждой точке их контакта, построению эпюр контактных давлений и созданию геометрических форм деталей, обеспечивающих минимальную интенсивность изнашивания.

Компенсация износа позволяет обеспечивать постоянство показателей работоспособности изнашивающихся деталей несмотря на их износ (пружинные поршневые кольца ДВС и компрессоров, самоподжимные уплотнения подшипников, контактные щетки электродвигателей и др.). Компенсация износа может осуществляться тремя способами: вручную, путем самокомпенсации и автоматической компенсации.

Резервирование износостойкости осуществляется путем создания на детали дополнительных (резервных) рабочих поверхностей, повышенного запаса на износ и легкоъемных элементов в местах износа. Широко применяется такой способ резервирования износостойкости, как создание возможности получения дополнительных рабочих поверхностей путем обработки деталей под ремонтные размеры (цилиндры и коленчатые валы двигателей, направляющие металлорежущих станков), а также поочередное использование конструктивных элементов деталей (пластины резцов, накладки на направляющих, сменные зубья ковшей экскаваторов, сменные зубчатые венцы шестерен и звездочек, гнезда клапанов). Во всех изнашивающихся деталях конструктор предусматривает запас на износ, т.е. глубина упроченного слоя детали, подвергающейся изнашиванию, всегда должна быть больше предельного износа.

Выбор материала трущейся пары зависит от конструкции и назначения узла, технологии производства, условий эксплуатации, от требований к общей прочности деталей, срока службы и надежности при учете стоимости материала и его дефицитности; затрат на изготовление деталей из выбранного материала и эксплуатационных расходов.

Из конструкционных сталей делают детали, которые должны удовлетворять высокой прочности, жесткости или податливости, а также имеют поверхности трения. Это детали типа валов, пальцев, болтов шарниров, зубчатых колес, поршни, цилиндры.

Фрикционные материалы - это материалы, которые в контакте с металлической поверхностью имеют высокий, стабильный коэффициент трения. Материалы, применяемые в тормозах и фрикционных муфтах

валов, разделяются на органические (дерево, кожа, пробка, войлок), металлические (чугун, стали У6, У7), асбесткаучуковые, пластмассовые (текстолит, асбестотекстолит).

Износостойкими называют материалы, которые при трении даже в тяжелых условиях нагружения сравнительно мало изнашиваются. В качестве износостойких материалов используют конструкционные стали. Упрочненные по всему объему или по рабочим поверхностям, специальные стали, чугуны, спеченные материалы, резину, пластмассы.

Антифрикционные материалы обладают низким коэффициентом трения при работе в паре со стальным валом. Антифрикционными материалами стали называть любой подшипниковый материал (металлический, так и неметаллический), твердость которого меньше твердости сопряженной детали. Понятие антифрикционность включает комплекс свойств, которым должен удовлетворять подшипниковый материал. Этими свойствами являются: достаточная статическая и динамическая прочность при повышенных температурах; способность образовывать прочный граничный слой смазочного материала и быстро восстанавливать его в местах, где он разрушения; низкий коэффициент трения при граничной смазке; отсутствие заедания на валу в случае перерыва в подаче смазочного материала; высокие теплопроводность, теплоемкость, прирабатываемость; хорошая износостойкость сопряжения; недефицитность материала и высокая технологичность.

Правила сочетания материалов:

- сочетать твердый материал с мягким (такая пара металлов хорошо противостоит заеданию и характеризуется высокой надежностью);

- сочетать твердый металл с твердым (закаленные стали), такие пары трения обладают высокой износостойкостью вследствие малого взаимного внедрения их поверхностей. Применение этих пар ограничивается скоростями скольжения, для таких пар трения требуется высокая точность изготовления и сборки, значительная жесткость конструкции, тщательная приработка, хорошие условия смазывания;

- избегать сочетаний мягкого материала по мягкому, а также пар из одноименных материалов (незакаленная сталь по закаленной стали, пластмасса по пластмассе). Подобные пары имеют низкую износостойкость и ненадежны в работе. При незначительных перегрузках в парах образуются очаги схватывания и происходит глубинное вырывание материалов с взаимным их налипанием на поверхность трения;

- применять в качестве фрикционных и антифрикционных материалов пластические массы. Это ведет к повышению надежности и срока службы узла трения, снижению массы конструкции и расхода дефицитных металлов, уменьшению вибрации;

- применять материалы, трудно поддающиеся наводораживанию;

- стремиться путем выбора материалов пары трения, смазочных

материалов или присадок к ним создавать при работе пары условия реализации режима избирательного переноса при трении.

Учет температурных деформаций деталей при конструировании деталей узлов трения и компоновке машины сводится к правильному назначению зазоров в сопряжениях, разработке мер для возможно меньшего искажения конфигурации трущихся поверхностей в рабочем состоянии и уменьшения, отрицательно влияющих на функциональные свойства машины перемещений, вызываемых тепловой деформацией отдельных ее узлов.

Для обеспечения равномерного и постоянного температурного поля следует: исключить нагрев машины проникающими прямыми солнечными лучами; вынести за пределы машины или интенсивно охлаждать источники теплообразования или теплоотдачи (электродвигатели, баки с маслом); по возможности применять циркуляционное смазывание; использовать при необходимости подогрев отдельных частей и т.д.

При ремонте автомобильного транспорта сложилась система восстановления работоспособности сопряжений, при которой наблюдается тенденция в повышении износостойкости одной из деталей сопряжений (наиболее ответственной и дорогостоящей) за счёт увеличения её поверхностной твердости.

Развитие способов восстановления в направлении получения максимальной твердости не всегда оправдывает себя, так как в ряде случаев повышение износостойкости поверхности одной детали сопровождается повышением интенсивности изнашивания сопряженной детали при их взаимодействии, что в итоге приводит к снижению долговечности сопряжения за счёт быстрого износа детали, выполненной из менее прочного (как правило, антифрикционного) материала. Одним из перспективных направлений разрешения этого противоречия является применение в подвижных сопряжениях узлов и агрегатов автомобилей противоизносных присадок.

Список литературы:

1. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие: в 2 ч. / А. Б. Корчагин, В. С. Сердюк, А. И. Бокарев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011.

2. Романов Д.В. Теоретические основы восстановления подвижного сопряжения как трибологической системы // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9205> (дата обращения: 17.10.2023).

3. Триботехнические методы повышения долговечности узлов трения автотранспортных средств // URL https://studbooks.net/2495786/tovarovedenie/tribotekhnicheskie_metody_povysheniya_dolgovechnosti_uzlov_treniya_avtotransportnyh_sredstv (дата обращения: 17.10.2023).

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Зиновьев Кирилл Дмитриевич, студент гр.22ЭТМК1м

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Обосновывается актуальность модернизации систем питания дизелей и совершенствование технологии их технического обслуживания путем разработки и внедрения встроженных сигнализаторов предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре.*

В товарном дизельном топливе всегда присутствуют посторонние примеси и вода. Вода попадает в топливо в процессе его производства, транспортировки и хранения, а также в процессе заправки мобильных машин в виде водной эмульсии. Основным источником поступления воды в топливо следует считать конденсацию ее паров из воздуха, попадающего в емкости для его хранения и топливные баки мобильных машин. Способствует обводнению топлива эффект «дыхания» емкостей для хранения топлива на нефтескладах, заправочных станций, а также топливных баков мобильных машин, оснащенных специальными клапанами и каналами для их связи с атмосферой. Этот эффект состоит в том, что при заполнении и нагреве емкостей воздух из свободного объема отводится в атмосферу, во избежание опасного повышения давления в них, а при расходовании и остывании топлива воздух, вместе с парами содержащейся в нем воды (влажность атмосферного воздуха не бывает нулевой) поступает в емкости для предотвращения опасного разряжения в них и выравнивания давления. Чем больше свободный объем емкостей, тем больше в них поступает воздуха и соответственно воды. Сконденсировавшаяся вода в неподвижных топливных емкостях, вследствие большей, чем у топлива, плотности, осаждается на дно (отстаивается) и, если точка забора топлива находится выше уровня накопившейся воды, ее содержание в забираемом топливе будет минимальным. В противном случае ее содержание в забираемом топливе может оказаться достаточно большим.

Попадание воды в баки автомобилей и далее в топливную систему дизелей может привести к серьезным повреждениям ее дорогостоящих элементов – прецизионных деталей топливных насосов высокого давления (ТНВД), форсунок, а также поломке самого дизеля в случае разносного увеличения частоты вращения коленчатого вала. Такой режим на дизелях с механическим ТНВД может возникать при заклинивании одного или

нескольких плунжеров в гильзах, вследствие коррозии их рабочих поверхностей при попадании на них воды. Коррозионные процессы также нарушают точность сопряжения деталей и ускоряют износ топливоподающих узлов систем, в том числе и современных, например, типа Common Rail, широко используемых на многих автотракторных дизелях импортного и отечественного производства.

Для исключения таких процессов системы питания дизелей оснащаются отделителями попадающей в топливо воды, которые конструктивно совмещают с фильтрами грубой и тонкой очистки топлива. На дизелях старых марок широко применялись фильтры – отстойники для грубой очистки топлива от крупных механических примесей и воды, в которых процесс очистки происходит за счет сил тяжести и инерции в объеме с малой скоростью движения потока [1].

В современных дизелях для отделения воды применяются сепараторы [2, 3]. В сепараторе топливо проходит через специальные каналы и закручивается. Под воздействием центробежной силы частицы воды, обладающие большей плотностью, чем топливо, оседают на стенках отстойника и стекают в донную часть устройства. Постепенно в отстойнике топливного фильтра накапливается значительное количество воды, которую нужно своевременно сливать, как правило, после определенных пробега или периода эксплуатации мобильной машины (во время планового технического обслуживания).

При нарушении периодичности слива отстоя или при сильной обводненности используемого топлива, уровень воды в фильтре превысит допустимое значение, и она начнет поступать к агрегатам топливной системы с вытекающими последствиями.

В связи с вышеизложенным является актуальной модернизация систем питания дизелей и совершенствование технологии их технического обслуживания путем разработки и внедрения встроенных сигнализаторов предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре.

Безотказная работа двигателя в значительной степени зависит от качественного технического обслуживания системы питания автомобиля. Основными недостатками в техническом обслуживании системы питания автомобиля являются несистематический слив отстоя из топливных баков и фильтров и несвоевременная их промывка, несистематическая проверка топливоподкачивающего насоса и загрязненности топливных фильтрующих элементов, утеря крышек заливных горловин и сетчатых фильтров баков, несвоевременная проверка работы муфты опережения подачи топлива и затяжки гаек распылителей форсунок [4].

Не регулярная проверка промывки и очистка топливоподающей аппаратуры загрязняют дизельное топливо механическими примесями, которые приводят к перебоям в подаче топлива из-за забивки топливных фильтров, к интенсивному износу прецизионных деталей топливной

аппаратуры и к выводу из строя наиболее уязвимой части топливоподающей аппаратуры - топливных форсунок.

Фильтр грубой очистки (отстойник), изображённый на рисунке 1, предварительно очищает топливо, поступающее в топливоподкачивающий насос низкого давления от крупных механических примесей и воды за счет их осаждения (отстаивания) в нижней части корпуса (стакана 2). Он установлен на всасывающей магистрали системы питания с левой стороны автомобиля на раме.

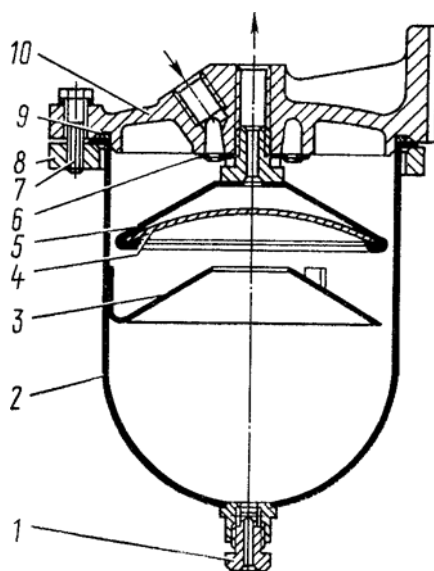


Рисунок 1 – Фильтр грубой очистки топлива:

1 - пробка сливная; 2 - стакан; 3 - успокоитель; 4 - сетка фильтрующая; 5 - отражатель; 6 - распределитель; 7 - болт; 8 - фланец; 9 - кольцо уплотнительное; 10 – корпус

Фильтр тонкой очистки, окончательно очищающий топливо перед поступлением в топливный насос высокого давления, установлен в самой высокой точке системы питания для сбора и удаления в бак проникшего в систему питания воздуха вместе с частью топлива через клапан-жиклер, установленный в корпусе 1. Начало сдвига клапана-жиклера происходит при давлении в полости А $24,5...44,1$ кПа ($0,25...0,45$ кгс/см²), а начало перепуска топлива из полости А в полость В — при давлении в полости А $196,2...235,3$ кПа ($2,0... 2,4$ кгс/см²). Регулируется клапан подбором регулировочных шайб 1 внутри пробки клапана.

При ежедневном техническом обслуживании необходимо дозаправить систему питания автомобиля КамАЗ 5320 топливом. Нормативная периодичность ТО-1 для автомобиля КАМАЗ-5320 составляет 3000 км, а ТО-2 – 12000 км.

При ТО-1 необходимо слить отстой из фильтров грубой и тонкой очистки топлива, для чего вывернуть на два-три витка сливные пробки.

При ТО-2 промыть фильтр грубой очистки топлива и сменить фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки топлива.

Промывать фильтр грубой очистки топлива в следующем порядке:

- вывернуть на два-три витка сливную пробку и слить топливо из фильтра и вывернуть четыре болта крепления стакана к корпусу фильтра и снять стакан вместе с фланцем;
- вывернуть фильтрующий элемент из корпуса;
- промыть сетку фильтрующего элемента и полость стакана дизельным топливом и продуть сжатым воздухом;
- надеть на фильтрующий элемент уплотнительную шайбу, распределитель и вернуть фильтрующий элемент в корпус;
- установить стакан и закрепить его болтами, затянуть сливную пробку, прокачать топливную систему ручным топливоподкачивающим насосом, запустить двигатель и убедиться в отсутствии подсоса воздуха через фильтр.

Планируемая разработка системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре грубой очистки топлива автомобиля типа КамАЗ - 5320 позволит осуществлять слив отстоя как при плановых технических обслуживаниях, так и по необходимости и тем самым исключить нештатные режимы работы топливной аппаратуры, например, при повышенной обводненности используемого топлива или уменьшить до 30 % трудоемкость ТО фильтра за счет увеличения периодичности его обслуживания, при незначительном присутствии воды в топливной системе дизеля.

Список литературы:

1. Тимохин, С.В. Анализ систем контроля уровня воды в топливных фильтрах дизелей / С.В. Тимохин, А.В. Агапов // АПК России: образование, наука, производство: сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова [и др.]. - Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – С 88-91.

2. Система питания топливом [Электронный ресурс] // Кама-Автодеталь. URL: <http://kama-avtodetal.ru/tehspravochnik/rukovodstvo-po-ekspluatacii-dvigatелеj-kamaz-ekologicheskikh-klas/sistema-pitaniya-toplivom/> (Дата обращения: 29.01.2022).

3. Топливные фильтры на КамАЗ: виды, как работают, когда нужна замена [Электронный ресурс] // ТД «Спецтехника». URL: <http://spectehnika74.ru/remont-tehniki/toplivnyye-filtry-na-kamaz-vidy-kak-rabotayut-kogda-nuzhna-zamena.html> (Дата обращения: 29.01.2022).

4. Родионов Ю.В., Тимохин С.В. Совершенствование технического обслуживания тракторов и автомобилей: моногр. - Пенза: ПГУАС, 2021.- 168 с.

УДК

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Иванов Иван Алексеевич, студент гр. 22ЭТМК1

Карташов Александр Александрович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Симакина Галина Николаевна, к.т.н., доцент МГТУ им. К.Г. Разумовского
(ПКУ)

***Аннотация.** Целью работы является обзор информации по эксплуатации военной техники в условиях специальной военной операции.*

Эксплуатация автомобильной техники имеет целью обеспечить постоянную боевую готовность, техническую исправность и наиболее эффективное использование ее при обеспечении повседневной боевой подготовки и во время боевых действий.

Военные автомобили по типам разделяются на легковые, грузовые и специальные.

К легковым относятся автомобили, предназначенные для обеспечения служебной деятельности, перевозки личного состава (2 – 7 человек), транспортирования мелких грузов и техники.

К грузовым относятся автомобили, имеющие грузовые платформы и предназначенные для перевозки личного состава, вооружения с расчетами, различных материальных средств или для буксирования вооружения и техники, а также самосвалы и седельные тягачи с грузовыми полуприцепами.

К специальным относятся автомобили с установленным (смонтированным) на них, вооружением, оборудованием или приспособленные для перевозки определенного груза и имеющие соответствующие ему типы кузовов, а также санитарные автомобили, пассажирские, штабные и другие автобусы.

По назначению и порядку использования автомобильная техника в мирное время разделяется на группы эксплуатации: боевую, учебно-боевую, строевую, транспортную и учебную.

К группе боевых относятся машины с установленными на них вооружением, аппаратурой радиолокационной, управления и связи, другой боевой техникой; машины, входящие в комплексы вооружения, а также предназначенные для буксирования (перевозки с расчетами) артиллерийских систем и прицепов с аппаратурой управления огнем артиллерии, пуском ракет и т. п.

К группе учебно-боевых относятся боевые машины, выделяемые для отработки задач по боевой подготовке и совершенствования водителей по практическому вождению.

К группе строевых относятся машины, предназначенные для перевозки личного состава, вооружения, боеприпасов, военно-технического имущества, других материальных средств, для буксирования и обслуживания летательных аппаратов, эвакуации вооружения и техники, а также машины со штатным оборудованием и техникой инженерных, дорожных, трубопроводных и других частей и подразделений специальных войск, частей и подразделений технического обеспечения.

К группе транспортных относятся машины, предназначенные для повседневного хозяйственного, культурно-бытового, медицинского и другого обслуживания воинской части.

К группе учебных относятся машины, предназначенные для обучения личного состава практическому вождению и применению спецоборудования, смонтированного на машинах.

В военное время порядок эксплуатации машин определяется командирами и указаниями старших начальников, исходя из конкретных боевых задач и условий обстановки.

Эксплуатация автомобильной техники – стадия жизненного цикла машины с момента принятия ее частью от завода-изготовителя или ремонтного предприятия, являющаяся совокупностью ввода в эксплуатацию, приведения в установленную степень готовности к использованию (боевому применению), поддержания в установленной степени готовности к использованию (боевому применению), использования по назначению (боевого применения), хранения, транспортирования, снятия с эксплуатации, списания.

Эксплуатация автомобильной техники характеризуется непосредственным использованием машины и всей совокупностью выполняемых на ней работ, включая и ремонт, если при этом машина не снимается с эксплуатации.

Эксплуатация автомобильной техники включает:

- технически правильное использование при аэродромно-техническом обеспечении полетов, при обеспечении маневра авиации и при подвозе материальных средств;
- своевременное и качественное техническое обслуживание и выполнение регламентных работ;
- организацию хранения в воинских частях;
- транспортирование железнодорожным, водным, воздушным и автомобильным транспортом.

Различаются следующие виды эксплуатации автомобильной техники:

– штатная эксплуатация – эксплуатация автомобильной техники в соответствии со штатным назначением и действующей эксплуатационной документацией;

– опытная эксплуатация – эксплуатация заданного числа машин с целью совершенствования системы эксплуатации по результатам учета реальных условий эксплуатации;

– подконтрольная эксплуатация – штатная эксплуатация заданного числа машин с дополнительным контролем и учетом их технического состояния в целях получения более достоверной информации об изменении качества автомобильной техники в конкретных условиях эксплуатации;

– лидерная эксплуатация – штатная эксплуатация заданного числа машин, выделенных для более интенсивного расходования ресурса, по сравнению с остальными машинами, в целях получения опережающей информации о влиянии наработки на их техническое состояние.

Опытная, подконтрольная и лидерная эксплуатация проводятся по специальным программам, утверждаемым начальником Главного автобронетанкового управления Министерства обороны.

Цель штатной эксплуатации [1] автомобильной техники – реализация максимальных возможностей машин по обеспечению эксплуатационных свойств, заложенных в их конструкции.

Основными задачами эксплуатации автомобильной техники являются: обеспечение максимального количества исправных машин в строю с целью выполнения планов боевой подготовки и хозяйственной деятельности частей и соединений; сокращение сроков приведения машин в установленную степень готовности к использованию (боевому применению); контроль технического состояния и поддержание машин в постоянной готовности к использованию (боевому применению); обеспечение сохранности машин в течение установленных сроков хранения; обеспечение силами и средствами контроля технического состояния, технического обслуживания и ремонта машин.

В военное время задачами эксплуатации автомобильной техники, кроме того, являются: определение предполагаемого расхода моторесурсов машин при выполнении боевых задач; изучение условий эксплуатации (местности, дорожной сети, гидрографии, погоды, времени года) и определение их влияния на потребность в обслуживании и обеспечении надежной работы машин; определение потребностей в техническом обслуживании и восстановлении запаса моторесурсов, в эксплуатационных материалах, средствах технического обслуживания; определение времени, необходимого для: контроля технического состояния, проведения других работ; определение сроков и мест проведения технического обслуживания; контроль наличия, состояния сил и средств автотехнического обеспечения,

определение возможностей их участия в оказании помощи личному составу.

Эксплуатация автомобильной техники организуется командующим (командиром) объединением (соединения, части, под разделения), его заместителем по вооружению (начальником автомобильной службы) в соответствии с планами эксплуатации и ремонта машин, согласованными с планами боевой подготовки частей, и осуществляется личным составом., эксплуатирующим машины, с привлечением сил и средств автотехнического обеспечения объединения (соединения, части, подразделения) в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Годовые нормы расхода моторесурсов автомобильной техники в мирное время устанавливаются приказами Министра обороны. При ведении боевых действий моторесурсы расходуются по потребности, исходя из объема решаемых задач.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КАБИНЫ
АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ**

Карташов Александр Александрович, к.т.н., доцент
Щеглов Павел Юрьевич, студент гр. 23ЭТМК1м

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Целью работы является исследование повышения эксплуатационной надежности кабины автомобилей КАМАЗ.*

Автомобили текущего производства проходят контрольные, ресурсные, приемо-сдаточные и аттестационные испытания, а также испытания на надежность. Образцы всех автомобилей на любом этапе их разработки и производства могут проходить определительные, эксплуатационные, исследовательские и специальные испытания.

По методам, условиям и месту проведения испытания можно разделить на стендовые (лабораторные), полигонные с использованием разных видов дорог, дорожные с регламентацией качества дорог, эксплуатационные в экспериментально-производственных и опорных автомобильных хозяйствах и испытания в особых условиях.

В настоящее время для сокращения времени на разработку и модификацию автомобиля большое распространение получают технологии виртуальных испытаний. При разработке виртуального прототипа автомобиля можно исследовать несколько вариантов автомобиля с различными характеристиками, предоставляя конструктору возможность создания параметризованной модели изделия. Выбирая готовую модель трассы, и разработав свою, разработчик может исследовать влияние рельефа трассы на динамику автомобиля. Таким образом, инженер может проводить виртуальные испытания автомобиля и оптимизировать работу его систем еще до создания реального изделия.

Такие технологии в условиях жесткой конкуренции на рынках позволяют сократить время запуска автомобиля в серию и повысить привлекательность у клиентов без снижения надежности (особенно в гарантийный период).

Рынок грузовых автомобилей в значительной степени зависит от возможностей использования кредитных и лизинговых схем для закупки автомобилей, а потому развитие кризиса в стране привело к снижению продаж во всех сегментах грузовых автомобилей, что повлекло за собой резкое снижение объемов производства.

Разработка качественных автомобилей, изготовление опытных

образцов и их испытание, отладка технологии и передача изготовителю в массовое производство конкурентоспособной и рентабельной продукции, оправдывающей и превосходящей ожидания потребителей, являются обязательной составляющей успешного производства.

На испытательных стендах и лабораториях проводятся испытания изготовленных образцов. На специализированных полигонах водителями-испытателями ведутся предварительные испытания опытных образцов семейств тяжелых автомобилей, эксплуатационные испытания опытно-промышленной партии, приемочные испытания автомобилей.

Методика испытаний на прочность крыши кабины, происходит после окончания испытания на лобовой удар (в разделе 2.9, пункт 11.1- правила ЕЭК ООН № 29 Испытание А) и испытание передних стоек на удар (в разделе 2.9. пункт 11.6- правила ЕЭК ООН № 29 Испытание В).

Кабину подготавливают для испытания прочности крыши, вырезают отверстие на крыше кабины и на основании кабины, чтобы протянуть через всю кабину трос, который в дальнейшем будут натягивать лебедкой. На крышу кабины опускают подъемником металлический лист, на лист с внутренней стороны кабины устанавливают трос с датчиком нагрузки. При испытании кабины, трос натягивают лебедкой, который прикреплен к металлическому листу. Когда начинают натягивать лебедку лист металлический начинает давить на крышу кабины, нагрузка фиксируется с помощью датчика, которая показывается на мониторе. Кабину нагружают нагрузкой равной 100кН.

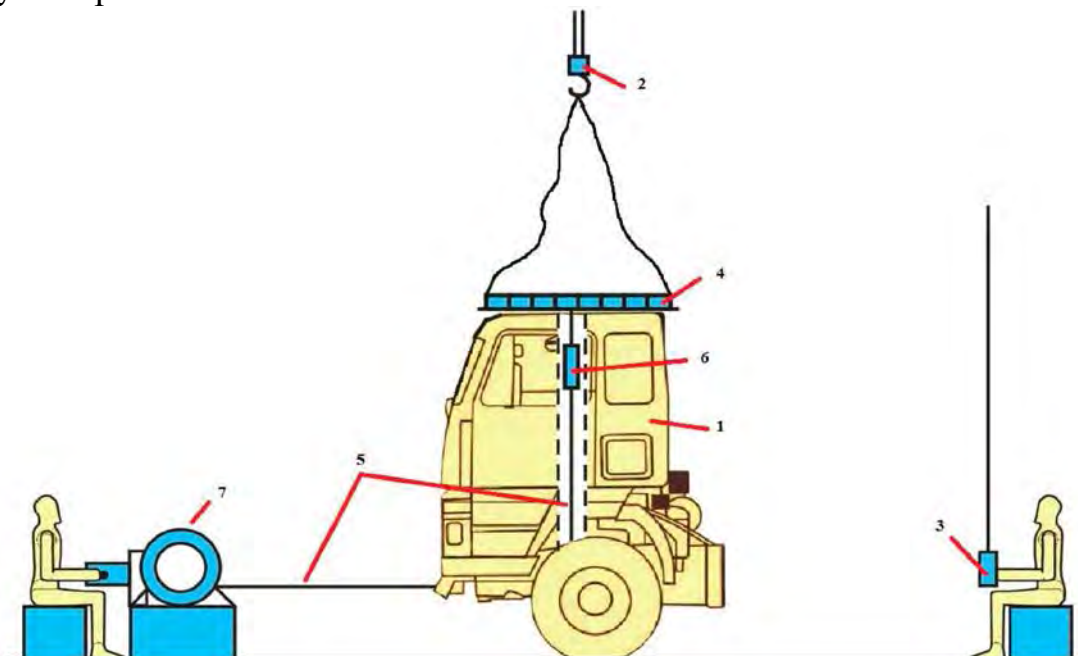


Рисунок 1. Испытание крыши кабины на прочность по правилам ЕЭК ООН: 1- Грузовая кабина, 2 –Кран, 3 - Пульт управления краном, 3 - Металлический лист, 4 – Трос, 5 - Датчик нагрузки, 6 -Лебедка

При нагрузке, равной 100кН, крыша кабины начинает прогибаться, не выдерживают передние стойки кабины или задняя стенка кабины. При

испытании металлического листа с помощью натягивания лебедкой, металлический лист продолжает натягиваться в том положении, в котором его установили.

Для повышения эксплуатационной надежности кабины автомобилей КАМАЗ предлагается стенд, на котором будут проводить оценку прочности кабины. Стенд спроектирован на базе модуля, состоящего из двух вертикальных направляющих стоек и винтового домкрата с номинальной нагрузкой 100 кН.

Общая схема стенда приведена на рисунке 2.

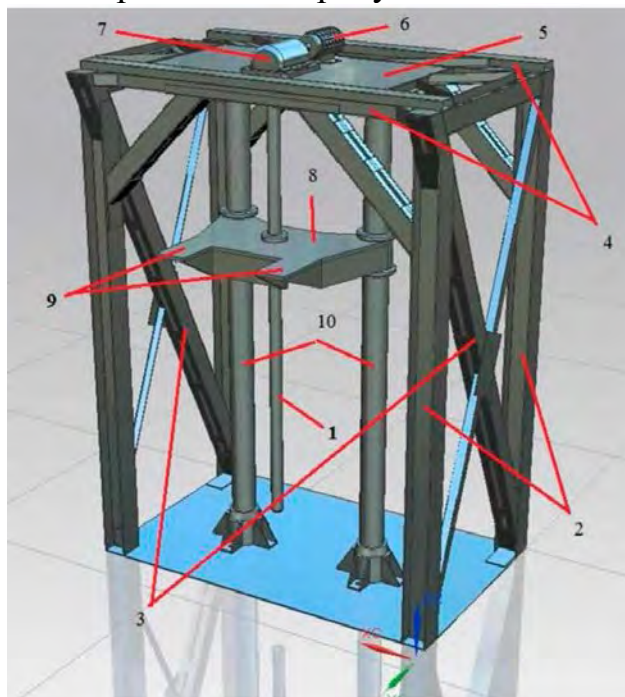


Рисунок 2. Модуль стенда

Модуль состоит из каркасной конструкции, внутри которой вмонтирован длинный винтовой домкрат (1). Каркасная конструкция представляет собой четыре вертикальные стойки (2), усиленные диагональными раскосами (3), и соединённые продольными, поперечинами и диагональными балками (4), сверху образующими горизонтальную плоскость. На этой плоскости установлен основание домкрата в виде плиты (5), на который закреплен электродвигатель (6) с угловым механическим редуктором (7). Выходной вал этого редуктора соединен с вертикальным силовым винтом домкрата, расположенным в центре четырех стоек. При вращении винта по нему перемещается подвижная опора домкрата (8). Эта подвижная опора имеет две грузовые площадки, выступающие за наружную плоскость модуля (9), а также две направляющие цилиндрические втулки, которые могут двигаться по двум вертикальным направляющим стойкам (10), обеспечивая фиксацию подвижной опоры в горизонтальной плоскости. Все силовые элементы

каркаса модуля соединены заклепочными соединениями и с помощью сварки в единую прочную и жесткую конструкцию.

В конструкции стенда реализован принцип винтового домкрата. Стенд для испытания кабины спроектирован таким образом, чтобы он развивал максимальное усилие равное 200 кН. Стенд состоит из 2-х одинаковых модулей. Каждый модуль состоит из основы - пазовой плиты, на которой установлены две вертикальные стойки, соединенные в верхней части силовым горизонтальным каркасом. Между стойками вертикально установлен ходовой винт винтового домкрата, соединенный с механическим редуктором, приводимым в действие электродвигателем.

Существуют следующие плюсы стенда для испытания кабины:

- Стенд спроектирован в соответствии ЕЭК ООН №29;
- Высокий уровень прочности стенда, оснащен силовым каркасом;
- Простота в использовании;
- Легкость в обслуживании и эксплуатации стенда;
- Дешевизна стенда и минимум материальных затрат при его создании.

Внедрение разработанного стенда для испытаний кабин повысит эффективность работы предприятия, за счет сокращения времени поиска необходимых для работы и списания деталей данным, что снизит время на проведение испытаний и позволит повысить конкурентоспособность создаваемых автомобилей, путем более быстрого внедрения их в серию.

Список использованных источников

1. Справочник Анурьева В.И. 2001г. Т1
2. Справочник Анурьева В.И. 2001г. Т2
3. Справочник Анурьева В.И. 2001г. Т3
4. Справочник Анурьева В.И. 2001г. Т4

УДК

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Костин Вячеслав Александрович, студент гр. 22ЭТМК1м

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

***Аннотация.** Обосновывается необходимость продолжения разработки и совершенствования технологий обкатки двигателей внутреннего сгорания в бестормозных неустановившихся режимах. Данная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной тормозной обкаткой.*

Двигатели внутреннего сгорания мобильных транспортно-технологических машин в реальных условиях эксплуатации работают в основном на неустановившихся нагрузочных и скоростных режимах [1]. Условия работы систем, механизмов и сопряжений двигателей на неустановившихся эксплуатационных режимах (НЭР) существенно отличаются от условий на установившихся режимах (УР). Так, при работе на НЭР удельные давления на подшипники кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и положения осей зон минимальных и максимальных нагрузок могут существенно отличаться от значений на УР. На НЭР имеют место колебания частоты вращения и нагрузки в широком интервале и с различной частотой, режимы торможения двигателем с дросселированием газов на выпуске (КамАЗ-740) и без него, что существенно влияет на температуру деталей цилиндрико-поршневой группы (ЦПГ) и КШМ, состав отработанных и картерных газов, толщину масляной пленки в подвижных сопряжениях. В условиях НЭР детали, механизмы, системы и подвеска двигателя подвергаются воздействию широкого спектра вибраций и знакопеременных нагрузок.

В результате воздействия вышеуказанных и других факторов в начальный период эксплуатации новых и отремонтированных двигателей происходит дополнительная приработка сопряжений, так называемую эксплуатационная обкатка, качество и продолжительность которой во многом определяются параметрами приработки сопряжений, полученными в результате соблюдения её режимов. Обеспечить точность режимов в этих условиях достаточно сложно, кроме этого, затруднен контроль процесса приработки, а ограничения частот вращения и нагрузок на двигатели в период эксплуатационной обкатки снижают эффективность использования подвижного состава автомобильного транспорта.

Таким образом, в результате неполного соответствия требуемых параметров технологической приработки сопряжений, которая традиционно проводится на ступенчатых УР и недостатков, присущих эксплуатационной обкатке, на выходе получаем не всегда оптимальный результат, что существенно снижает ресурс двигателей. Кроме того, распространенные серийные обкаточно-тормозные стенды на базе асинхронных двигателей с фазным ротором имеют ряд существенных недостатков, таких как большие площади, масса, стоимость и большая трудоемкость монтажно-демонтажных работ по установке и снятию двигателя со стенда. Кроме этого, в ряде случаев, например, при текущем ремонте двигателей, осуществляемом без его демонтажа, обкатку целесообразно проводить непосредственно на автомобиле.

Эта проблема может быть решена использованием при технологической обкатке искусственных неустановившихся режимов, имитирующих НЭР. В основе данного способа обкатки с динамическим нагружением лежит метод разгона и выбега частоты вращения коленчатого вала ДВС, используемый при диагностировании. Простота реализации данного метода, заключающегося в управлении топливоподачей по определенной закономерности, отсутствие необходимости использования тормозных стендов, достаточная точность, наличие методического и приборного обеспечения делают его использование предпочтительным как для целей диагностирования, так и для обкатки. Метод динамического нагружения применим для ДВС различных типов с любой частотой вращения и мощностью. Для его реализации используются переносные комплекты приборов с небольшой массой, габаритами, потребляемой мощностью и стоимостью, обеспечивающие возможность точного задания и контроля динамической нагрузки в процессе обкатки, а также измерение других параметров [3].

Метод позволяет непрерывно контролировать протекание процесса приработки путем измерения мощности механических потерь при выбеге и, при необходимости, контролировать время ступеней обкатки и величину нагрузки на детали и сопряжения ДВС. Данное обстоятельство создает возможность оптимизации продолжительности ступеней обкатки с учетом их индивидуальных особенностей.

Преимущества данного способа обкатки, результаты его производственной проверки и анализ опыта предприятий позволили разработать технологию отдельной обкатки автотракторных дизелей, согласно которой на ремонтных предприятиях и заводах-изготовителях проводится только холодная обкатка (при этом используются упрощенные стенды для прокрутки дизеля, имеющие меньшие площади и мощности), а горячая обкатка проводится непосредственно на машинах после их схода с конвейера с использованием метода динамического нагружения. В этом случае режимы и условия обкатки приближаются к эксплуатационным, а

возможность варьирования временем обкатки позволяет получить требуемую степень приработки с учетом пожеланий заказчика. При реализации данной технологии на этапе холодной обкатки вводятся дополнительные ступени, на которых увеличивают газовые нагрузки в цилиндрах за счет повышения давления впуска.

При разработке новых технологий обкатки исследователи стремятся к сокращению её продолжительности на заводе или ремонтном предприятии. Следствием этого является повышение производительности труда, экономия электроэнергии и топлива, снижение количества вредных выбросов в атмосферу. Однако за короткий период технологической обкатки не достигается необходимой степени приработки сопряжений и не в полной мере выявляются дефекты предшествующих операций ремонта, что приводит к большому количеству отказов двигателей в начальный период эксплуатации, устранение которых в условиях эксплуатирующих организаций значительно сложнее и дороже, чем на ремонтном предприятии [2].

Задачи технологической обкатки: подготовка поверхностей деталей к восприятию эксплуатационных нагрузок; выявление и устранение отказов, возникающих из-за отклонений в качестве запасных частей, в технологии ремонта деталей, сборки сопряжений и узлов двигателей.

Для решения первой задачи используется ряд технологических приемов, позволяющих не только повысить степень приработки, но и сократить продолжительность стендовой обкатки. Одна из главных предпосылок повышения качества приработки сопряжений двигателей – подбор рациональных нагрузочно-скоростных режимов, обкаточных масел и присадок к маслу и топливу.

Для решения второй задачи необходимо подобрать такие режимы нагружения и продолжительность стендовой обкатки, чтобы большинство отказов, заложенных при ремонте двигателей, выявлялось в период технологической обкатки. Оптимальная технология полной обкатки двигателей должна определяться не только условиями обеспечения заданных технических характеристик и показателей надежности, но и соображениями экономической целесообразности.

В условиях эксплуатации из-за естественного изнашивания происходит неизбежное снижение надежности двигателей, так как увеличиваются зазоры и уменьшаются натяги в сопряжениях, накапливаются усталостные повреждения в деталях. В реальных условиях эксплуатации из-за неполного проведения технического обслуживания интенсивность потерь надежности значительно выше, чем при нормальной эксплуатации, когда полностью обеспечивается весь цикл предупредительных работ.

При увеличении времени обкатки двигателей на ремонтном предприятии уменьшается продолжительность их эксплуатационной

обкатки. Аналогично этому будут изменяться и затраты на проведение обкатки. Ранее считалось, что рациональная продолжительность технологической приработки двигателей будет при условии минимальных полных затрат на обкатку:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{т}} + P_{\text{э}} \rightarrow \min,$$

где $P_{\text{п}}$, $P_{\text{т}}$, $P_{\text{э}}$ – соответственно затраты на полную, технологическую и эксплуатационную обкатку.

В современных условиях заказчик, эксплуатирующий автомобили, вправе потребовать проведения полной обкатки на ремонтном предприятии, чтобы не ограничивать режимы работы двигателя в условиях эксплуатации. Поэтому разработка альтернативных технологий, позволяющих полностью подготовить детали и сопряжения двигателей к условиям эксплуатации, является актуальной.

В соответствии с ГОСТ 18523–79* «Дизели тракторные и комбайновые. Сдача в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические условия» межремонтный ресурс и средняя наработка на отказ должны быть не менее 80 % от величины этих показателей для новых двигателей. Вследствие отклонений в технологии ремонта межремонтная фактическая надежность снижается, частично эти потери компенсируются технологической (стендовой) обкаткой. Влияние технологического процесса обкатки на эксплуатационную надежность значительно больше для отремонтированных двигателей, собранных из деталей более низкого качества, чем для новых двигателей. При эксплуатации отремонтированных двигателей происходит снижение уровня надежности, причем более интенсивное, чем у новых двигателей. Это объясняется более низким техническим потенциалом отремонтированных двигателей, а зачастую ухудшением их технического обслуживания. Затем повторяется цикл «ремонт – эксплуатация» или проводится списание двигателя.

Список литературы:

1. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов / Б.С. Васильев, Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко и др.; Под ред. В.А. Зорина. – М.: Мастерство, 2001. – 512 с.
2. Тимохин, С.В., Симонов Д.В., Бочкарев А.С. Автономный стенд для холодной обкатки двигателей семейства УАЗ // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции 23-24 марта 2017 г. - Т.3. – С.29-31.
3. Тимохин, С.В. Современные технологии обкатки автотракторных двигателей: монограф./ С.В. Тимохин, Ю.В. Родионов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 284 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТЕ В РОССИИ

Кочнов Виктор Евгеньевич, студент гр. 21ЭТМК1мз

Лахно Александр Викторович, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Анализируя общемировые тенденции, эксперты приходят к выводу, что переход транспортных средств на природный газ позволит обезопасить окружающую среду и тем самым обеспечить экологическую безопасность страны, а также сохранить устойчивое развитие энергетики. Это превращает данное направление в приоритетное. Добиться успехов на данном поприще поможет обращение к зарубежным практикам и следование рекомендациям, направленным на развитие газовой отрасли в России.*

Повышение темпов развития транспортных систем, промышленных зон, сельскохозяйственного производства, жилищно-коммунального хозяйства в населенных пунктах России объясняется потреблением богатых энергетических ресурсов, которыми богата страна. Основным из них является нефть, которую широко используют для производства моторного топлива.

Нефть — удобный, но отнюдь не идеальный сырьевой источник. Ее переработка приводит к выбросу вредных веществ в окружающую среду, ее разливы становятся причиной настоящих экологических катастроф. Кроме того, ее запасы конечны. В России процесс добычи нефти все время дорожает, а ресурсы истощаются. В странах-партнерах тем временем ужесточаются требования к экологической чистоте топлива. Все это подталкивает нас к поискам других видов и способов получения топлива. [2]

Решением многих проблем, связанных с получением и потреблением моторного топлива, станет использование газа. Переход на этот вид топлива позволит повысить эффективность использования энергетических ресурсов, понизить негативное воздействие на окружающую среду (в первую очередь, в крупных городах) и удешевить транспортные перевозки [1-6].

Добыча и обработка природного газа – не новая идея, в настоящее время эта сфера нефтегазового производства расширяется и стремительно развивается. Этот вид топлива используют уже более чем в 80 странах по всему миру. Большинство европейских производителей машин озаботилось выпуском моделей, которые работают на смешанном

топливе — и на бензине, и на газе. Количество таких автомобилей постоянно растет.

Наиболее активно компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ) используют в Пакистане, Иране, Бразилии, США, Италии, Германии. Число транспортных средств, работающих КПГ, в мире представлено в качестве графика на рисунке 1.

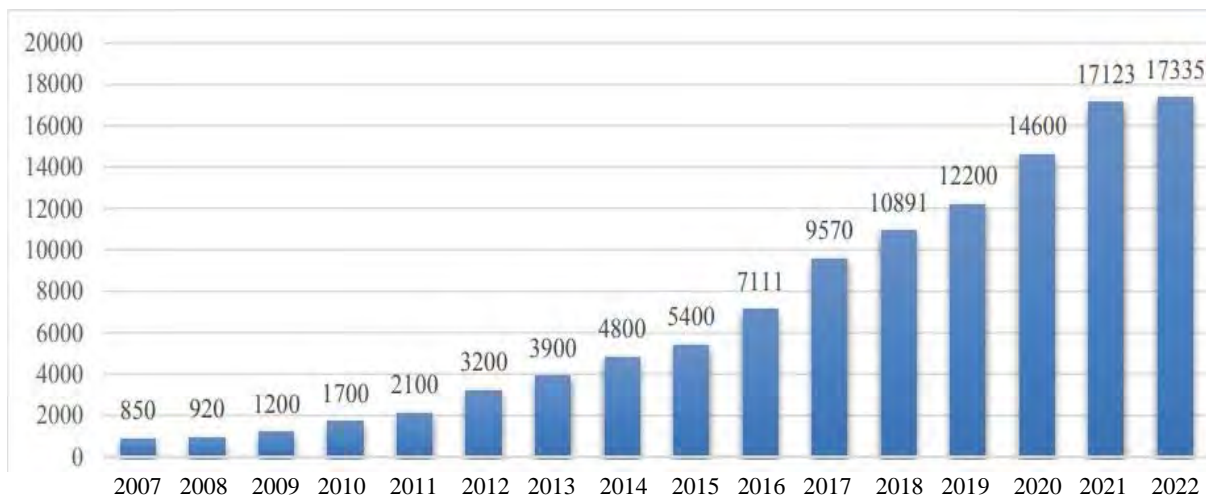


Рисунок 1 - Рост числа автомобилей в мире, использующих КПГ в качестве топлива, (тыс.ед.)

На 2023 года запасы природного газа, которыми обладает Россия, составили 51 трлн. куб. м. Это составляет почти четверть (24%) всех мировых запасов природного газа и делает Россию одним из крупнейших поставщиков этого вида природных ресурсов. Количество газа в странах представлено ниже (рисунок 2).

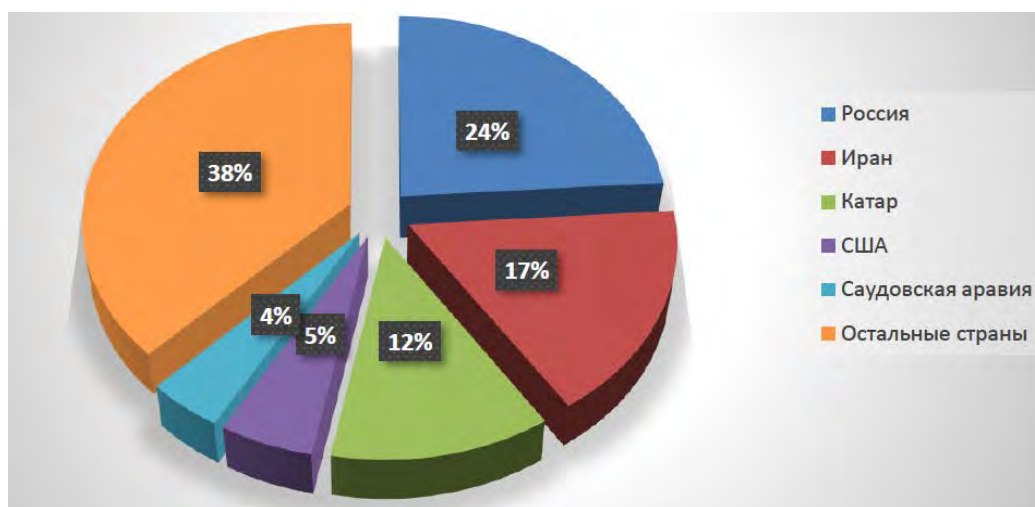


Рисунок 2. Количество газа в странах, %

Соответственно, число автомобилей, работающих на газовом

топливе, в России неуклонно растет. По данным Министерства энергетики РФ, на данный момент оно составляет 150000 автомобилей, но уже к 2025 году прогнозируют существенное увеличение числа газомоторных транспортных средств до 370000 экземпляров, а также планируется рост числа газовых автозаправок.

Из всех вариантов топлива, способного заменить нефтепродукты, природный газ, который, подобно топливу, получаемому из нефти, обладает хорошим воспламенением, самый вероятный и удобный. Это объясняется его доступностью, значительно меньшей, чем у нефтепродуктов, опасностью для окружающей среды и относительная дешевизна процессов, связанных с добычей и переработкой [7, 8, 9, 10].

На рисунке 3 представлена статистика по странам мира, в которых используется метановое топливо по данным 2018 года. Кроме того, здесь же представлена статистика парка ГБА, удельный парк ГБА на единицу

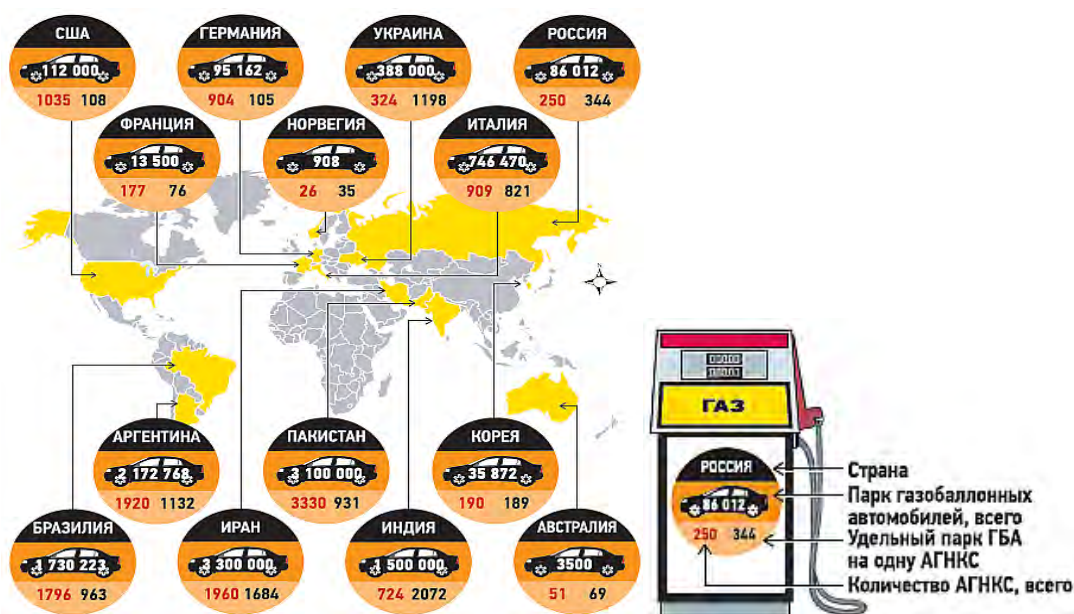


Рисунок 3 Статистика потребления метана автомобилями в некоторых странах мира автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и количество самих АГНКС.

Природный газ можно использовать не только в качестве транспортного топлива. Ему также находят применение в химической промышленности для получения пластмасс, лакокрасочной продукции, удобрений и многого другого.

Продуктами горения природного газа являются лишь вода и углекислый газ, что позволяет назвать этот вид топлива наиболее чистым. Объем парникового углекислого газа, образующегося при горении, относительно невелик.

Для перехода на этот вид топлива в ряде стран разработаны

методы стимулирования, которые можно разделить на три основные группы.

Первая — организационные меры стимулирования, а именно:

- запрет на нефтяное моторное топливо для коммунального и общественного транспорта;
- дизельное топливо на транспортных средствах определенного типа (автомобилях средней и малой грузоподъемности либо пассажировместимости).

Вторая группа мер — нормативно-технические. Сюда относятся требования, которые предъявляются к проектированию заправок. Введение определенных норм создания АГНКС, терминалов бункеровки водного и железнодорожного транспорта и многотопливных АЗС делает использование газомоторного топлива более удобным. В числе этих мер:

- обязательно наличие на новых заправочных станциях блока для заправки газовым топливом;
- допущение строительства АГНКС в черте городской застройки.

Третья группа — это финансовое стимулирование, которое заключается в меньшем объеме сборов в муниципальные и прочие бюджеты, а также в других мерах:

- бесплатная парковка для владельцев;
- обеспечение независимого развития рынка газового топлива за счет устранения ценовой привязки между газом и нефтяным топливом, то есть за счет избавления от внерыночных механизмов регулирования стоимости;
- премии либо компенсации при покупке нового автомобиля, работающего на газовом топливе, либо при переоборудовании существующего транспортного средства под КПП;
- льготные условия при ввозе газозаправочного и газоиспользующего оборудования в страну — освобождение от таможенных пошлин.

Анализируя общемировые тенденции, эксперты приходят к выводу, что переход транспортных средств на природный газ позволит обезопасить окружающую среду и тем самым обеспечить экобезопасность страны, а также сохранить устойчивое развитие энергетики. Это превращает данное направление в приоритетное. Добиться успехов на данном поприще поможет обращение к зарубежным практикам и следование рекомендациям, направленным на развитие отрасли в России.

Основным препятствием распространению транспорта, работающего на газовом топливе, является низкий спрос на газовые машины. Это объясняется, в первую очередь низким уровнем развития сети АГНКС, которая существует приблизительно с рубежа 1980-1990-х гг. и

насчитывает лишь около 250 станций, неравномерно распределенных по стране и способных пропускать через себя около 2 миллиарда КПП. Данная ситуация осложняется тем, что сеть АГНКС привязана к газовому трубопроводу, что затрудняет ее дальнейшее развитие.

Вопрос о развитии отрасли газового топлива поднимался и на государственном уровне — об актуальности этого вопроса постоянно говорит Правительство Российской Федерации. На данный момент Правительством были приняты следующие меры, направленные на развитие отрасли:

- Поручение Президента России от 18 ноября 2004 г. № Пр-1686 ГС; Поручение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2004 г. № МФ-П9-5799;
- Поручение Первого заместителя Председателя Правительства России от 2 октября 2006 г. № ДМ-П9 5169;
- Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах энергетической и экологической эффективности российской экономики»;
- Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. №1662-р «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»;
- Постановление Правительства РФ от 17.12.2012 г. № 1315 «О внесении изменений в Правила предоставления и распределения федеральных субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации...», в соответствии дополнительную бюджетную помощь в 1,6 миллиарда рублей направили в 22 региона страны. Эта помощь пошла на софинансирование расходов бюджетов субъектов Российской Федерации, связанных с осуществлением мероприятий по обновлению подвижного состава, работающего на газомоторном топливе;

В 2020–2022 гг. в России были переоборудованы с бензина и дизтоплива на газ 35 200 автомобилей.

Поручение Президента РФ доработать транспортную стратегию и доктрину энергобезопасности России на период до 2030 года, а также разработать энергетическую стратегию на период до 2035 года. Цель этих мероприятий — выработать приоритетные направления развития добычи СПГ российскими компаниями.

На данный момент компримированный газ используют на легковых машинах, коммунальной технике, а также на пассажирском и легком грузовом транспорте. КПП получают в результате компримирования газа на АГНКС, куда природный газ поступает посредством трубопроводных магистралей.

Поскольку дизельное топливо и бензин постоянно дорожают, компримированный газ как альтернативное топливо становится все

популярнее у рядовых автомобилистов. Чтобы использовать газовое топливо, автомобилисты покупают битопливный транспорт, работающий на бензине и метане, либо переоборудуют уже имеющиеся автомобили.

К преимуществам метанового автомобиля можем отнести:

- приоритет метанового топлива и в то же время автоматическое переключение с одного вида топлива на другой, если запас газа исчерпан;
- размещение баллонов под днищем машины, позволяющее освободить багажник;
- размещение на природной панели датчиков с обоими видами топлива;
- заводская гарантия на новые автомобили с битопливными двигателями;
- легкость в ремонте и обслуживании, которая достигается благодаря конструктивным особенностям транспорта.

Сейчас в России из 53,8 миллионов автомобилей лишь 111 тысяч используют газомоторное топливо. В процентном соотношении лишь 2,6% автомобилей рынка приходится на ГМТ, причем 2,1% приходится на пропан-бутан и лишь 0,5% - на сжатый природный газ. При этом из этих двух вариантов КПП считается лучшим видом топлива. Это объясняется тем, что у метана меньшая взрывоопасность за счет летучести, а также его нетоксичностью и сравнительной экологической безопасностью. Кроме того, подача газа по магистральному трубопроводу исключает возможность разбавления и появления примесей.

На основании изложенного в главе анализа мы можем сделать вывод, что природный газ — самое перспективное альтернативное транспортное топливо в Российской Федерации. Преимущества этого типа топлива побудили Правительство РФ и представителей региональных властей принять ряд решений о стимулировании населения и промышленности для внедрения большего числа машин, работающих на природном газе. Главным документом, свидетельствующим об этих процессах, является Стратегия развития автопрома на период до 2035 года.

Список литературы:

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf

2. Резолюция семинара «Перевод транспорта на газомоторное топливо, проблемы и перспективы» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.hse.ru/data/2019/02/14/1328032075/Resolution_3sem.pdf.

3. Сопещение о перспективах использования газомоторного топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/18112>

4. Гаркушина С.В. Управление использованием и развитием инфраструктуры альтернативного топлива для автотранспорта в регионе. Текст.: кан. экон. наук: 08.00.05: / С. В. Гаркушина. Кострома, 2009. - 148 с.

5. Евстифеев А.А., Обеспечение муниципальных автобусных парков мегаполиса газовым моторным топливом /А.А. Евстифеев//Газовая промышленность. – 2014 – № 2 (702).

6. Евстифеев А.А., Методология рационального построения и непрерывного совершенствования региональной сети АГНКС / А.А. Евстифеев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014 –№ 3 (39).

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ И ПОИСК РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ ТРУБОК

Магеррамов Рояль Зульфугар Оглы, студент гр. 21ЭТМК1мз
Лахно Александр Викторович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Проведен анализ дефектов износа элементов тормозных трубок, т.к. они являются самыми уязвимыми деталями тормозной системы автомобиля и во время эксплуатации транспортного средства подвержены прямому воздействию агрессивных факторов. Предложены технические пути решения проблемы износа тормозных трубок.*

Динамика роста российского автомобильного парка одна из самых высоких в мире. Тем не менее, этот процесс происходит в условиях существенного отставания потребительских показателей и показателей активной и пассивной безопасности отечественных автотранспортных средств от достигнутого мирового уровня.

В настоящее время в связи с повышением требований безопасности легкового автомобиля существует проблема, связанная с некоторым отставанием показателей надёжности и качества элементов тормозной системы отечественных автотранспортных средств от достигнутого мировых аналогов.

Например, существует проблема, связанная с тормозными трубками, которые являются самыми уязвимыми деталями тормозной системы автомобиля во время эксплуатации транспортного средства, из-за прямого агрессивного воздействия песка, грязи, воды. Агрессивные факторы способны влиять на деформирование, коррозию и разрушение, а в некоторых случаях вызвать полный отказ тормозной системы, и тем самым привести к негативным последствиям для водителя и пассажиров.

Актуальность данной проблемы связана с тем, что политика отечественных автопроизводителей заключается в производстве автомобилей бюджетного класса, тем самым экономя на качественных материалах, антикоррозийной обработке и конструкторской компоновке тормозных трубок, которые напрямую связаны с безопасной эксплуатацией транспортных средств.

Тормозная система служит для снижения скорости и быстрой остановки автомобиля, а также для удержания его на месте при стоянке [1-5]. Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а, следовательно, эффективность при эксплуатации автомобиля,

которая определяется, по расчетной оценке тормозного пути или временем движения автомобиля до полной остановки. Чем эффективнее действие тормозов, тем выше безопасная скорость, которую может допустить водитель, и тем выше скорость движения автомобиля на всем маршруте [1]. Торможение необходимо не только для быстрой остановки автомобиля при внезапном появлении препятствий, но и как средство управления скоростью его движения.

В связи с невероятной скоростью развития технологии машиностроения в мире, а именно появление современных турбированных двигателей, мощность которых достигает до 500 л.с. и выше, требуется, подходящая под данные запросы и требования, надёжная тормозная система, ведь, именно благодаря ей, определяется безопасность движения автомобилей с высокими скоростями. В обстановке, характеризующейся высокой интенсивностью движения автомобильного транспорта, в которое вовлечены десятки миллионов людей и большое число транспортных средств, ДТП из-за отказа тормозной системы становится одной из серьёзнейших социально-экономических проблем [1-3]. От ее успешного решения в значительной степени зависят не только жизнь и здоровье людей, но и развитие экономики страны.

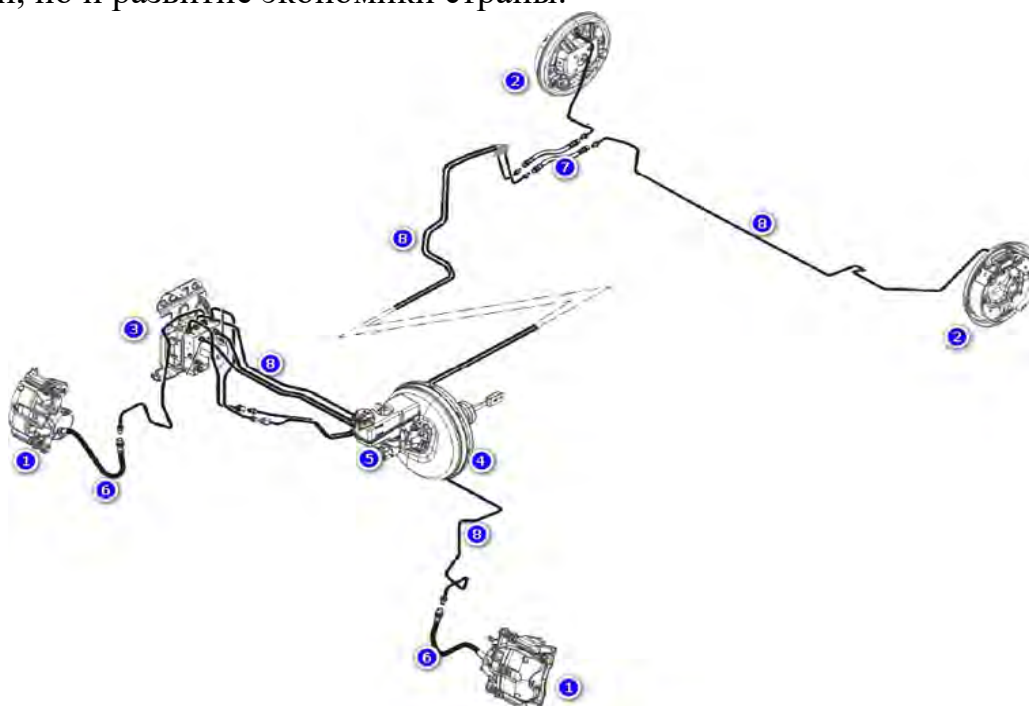


Рисунок 1 – Тормозная система автомобилей LADA

Для того чтобы разобраться в данной проблеме, изначально нужно изучить из чего состоит тормозная система и выявить её «слабые» места для дальнейшего анализа и проработки технического решения. В качестве примера рассмотрим стандартную тормозную систему (рисунок 1) отечественных легковых автомобилей марки LADA с применением

гидроагрегата (блока) ABS, которая отвечает последним требованиям безопасности и используется во всём модельном ряде компании.

Тормозная система (рисунок 1) состоит из передних 1 и задних 2 тормозных механизмов, гидроагрегата (блока) ABS 3, вакуумного усилителя 4, главного тормозного цилиндра с бачком 5, передних 6 и задних 7 тормозных шлангов и тормозных трубок 8.

Нормальное функционирование системы тормозов невозможно без качественных каналов [1]. Зачастую многие автовладельцы считают, что тормозные трубки – это «вечные детали» и безответственно относятся к контролю их технического состояния. Но существует проблема, связанная с их дефектами или деформированием с последующим разрушением, которое приводит к выходу из системы тормозной жидкости, а, следовательно, к невозможности быстрой остановки транспортного средства. Причиной снижения эффекта торможения является утечка в трубопроводе, что в итоге может привести к несчастному случаю на дороге. Именно поэтому тормозные трубки выступают гарантией безопасности водителя и ряда пассажиров.

Исходя из вышеперечисленного, для поиска решения проблемы с дефектами тормозных трубок нужно изучить их классификацию и номенклатуру, материал, покрытие, технологию изготовления, а также причины разного типа износа.

Проведя анализ дефектов тормозных трубок на примере автомобилей LADA [1], можно сделать вывод, что они вызваны в основном конструкторскими просчётами, ведь основные причины их возникновения в следующем:

- неправильная компоновка и расположение тормозных трубок на очень близком расстоянии к другим автомобильным узлам и деталям, что вызывает между ними контакт с дальнейшим разрушением (протираанием) друг друга во время эксплуатации транспортного средства;
- экономия на качественных дорогостоящих материалах и покрытиях;
- отсутствие дополнительной защиты в зонах повышенной температуры, а также постоянного контакта с грязью, водой и пылью, что в дальнейшем может вызвать коррозию.

В настоящее время существует следующие способы решения вышеперечисленных проблем:

- рассмотреть способы ремонтпригодности тормозных трубок;
- разработка или заимствование современных правил проектирования и компоновки узлов тормозной системы;
- проектирование новой конструкции тормозных трубок с защитными рукавами.

Проведя анализ на основе данных о требованиях к тормозным трубкам, их номенклатуре и факторах износа, можно сделать следующие

выводы: замена тормозных трубок в случае выявления каверн, вздутий или протечек должна выполняться целиком, так как ремонт вставками или пайкой недопустим, как и эксплуатация поврежденных деталей [1-5].

Заменить заводские тормозные трубки можно на стальные, медные или медно-никелевые. На легковых автомобилях стоят тормозные трубки диаметром 4,75 мм; толщина стенки у стальных трубок 0,71 мм, у медных – 0,9 мм, у медно-никелевых – 0,71 мм. Идеальным выбором будут медноникелевые трубки из-за улучшенных параметров, таких как: коррозионная стойкость, стандартное внутреннее проходное сечение 4,75 мм, а также лёгкость монтажа за счёт эластичности данного материала. Но у них есть недостаток в качестве большой цены. Для примера, медно-никелевые тормозные трубки стоят в 3 раза дороже, чем стальные.

Подводя итоги, можно сказать, что данный способ подходит для замены вышедших из строя тормозных трубок, однако он не решает нашу главную проблему, соответственно дефекты на них будут также появляться при дальнейшей эксплуатации автомобиля, что вызовет постоянные растраты владельца при прохождении определённого пробега транспортного средства.

Таким образом, чтобы избежать больших экономических растрат на замену вышедших из строя тормозных трубок, а также затрат на разработку современных правил проектирования, необходимо спроектировать новую конструкцию тормозных трубок, которая могла бы увеличить ресурс, а вместе с ним и эксплуатационные качества в 1,5-2 раза при минимальных затратах.

Список литературы:

1. Баурова Н. И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин. М.: ИНФРА-М, 2019. 264 с.
2. Володин В. П. Экструзия профильных изделий из термопластов. Спб.: Профессия, 2005. 112 с.
3. Дыгало В. Г. Технологии испытания систем активной безопасности автотранспортных средств. М.: Машиностроение, 2013. 387 с.
4. Информационный сайт для владельцев автомобилей LADA «LADA Online» [Электронный ресурс]. URL: <https://лада.онлайн/do-myself/tuning/tuning-lada-vesta/1286-что-делат-если-перетирayutsya-shlangi-trubki-pod-kapotom-avtomobilya-lada.html> (Дата обращения 07.04.2023).
5. Информационный сайт для владельцев автомобилей LADA «LADA Online» [Электронный ресурс]. URL: <https://лада.онлайн/auto-news/avtovaz/15319-avtovaz-proverjaet-na-lada-largus-fl-vozmozhnoe-peretiranie-shlanga-vakuumnogo-usilitelja.html> (Дата обращения 07.04.2023).

РОЛЬ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Москвин Роман Николаевич, к.т.н., доцент
Карташов Александр Александрович, к.т.н., доцент
Юров Максим Игоревич, студент гр. 21ЭТМК1мз
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Приведён анализ роли и основных направлений развития автомобильного транспорта в современных условиях.*

В современных условиях автомобильный транспорт является важнейшей составной частью транспортной системы РФ, и его значение исключительно велико. В настоящее время основным документом стратегического планирования РФ в сфере транспорта является Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства РФ № 1032-рот 11.06.2014г [1-5]. В свою очередь, основным инструментом реализации данной стратегии является государственная программа «Развитие транспортной системы РФ», предусматривающая достижение следующих основных целей [6]:

- Формирование единого транспортного пространства России.
- Обеспечение доступности и качества транспортных услуг в соответствии с социальными стандартами и на уровне потребностей развития экономики РФ.
- Интеграция в мировое транспортное пространство, а также развитие транзитного потенциала страны.
- Наращивание уровня безопасности транспортной системы, а также снижение ее негативного воздействия на окружающую среду.

Степень достижения указанных целей определяется Министерством транспорта по специально разработанным целевым индикаторам (рисунок 1.1) [6].

Анализ приведенных Министерством транспорта статистических данных показывает, что в настоящее время наблюдается постоянная положительная динамика по большинству основных индикаторов. Указанное обстоятельство позволяет сделать вывод о достаточно планомерном развитии транспортной системы в РФ. В настоящее время ежегодные объемы перевозок грузов АТ составляют более 5 млн тонн, объемы пассажирских перевозок – более 11 млн человек, ежегодный грузооборот АТ превышает 200 млрд т/км, а пассажирооборот – 100 млрд пасс/км [6].

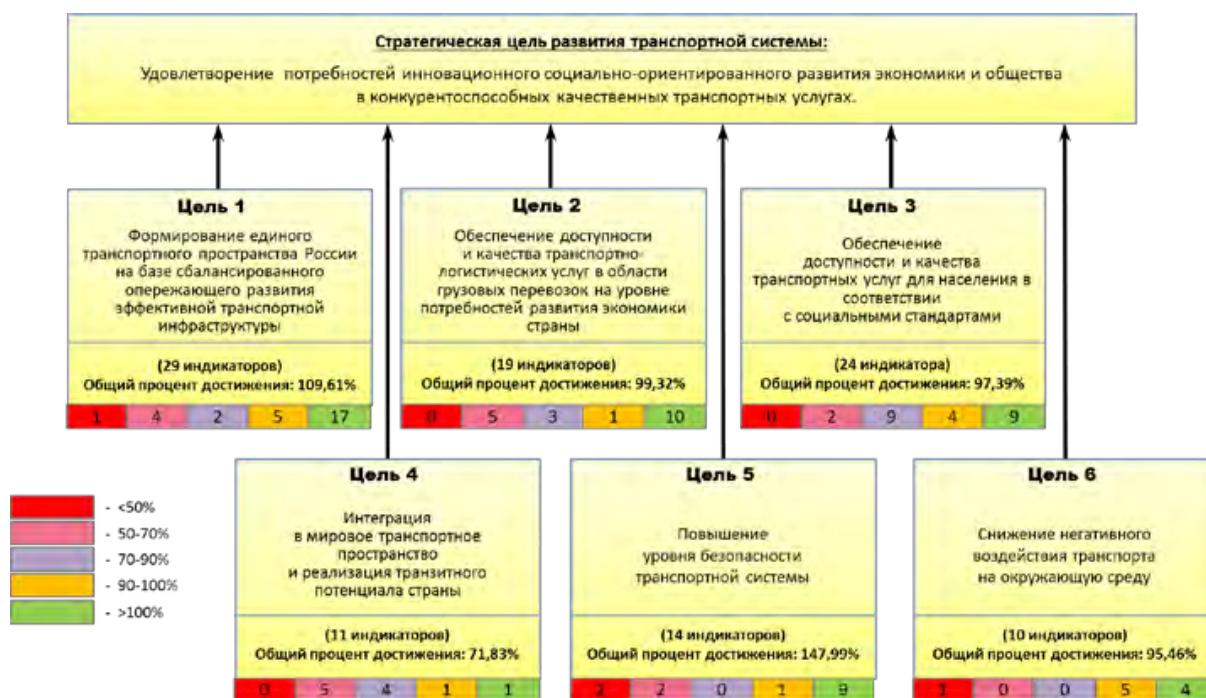


Рисунок 1.1 – Уровень достижения целей по развитию транспортного комплекса РФ, указанных в «Транспортной стратегии – 2030»

Сравнительный обзор отчетно-статистических данных позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время автомобильный транспорт является ключевым звеном транспортного комплекса страны [4]. При организации транспортного обслуживания как различных отраслей экономики и сфер народного хозяйства страны, так и населения в целом ведущее положение в настоящее время по-прежнему сохраняется именно за автомобильным транспортом. Это объясняется, в первую очередь, следующими особенностями и преимуществами АТ относительно других видов транспорта [1, 4]:

широкими возможностями применения разных видов АТ в различных сферах жизнедеятельности общества;

удобством использования АТ совместно с другими видами транспорта для налаживания смешанных перевозок грузов и пассажиров;

отсутствием во многих населенных пунктах страны других путей сообщения, кроме автомобильных дорог;

эффективной логистикой автоперевозок благодаря широкому внедрению навигационных спутниковых технологий GPS и ГЛОНАСС;

маневренностью, гибкостью и оперативностью АТ, широкими возможностями его применения, а также удобством его использования.

В силу данных причин АТ играет существенную роль в транспортном комплексе страны и в народном хозяйстве в целом, находя широкое применение при обеспечении различных нужд предприятий многих отраслей на всей территории России [4]. В настоящее время АТ

обслуживает более 3 млн предприятий и организаций всех форм собственности, индивидуальных предпринимателей, а также население страны [1]. По объемам перевозок грузов автотранспорт превосходит железнодорожный транспорт почти в шесть раз [4]. В связи с этим число автомобильной техники (АТ), используемой для решения различного рода задач, постоянно возрастает. Темпы роста объемов автомобильных перевозок в целом совпадают со средним темпом экономического роста РФ, превосходя при этом темпы роста объема перевозок другими видами транспорта, что характерно не только для РФ, но и для большинства развитых зарубежных стран [4]. При этом анализ основных тенденций социально-экономического развития позволяет прогнозировать дальнейшее увеличение автомобильных перевозок грузов и пассажиров [3].

К основным направлениям дальнейшего развития АТ в ближайшие 10-15 лет можно отнести следующие:

- увеличится рост автомобильного парка страны, особенно легкового, при этом в его состав будут входить автомобили самых различных типов и марок, в результате повысится актуальность мероприятий, направленных на поддержание их работоспособности;
- доля индивидуальных (частных) автомобилей по-прежнему будет увеличиваться, усложнится конструкция АТ вследствие ужесточения требований к безопасности, что приведет к изменению при организации их ТО и ремонта;
- расширение предпринимательства даст повод к сосредоточению большого количества автомобилей на малых предприятиях. При этом такие предприятия часто не располагают удовлетворительной производственно-технической базой, не говоря уже о персонале и технологиях для обеспечения требуемого уровня работоспособности АТ [3].

Таким образом, достоинства автомобильного транспорта, определяющие достаточно высокие темпы его развития, связаны с удобством его использования, а также с оперативностью (мобильностью) и гибкостью возможностей по перевозке пассажиров и доставке грузов. При этом данные свойства АТ зависят от уровня работоспособности и технического состояния автомобильного парка, которые зависят от надежности самих автомобилей и от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации, а также в существенной степени – от условий их эксплуатации.

Список литературы:

1. Хасанов, Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие / Р.Х. Хасанов / – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с. – Текст : непосредственный.

2. Савин, Л. О. Анализ определяющих параметров и возможностей использования гибких стратегий технического обслуживания для повышения надежности автомобильной техники при ее эксплуатации в особых условиях/Л.О. Савин, М.В. Королёв, М.В. Носов. – Текст : непосредственный // Научный результат. Информационные технологии. – 2017. – № 2. – С. 9–20.

3. Агеев, Е. В. Особые условия технической эксплуатации и экологическая безопасность автомобилей : учебное пособие. – Курск: ЮЗГУ, 2015. – 212 с. – Текст : непосредственный.

4. Сироткина, А. В. Роль и перспективы развития коммерческого транспорта в современной экономике России. Пути повышения безопасности его эксплуатации / А.В. Сироткина. – Текст : непосредственный // Журнал автомобильных инженеров. – 2011. – № 1 (66). – С. 6–11.

5. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства РФ № 1734-р от 22.11.2008 г. (с изм. от 11.06.2014 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460>, свободный. Яз.рус. – Загл. с экрана.

6. Государственная программа РФ «Развитие транспортной системы». Утв. постановлением Правительства РФ № 319 от 14.04.2014 г.(с изм. от 31.03.2017) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9F4AL3ZVAoQSNRCgpmRH5FiiyA0qbmaI.pdf>, свободный. Яз.рус. – Загл. с экрана.

7. Российский парк грузовиков: основные показатели[Электронный ресурс].Режимдоступа: <http://static.government.ru/media/files/>, свободный. Яз.рус. – Загл. с экрана.

ЗНАЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО КЛЕЕВОГО КОМПОЗИТА В АВТОРЕМОНТЕ

Нугаева Вероника Олеговна, старший преподаватель каф. «ЭАТ»
Копиев Ильяс Радикович, студент гр. 22ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства»

***Аннотация.** В статье предложены такой способ авторемонта как склеивание. Рассмотрены наиболее часто применяемые виды полимерных связующих. Приведены положительные характеристики полиуретанов.*

Большинство автотранспортных и авторемонтных предприятий, а также автовладельцы стремятся к снижению себестоимости ремонта деталей и узлов автомобиля, но не хотят уступать в качестве этого ремонта и иметь гарантии послеремонтного ресурса. Технология восстановления является ресурсосберегающей, по сравнению с производством новых элементов. Она позволяет сократить затраты до 70%.

На сегодняшний день при производстве современного автомобиля происходит увеличение элементов и узлов из прогрессивных высококачественных полимерных материалов.

В процессе эксплуатации автомобиль подвергается различным видам воздействия эксплуатационным, химическим, тепловым, механическим и др.

Длительный опыт использования клеевых полимерных материалов при восстановлении автомобильной техники, в том числе и в домашних условиях, показал: склеивание – самый универсальный из методов ее восстановления. Если сравнивать традиционные методы ремонта, как сварка, пайка, механическое упрочнение и др., гораздо проще с технологической точки зрения [1-4].

Метод ремонта и восстановления элементов автомобиля благодаря клеевому соединению является процессом достаточно экономичным, высокопроизводительным и энергоемким, потому что позволяет осуществлять ремонт без разборки восстанавливаемых узлов и агрегатов.

Из вышесказанного следует, что разработка клеевого композита из составляющих, произведенных отечественными компаниями, а также технологии ремонта деталей и их восстановления с применением этого состава, является задачей экономически и технически актуальной.

Химическая природа, строение полимерного связующего – основы клеевого композита - в основном определяют свойства клеев, основной комплекс адгезионных и когезионных характеристик материала [6].

Полимерное связующее объединяет частицы наполнителя, обеспечивает передачу усилий, что позволяет клеевой композиции не разрушаться от воздействия внешние нагрузок, таких как сжатие, изгиб, растяжение, сдвиг и др. Также связующее распределяет усилия от разрушенных участков покрытия на соседние и выполняет функции защитного и декоративного покрытия, защищая наполнители от внешних воздействий [5].

В клеевых композитах нашли применение такие полимерные связующие, как эпоксидные, эпоксифенольные, полиуретановые, кремнийорганические, полиэфирные, анаэробные, фенольные, фенолформальдегидные и др.

Самое широкое применение при восстановлении элементов, узлов автомобиля нашли клеи на полиуретановой и эпоксидной основе [7]. На сегодняшний день к клеевым композициям предъявляют более завышенные требования. Высоким требованиям отвечают полиуретаны, обеспечивающие широкий спектр физических и механических свойств.

Высокими прочностными и эксплуатационными свойствами обладают клеи на полиуретановой основе, что объясняется следующими причинами:

- уретановые полимеры обладают достаточно высокой адгезией к большинству материалов (металлы, пластмассы, керамика и прочие.);
- имеют одну из лучших показателей адгезии к различным наполнителям, армирующим компонентам и подложке;
- разнообразие модификаций позволяет получить композиции с различным сочетанием заданных свойств;
- характерно уникальное сочетание высокой прочности и твердости с эластичностью;
- обладают способностью к самозалечиванию;
- отверждаются при широком интервале температур и времени;
- имеют высокий диапазон рабочих температур;
- полиуретановые клеи устойчивы к действию влаги, а так же растворителей;
- обладают химической стойкостью к бензину, маслам и специальным жидкостям;
- имеют высокую износостойкость.

В работе [1] уделяется внимание тому, что изоцианаты применяют и в качестве адгезионного грунта, а также добавок в другие клеи, для повышения адгезионной прочности к пластмассам.

Структуру и свойства клеевого композита на полиуретановой основе можно варьировать, в достаточно широком диапазоне, методом подбора исходных составляющих.

У полиуретанов можно регулировать характер связей между молекулами, количество поперечных и продольных связей, гибкость

полимерных молекул. Преимуществом полиуретановых клеевых композитов является то, что они обладают достаточно хорошими адгезионными свойствами к пластмассам различного рода и высокой реакционной способностью.

Проанализировав клеи для авторемонта можно сделать вывод, что высоким требованиям отвечают полиуретаны, обеспечивающие широкий спектр физических и механических свойств.

Список литературы:

1. Нугаев А.С. Виды герметиков и особенности их использования в ремонте автомобилей / А.С. Нугаев, В.О. Петренко, А.В. Лахно // Транспорт. Экономика. Социальная сфера. (Актуальные проблемы и их решения) сборник статей Международной научно-практической конференции г. Пенза: ПГСХА, 2014. С. 96-99.

2. Петренко В.О. Анализ и классификация клеевых композиций применяемых для ремонта автомобилей / В.О. Петренко, Д.И. Баканов, А.В. Лахно // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием: ПГУ; Межотраслевой научно-информационный центр, 2016. С. 206-208.

3. Петренко В.О. Результаты экспериментальных исследований адгезионных свойств клеевых составов при сдвиге для авторемонта / В.О. Петренко // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Н.С. Захаров, 2016. С. 242-246.

4. Петренко В.О. Моделирование оптимальной концентрации компонентов ремонтного клеевого состава / В.О. Петренко, А.В. Лахно, Е.В. Новиков // Международный технико-экономический журнал, 2011. - №3. С. 110-112.

5. Гарькина И.А. Разработка материалов специального назначения: методологические принципы, моделирование / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, В.О. Петренко // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. - №2. С. 32-34.

6. Гарькина И.А. Проектирование и оптимизация свойств материалов как систем / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, В.О. Петренко // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый», 2013. - №10. С. 120-123.

7. Данилов А.М. Многокритериальный синтез эпоксидного композита повышенной плотности / А.М. Данилов, С.А. Болтышев, В.О. Петренко // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый», 2013. - №12. С. 118-121.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Обшивалкин Михаил Юрьевич, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»
Блохин Леонид Геннадьевич, студент гр. 23ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Увеличение концентрации механических примесей в СОЖ вызывает усиленное затупление и засаливание абразивных кругов, а уменьшение производительности абразивной обработки при увеличении концентрации механических примесей в СОЖ вызвано необходимостью снижения скорости врезной подачи. Отсутствие системы универсальных критериев существенно затрудняет оценку эффективности систем очистки, предназначенные для выполнения разнообразных операций механической обработки.*

Одной из важнейших задач современного машиностроения является выпуск высококачественной и конкурентноспособной продукции. Значительная роль при этом отводится повышению эффективности операций механической обработки заготовок, выполняемых, как правило, с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

В процессе эксплуатации СОЖ загрязняется механическими примесями, негативно влияющими на ее функциональные свойства и ухудшающими, в конечном итоге, технико-экономические показатели операций механической обработки заготовок. Очистка СОЖ от механических примесей требует значительных затрат, часто соизмеримых с затратами на механическую обработку, особенно на финишных операциях технологического процесса изготовления деталей [1].

Номенклатура выпускаемых в России и за рубежом устройств и систем очистки СОЖ достаточно широка, однако в научно-технической литературе отсутствуют четкие и аргументированные рекомендации по выбору очистителя для конкретной операции механической обработки заготовок. Не решен вопрос проектирования систем очистки СОЖ от механических примесей для обслуживания различных по видам обработки и технологическому оснащению операций и линий механической обработки, которые обеспечили бы минимум суммарных затрат на технологический процесс, выполняемый с применением СОЖ.

Стремление к повышению эффективности технологических линий механической обработки выдвигает задачу разработки методики оценки эффективности систем очистки СОЖ от механических примесей,

обслуживающих технологические линии, состоящие из различных операций.

Смазочно-охлаждающая жидкость является неотъемлемым элементом технологического обеспечения операций обработки заготовок резанием, оказывая непосредственное и часто существенное влияние на производительность и качество обработанных деталей путем реализации комплекса функциональных свойств – смазочного, охлаждающего, диспергирующего, моющего и демпфирующего. В процессе эксплуатации функциональные свойства СОЖ ухудшаются под действием большого числа возмущающих факторов. Основными факторами, влияющими на эффективность применения СОЖ определенного состава, являются: механические примеси, посторонние масла и бактерии, содержащиеся в СОЖ; тепловые, разнообразные физико-механические и химические воздействия на СОЖ, находящуюся в системе ее применения. Также установлено, что изменение функциональных свойств СОЖ в процессе ее эксплуатации приводит к ухудшению технико-экономических показателей операций механической обработки [3].

Известно, что наиболее сильное негативное влияние на функциональные свойства СОЖ оказывают механические примеси, попадающие в нее в процессе обработки. Это приводит к ухудшению качества обработанных деталей (или заготовок), ускорению износа режущего инструмента (уменьшению периода его стойкости), увеличению энергозатрат (сил и мощности резания), что в конечном счете вызывает увеличение затрат на выполнение операций механической обработки.

Установлено, что присутствие в СОЖ механических примесей интенсифицирует износ абразивного круга, что в свою очередь приводит к снижению точности геометрической формы деталей в продольном и поперечном сечениях и увеличению шероховатости обработанной поверхности. При обследовании действующего производства 4 ГПЗ и 23 ГПЗ выявлено, что увеличение концентрации механических примесей в СОЖ вызывает усиленное затупление и засаливание абразивных кругов, что в свою очередь ведет к увеличению выпуска бракованной продукции Б по критерию прижообразования и соответствующему снижению выпуска годной продукции В (рисунок 1). Уменьшение производительности абразивной обработки при увеличении концентрации механических примесей в СОЖ вызвано необходимостью снижения скорости врезной подачи $V_{\text{впр}}$, чтобы избежать образования прижогов и увеличения шероховатости (рисунок 2) [2].

Очистка СОЖ от механических примесей приводит к существенному повышению эффективности операций обработки заготовок резанием как абразивными, так и лезвийными инструментами. Это обстоятельство часто недооценивают, полагая, что тщательная очистка СОЖ необходима только на операциях абразивной обработки, являющихся, как правило,

заключительными в технологическом процессе механической обработки заготовок и формирующих выходные характеристики качества деталей.

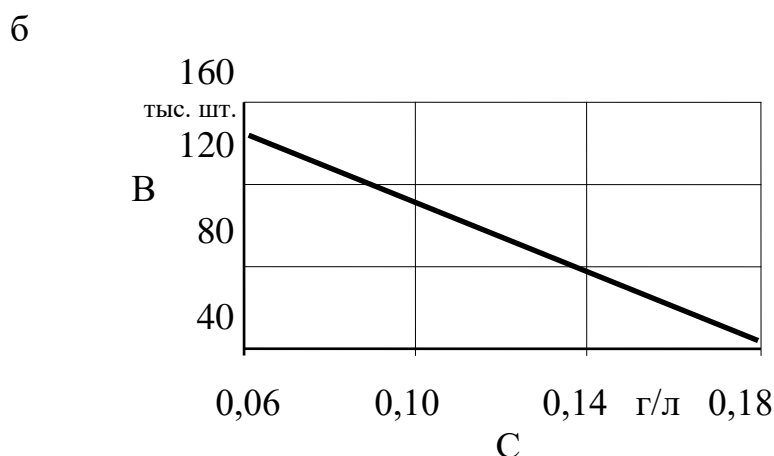
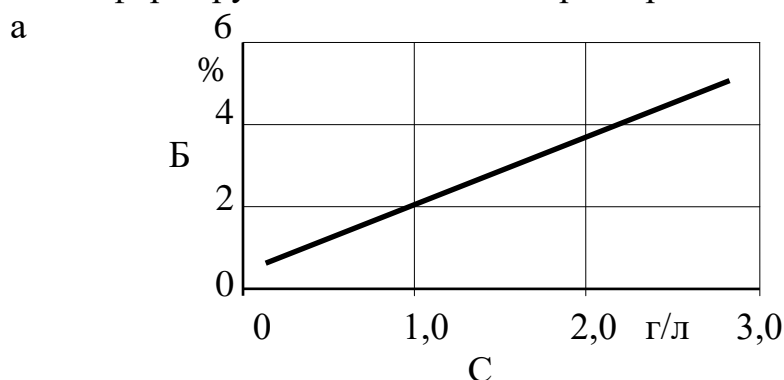


Рисунок 1 - Влияние концентрации C механических примесей, содержащихся в СОЖ, на выпуск бракованной продукции B на всех операциях шлифования колец подшипников на 4 ГПЗ (а) и на суточный выпуск колец подшипников B на операциях круглого внутреннего шлифования на 23 ГПЗ (б)

Очистка СОЖ от механических примесей приводит к существенному повышению эффективности операций обработки заготовок резанием как абразивными, так и лезвийными инструментами. Это обстоятельство часто недооценивают, полагая, что тщательная очистка СОЖ необходима только на операциях абразивной обработки, являющихся, как правило, заключительными в технологическом процессе механической обработки заготовок и формирующих выходные характеристики качества деталей [4].

При проведении исследований на Ульяновском автомобильном заводе было установлено, что с уменьшением концентрации механических примесей, попадающих вместе с СОЖ в зону точения, снижается износ резцов и соответственно увеличивается период их стойкости. Это в свою очередь ведет к снижению времени, затрачиваемого на наладку оборудования, и увеличению сменной наработки деталей.

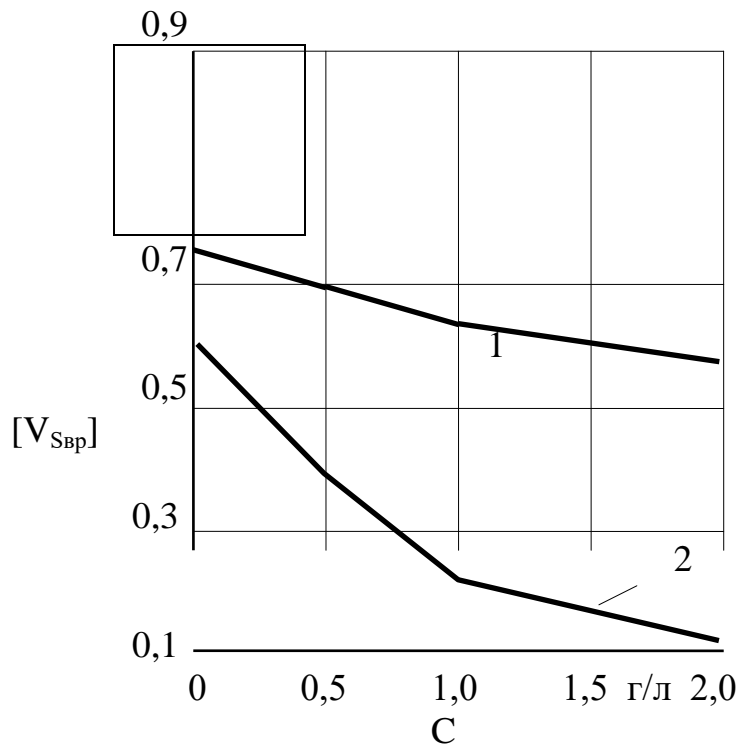


Рисунок 2 - Зависимость допустимой скорости врезной подачи $[V_{свр}]$ от концентрации C механических примесей в СОЖ при круглом наружном шлифовании заготовок из стали ШХ15, HRC₃ 62...64 кругом 24A25HC17K5: 1 – по критерию $R_a = 0,5$ мкм; 2 – по критерию прижообразования

Существенное влияние на эффективность обработки резанием оказывает не только изменение концентрации, но и размера частиц механических примесей, содержащихся в СОЖ. При тонкости очистки СОЖ от механических примесей до (100...120) мкм период стойкости лезвийного инструмента увеличивается в 1,2–2 раза, а при тонкости очистки до (2,5...10) мкм – в 2–5 раз. Исследовано влияние среднего

размера частиц механических примесей на силы и мощность шлифования и расход абразивных кругов. Выявлено, что с увеличением

удельная сила и удельная мощность шлифования, а также и расход абразивных кругов изменяются по экспоненциальной зависимости.

Гранулометрический состав механических примесей характеризуют еще одним параметром – средним квадратическим отклонением σ (или дисперсией σ^2) размеров частиц. Установлено, что σ существенно влияет

на шероховатость и точность геометрической формы обработанной поверхности.

Для устранения или заметного снижения негативного влияния механических примесей СОЖ необходимо очищать, обеспечивая тем самым требуемое качество и производительность обработки. Проблема заключается в том, что эффективность различных по видам обработки и технологическому оснащению операций механической обработки, выполняемых с применением СОЖ, оценивают различными, иногда весьма специфическими критериями. Отсутствие системы универсальных критериев существенно затрудняет оценку эффективности систем очистки, предназначенные для выполнения разнообразных операций механической обработки. Следовательно, необходимо разработать систему универсальных критериев технологической эффективности для различных операций механической обработки деталей автомобилей.

Список литературы:

1. Каримов, Ш.А. Исследование и выбор состава смазочно-охлаждающей жидкости для обработки деталей дисковыми инструментами с твердосплавным поверхностным слоем / Ш.А. Каримов, Э.А. Умаров // Вестник гражданских инженеров. – 2016. - № 5 (58). - С. 133-136.
2. Родионов, Ю.В. Повышение эффективности очистки смазочно-охлаждающих жидкостей при механической обработке деталей: моногр./ Ю.В. Родионов, М.Ю. Обшивалкин. – Пенза: ПГУАС, 2015. - 168 с.
3. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием [Текст]: справочник / под ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
4. Соловьев, А.В. Смазочно-охлаждающие жидкости в металлообработке / А. В. Соловьев, Д.В. Репин // Интернаука. - 2020. - № 12-1 (141). - С. 87-94.

ОСНОВЫ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рейн Сергей Владимирович, аспирант
Молчан Олег Анатольевич, аспирант
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Обосновывается актуальность применения акустической диагностики для предупреждения возникновения отказов различных групп сложности и снижения затрат на обслуживание и ремонт автомобилей. Рассмотрена структура системы акустической диагностики и принципы работы её элементов. Показана перспектива использования встроенной диагностики узлов и агрегатов автомобилей.*

В акустическом сигнале механизма есть признаки, позволяющие разложить его на составляющие, каждая из которых посылается только одной кинематической парой (КП). Это, во-первых, период следования ударов в различных КП. Во-вторых, сигналы кинематических пар отличаются временем возникновения ударного импульса – кинематические пары передают свои сигналы по очереди. И, наконец, удары деталей в разных КП отличаются друг от друга длительностью. Кроме того, составляющие сигнала содержат параметры, значения которых однозначно связаны с состоянием отправившей их пары. В зависимости от состояния КП (величина зазоров и погрешностей зацепления) меняется сила соударения деталей, а значит, и интенсивность колебаний, возбужденных ударами. Изменение состояния некоторых КП приводит к изменению времени удара – соударения деталей начинают происходить раньше или позже положенного момента. Это позволяет, измерив параметры сигнала, оценить состояние КП. Теперь остается только реализовать имеющиеся возможности в конкретной аппаратуре. С точки зрения диагностики механизмы подразделяются на синхронизированные и несинхронизированные. К первому типу относятся двигатели внутреннего сгорания, поршневые плунжерные насосы и другие механизмы, в которых детали работают в строгой последовательности, то есть синхронно. Так, опускание всасывающего клапана в двигателе предшествует впрыску топлива в цилиндр, а подъем выпускного клапана начинается после впрыска.

Представителями второго вида механизмов являются трансмиссии. В этих механизмах работы одних деталей, а значит, и удары в КП не имеют четкой взаимной связи между собой по времени. Так, удары в подшипнике качения могут и предшествовать соударениям зубьев в

зубчатой паре, а могут и запаздывать – никакой зависимости между очередностью ударов в различных КП здесь нет. Методы диагностики и аппаратура для этих двух типов механизмов несколько отличаются друг от друга, хотя, конечно, между ними есть много общего [2].

При диагностике синхронизированных механизмов в качестве основного признака, позволяющего отличать сигналы одних КП от других, выступает время появления сигнала. Порядок следования импульсов определяется заранее при разработке методов диагностики на основании анализа кинематической схемы механизма.

Важнейшими показателями состояния КП синхронизированного механизма является величина запаздывания или опережения удара относительно заданного момента, т.е. синхронности в работе.

Важнейшим признаком для выделения сигналов КП несинхронизированного механизма служит период следования ударов, а изменение состояния проявляет себя изменением силы удара, а значит, интенсивности колебаний.

Любая система акустической диагностики состоит из пяти основных элементов: а) двух датчиков (датчик колебаний и датчик опорного сигнала); б) блока разделения сигнала на составляющие; в) блока измерения параметров сигнала; г) блока управления; д) блока индикации, который позволяет считывать результат диагноза со светового табло или получать его напечатанным на специальном бланке. Наиболее сложным устройством системы является блок разделения сигнала, в котором сигнал, принятый датчиком от механизма, подвергается многократной фильтрации для очищения от искажающих его помех.

Исходным сигналом о состоянии кинематических пар механизма служит последовательность очень коротких импульсов – соударения деталей в КП механизма. В синхронизированных механизмах импульсы одних пар отличаются от импульсов других пар порядком следования и положения на оси времени. Состояние пар характеризуется амплитудой импульсов и их смещением от запроектированного положения. В несинхронизированных механизмах сигналы различных пар отличаются периодом следования, а сведения о состоянии деталей они несут в амплитуде.

Таким образом, структура исходного сигнала очень проста. Если бы могли иметь дело непосредственно с соударениями деталей, то поставить диагноз механизму было бы очень легко, и здесь не было бы никаких проблем. Дело усложняется тем, что сами удары деталей, происходящие внутри механизма, нам недоступны. Мы можем с помощью датчиков воспринимать только колебания механизма, возбужденные этими ударами. Эти колебания сильно запутывают картину событий, происходящих в механизме во время его работы. Датчик, установленный на механизме,

воспринимает сигнал очень сложной формы, расшифровка которого связана с большими трудностями.

Примерно 50% элементов диагностической аппаратуры занято только тем, чтобы освободить сигнал от высокочастотных колебаний и вернуть ему форму, по возможности близкую исходному сигналу – последовательности простых коротких импульсов. Из этих соображений выбирается датчик для регистрации колебаний. Для этой цели служит фильтр, который убирает из сигнала низкочастотные колебания, имеющие малую модуляцию. С целью придания акустическому сигналу формы импульсов сигнал пропускается через детектор.

Существенный элемент диагностической системы – датчик колебаний. От его выбора зависит точность и надежность диагноза. При распространении по механизму упругой волны в каждой его точке происходят изменения состояния материала. Во-первых, частицы механизма смещаются на определенную величину из положения равновесия, во-вторых, они приобретают определенную скорость движения и, в-третьих, перемещаются с определенным ускорением. Существуют датчики, которые способны регистрировать каждый из трех указанных параметров колебательного движения. Их называют датчиком перемещения, датчиком скорости и датчиком ускорения.

Выбор датчика для регистрации акустического сигнала – первое мероприятие по очищению сигнала от помех. Дело в том, что колебания механизма во время его работы вызываются многими причинами. Кроме ударов, механизм заставляют колебаться и другие причины, например, неуравновешенность деталей. Если на одном из валов механизма имеется несбалансированная масса, то силы инерции раскачивают механизм как единое целое в такт с движением неуравновешенной массы. Датчик, установленный на корпусе механизма, будет одновременно воспринимать и колебания, возбуждаемые ударами деталей, и его колебания из-за неуравновешенности движущихся масс. Последний вид колебаний следует считать помехой, поскольку в них не содержится информация о состоянии кинематических пар.

Строго говоря, понятия «полезный сигнал» и «помеха» относительны. Большая неуравновешенность деталей часто сама является существенным дефектом, и поэтому её определение может служить целью диагностики. Неуравновешенность механизма оценивают с помощью специальных приборов – виброметров, для которых помехой служат колебания, возбуждаемые в механизме соударением деталей.

Для восприятия колебаний механизма, возбуждаемых ударами деталей, и практически не воспринимать при этом движение механизма из-за неуравновешенности его частей необходимо регистрировать колебания механизма датчиком ускорений. И, наоборот, при регистрации колебаний

датчиком смещений мы не будем воспринимать результат соударения деталей, а только неуравновешенность механизма.

Сказанное вполне объясняет, почему в акустической диагностике сигнал с механизма всегда снимается датчиком ускорения. Особенно удобны датчики, построенные на использовании пьезоэффекта. Ряд кристаллов (кварц, турмалин, сегнетовая соль) обладают тем свойством, что если вырезанную из них пластину сжать или, наоборот, растянуть, то на её поверхности появляется электрический заряд: на одной стороне положительный, на другой – отрицательный. Это явление называют пьезоэффектом («пьеzo» в переводе с греческого означает «давление»). Разность потенциалов, возникающую между сторонами пьезопластины, можно усилить до нужной величины и использовать в качестве акустического сигнала.

Пьезодатчик требует использования двух усилителей: предусилителя и основного усилителя. Предусилитель устанавливают вблизи датчика так, чтобы соединяющий их кабель имел как можно меньшую длину. Это связано с тем, что пьезодатчик работает в электрической схеме как конденсатор. Поэтому для расширения частотного диапазона необходимо, чтобы входное сопротивление усилителя имело как можно большую величину. Оно обычно измеряется миллионами. Если пьезодатчик будет соединен с усилителем длинным кабелем, то при большом входном сопротивлении усилителя кабель начнет шунтировать его вход для высокочастотных составляющих сигнала. Длинный кабель обладает большой ёмкостью и как всякий конденсатор является хорошим проводником для высокочастотных колебаний.

С появлением современных технологий давно известный метод оценки состояния двигателей внутреннего сгорания по звуку может стать самым передовым, поскольку исключается человеческий фактор, для обработки сигнала применяется вычислительная техника анализ звукового спектра в которой осуществляется с помощью искусственных нейронных сетей. Применение искусственных нейронных сетей для анализа звукового спектра нашло применение в распознавание речи и для диагностики заболеваний дыхательной системы. В настоящее время разработаны механизмы, которые способны генерировать звуковые сигналы во время работы двигателя внутреннего сгорания, некоторые из них фазированы т.е. привязаны к рабочим тактам, некоторые не фазированы. Предложенный способ диагностики позволяет выделить «полезные» звуки из общего числа шумов двигателя, после сравнительного анализа указать на узел звук которого отличается от эталонного, исправного. Процесс диагностики становится автоматизированным, все звуки, снятые датчиками, обрабатывается в ЭВМ или специальном сканере, на дисплей выводится информация о состоянии тех или иных узлов, в отличие от традиционных методов где диагностика осуществляется визуально или на слух. Таким

образом повышается точность диагностики и снижается общая трудоемкость за счет исключения частичной или полной разборки двигателя [1].

Повысить надежность автомобилей можно путем применения бортовых систем контроля и предупреждения возникновения отказов различных групп сложности. Так же можно снизить затраты на обслуживание и ремонт, которые являются одним из важнейших эксплуатационных показателей любой технической системы. Их минимизация в тех случаях, когда система является ремонтпригодной, практически невозможна без эффективного контроля состояния системы. В современных средствах контроля и диагностики, по крайней мере в современных двигателях, основным видом мониторинга являются сенсоры и датчики, активно вытесняя многие другие внешние методы. Причины не только в том, что встроенная диагностика эффективнее и имеется тенденция к быстрому снижению затрат на ее реализацию, но и в том, что начать диагностику можно в любое время, в том числе и во время эксплуатации транспорта [3].

В заключении следует сказать несколько слов о монтаже датчика на механизм. Металлические тела - хорошие проводники звука, поэтому удары деталей можно воспринимать в любой точке механизма. Выбор места съема сигнала обычно обуславливается его доступностью и удобством монтажа датчика. Но когда место съема сигнала выбрано, датчик следует устанавливать с большой точностью. Ошибка в монтаже датчика приводит к ошибке в диагнозе.

Список литературы:

1. Логунов, А.В., Береснев, А.Л. Вибромониторинг двигателя внутреннего сгорания // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2021. - № 6 (223). -С. 160-170.
2. Лянденбургский, В.В., Родионов, Ю.В., Долганов И.Е. Макетный образец встроенной системы диагностирования автомобилей // Автотранспортное предприятие. – 2016. – №2. - -С. 43-46.
- 3 Метальникова, О.К., Мялькин, В.А. Исследование методов диагностики специальной техники // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. - 2023. № 5-6 (179-180). - С. 118-124.

УДК 621.436

АНАЛИЗ ЦИКЛОВ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ПРИ БЕСТОРМОЗНОЙ ОБКАТКЕ ДИЗЕЛЕЙ

Родионов Юрий Владимирович, д.т.н., профессор
Костин Вячеслав Александрович, студент гр. 22ЭТМК1м

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Рассматриваются преимущества и недостатки различных способов нагружения при бестормозной обкатке дизелей. Анализируются циклы динамического нагружения с максимальной подачей топлива и с постоянной мощностью при разгоне.

Способ обкатки двигателей внутреннего сгорания на неустановившихся бестормозных режимах с динамическим нагружением отличается от традиционной тормозной обкатки заключается тем, что горячая обкатка под нагрузкой осуществляется с использованием динамического метода нагружения сопряжений и деталей двигателей инерционными силами, возникающими при работе на бестормозных неустановившихся скоростных режимах. Данный метод реализуется при обкатке двигателей под нагрузкой на циклических режимах увеличения и уменьшения частоты вращения коленчатого вала в определенном интервале с постепенным ростом углового ускорения. Это достигается управлением топливоподачей по определенной закономерности, обеспечивающей её включение на такте разгона, фиксирование для каждой ступени обкатки и отключение при выбеге. По мере приработки ДВС увеличивают скорость перемещения органа управления подачей топлива и количество циклов изменения частоты вращения в единицу времени, что приводит к увеличению нагрузки на детали и сопряжения.

Нагрузочный динамический момент (НДМ) в рассматриваемом способе нагружения возникает на такте разгона в выбранном интервале угловой скорости коленчатого вала (УСКВ). Характер его протекания и величина зависят от значений эффективного крутящего момента дизеля, который в каждой точке разгона будет равен разности индикаторного момента и момента механических потерь. Момент механических потерь ДВС зависит от степени приработки сопряжений, УСКВ, температуры охлаждающей жидкости и смазочного масла и других факторов.

Величина и характер изменения индикаторного момента зависят, главным образом, от цикловой подачи топлива и протекания процессов наполнения и очистки цилиндров. На режимах единичных разгонов дизелей в эксплуатации и в стендовых условиях с тормозной нагрузкой

имеют место некоторые отличия процессов наполнения, очистки и топливоподачи от соответствующих сходственных установившихся режимов, которые в наибольшей степени проявляются у дизелей с газотурбинным наддувом.

При обкатке ДВС одной из задач является обеспечение требуемых для приработки нагрузочно-скоростных режимов, соответствующих характерным эксплуатационным режимам, позволяющим лучше подготовить ДВС к эксплуатации. В связи с этим отклонения показателей рабочего процесса и параметров систем и механизмов дизелей, возникающие при обкатке с динамическим нагружением, аналогичные имеющим место на эксплуатационных режимах, являются необходимыми для выполнения поставленной задачи. Для моделирования характерных нагрузочно-скоростных эксплуатационных режимов необходимо использование специальных автоматизированных обкаточно-тормозных стендов, использование которых осложнено рядом недостатков, в связи с чем рассмотрим возможность их реализации в рамках различных бестормозных ЦДН и определим наиболее подходящие режимы для целей обкатки. Так как основное нагружение в ЦДН происходит на такте разгона, протекание которого определяется индикаторным и эффективным моментами, зависящими, главным образом от топливоподачи, проанализируем два варианта реализации тактов разгона.

Цикл динамического нагружения с максимальной подачей топлива предусматривает осуществление такта разгона с протеканием крутящего момента по корректорной ветви регуляторной характеристики дизеля (рисунок 1). Он может осуществляться путем резкого перемещения рычага регулятора частоты вращения (РЧВ) из положения, соответствующего минимальным оборотам холостого хода, в положение максимальной частоты вращения (до упора). При этом рейка ТНВД в процессе разгона последовательно занимает положения, соответствующие максимальной подаче топлива при данной УСКВ.

Увеличение УСКВ происходит с ускорением, пропорциональным развиваемому крутящему моменту, который достигает максимального значения при определенной для данного дизеля УСКВ. В этой точке достигает максимума и цикловая подача топлива, обеспечиваемая работой корректора. В дальнейшем возрастающая сила грузиков РЧВ начнет сжимать пружину корректора и уменьшать подачу топлива и крутящий момент. При достижении номинальной УСКВ действие корректора прекратится и подача топлива и крутящий момент будут соответствовать номинальным значениям.

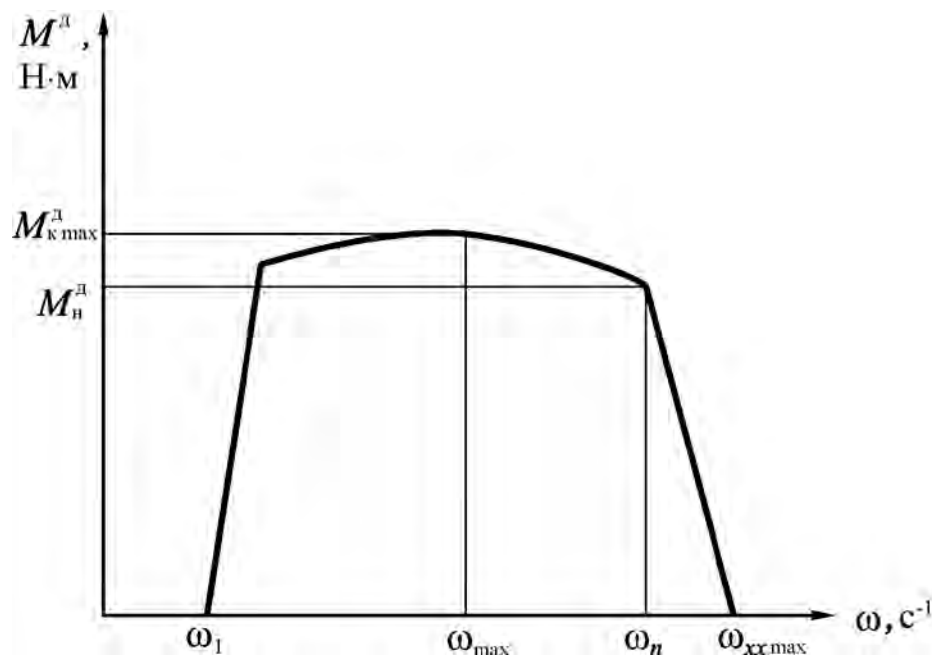


Рисунок 1 - Цикл динамического нагружения с максимальной подачей топлива при разгоне

При дальнейшем росте УСКВ рейка ТНВД отойдет от упора ограничителя номинальной подачи топлива и начнет перемещаться в сторону уменьшения цикловой подачи по регуляторной ветви характеристики до значений, соответствующих цикловой подаче при максимальной частоте вращения холостого хода.

Прохождение кривой крутящего момента (циклового ускорения) при реализации данного способа разгона через характерные точки регуляторной характеристики дизеля создает предпосылки для определения основных технико-экономических показателей ДВС динамическим методом.

Анализ кривой крутящего момента показывает, что она практически идентична статической регуляторной характеристике дизеля. Крутящий момент на корректорной ветви в процессе разгона изменяется и имеет максимум в соответствующей точке. Эффективная динамическая мощность дизеля в данных условиях будет переменной с максимумом при номинальной УСКВ [1].

Достоинством данного закона изменения крутящего момента при разгоне является его информативность, а также простота управления процессом, заключающаяся в воздействии с постоянной амплитудой и скоростью на рычаг РЧВ, что обусловило его широкое применение для диагностирования.

Для приработки ДВС данный способ может быть использован только на последней ступени горячей обкатки с динамической нагрузкой, т.к. максимальные нагрузки на первых ступенях обкатки, несмотря на цикличность действия НДМ, могут привести к образованию задиров.

Цикл динамического нагружения с постоянной мощностью при разгоне предполагает осуществление тактов разгона на частичных режимах с постоянной для каждой ступени эффективной динамической мощностью (N_e^A). Режим постоянной мощности достигается соответствующей коррекцией подачи топлива при разгоне, уменьшающей крутящий момент пропорционально росту УСКВ (рисунок 2).

Режим разгона с постоянной мощностью может быть реализован при проведении обкатки с динамическим нагружением в оптимальном диапазоне изменения УСКВ, при этом достигается равенство работы, совершаемой дизелем за такт разгона, работе, совершаемой за такой же промежуток времени на установившихся нагрузочно-скоростных режимах, рекомендованных для данной ступени обкатки.

Анализ данного закона изменения НДМ показывает, что в начале такта разгона имеет место увеличенная на 30 % по сравнению с рекомендованной нагрузка, действующая при пониженной частоте вращения, что обуславливает возможность уменьшения толщины масляной пленки, однако, как показывает ряд исследований [2], нагрузочно-скоростные режимы, рекомендованные ГосНИТИ на первых ступенях обкатки обеспечивают избыточную толщину масляной пленки, снижающей эффективность приработки, поэтому указанная перегрузка в начале разгона не столь опасна и, кроме этого, она может способствовать увеличению пластической деформации поверхностей и наклепу, повышающему их износостойкость и уменьшающему начальный износ. Цикличность ЦДН и пониженное среднее значение ДМ по сравнению с тормозной обкаткой способствует эффективному охлаждению поверхностей трения и выносу из зон трения продуктов износа, а использование специальных присадок еще более исключают возможность образования задиров, однако использование данного метода требует проведения расчетно-теоретического анализа работы сопряжений и экспериментальных исследований.

Преимуществом данного способа, помимо максимальной нагрузочной способности, является и наименьшее время такта разгона, что сокращает продолжительность обкатки.

К недостаткам следует отнести сложность управления топливоподачей, из-за необходимости двухступенчатого воздействия на рейку ТНВД, заключающегося в быстром перемещении рейки в начале разгона из выключенного положения в положение, соответствующее максимальному для данной ступени значению крутящего момента, а затем постепенное перемещение рейки в сторону уменьшения цикловой подачи по определенной закономерности, что усложняет конструкцию исполнительного механизма. Переменность крутящего момента и углового ускорения разгона затрудняют контроль нагрузочного режима обкатки.

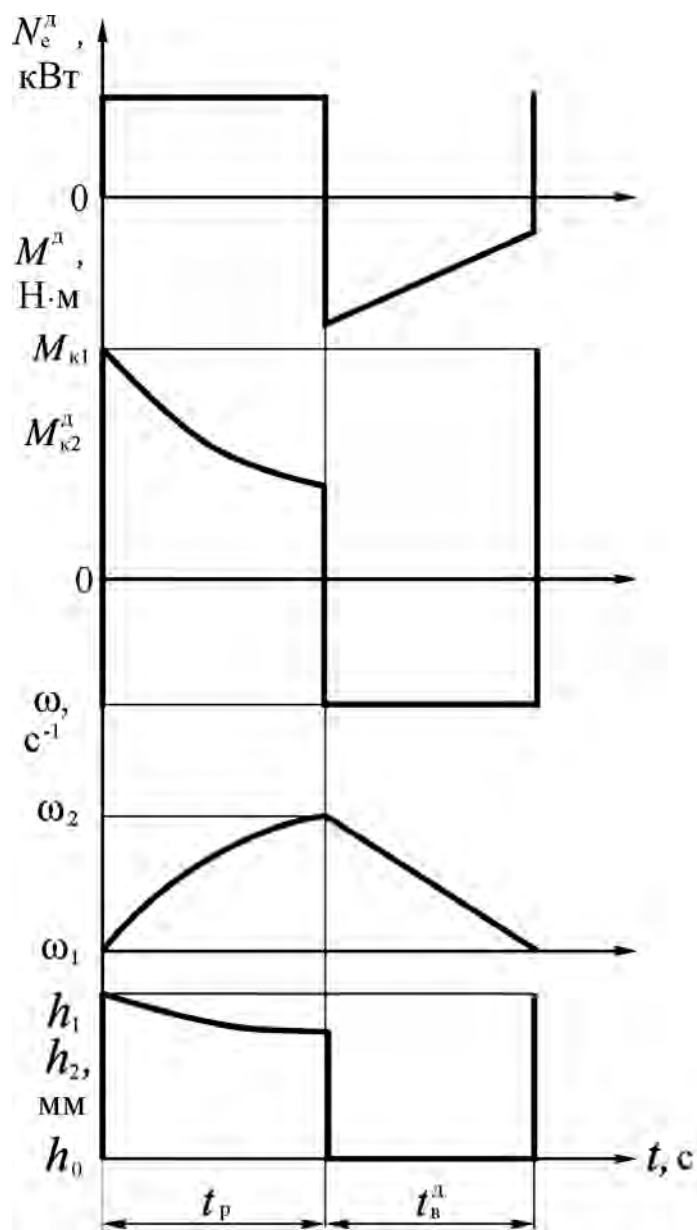


Рисунок 2 - Цикл динамического нагружения с постоянной мощностью при разгоне

Список литературы:

1. Родионов, Ю.В., Дулатов, Р.Л. Варианты циклов динамического нагружения дизелей при обкатке / Мир транспорта и технологических машин.- 2014, №4(47). – С.10-17.
2. Тимохин, С.В. Современные технологии обкатки автотракторных двигателей: монограф./ С.В. Тимохин, Ю.В. Родионов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 284 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Соловьев Фёдор Сергеевич, аспирант
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

Аннотация. Обосновывается целесообразность возложения задачи оценки и диагностики состояния аккумуляторных батарей непосредственно на создаваемую систему контроля и диагностики. Рассматриваются перспективы применения герметичных и полугерметичных аккумуляторов, дальнейшего развития конструкций традиционных свинцовых аккумуляторов и необходимость совершенствования тяговых аккумуляторов для электромобилей.

Важнейшим аспектом в эксплуатации транспортных и технологических машин является контроль параметров аккумуляторной батареи (АКБ), а также диагностирование и прогнозирование ее состояния. Эксплуатация АКБ, питающих современные электро-энергетические комплексы, предполагает широкое использование систем автоматизации технологического процесса их эксплуатации. В свою очередь обеспечение работоспособности энергетических систем транспортных средств требует внедрения для АКБ системы контроля и диагностики (СКД АКБ) включаемых в элементную базу современных электро-энергетических комплексов.

Первые работы по автоматизации контроля параметров АКБ выполнялись специалистами ФГУП «НПО «Аврора». Мониторинг состояния АКБ осуществлялся частично по четырем аккумуляторам из группы АКБ и не позволял объективно оценить состояние всей аккумуляторной батареи. При этом автоматизированным был только контроль напряжения аккумуляторов и температуры электролита, а остальные параметры, такие как плотность электролита, его уровень и т.д., необходимо было контролировать вручную. В ходе выполнения этих работ функция контроля параметров возлагалась на комплексную систему управления техническими средствами, что существенно ограничивало процесс автоматизированного мониторинга АКБ, как по быстродействию, так и по объемам обрабатываемой статистической информации о состоянии АКБ. Создать насыщенную по функциональности систему, удовлетворяющую широкому ряду технологических требований, представлялось весьма проблематичным, так как для этого требовались высокоинтегрированная элементная база и новые программно-инструментальные средства проектирования [1].

На современном этапе постановка задачи автоматизации контроля параметров и диагностики стала возможна с развитием методов интеграции, и в связи с этим признано целесообразным возложить задачи оценки и диагностики состояния АКБ непосредственно на создаваемую систему контроля и диагностики АКБ. Таким образом, снижение трудоемкости и влияния человеческого фактора на эксплуатационные параметры являющихся неотъемлемым элементом систем современных автомобильных электро-энергетических комплексов, представляется важной задачей, которая решается созданием автоматизированной СКД АКБ [2].

В новых аккумуляторах с целью снижения газовыделения используют решетки из сплавов с малым содержанием сурьмы (не более 3 %) или из свинцово-кальциевых сплавов с разными добавками. Такие решетки не только снижают коррозию свинца; при их использовании напряжение начала газовыделения остается довольно высоким (выше 2,5 В), так что тщательной регулировкой зарядного напряжения можно избежать газовыделения в конце заряда. Выпускаемые в настоящее время рядом фирм стартерные батареи не требуют доливки дистиллированной воды при эксплуатации в течение 1-2 лет (пробег автомашины до 50 тыс. км). Эти аккумуляторы не полностью герметичны - из-за остаточного газовыделения в них используются клапанные устройства. Некоторое снижение газовыделения в окружающее пространство достигается при использовании специальных пробок с каталитическими насадками.

В последние годы разрабатываются и другие варианты батарей, эксплуатация которых упрощена. Интерес представляет система централизованной доливки дистиллированной воды во все аккумуляторы тяговой батареи. Заливочные отверстия аккумуляторов соединены системой трубопроводов, через которые поступает дистиллированная вода для доливки; в каждом аккумуляторе имеется устройство, прекращающее поступление дистиллированной воды после достижения нужного уровня. Кроме того, система трубопроводов может быть использована для централизованного отвода газов при работе или при заряде. Имеются попытки создания полностью герметичных свинцовых аккумуляторов, в которых используют рекомбинацию газов по кислородному циклу. Ограничителем емкости при заряде таких аккумуляторов является положительный электрод, а выделяющийся кислород взаимодействует с металлическим свинцом на отрицательном электроде. Для ускорения подвода кислорода к отрицательному электроду необходимо ограничение объема свободного электролита, что вызывает снижение емкости. Иногда для ускорения реакции используют вспомогательный кислородный электрод (например, с платиновым катализатором), соединенный со свинцовым электродом. По мере восстановления кислорода на вспомогательном электроде свинец окисляется до сульфата свинца. Важно,

чтобы катализатор из вспомогательного электрода не попал в электролит или на отрицательный электрод, так как при этом сразу резко увеличивается скорость коррозии свинца.

В герметичных и полугерметичных аккумуляторах все чаще применяется загущенный электролит, обеспечивающий возможность работы в любом положении. В качестве загустителя используются силикагель, алюмогель, сульфат кальция и другие вещества. Смоченные серной кислотой, эти вещества образуют тиксотропный гель. Как правило, ресурс аккумуляторов с загущенным электролитом пока не превышает 100 циклов.

Другая проблема усовершенствования свинцовых аккумуляторов связана с увеличением ресурса и срока службы. В основном эти вопросы сводятся к уменьшению осыпания активной массы положительного электрода и к уменьшению коррозии его решетки. Для этой цели исследуется влияние различных добавок в электрод и в электролит. Неплохие результаты получены для некоторых вариантов аккумуляторов при введении в электролит небольших количеств фосфорной кислоты (5-7 %). Такая добавка снижает сульфатацию активной массы, уменьшает осыпание и снижает коррозию решетки. Эффект особенно заметен при использовании свинцово-кальциевых решеток, для которых осыпание повышено. При наличии фосфорной кислоты наблюдается незначительное снижение емкости и напряжения. Механизм действия фосфорной кислоты пока не выяснен окончательно.

Основным вопросом дальнейшего развития свинцовых аккумуляторов является увеличение удельной энергии, что особенно важно для тяговых аккумуляторов, предназначенных для электромобилей. Рост удельной энергии может быть достигнут как за счет конструктивных улучшений, так и путем увеличения коэффициента использования активных масс электродов.

Обычная конструкция свинцовых аккумуляторов обеспечивает их высокую надежность, но в то же время приводит к утяжелению.

Теоретически необходимая для реакции доля массы реагентов и электролита составляет 15-24 %. Например, для работы в интервале концентраций от 36 до 16 % требуется избыток раствора 6,4 кг/(кВт·ч), что обеспечивает избыток электролита (в частности, растворителя – дистиллированной воды) необходим для работы в заданном интервале концентрации. Избыток активных масс необходим из-за низкого коэффициента их использования. Увеличение коэффициента использования может быть достигнуто за счет оптимизации структуры пористых электродов и за счет использования различных добавок. Большое значение для повышения удельных показателей, а также ресурса АКБ имеет разработка новых, тонких (0,2-0,3 мм) сепараторных материалов с большой общей пористостью и малым размером пор.

Основной вклад в массу конструктивных элементов АКБ вносят токоотводы электродов, изготовленные из свинцовых сплавов.

В последнее время изучается возможность использования других, более легких материалов. Для решетки отрицательных пластин предполагается использовать алюминий, медь, титан и другие металлы, покрытые тонким слоем свинца, для положительных пластин - освинцованный титан, композицию свинца с пластмассой и т. д. С целью снижения массы баков эбонит заменяют прочными, термостойкими пластмассами, например полипропиленом. Эти материалы допускают изготовление легких тонкостенных баков (методом литья под давлением). Крышка легко приклеивается к баку, так что нет необходимости в ее заливке мастикой, как это проводилось в эбонитовых баках. Значительное снижение массы достигается также за счет облегчения выводов. В новых вариантах батарей моноблочной конструкции межэлементные соединения помещаются не над крышкой, а проходят ниже крышки, непосредственно через стенку, разделяющую соседние ячейки.

Необходимо иметь в виду, что отдельные мероприятия по повышению удельной энергии (утонышение решеток, увеличение коэффициента использования активных масс и др.) существенно снижают ресурс аккумулятора. В принципе уже сегодня могли бы быть изготовлены тяговые аккумуляторы с удельной энергией около 45 Вт·ч/кг, но их ресурс был бы очень низким. Поэтому основной целью исследовательских и технологических работ является повышение удельной энергии без снижения ресурса и срока службы. В настоящее время начинают выпускаться тяговые аккумуляторы для электромобилей с удельной энергией 30-35 Вт·ч/кг и ресурсом 700-800 циклов. Представляется, что в скором будущем будут разработаны аккумуляторы с удельной энергией 40-45 Вт·ч/кг и ресурсом более 1000 циклов.

Список литературы:

1. Родионов, Ю.В. Современные средства контроля параметров систем автомобилей: моногр./ Ю.В. Родионов, С.В. Тимохин. – Пенза: ПГУАС, 2020. – 176 с.

2. Севрюгина, Н.С., Прохорова, Е.В., Дикевич, А.В. Моделирование нештатных ситуаций при оценке надежности спецтехники // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков. - Выпуск №57. – 2012. - С. 90-96.

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КРИТИЧЕСКОГО УРОВНЯ ВОДЫ В
ТОПЛИВНОМ ФИЛЬТРЕ ДИЗЕЛЯ**

Тимохин Сергей Викторович, д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»
Зиновьев Кирилл Дмитриевич, студент гр. 22ЭТМК1м
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Представлена конструкция кондуктометрического датчика уровня и электрическая схема системы контроля критического уровня воды в топливном фильтре, позволяющая увеличить фактический ресурс элементов топливной аппаратуры при повышенной обводненности используемого топлива, а также уменьшить трудоемкость ТО фильтра грубой очистки топлива за счет увеличения периодичности его обслуживания при малой обводненности топлива.*

Системы питания многих отечественных автотракторных дизелей, особенно старых марок, находящихся в эксплуатации, например КамАЗ 5320, не имеют датчиков критического (предельно допустимого) уровня воды в топливных фильтрах, что в случае его превышения в период между плановыми ТО, приводит к работе дизеля на обводненном топливе с вышеуказанными вытекающими последствиями.

В связи с вышеизложенным разработка и введение в систему питания таких дизелей встроенных сигнализаторов критического (предельно-допустимого) уровня воды в топливном фильтре является актуальной задачей и позволит усовершенствовать технологию ее технического обслуживания. Проведенный анализ датчиков уровня воды в топливных фильтрах показал, что наиболее надежными являются кондуктометрические [1].

Принцип действия кондуктометрического датчика предельно - допустимого уровня воды в топливном фильтре дизеля заключается в различном электрическом сопротивлении дизельного топлива, у которого оно очень большое и воды, собирающейся в нижней части фильтра грубой очистки топлива, у которой оно значительно меньше. В качестве чувствительного элемента датчика уровня воды в работе исследован и использован элемент от распространенного в России топливного фильтра-водоотделителя Cummins 5297619 автомобилей семейства «Газель». Конструкция датчика простая и в целом надежная, однако, как показывает приведенный в сети Интернет анализ [2,3], система контроля уровня воды, входящая в систему бортовой диагностики с выходом на диагностическую лампу «Check engine» или на отдельную лампу, достаточно часто выходит

из строя по другим причинам, что приводит к отказу от ее использования путем подключения имитаторов-обманок. Основной причиной ошибочных срабатываний системы является попадание воды, например, дождевой или с дороги на соединительный разъем датчика, его загрязнение проводящими материалами. Возможно повреждение изоляции кабеля датчика. Эти причины устранимы.

Помимо этого, встречаются случаи подтекания топлива через неплотности узла крепления датчика и трещины стакана крышки, что требует ремонта или замены стакана или всего фильтра в сборе.

Непосредственное использование данного фильтра в составе автомобиля КамАЗ-5320 невозможно, по причине его малой производительности, рассчитанной на четырехцилиндровый дизель, а использовать его датчик для модернизации штатного фильтра грубой очистки вполне допустимо и целесообразно.

Чувствительный элемент данного датчика содержит два электрода из нержавеющей стали, которые залиты в диэлектрическом цилиндрическом корпусе из высокопрочного маслостойкого полимерного материала вместе с шунтирующим резистором и частью соединительного двухпроводного кабеля с штыревым разъемом. Чувствительный элемент (датчик) штатно устанавливается в специальное отверстие в доньшке нижней части фильтра, с герметизацией специальным уплотнительным кольцом и фиксацией круглой, лепестковой защелкой. Выход датчика уровня автомобиля Газель подключен к контактам электронного блока управления двигателем (ЭБУ).

При достижении предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре ЭБУ выдает электрический сигнал, и сигнальная лампочка Check Engine на щитке приборов загорается. Это не совсем удобно, так как сразу непонятно по какой причине загорелась лампочка, требуется расшифровки ошибки встроенным или внешним дополнительным тестером.

В разрабатываемой системе предусмотрена отдельная лампа на панели приборов с соответствующей биркой.

Для обеспечения возможности использования данного чувствительного элемента в составе системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре грубой очистки топлива (ФГОТ) автомобиля КамАЗ – 5320 разработана оригинальная сливная пробка (рисунок 1) с отверстием 2 для его установки. При сборке датчика чувствительный элемент 1 вставляют в отверстие сливной пробки и заливают эпоксидным компаундом 7. Помимо этого дорабатывают штатный стакан ФГОТ 3 в плане увеличения диаметра его резьбового сливного отверстия. Датчик-пробку заворачивают в изготовленное резьбовое отверстие стакана ФГОТ и затем соединят его штыревым разъемом 6 с ответной частью кабеля, проложенного к плате с элементами электрической схемы системы на приборной панели автомобиля. Корпус

сигнального светодиода, размещенного на плате, устанавливается изнутри в отверстие в панели, после чего плата крепится термоклеем к внутренней плоскости приборной панели.

Сигнальный светодиод красного цвета свечения устанавливается в отверстие приборной панели в зоне указателя уровня топлива в баке и обозначается биркой со схематичным изображением ФГОТ и уровня его заполнения водой.

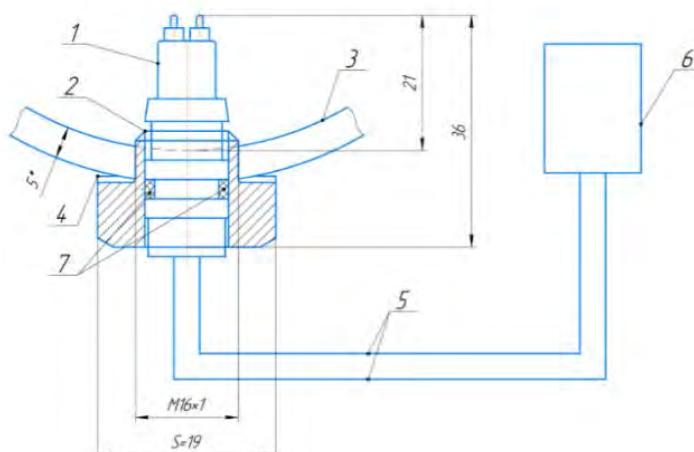


Рисунок 1 – Установка датчика уровня воды в стакан топливного фильтра грубой очистки топлива автомобиля: 1 - чувствительный элемент, 2 - отверстие, 3 – стакан фильтра, 4 – шайба, 5 – кабель, 6 – штыревой разъем, 7 – эпоксидная смола

Для эффективной работы рассмотренного датчика разработана оригинальная электрическая схема системы (рисунок 2), содержащая кондуктометрический датчик с шунтирующим резистором R_d , сигнальный светодиод HL1, с шунтирующим резистором R_2 , ограничивающий резистор R_1 и плавкий предохранитель FU1. Работа электрической схемы происходит следующим образом. При отсутствии воды между электродами датчика, его сопротивление равно сопротивлению шунтирующего резистора $R_{ш}$, которое велико и ток в цепи: - источник питания (бортовая сеть), плавкий предохранитель FU1, резисторы R_1 , R_2 , $R_{ш}$ мал, падение напряжения на светодиоде HL1, определяемое резистором R_2 и вольтамперной характеристикой примененного светодиода недостаточно для его свечения [4].

В области прямого включения, при некотором значении прямого напряжения $U_{нач}$ от анода к катоду пойдет ток, и светодиод засветится. В области свечения через светодиод протекает ток допустимого значения. Однако если питающее напряжение увеличивать, то при некотором значении $U_{пр.мах}$ ток, проходящий через светодиод будет настолько большим, что может разрушить его внутреннюю структуру, то есть вывести светодиод из строя (рисунок 3).

Рабочее значение напряжения питания и прямого тока светодиода должно выбираться из области напряжений от $U_{нач}$ до $U_{пр.мах}$. Обычно

производители светодиодов указывают значение номинальной яркости свечения диода и соответствующее данной яркости значение необходимого прямого тока. Для того чтобы через светодиод протекал номинальный рабочий ток, необходимо последовательно с ним подключить резистор, сопротивление которого предварительно рассчитывается [5].

При появлении воды между электродами датчика, его сопротивление значительно уменьшается и ток в цепи источник питания (бортовая сеть), плавкий предохранитель FU1, резисторы R1, R2, Rш увеличивается, падение напряжения на светодиоде HL1 также возрастает, и он начинает светиться, сигнализируя водителю о том, что необходимо слить воду и примеси с топливного фильтра. Для этого водитель разъединяет штыревой разъем, отводит его в сторону, подставляет по фильтр емкость для сбора отстоя, за шестигранник корпуса – пробки отворачивает датчик и сливает отстой. После слива отстоя датчик устанавливают на место в обратной последовательности.

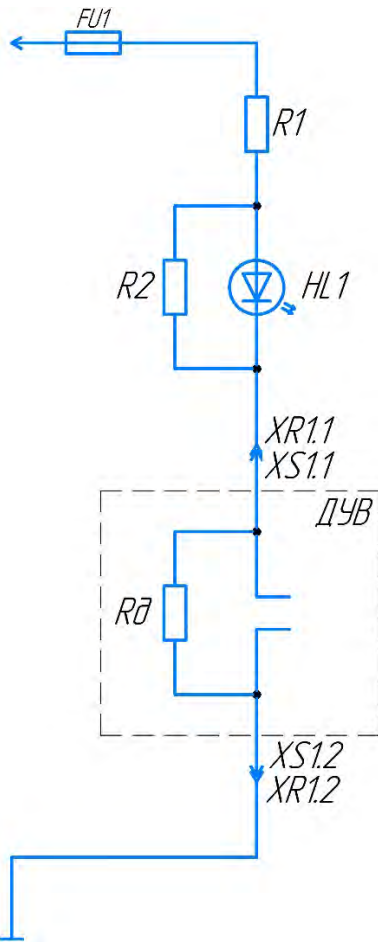


Рисунок 2 – Электрическая схема системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре

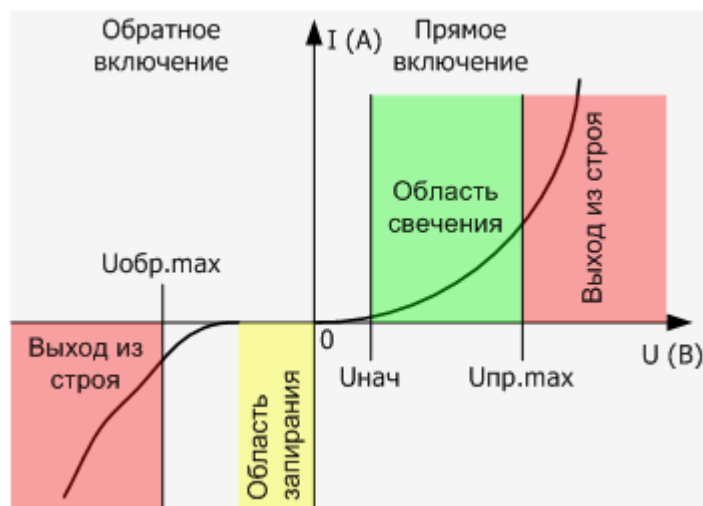


Рисунок 3 – Вольт-амперная характеристика светодиода

Внедрение разрабатываемой системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре грубой очистки топлива автомобиля типа КамАЗ - 5320 позволит осуществлять слив отстоя не только при плановых ТО, а также по необходимости, и тем самым исключить нештатные режимы работы топливной аппаратуры, что увеличит фактический ресурс её элементов при повышенной обводненности используемого топлива, а также уменьшить трудоемкость ТО ФГОТ, за счет увеличения периодичности его обслуживания при малой обводненности топлива.

Список литературы

1. Тимохин, С.В. Анализ систем контроля уровня воды в топливных фильтрах дизелей / С.В. Тимохин, А.В. Агапов // АПК России: образование, наука, производство: сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова [и др.]. - Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – 365с.

2. Датчик воды в топливе [Электронный ресурс] URL: <https://starifaeton.ru/info/datchik-vody-v-toplive/> (Дата обращения: 29.01.2022).

3. Как выбрать датчик уровня воды в дизеле [Электронный ресурс] // Avto.pro. URL: https://avto.pro/autonews/kak_vibrat_datchik_urovnya_vodi_v_dizele-20210330/ (Дата обращения: 29.01.2022).

4. Тимохин, С.В., Спицын И.А., Родионов Ю.В. Сигнализатор уровня воды в топливном фильтре дизеля // Технический сервис машин. – 2022. - №4 (149). –С.46-53.

5. Срок службы светодиодов – URL: <http://www.led-lenta.ru/srok-sluzhby-svetodiodov.htm> (дата обращения: 20.01.2022).

**РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗАТЯЖКИ
РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С УЧЕТОМ ДИСПЕРСИИ ЧАСТОТЫ МАЛОЙ
ВЕЛИЧИНЫ**

Титов Валерий Федорович, аспирант
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация.** Показано, что в случае резьбового соединения, находящегося под воздействием вибрационных нагрузок, наиболее актуальным параметром, характеризующим интенсивность падения усилия затяжки, является время ослабления затяжки резьбового соединения, которое определено при условии, что частота вибрации подчиняется нормальному закону распределения.*

В большинстве современных автомобилей более 60 % всех разъёмных соединений образуется с помощью резьбы. Действующий ГОСТ 1759-87 на резьбовые детали регламентирует для болтов, винтов и шпилек конструкцию, материал, технологию изготовления и статическую прочность резьбовых соединений (РС). Данный стандарт используется для разработки критериев работоспособности и расчета РС при статических нагрузках, и не учитывает влияние технологии изготовления резьбовых деталей и условий эксплуатации на изменение свойств материала резьбовых деталей. При переменных циклических нагрузках, в условиях вибрационного нагружения, основным видом отказов, который ведет к увеличению амплитуды переменной внешней нагрузки и преждевременному разрушению болта, является ослабление затяжки [1].

Опыт эксплуатации машин показал, что продолжительность работы РС в значительной мере определяется сохранением напряжения предварительной затяжки в процессе эксплуатации, т.е. стабильностью затяжки [2].

Имеются экспериментальные данные, показывающие неодинаковую способность РС, изготовленных по различным технологическим процессам, противостоять вибрационным воздействиям, что объяснялось, прежде всего, различной высотой микронеровностей поверхностного слоя, формируемого в процессе изготовления. Влияние же физических параметров, связанных с искажением кристаллической решетки и изменением плотности дислокаций, происходящих в процессе формирования резьбы по той или иной технологии изготовления и в процессе её эксплуатации, на интенсивность падения усилия затяжки, до настоящего времени остается не изученным [3].

В случае резьбового РС, находящегося под воздействием вибрационных нагрузок, наиболее актуальным параметром, характеризующим интенсивность падения усилия затяжки, является время ослабления затяжки резьбового соединения (ВОЗРС). Предположим, что частота вибрации подчиняется нормальному закону распределения с центром в ω_0 . Тогда для инерционной силы $F(\omega_0 t)$ будем иметь

$$F(\omega_0, t) = -\frac{ma}{\sigma\sqrt{2\pi}} I_m \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega e^{-\frac{(\omega-\omega_0)^2}{2\sigma^2}} \omega^2 e^{-2\omega t}, \quad (1)$$

где m – масса гайки;
 a – амплитуда колебаний;
 σ – величина дисперсии.

Путем замены переменной $x = (\omega - \omega_0) / (\sqrt{2}\sigma)$ соотношение (1) можно привести к виду

$$F(\omega_0, t) = -\frac{ma}{\sqrt{\pi}} I_m e^{i\omega_0 t} (\omega_0^2 J_1 + 2\sqrt{2}\omega_0\sigma J_2 + 2\sigma^2 J_3), \quad (2)$$

где $J_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} dx e^{-x^2} e^{-i\sqrt{2}t\sigma x}; \quad (3)$

$$J_2 = \int_{-\infty}^{+\infty} dx x e^{-x^2} e^{-i\sqrt{2}t\sigma x}; \quad (4)$$

$$J_3 = \int_{-\infty}^{+\infty} dx x^2 e^{-x^2} e^{-i\sqrt{2}t\sigma x}. \quad (5)$$

Используя известный интеграл

$$\int_{-\infty}^{+\infty} (ix)^v e^{-\beta^2 x^2 - iqx} dx = 2^{-\frac{v}{2}} \sqrt{\pi} \beta^{-v-1} \exp\left(-\frac{q^2}{8\beta^2}\right) D_v\left(\frac{q}{\beta\sqrt{2}}\right), \quad (6)$$

определим ($\text{Re}\beta > 0$, $\text{Re}v > -1$, $\arg ix = \frac{\pi}{2} \text{sign}x$),

где $D_v(z)$ – функция параболического цилиндра.

Для J_1, J_2, J_3 получим

$$J_1 = \sqrt{\pi} e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}}, \quad (7)$$

$$J_2 = -i\sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma t e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}}, \quad (8)$$

$$J_3 = \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}} (\sigma^2 t^2 - 1). \quad (9)$$

С учетом (7)–(9) выражение (2) можно представить в виде:

$$F(\omega_0, t) = m a e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}} \{2\omega_0 \sigma^2 t \cos \omega_0 t + [\omega_0^2 + \sigma^2(\sigma^2 t^2 - 1)] \sin \omega_0 t\}. \quad (10)$$

В случае отсутствия дисперсии ($\sigma = 0$) соотношение (10) переходит в известное выражение для инерционной силы:

$$F(\omega_0, t) = m a \omega_0^2 \sin \omega_0 t.$$

Самоотвинчивание начнется в момент времени t_1 , являющийся наименьшим корнем трансцендентного уравнения:

$$F(\omega_0, t_1) = kN, \quad (11)$$

и закончится в момент $t_2 = t_2' - t_1$, где t_2' является корнем трансцендентного уравнения вида

$$F(\omega_0, t_2') = 0. \quad (12)$$

В уравнении (11) $k = f / (1 + f)$, f – коэффициент трения; N – величина затяжки.

Время ослабления затяжки резьбового соединения можно определить, используя решение дифференциального уравнения движения гайки:

$$m \frac{dV}{dt} = F(\omega_0, t) - kN, \quad (13)$$

откуда находим

$$V = \frac{1}{m} \int_{t_1}^{t_2} dt F(\omega_0, t) - \frac{kN}{m} (t_2 - t_1). \quad (14)$$

В результате получим

$$T = \frac{\pi d_c}{\frac{1}{m} \int_{t_1}^{t_2} dt F(\omega_0, t) - \frac{kN}{m} (t_2 - t_1)}, \quad (15)$$

где d_c – средний диаметр резьбы.

Уравнения (11) и (12) можно записать в явном виде, используя (10):

$$2\omega_0 \sigma^2 t_1 \cos \omega_0 t_1 + [\omega_0^2 + \sigma^2(\sigma^2 t_1^2 - 1)] \sin \omega_0 t_1 = \frac{kN}{m a} e^{-\frac{\sigma^2 t_1^2}{2}}, \quad (16)$$

$$2\omega_0 \sigma^2 t_2' \cos \omega_0 t_2' + [\omega_0^2 + \sigma^2(\sigma^2 t_2'^2 - 1)] \sin \omega_0 t_2' = 0. \quad (17)$$

При вычислении времени ослабления затяжки резьбового соединения T согласно (15) возникают интегралы следующего вида:

$$J_1 = \int_{t_1}^{t_2} dt e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}} t \cos \omega_0 t, \quad (18)$$

$$J_2 = \int_{t_1}^{t_2} dt e^{\frac{-\sigma^2 t^2}{2}} \sin \omega_0 t, \quad (19)$$

$$J_3 = \int_{t_1}^{t_2} dt e^{\frac{-\sigma^2 t^2}{2}} t^2 \sin \omega_0 t. \quad (20)$$

Для вычисления (18)-(20) воспользуемся разложением экспоненты $\exp(-\sigma^2 t^2 / 2)$ в степенной ряд

$$e^{\frac{-\sigma^2 t^2}{2}} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{t^{2n} \sigma^{2n}}{n! 2^n}, \quad (21)$$

а также известными интегралами

$$\int x^{2n} \sin x dx = (2n)! \left\{ \sum_{k=0}^n (-1)^{k+1} \frac{x^{2n-2k}}{(2n-2k)!} \cos x + \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \frac{x^{2n-2k-1}}{(2n-2k-1)!} \sin x \right\}, \quad (22)$$

$$\int x^{2n+1} \sin x dx = (2n+1)! \left\{ \sum_{k=0}^n (-1)^{k+1} \frac{x^{2n-2k+1}}{(2n-2k+1)!} \cos x + \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \frac{x^{2n-2k}}{(2n-2k)!} \sin x \right\}, \quad (23)$$

$$\int x^{2n+1} \cos x dx = (2n+1)! \left\{ \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{x^{2n-2k+1}}{(2n-2k+1)!} \sin x + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{x^{2n-2k}}{(2n-2k)!} \cos x \right\}. \quad (24)$$

В результате получим:

$$J_1 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1)}{2^n n!} \left(\frac{\sigma}{\omega_0} \right)^{2n} \sum_{k=0}^n \left\{ \frac{(-1)^k}{(2n-2k+1)!} \times \right. \\ \left. \times \left[(\omega_0 t_2)^{2n-2k+1} \sin \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2n-2k+1} \sin \omega_0 t_1 \right] + \right. \\ \left. + \frac{1}{(2n-2k)!} \left[(\omega_0 t_2)^{2n-2k} \cos \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2n-2k} \cos \omega_0 t_1 \right] \right\}, \quad (25)$$

$$J_2 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n)}{2^n n!} \left(\frac{\sigma}{\omega_0} \right)^{2n} \sum_{k=0}^n \left\{ \frac{(-1)^{k+1}}{(2n-2k)!} \times \right. \\ \left. \times \left[(\omega_0 t_2)^{2n-2k} \cos \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2n-2k} \cos \omega_0 t_1 \right] + \right. \\ \left. + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(-1)^k}{(2n-2k-1)!} \left[(\omega_0 t_2)^{2n-2k-1} \sin \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2n-2k-1} \sin \omega_0 t_1 \right] \right\}, \quad (26)$$

$$\begin{aligned}
J_3 = & \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^m (2m)}{2^{m-1} (m-1)!} \left(\frac{\sigma}{\omega_0} \right)^{2m} \sum_{k=0}^{m-1} \left\{ \frac{(-1)^{k+1}}{(2m-2k-2)!} \times \right. \\
& \times \left[(\omega_0 t_2)^{2m-2k-2} \cos \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2m-2k-2} \cos \omega_0 t_1 \right] + \\
& \left. + \sum_{k=0}^{n-2} \frac{(-1)^k}{(2m-2k-3)!} \left[(\omega_0 t_2)^{2m-2k-3} \sin \omega_0 t_2 - (\omega_0 t_1)^{2m-2k-3} \sin \omega_0 t_1 \right] \right\}.
\end{aligned} \quad (27)$$

Учитывая (26)–(27), время самоотвинчивания можно представить в виде:

$$T = \frac{\pi d_c}{a} \left[2 \frac{\sigma^2}{\omega_0} J_1 + \frac{(\omega_0 - \sigma^2)}{\omega_0} J_2 + \frac{\sigma^2}{\omega_0} J_3 - \frac{kN}{ma} (t_2 - t_1) \right]^{-1}. \quad (28)$$

Рассмотрим частные случаи. В отсутствие дисперсии ($\sigma = 0$), имеем:

$$J_1 = \omega_0 t_2 \sin \omega_0 t_2 - \omega_0 t_1 \sin \omega_0 t_1 + \cos \omega_0 t_2 - \cos \omega_0 t_1, \quad (29)$$

$$J_2 = \cos \omega_0 t_2 - \cos \omega_0 t_1, \quad (30)$$

$$J_3 = \frac{1}{(\omega_0 t_2)^2} \cos \omega_0 t_2 - \frac{1}{(\omega_0 t_1)^2} \cos \omega_0 t_1 \quad (31)$$

и для времени самоотвинчивания получаем:

$$T = \frac{\pi d_c}{a} \left[\omega_0 (\cos \omega_0 t_2 - \cos \omega_0 t_1) - \frac{kN}{ma} (t_2 - t_1) \right]^{-1}. \quad (32)$$

Следовательно, в случае РС, находящегося под воздействием вибрационных нагрузок, наиболее актуальным параметром, характеризующим интенсивность падения усилия затяжки, является время ослабления затяжки резьбового соединения, которое определено при условии, что частота вибрации подчиняется нормальному закону распределения.

Список литературы:

1. Антропов Б.С., Кубеев Е.И., Погодина Т.В. Обеспечение надежности резьбовых соединений на современной автотракторной технике //Тракторы и сельхозмашины. -2019. -№ 5. -С. 61-66.

2. Родионов, Ю.В. Обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений при ремонте автомобилей: моногр./ Ю.В. Родионов, С.В. Суменков. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 160 с.

1. Фаскиев, Х.А. Повышение долговечности соединения картера с шаровой опорой переднего моста грузового автомобиля [Текст]// В сборнике: Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: Сборник результатов научных исследований. – Киров. – 2018. – С. 532-540.

ИНДУКТИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Шаманов Роман Сергеевич, к.т.н. доцент
Богомазова Виктория Сергеевна, студент гр. 21ЭТМК1мз

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия

Аннотация. Предложена конструкция индуктивного первичного измерительного преобразователя для контроля нахождения температуры в заданных пределах на основе изменения магнитной проницаемости индуктора от температуры. Даны рекомендации по использованию материала индуктора.

При проектировании микропроцессорных систем дорожной и автомобильной автоматики возникает задача контроля нахождения температуры в заданных пределах.

Для решения этой задачи разработан индуктивный первичный измерительный преобразователь (ПИП) – для контроля нахождения температуры в заданных пределах (рис. 1).

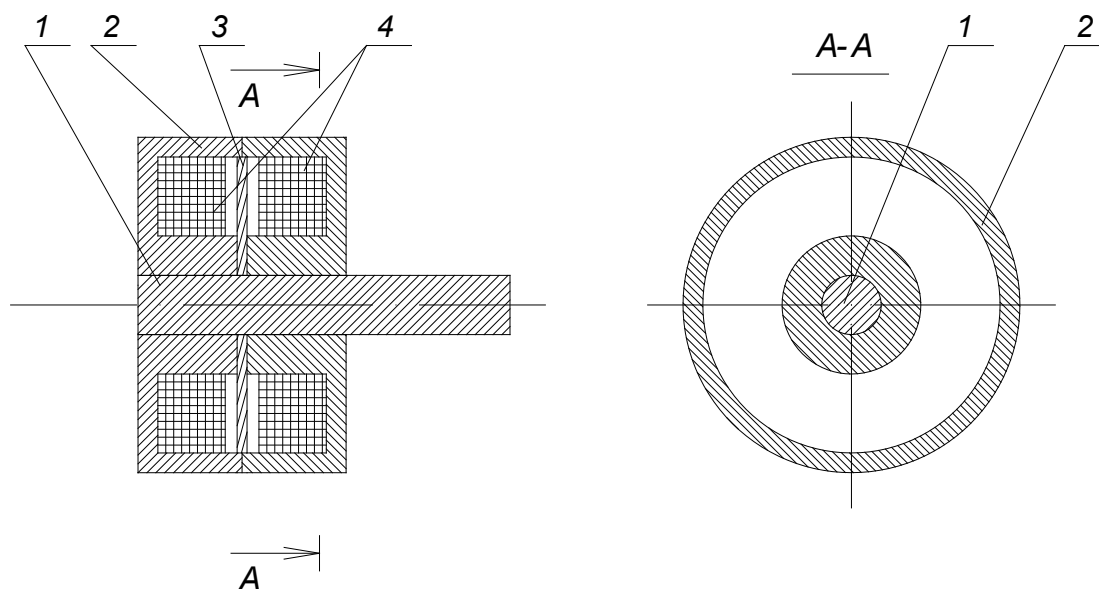


Рис. 1. Структурная схема ПИП контроля температуры

Чувствительный элемент на фиг. 1 индуктивного первичного измерительного преобразователя заданного значения температуры, содержит магнитопровод 2 с торцевым осевым отверстием, выполненный в форме двух чашкообразных магнитопроводов Ш-образного сечения. Которые установлены встречно внутренними полостями, в каждой из

которых расположена обмотка 4. Магнитопроводящий индуктор 1 установлен в отверстии соосно магнитопроводу 2. Чашкообразные магнитопроводы по внешнему контуру сопрягаются непосредственно, а по внутреннему, через кольцеобразную электропроводящую немагнитопроводящую перекрывающую магнитные потоки магнитопроводов и обмоток вставку 3, имеющую хотя бы один сквозной разрез, например радиальный. Магнитопроводящий индуктор 1 выполнен из материала с заданной точкой Кюри.

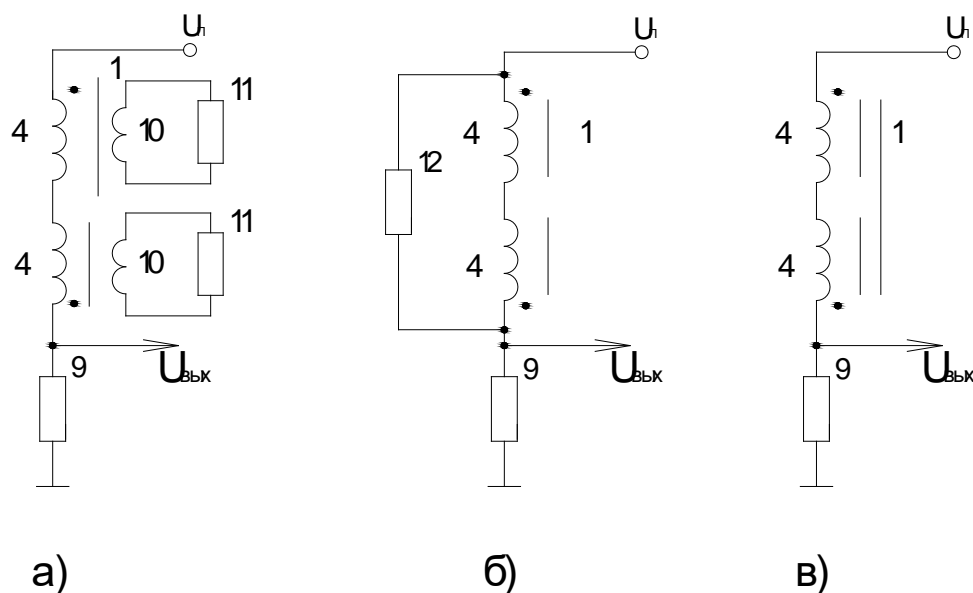


Рис. 2. Электрические схемы замещения ПИП

При подаче на обмотки 4 чувствительного элемента гармонического или импульсного сигнала, когда в зоне диамагнитной электропроводящей вставки 3 находится термомагнитный участок 6 индуктора 1, например, при температуре выше точки Кюри, магнитные потоки обмоток 4 не взаимодействуют, наводя ЭДС в диамагнитной электропроводящей вставке 3. Электрическая схема измерительной цепи представлена на рис. 2а, где 9 – образцовое сопротивление, 10 – индуктивность диамагнитной электропроводящей вставки 3; 11 – внутреннее электрическое сопротивление вставки 3 ($R \sim 0$). Таким образом, когда в зоне диамагнитной вставки 3 находится термомагнитный участок 6 индуктора 1 при температуре выше точки Кюри, обмотки 4 чувствительного элемента и диамагнитная вставка 3 работают как трансформаторы в режиме короткого замыкания. В таком режиме практически вся энергия магнитного поля обмоток 4 передаётся на электропроводящую диамагнитную вставку 3, где преобразуется в токи Фуко. При этом индуктивность обмоток 4 L_{01} стремится к нулю. Их 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 12 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 6 индуктора 1 при температуре ниже точки Кюри, основная часть магнитных потоков, направленных встречно замыкается через индуктор 1, внутренний контур чашкообразного магнитопровода 2, внешний контур чашкообразного магнитопровода 2, внешний контур второго чашкообразного магнитопровода 2, внутренний контур второго чашкообразного магнитопровода 2 и терромагнитный участок 6 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. Индуктивность чувствительного элемента становится равна

$$L_{02} = L_1 + L_2 - \mu L_1 L_2,$$

где L_1, L_2 – индуктивности соответственно первой и второй обмоток чувствительного элемента.

Сопротивление чувствительного элемента

$$Z_{02} = j\omega(L_1 + L_2 - \mu L_1 L_2) + r_1 + r_2$$

В данном случае $(L_1 + L_2)$ много больше, чем $\mu L_1 L_2$, 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 6 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 терромагнитный участок 6 индуктора 1.

Магнитопроводящий индуктор или может быть выполнен из метатитаната бария с точкой Кюри $+100$ °С, из гадолиния с точкой Кюри $+16$ °С, из сплава Гейслера (61% Cu, 26% Mn, 13% Al) с точкой Кюри $+330$ °С, или из MnP с точкой Кюри $+25$ °С.

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.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ
ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Ширшиков Андрей Станиславович, к.т.н., доцент
Катаева Юлия Андреевна, студент гр. 20ТТП1

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства»

***Аннотация:** целью данной работы является снижение числа и тяжести ДТП на отдельных участках автодорожной сети. Для достижения поставленной цели предлагается метод совершенствования ОДД по нарушениям ПДД с учетом их частоты и тяжести последствий ДТП.*

Устранение участков концентрации ДТП на автомобильных дорогах является составной частью федеральных, региональных и местных программ повышения безопасности дорожного движения, разрабатываемых на основе Федерального закона "О безопасности дорожного движения" и направленных на комплексное решение проблемы сокращения количества дорожно-транспортных происшествий. Указанные программы имеют, как правило, межведомственный характер.

Классические (традиционные) средства организации дорожного движения не всегда справляются со своей функцией. Именно поэтому для таких мест стали использовать установку нестандартных технических средств организации дорожного движения: «вафельная» разметка; система фото- и видеофиксации нарушений ПДД; делиниаторы; дорожные зеркала; светофоры с подсветкой дополнительной секции; шумовые полосы.

Наряду с реализацией Федеральных целевых программ для снижения аварийности на дорогах страны следует совершенствовать организацию дорожного движения на участках с частыми нарушениями ПДД. При этом, места с большим количеством ДТП требуют особого внимания в самую первую очередь. Важно, что нарушения ПДД не всегда приводят к ДТП, но они всегда увеличивают вероятность ДТП, выводят участников дорожного движения из состояния психологического равновесия, что также может способствовать совершению ДТП. Таким образом, для совершенствования организации дорожного движения требуется определять не только виновных в совершенных ДТП, но и техногенные причины нарушений ПДД, и приведшие, и не приведшие к ДТП.

Основной существующий подход для повышения безопасности дорожного движения заключается в выявлении очагов аварийности и проведению мероприятий по устранению причин ДТП. Организация

дорожного движения осуществляется в предположении, что ПДД будут соблюдаться всеми участниками дорожного движения на соответствующем участке. Однако, это не всегда так, и нарушения ПДД снижают результативность системы организации дорожного движения. Считаем, что при совершенствовании организации дорожного движения целесообразно дополнительно учитывать часто повторяющиеся на контролируемом участке нарушения ПДД, так как ДТП происходят на тех участках, где участники дорожного движения имеют бóльшую мотивацию (склонность) для нарушений ПДД. Очевидно, что дисциплинированность и компетентность участников дорожного движения приблизительно одинакова на всех участках дорожно-транспортной сети. Поэтому, если в каком-либо месте Правила дорожного движения нарушаются чаще, чем в других местах, значит, желательно по возможности провести мероприятия по устранению технических причин совершения этих нарушений.

Места с большим количеством ДТП требуют особого внимания в самую первую очередь, но важно понимать, что нарушения ПДД не всегда приводят к ДТП. Однако они всегда увеличивают вероятность ДТП.

Информация о нарушениях ПДД может быть получена из Постановлений ГИБДД об административных нарушениях. Целесообразно для получения полной информации о нарушениях ПДД устанавливать системы видеофиксации. Такие системы кроме своей основной функции выполняют ещё одну: дисциплинируют водителей, знающих о местах установки систем видеофиксации.

Источником информации могут быть и водители, установившие в своем автомобиле видеорегистратор. Для этого им на сайте ГИБДД предоставляется возможность заполнить специальную форму обращения и прикрепить видеозапись на которой зафиксировано нарушение ПДД.

В зонах светофорных объектов водителю сложнее управлять автомобилем с соблюдением всех правил дорожного движения. Это обусловлено тем, что светофорное управление вводится на участках с высокой интенсивностью и/или с большим количеством ДТП. Введение светофорного регулирования должно снижать вероятность ДТП, но это снижение зависит от правильности организации дорожного движения, в частности, от работы светофорного объекта.

Для сокращения числа основных нарушений ПДД на регулируемых перекрестках проводятся следующие мероприятия. При частом нарушении скоростного режима устраиваются искусственные неровности. При частом проезде на запрещающий сигнал светофора необходимо улучшить его видимость или установить дублирующие светофоры. При необходимости использования дополнительной секции установить светофоры со встроенным в эту секцию сигнал в виде красной окантовки. При частых поворотах/маневрах из несоответствующей полосы движения следует нанести горизонтальную разметку. Если часто совершается выезд на

перекресток или пересечение проезжей части дороги перед затором (в случае образовавшегося затора который вынудил водителя остановиться, создав препятствие для движения транспортных средств в поперечном направлении), то следует установить дорожный знак "Участок перекрестка" и нанести дорожную разметку 1.26 (вафельную разметку). Если водители часто не пропускают пешеходов, то можно установить дублирующий транспортный светофор и/или улучшить освещение пешеходного перехода.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. N 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения" (с изменениями и дополнениями). Справочная правовая система «Консультант плюс».
2. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 №1090 «О Правилах дорожного движения». Справочная правовая система «Консультант плюс».
3. ОДМ 218.6.019-2016 Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ.
4. Бадагуев, Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б.Т. Бадагуев. — М.: Альфа-Пресс, 2018. — 240 с.
5. Блинкин, М.Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М.Я. Блинкин. — М.: ИД ВШЭ, 2018. — 240 с.
6. Дауткина А. К. Управление транспортными потоками на улично-дорожной сети города / А. К. Дауткина, А. С. Шелепова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 20 (206). — С. 144-147. — URL: <https://moluch.ru/archive/206/50363/>.
7. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебно-методическое пособие к курсовым работам по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»/ Э.Р. Домке, И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 68 с.
8. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для вузов / Ю. А. Кременец. – Москва: Транспорт, 2007. – 255 с.
9. Кулакова Н. С. Сравнительные характеристики автоматизированных систем управления дорожным движением / Н. С. Кулакова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 15 (357). — С. 16-18. — URL: <https://moluch.ru/archive/357/79932/>.
10. Мартынова Е. С., Гусев С. А. К вопросу об управлении транспортными потоками на улично-дорожной сети города // Техническое регулирование в транспортном строительстве. — Саратов: Электронный научный журнал, 2018. — С. 1.

11. Немирович Я. Е., Анисимов И. А. Обоснование применения технических средств организации дорожного движения на пешеходных переходах // Организация и безопасность дорожного движения: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. — С. 118–123.

12. Пугачёв И. Н., Павленко А. А. Программное обеспечение систем управления движением автомобильного транспорта // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Докл. 6-й Международной конференции. — СПб.: Санкт-Петербург. гос. архит.-строит. ун-т, 2004. — С. 237–241.

13. Статистические данные об аварийности [Электронный ресурс] // URL: <http://stat.gibdd.ru/>.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ ЭАТ ЗАХАРОВА Ю.А.	3
Долгова Л.А., Мошков М.А. ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ МОТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ДВС	4
Долгова Л.А., Мошков М.А. БОРТОВАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ЛОКАТОРА	8
Жесткова С.А., Лукьянчук Д.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВОЗКИ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТОМ КОМПАНИИ АО «ВАСИЛЬЕВСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА»	14
Захаров Ю.А., Барышников А.Е. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ТИТМО	20
Захаров Ю.А., Горельникова Е.А. НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	27
Захаров Ю.А., Федосейкин А.В., Захаров А.Ю. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СОПРЯЖЕНИЙ ДВС	31
Зиновьев К.Д. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	36
Иванов И.А., Карташов А.А., Симакина Г.Н. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	40
Карташов А.А., Щеглов П.Ю. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КАБИНЫ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ	44
Костин В.А. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ	48
Кочнов В.Е., Лахно А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТЕ В РОССИИ	52
Магеррамов Р.З.О., Лахно А.В. АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ И ПОИСК РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ ТРУБОК	59
Москвин Р.Н., Карташов А.А., Юров М.И. РОЛЬ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	63
Нугаева В.О., Копиев И.Р. ЗНАЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО КЛЕЕВОГО КОМПОЗИТА В АВТОРЕМОНТЕ	67
Обшивалкин М.Ю., Блохин Л.Г. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ	70
Рейн С.В., Молчан О.А.	75

ОСНОВЫ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЕЙ	
Родионов Ю.В., Костин В.А.	
АНАЛИЗ ЦИКЛОВ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ПРИ БЕЗТОРМОЗНОЙ ОБКАТКЕ ДИЗЕЛЕЙ	80
Соловьев Ф.С.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ	85
Тимохин С.В., Зиновьев К.Д.	
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КРИТИЧЕСКОГО УРОВНЯ ВОДЫ В ТОПЛИВНОМ ФИЛЬТРЕ ДИЗЕЛЯ	89
Титов В.Ф.	
РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С УЧЕТОМ ДИСПЕРСИИ ЧАСТОТЫ МАЛОЙ ВЕЛИЧИНЫ	94
Шаманов Р.С., Богомазова В.С.	
ИНДУКТИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	99
Ширшиков А.С., Катаева Ю.А.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	103

Научное издание

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

**Сборник докладов VII-ой Всероссийской (Национальной)
научно-практической конференции
25-26 октября 2023 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 26.10.23. Формат 60×84/16
Электронное издание

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