

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Диагностические нормативы и технология работ в
автомобильном сервисе»

для студентов направления подготовки

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Техническая эксплуатация автомобилей»)

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Диагностические нормативы и технология работ в автомобильном сервисе» в себя одиннадцать работ. В них рассмотрены вопросы, связанные с изучением содержания технологических процессов общего и углубленного диагностирования агрегатов и систем автомобилей. Даны рекомендации по разработке операционных технологических карт диагностирования агрегатов и систем автомобилей. В методических указаниях также приведены методики определения нормативных значений некоторых видов диагностических параметров, используемых для общей диагностики автомобилей. Темы практических занятий соответствуют содержанию рабочей программы по данной дисциплине.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Изучение методики определения нормативных значений диагностических параметров и технологического процесса диагностирования технического состояния тормозов автомобилей на стенде СК1-K481	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Изучение методики определения нормативных значений диагностических параметров и технологического процесса общего диагностирования автомобилей по параметрам тяговой динамичности на стенде СК1-K481	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Изучение методики определения нормативных значений диагностических параметров и технологического процесса общего диагностирования автомобилей по параметрам топливной экономичности	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Изучение технологического процесса диагностирования установки управляемых колес автомобилей по геометрическим параметрам на стенде модели СКО-1	48
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Изучение технологического процесса общего диагностирования рулевого управления автомобилей (на примере приборов моделей К-524, К-526 и ИСЛ-401)	58
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Изучение технологического процесса общего диагностирования автомобильного двигателя на обкаточно-тормозном стенде	70
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. Изучение технологического процесса диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильного двигателя ..	79
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. Изучение технологического процесса диагностирования двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2	89
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. Изучение технологических процессов диагностирования технического состояния приборов системы электропитания автомобиля	99

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. Изучение технологического процесса диагностирования системы зажигания при помощи мотор-тестера М 3-2 ..	117
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11. Изучение технологического процесса диагностирования технического состояния и регулировки приборов системы питания дизельного двигателя	137
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	144
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное). Характеристические показатели стенда модели СК1-К481	145
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное). Классификация автотранспортных средств (по ГОСТ Р 51709-2001)	146
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное). Техника безопасности при работе на комбинированном стенде модели СК1 – К481	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное). Форма и пример заполнения операционной технологической карты диагностирования технического состояния автомобилей и их элементов	149

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗОВ
АВТОМОБИЛЕЙ НА СТЕНДЕ СК1-K481 СТЕНДА

1.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является следующее:

- 1) изучение методики определения нормативных величин диагностических параметров для оценки технического состояния тормозов автомобилей на силовом барабанном тормозном стенде;
- 2) изучение технологического процесса общего диагностирования технического состояния тормозов автомобилей на стенде СК1-K481;
- 3) усвоение алгоритма разработки технологического процесса общего диагностирования технического состояния тормозов автомобилей.

1.2 Теоретическое обоснование

В технологическом процессе общего диагностирования технического состояния автомобилей значительный объем составляют работы по оценке эффективности работы тормозов. Основными диагностическими параметрами, позволяющими в общем оценить техническое состояние тормозов автомобиля, являются максимальное замедление j_T , м/с², которое обеспечивает тормозная система автомобиля, тормозной путь S_T , м, время срабатывания тормозного привода $t_{пр}$, с, и коэффициент неравномерности тормозных сил колес одной оси K_H .

Величина замедления определяется тормозной силой, создаваемой тормозной системой автомобиля, а также его массой:

$$j_T = \frac{\Sigma P_T}{M_A}, \quad (1.1)$$

где ΣP_T – суммарная тормозная сила, создаваемая тормозными механизмами всех колес, Н;

M_A – масса автомобиля, Кг.

Суммарная тормозная сила равна:

$$\Sigma P_T = P_{лп} + P_{пл} + P_{зп} + P_{зл}, \quad (1.2)$$

где $P_{лп}$, $P_{пл}$, $P_{зп}$, $P_{зл}$ – тормозные силы, которые обеспечивают тормозные механизмы соответственно переднего левого, переднего правого, заднего левого и заднего правого колес (для автомобилей, имеющих колесную формулу 4×2 и 4×4).

В свою очередь максимальная тормозная сила, которую можно получить на i -ом колесе автомобиля P_{Ti} , Н, определяется нагрузкой на данное колесо и характеристикой сцепления колеса с опорной поверхностью. При торможении автомобиля на дороге величина этой силы определяется следующей зависимостью:

$$P_{Ti} = G_i \cdot \phi_d, \quad (1.3)$$

где G_i – часть веса автомобиля, приходящаяся на i -ое колесо, Н;

ϕ_d – коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием.

Если торможение производится на силовом барабанном диагностическом стенде, то максимальная тормозная сила, которую можно реализовать на нем, будет определяться нагрузкой на колесо и конструктивными параметрами стенда и колеса автомобиля. К числу конструктивных факторов, влияющих на максимальную тормозную силу, реализуемую на силовом тормозном стенде, относятся следующие параметры:

– коэффициент сцепления протектора колеса автомобиля с барабанами стенда ϕ_c ; величина коэффициента определяется видом и состоянием

поверхности барабанов; для стенда СК1-K481, имеющего барабан с продольными канавками, можно принять $\phi_c = 0,64...0,66$;

- радиус беговых барабанов стенда r_B , м;
- расстояние между осями беговых барабанов L_0 , м
- радиус качения колеса автомобиля r_K , м.

Расчетная схема, позволяющая установить максимальное значение тормозной силы на i -ом колесе, реализуемое на стенде диагностики тормозных качеств силового типа, представлена на рисунке 1.1.

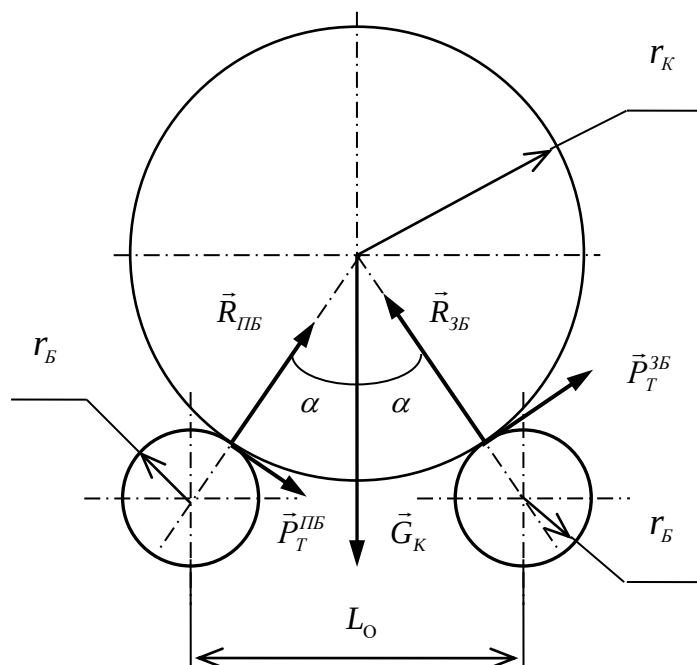


Рисунок 1.1 – Расчетная схема торможения колеса автомобиля на барабанах тормозного стенда

При установившемся режиме торможения автомобиля на стенде будет иметь место равновесие сил, действующих на колесо, то есть, справедлива следующая система уравнений:

$$\begin{cases} \sum X_i = P_T^{3B} \cdot \cos(\alpha) - R_{3B} \cdot \sin(\alpha) + P_T^{PB} \cdot \cos(\alpha) + R_{PB} \cdot \sin(\alpha) = 0 \\ \sum Y_i = P_T^{3B} \cdot \sin(\alpha) + R_{3B} \cdot \cos(\alpha) - P_T^{PB} \cdot \sin(\alpha) + R_{PB} \cdot \cos(\alpha) - G_K = 0 \end{cases}, \quad (1.4)$$

где $P_T^{ПБ}$, $P_T^{ЗБ}$ – силы трения (тормозные силы), возникающие между колесом и передним и задним барабанами стенда, Н;

$R_{ПБ}$, $R_{ЗБ}$ – реакции со стороны переднего и заднего барабанов на колесо автомобиля, Н;

G_K – вес, приходящийся на колесо, Н;

α – углы между вертикальной осью стенда и осями, соединяющими центр колеса с центрами барабанов (для случая, когда барабаны расположены на одном уровне).

Величины тормозных сил $P_T^{ПБ}$ и $P_T^{ЗБ}$ пропорциональны соответствующим реакциям $R_{ПБ}$ и $R_{ЗБ}$:

$$\begin{cases} P_T^{ПБ} = R_{ПБ} \cdot \phi_C \\ P_T^{ЗБ} = R_{ЗБ} \cdot \phi_C \end{cases} \quad (1.5)$$

Из системы уравнений 1.4 с учетом зависимостей 1.5 можно получить следующие выражения для определения тормозных сил:

$$\begin{aligned} P_T^{ПБ} &= G_K \cdot \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{\sin(\alpha) - \phi_C \cdot \cos(\alpha)}{\sin(2 \cdot \alpha)}, \\ P_T^{ЗБ} &= G_K \cdot \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{\sin(\alpha) + \phi_C \cdot \cos(\alpha)}{\sin(2 \cdot \alpha)}. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Так как барабаны стенда СК1-К481 соединены между собой цепной передачей с передаточным отношением, равным единице, то суммарная максимальная тормозная сила $P_T^{\max}$, Н, реализуемая на стенде, будет равна:

$$P_T^{\max} = P_T^{ПБ} + P_T^{ЗБ} = G_K \cdot \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{2 \cdot \sin(\alpha)}{\sin(2 \cdot \alpha)} = G_K \cdot \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)}. \quad (1.7)$$

Учитывая, что $\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \sqrt{1 - \frac{L_0^2}{4 \cdot (r_K + r_B)^2}}$, выражение 1.7

можно окончательно представить в следующем виде:

$$P_T^{\max} = G_{\hat{E}} \cdot \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{L_0^2}{4 \cdot (r_{\hat{E}} + r_A)^2}}} = C_{CT} \cdot G_{\hat{E}}, \quad (1.8)$$

где C_{CT} – коэффициент стенда, величина которого определяется выражением

$$C_{CT} = \frac{\phi_C}{1 + \phi_C^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{L_0^2}{4 \cdot (r_{\hat{E}} + r_A)^2}}}.$$

Величина коэффициента C_{CT} в большей мере определяется параметрами ϕ_C , L_0 и r_B диагностического стенда. Для стенда модели СК1-К481, предназначенного для диагностики грузовых автомобилей и автобусов с нагрузкой на ось до 60 кН, величины указанных параметров равны (см. приложение А, таблица А1): $L_0 = 0,67$ м; $r_B = 0,16$ м; $\phi_C \approx 0,65...0,73$. Для транспортных средств, с указанной допустимой нагрузкой на ось, радиус качения колес, как правило, находится в пределах $r_K = 0,445...0,525$ м. При этом величина коэффициента стенда будет находиться в пределах $C_{CT} = 0,52...0,58$.

Таким образом, максимальную тормозную силу для каждого колеса, реализуемую на стенде модели СК1-К481, с достаточно высокой степенью достоверности можно рассчитать по формуле:

$$P_T^{\max} = C_{CT} \cdot G_{\hat{E}} = (0,52...0,58) \cdot G_{\hat{E}}. \quad (1.9)$$

При этом большее значение коэффициента следует принимать для шин, имеющих меньший диаметр (например, для шин 220-508, 240-508Р и др.).

Следует отметить, что, в соответствие с требованиями, предъявляемыми к тормозным системам (ГОСТ Р 51709-2001 [2]) при проведении Государственного технического осмотра, для автотранспортных средств категорий N1, N2 и N3 (все грузовые автомобили – см. приложение Б, таблица Б1), величина суммарной удельной тормозной силы $\Sigma \gamma_T$ должна быть не менее 0,46, то есть должно выполняться условие:

$$\Sigma \gamma_T = \frac{\Sigma P_T}{g \cdot M_A} \cong \frac{\Sigma D_0}{10 \cdot \dot{I}_A} \geq 0,46, \quad (1.10)$$

где ΣP_T – сумма тормозных сил всех колес автомобиля, измеренных на стенде, Н;

M_A – масса автомобиля в снаряженном состоянии с учетом массы водителя и одного пассажира, кг.

Для автотранспортных средств категорий М2 и М3 (предназначенных для перевозки пассажиров, имеющих более 8 мест для сидения, кроме водителя), величина этого показателя также должна быть не менее 0,46; для автотранспортных средств категорий М1 – не менее 0,53.

Вторым важным показателем, позволяющим оценить техническое состояние тормозов автомобиля, является время срабатывания тормозной системы t_{CP} . Время срабатывания тормозной системы зависит от типа привода и от технического состояния входящих в него элементов. Представление об изменении скорости и замедления автомобильного колеса при торможении дает диаграмма, показанная на рисунке 1.2.

Время остановки автомобильного колеса при торможении на дороге t_{OC} , с, складывается из следующих составляющих:

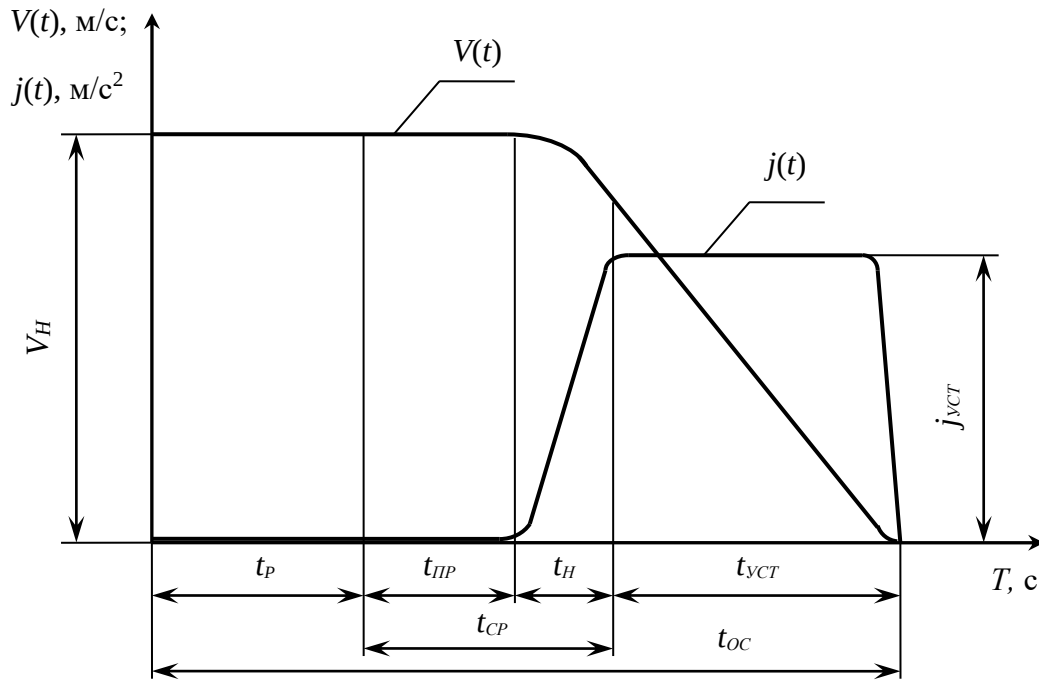
- времени реакции водителя t_p , с, – промежутка времени от момента принятия решения о торможении до момента начала воздействия на орган управления рабочей тормозной системой;

- времени запаздывания срабатывания привода $t_{пп}$, с, – промежутка времени от момента приведения в действие органа управления рабочей тормозной системой до момента начала увеличения тормозных сил в тормозных механизмах (момента прикосновения тормозных накладок к рабочим поверхностям тормозных дисков или барабанов);

- времени нарастания замедления t_H , с, – промежутка времени от

момента начала увеличения замедления (от нуля) до момента, когда замедление достигает максимального установившегося значения;

– времени торможения колеса с установившимся замедлением до полной остановки $t_{уст}$, с.



$V(t)$ – окружная (линейная) скорость колеса автомобиля, м/с; $j(t)$ – окружное (линейное) замедление колеса автомобиля, м/с²; V_H – начальная скорость торможения, м/с; $j_{уст}$ – максимальное установившееся замедление, м/с².

Рисунок 1.2 – Изменение скорости и замедления колеса автомобиля в процессе торможения

Время реакции t_p – величина, зависящая от профессиональной подготовки и состояния водителя, поэтому оно не может быть использовано для диагностики состояния тормозов. Время торможения с установившимся замедлением $t_{уст}$ так же зависит от случайного фактора – начальной скорости V_H торможения. Зависимость указанных временных параметров от прочих факторов, не зависящих от технического состояния автомобиля, не позволяет их использовать для диагностики тормозных систем. Для этой цели

используются показатели времени запаздывания срабатывания привода $t_{\text{пр}}$ и времени нарастания замедления $t_{\text{н}}$.

Время запаздывания срабатывания привода затрачивается на перемещение элементов тормозного привода на величину зазоров между ними в нерабочем положении, увеличение давления жидкости или воздуха в системе, перемещение тормозных колодок до соприкосновения их с тормозными дисками или барабанами. Время запаздывания срабатывания привода для технически исправных тормозных механизмов равно: для дисковых тормозных механизмов с гидравлическим приводом – 0,05...0,07 с; для барабанных тормозных механизмов с гидравлическим приводом – 0,15...0,20 с; для тормозных механизмов с пневматическим приводом – 0,20...0,40 с.

С момента соприкосновения тормозных накладок с тормозными дисками или барабанами начинают возрастать силы трения в тормозных механизмах, в результате этого начинает возрастать замедление вращения колес от нуля до определенной установившейся величины. Время, затрачиваемое на этот процесс, называется временем нарастания замедления $t_{\text{н}}$. При наличии неисправностей в тормозной системе (например, наличии воздуха в гидравлическом приводе или низком давлении сжатого воздуха в пневматическом приводе, попадании жидкости на фрикционные элементы и пр.) время нарастания замедления существенно возрастает. Время нарастания замедления для исправных тормозных систем находится в следующих пределах: для легковых автомобилей – 0,05...0,20 с; для грузовых автомобилей с гидравлическим приводом тормозов – 0,05...0,40 с; для грузовых автомобилей с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью свыше 45 кН – 0,15...1,50 с; для автобусов с пневматическим приводом тормозов – 0,2...1,3 с.

Показатель, равный сумме параметров $t_{\text{пр}}$ и $t_{\text{н}}$, называется временем срабатывания тормозного привода $t_{\text{ср}}$, с:

$$t_{CP} = t_{IP} + t_H. \quad (1.11)$$

Следует, однако, отметить, что параметры t_{IP} и t_H зависят от скорости перемещения органа управления тормозной системы автомобиля, поэтому при диагностировании тормозов по временным параметрам следует нажимать на педаль тормоза с интенсивностью, соответствующей экстренному торможению.

Система измерения времени стенда СК1-К481 выполнена таким образом, что позволяет измерить промежуток времени от момента прикосновения к педали тормоза (включается контактный датчик, установленный на педаль тормоза) до момента, когда скольжение между колесом автомобиля и барабанами стенда достигает 20%, при котором происходит отключение электросекундомеров.

В этом случае графики изменения скорости и замедления колеса в процессе торможения на стенде будут иметь вид, показанный на рисунке 1.3.

На приведенной схеме приняты следующие обозначения:

V_H – окружная скорость незаторможенного колеса перед началом торможения, м/с;

$j_{S=20\%}$ – окружное замедление колеса при достижении 20%-го скольжения между опорными поверхностями шины колеса автомобиля и барабана стенда, м/с²;

$t_{H_{S=20\%}}$ – время увеличения окружного замедления колеса от нуля до момента, когда скольжение между опорными поверхностями колеса и барабана достигнет 20 %, с;

$t_{CP_{CT}}$ – время срабатывания тормозного привода, измеренное на стенде, с, – промежуток времени от прикосновения к педали тормоза до отключения секундомера.

С достаточной степенью точности можно принять, что зависимость между замедлением и временем его увеличения носит линейный характер.

Тогда можно допустить, что величина $t_{H_{S=20\%}}$ будет составлять 20 % от времени t_H нарастания замедления от нуля до максимального значения.

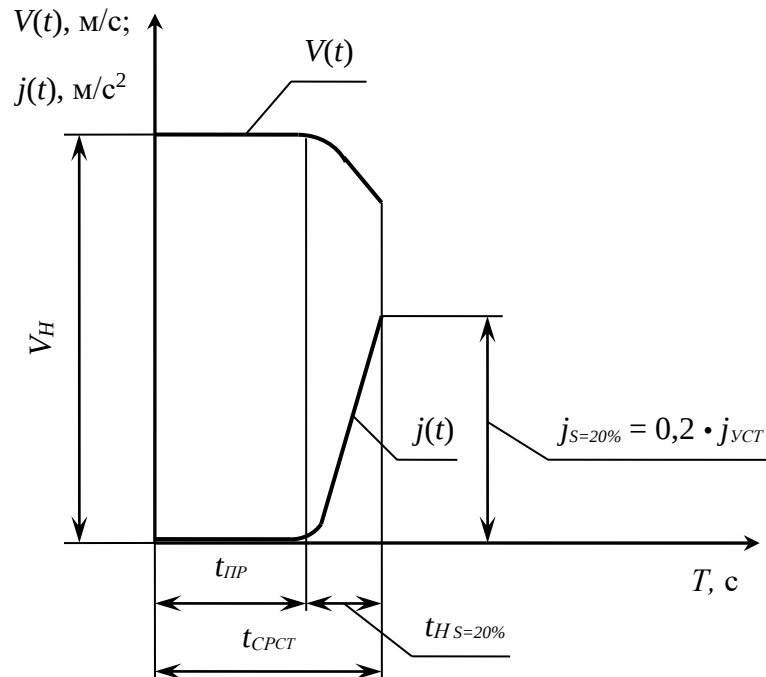


Рисунок 1.3 – Изменение скорости и замедления колеса автомобиля в процессе торможения на стенде модели СК1-K481

Таким образом, время, измеренное на стенде t_{CPCT} , будет складываться из величин параметров $t_{ПР}$ и $t_{H_{S=20\%}}$:

$$t_{CPCT} = t_{ПР} + t_{H_{S=20\%}} = t_{ПР} + 0,2 \cdot t_H. \quad (1.12)$$

Величина данного диагностического параметра может находиться в следующих пределах:

– для грузовых автомобилей и автобусов с гидроприводом тормозов

$$(t_{CPCT})_{ГП}^{ГИА} = (0,15...0,20) + (0,05...0,4) \cdot 0,2 \cong 0,16...0,28 \text{ с};$$

– для грузовых автомобилей с пневматическим приводом

грузоподъемностью свыше 45 КН

$$(t_{CPCT})_{ПП}^Г = (0,2...0,4) + (0,15...1,5) \cdot 0,2 \cong 0,23...0,70 \text{ с};$$

– для автобусов с пневматическим приводом тормозов

$$(t_{CPCT})_{III}^A = (0,2...0,4) + (0,2...1,3) \cdot 0,2 \cong 0,24...0,66 \text{ с.}$$

В руководстве по диагностированию подвижного состава автомобильного транспорта рекомендуются следующие допустимые значения данного диагностического параметра:

- грузовые автомобили марки ГАЗ – 0,23 с;
- грузовые автомобили марки КамАЗ – 0,65 с;
- автобусы марки ЛиАЗ – 0,5 с.

ГОСТ Р 51709-2001 определяет следующие требования к параметру «Время срабатывания тормозного привода» для одиночных автотранспортных средств:

- для автотранспортных средств категории М1 – не более 0,6 с;
- для автотранспортных средств категорий М2 и М3 – не более 0,8 с;
- для автотранспортных средств категорий N1, N2 и N3 – не более 0,8 с.

Неравномерность работы тормозных механизмов автомобиля оценивается относительной разностью тормозных сил колес одной оси F , %, данный показатель рассчитывается по следующей формуле (по ГОСТ Р 51709-2001):

$$F = \frac{|P_{TL} - P_{TP}|}{P_{T \max}} \cdot 100, \quad (1.13)$$

где P_{TL} , P_{TP} , $P_{T \max}$ – величины тормозных сил соответственно левого, правого колес одной оси автомобиля и наибольшей из них, кН.

В соответствии с ГОСТ Р 51709-2001 эффективность торможения автомобилей проверяют методами дорожных или стендовых испытаний. Для объективной оценки состояния тормозных систем методами стендовых испытаний в настоящее время разработаны специальные диагностические средства, называемые тормозными стендами. В практике наиболее широкое

признание и применение нашли силовые барабанные тормозные стенды. Они обладают достаточно высокой надежностью и стабильностью показаний. В частности, стенд модели СК1-К481 относится к тормозным стендам силового типа, он позволяет выполнять диагностику тормозных качеств автомобилей и автобусов с нагрузкой на ось, не превышающей 60 КН.

Технологический процесс общего диагностирования технического состояния тормозов разрабатывается с учетом требований, предъявляемых к техническому состоянию тормозных систем, конструктивных особенностей тормозных систем автомобилей, а так же средств диагностики, используемых в данном технологическом процессе.

Разработка технологического процесса – процедура достаточно сложная и трудоемкая, она предполагает решение следующих задач:

- 1) составление перечня операций и переходов;
- 2) выбор необходимой технологической оснастки (приспособления, измерительный и рабочий инструмент и пр.), необходимой для выполнения каждой операции;
- 3) назначение технических условий, которые должны быть обеспечены в результате выполнения операций;
- 4) составление указаний и рекомендаций по выполнению операций (при необходимости);
- 5) расчет или назначение норм времени (или трудоемкостей) на выполнение операций.

Перечень операций и переходов технологического процесса диагностирования тормозов назначается с учетом перечня диагностических параметров, измерение которых предусмотрено действующими нормативными документами, определяющими требования к их техническому состоянию. При этом также учитываются конструктивные особенности тормозного стенда, используемого в технологическом процессе. В данном случае, требования к тормозному управлению и к методам проверки

тормозного управления автотранспортных средств (в соответствии с ГОСТ Р 51709-2003 предусматривают измерение следующих диагностических параметров: тормозной силы на каждом колесе, суммарной удельной тормозной силы (суммарной абсолютной тормозной силы, приведенной к весу автомобиля), времени срабатывания тормозного привода и неравномерности срабатывания тормозов колес одной оси по величине тормозных сил и по времени срабатывания тормозного привода. Стенд модели СК1-К481 позволяет контролировать все вышеперечисленные диагностические параметры, за исключением суммарной удельной тормозной силы, которую, впрочем, можно рассчитать, пользуясь выражением 1.10.

Выбор перечня приспособлений, приборов и инструмента следует осуществлять с учетом следующих требований:

- обеспечение полного и качественного выполнения операции;
- обеспечение норм безопасности труда при выполнении операции;
- обеспечение высокой производительности труда.

Составление технических условий на операции предусматривает назначение нормативных величин диагностических параметров, контролируемых в ходе технологического процесса. При назначении нормативных значений диагностических параметров в технических условиях обычно пользуются нормативными материалами, приведенными в соответствующих технических и технологических источниках, если таковые имеются. В случае отсутствия нормативных показателей, их определяют теоретическим (расчетным) либо эмпирическим (экспериментальным) методом. В данной лабораторной работе предполагается использование теоретического метода определения нормативных значений диагностических параметров с учетом рассмотренных выше рекомендаций.

Составление указаний и рекомендаций по выполнению операций предусматривает определение показателей, влияющих на точность и

достоверность диагностирования (состояние протектора шин, давление воздуха в шинах, усилие воздействия на педаль тормоза и др.). Так же указывается, на что следует обращать особое внимание в процессе диагностирования, и какие меры безопасности следует при этом соблюдать.

Суммарная трудоемкость технологического процесса диагностирования технического состояния тормозов t_D , чел. час, определяется по следующей формуле:

$$t_D = \sum_{i=1}^{n_o} t_{oi}, \quad (1.14)$$

где n_o – число операций, входящих в состав технологического процесса данного вида диагностирования, ед.;

t_{oi} – трудоемкость выполнения i – ой операции, чел. час.

При отсутствии данных по трудоемкостям выполнения отдельных операций (например, при внедрении в технологический процесс новых методов или средств диагностики и др.) их определение производится путем проведения хронометража. При этом производится многократное измерение времени выполнения исследуемых операций исполнителем соответствующей квалификации на рабочем месте, оснащенном необходимым технологическим оборудованием и оснасткой. В дальнейшем производится обработка полученных результатов измерений в соответствии с известными методиками.

Для определения трудоемкости технологического процесса также могут быть использованы типовые операционные технологические карты диагностирования тормозных систем автомобилей с использованием диагностического оборудования аналогичной конструкции.

Окончательно разработанный технологический процесс оформляется в виде операционной технологической карты диагностирования форма которой приведена в приложении В данных методических указаний.

1.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы 1 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) стенд комбинированный барабанный для диагностики тормозных и динамических качеств грузовых автомобилей и автобусов с нагрузкой на ось до 60 КН модели СК1-К481;
- 2) грузовой автомобиль (или автобус), имеющий нагрузку на ось, не превышающую 60 КН.
- 3) манометр для проверки давления воздуха в шинах автомобилей;
- 4) компрессор.

1.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение мер безопасности, приведенных в приложении В.

1.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) пользуясь рекомендациями, изложенными в разделе 1.2 данных методических указаний, установить нормативные величины тормозных сил и времени срабатывания тормозного привода при диагностировании выбранной модели транспортного средства на стенде СК1-К481;
- 2) установить автомобиль передними колесами на барабаны стенда;
- 3) проверить и довести до нормы давление в шинах автомобиля;
- 4) подсоединить к выхлопной трубе автомобиля систему отсоса выхлопных газов и включить ее;
- 5) запустить двигатель автомобиля и довести до нормы давление в

пневмоприводе тормозов (операция выполняется для автомобилей, имеющих пневматическую тормозную систему);

6) установить на тормозную педаль специальный динамометр;

7) включить привод барабанов правой секции стенда, нажать на динамометр с усилием, равным 50 Кг – для автотранспортных средств категорий М1, М2 и М3, или 70 Кг – для автотранспортных средств категорий N1, N2 и N3, и зафиксировать при этом тормозную силу правого колеса P_T^H ; операцию повторить три раза и по результатам трех замеров установить среднее значение диагностического параметра;

8) повторить операцию 7 для левой секции стенда и зафиксировать при этом тормозную силу левого колеса P_T^H этой же оси автомобиля; результаты замеров занести в таблицу 1.1, форма которой приведена ниже;

Таблица 1.1 – Результаты измерений диагностических параметров

Ось автомобиля	Диагностические параметры			
	Левая сторона		Правая сторона	
	Тормозная сила, кН	Время срабатывания тормозного привода, с	Тормозная сила, кН	Время срабатывания тормозного привода, с
Передняя				
Задняя				

9) определить неравномерность срабатывания тормозов колес передней оси по относительной разности тормозных сил (см. зависимость 1.13); значение данного показателя (в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001) не должно превышать 20 % – для осей автотранспортных средств с дисковыми тормозными механизмами и 25 % – для осей автотранспортных средств с барабанными тормозными механизмами;

10) снять с педали динамометр и установить на нее контактный датчик начала торможения (включения секундомеров);

- 11) включить приводы барабанов обеих секций стенда;
- 12) нажать на педаль тормоза с интенсивностью, соответствующей режиму экстренного торможения; зафиксировать время срабатывания тормозного привода каждого колеса; операцию повторить три раза и по результатам трех замеров установить среднее значение диагностических параметров; результаты занести в таблицу замеров;
- 13) поднять пневматические площадки стенда и установить автомобиль колесами задней оси на барабаны стенда; опустить площадки;
- 14) повторить операции 6...12 для колес задней оси;
- 15) убрать автомобиль с барабанов и выключить стенд;
- 16) сравнить измеренные значения диагностических параметров с нормативными величинами, и дать заключение о техническом состоянии тормозов автомобиля;
- 17) составить операционную технологическую карту общего диагностирования технического состояния тормозов автомобиля (форма технологической карты приведена в приложении Г);
- 18) составить отчет по лабораторной работе.

1.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие материалы:

- 1) расчеты нормативных значений диагностических параметров – тормозной силы и времени срабатывания тормозного привода, для заданной модели автомобиля с обязательным приведением расчетных зависимостей;
- 2) таблицу результатов замеров диагностических параметров;
- 3) выводы по результатам измерений;
- 4) операционную технологическую карту процесса общего диагностирования тормозов автомобилей на стенде модели СК1-К481;
- 5) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

1.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какими диагностическими параметрами можно оценить техническое состояние тормозных систем автомобилей;
- 2) какой метод диагностирования заложен в конструкции стенда модели СК1-К461 при использовании его в режиме диагностирования тормозных свойств автомобилей;
- 3) привести расчетную схему для определения максимального значения тормозной силы на колесе автомобиля, реализуемой на стенде диагностики тормозных качеств силового типа;
- 4) какие факторы оказывают влияние на максимальное значение тормозной силы на колесе автомобиля, реализуемой на стенде диагностики тормозных качеств силового типа;
- 5) привести расчетную зависимость для определения максимального значения тормозной силы на колесе автомобиля, реализуемой на стенде диагностики тормозных качеств силового типа;
- 6) требования по величине суммарной удельной тормозной силы, предъявляемые к тормозным системам при проведении Государственного технического осмотра автотранспортных средств различных категорий (в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001);
- 7) каким параметром оценивается неравномерность срабатывания тормозов колес автомобиля;
- 8) из каких составляющих складывается время остановки автомобильного колеса при торможении;

9) из каких составляющих складывается время срабатывания тормозов, измеренное на барабанном тормозном стенде силового типа;

10) требования по величине параметра «Время срабатывания тормозного привода», предъявляемые к тормозным системам при проведении Государственного технического осмотра автотранспортных средств различных категорий (в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001);

11) привести последовательность операций при выполнении общего диагностирования тормозов автомобилей на силовом барабанном тормозном стенде.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по лабораторной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

1.8 Список рекомендуемой литературы

[1-5]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЩЕГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ТЯГОВОЙ ДИНАМИЧНОСТИ НА СТЕНДЕ СК1-K481

2.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение методики определения нормативных величин диагностических параметров для оценки тягово-динамических качеств автомобилей на инерционном барабанном стенде;
- 2) изучение технологии общего диагностирования технического состояния автомобилей по параметрам тяговой динамичности на стенде СК1-K481;
- 3) усвоение методики разработки технологического процесса общего диагностирования автомобилей по параметрам тяговой динамичности на инерционном стенде.

2.2 Теоретическое обоснование

В конструкции комбинированного стенда модели СК1-K481 использован инерционный метод диагностирования тягово-динамических качеств автомобилей. Сущность метода заключается в косвенной оценке тягово-динамических показателей по времени процесса разгона ведущих колес автомобиля на барабанах стенда в определенном диапазоне скоростей. При этом в качестве нагрузки на ведущие колеса автомобиля используются силы инерции маховых масс стенда и самого автомобиля.

Процесс разгона ведущих колес автомобиля на инерционном стенде, описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$(J_{AB}^{PP} + J_{CT}^{PP}) \cdot \frac{d\omega_K}{dt} = M_K - P_C \cdot R_K, \quad (2.1)$$

где J_{AB}^{PP} – момент инерции вращающихся масс автомобиля, приведенный к оси ведущих колес, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

J_{CT}^{PP} – момент инерции вращающихся масс стенда, приведенный к оси ведущих колес, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

ω_K – угловая скорость вращения ведущих колес автомобиля, с^{-1} ;

M_K – крутящий момент на ведущих колесах автомобиля, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

P_C – сила сопротивления качению ведущих колес автомобиля по барабанам стенда, Н ;

R_K – радиус качения колес автомобиля по барабанам стенда, м .

При работе двигателя на внешней скоростной характеристике (что имеет место при полностью нажатой педали акселератора автомобиля) взаимосвязь между мощностью двигателя N_e , кВт, и угловой скоростью коленчатого вала определяется известной зависимостью:

$$N_e = N_e^{MAX} \cdot \left[A_N \cdot \frac{\omega_{KB}}{\omega_{KB}^{MAX}} + B_N \cdot \left(\frac{\omega_{KB}}{\omega_{KB}^{MAX}} \right)^2 - C_N \cdot \left(\frac{\omega_{KB}}{\omega_{KB}^{MAX}} \right)^3 \right], \quad (2.2)$$

где N_e^{MAX} – максимальная (номинальная) мощность двигателя, кВт;

ω_{KB} – угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, с^{-1} ;

ω_{KB}^{MAX} – угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, соответствующая режиму номинальной мощности, с^{-1} ;

A_N , B_N , C_N – постоянные коэффициенты; для предварительных расчетов для карбюраторных двигателей можно принимать $A_N = B_N = C_N = 1$; для дизельных двигателей – $A_N = 0,53$; $B_N = 1,56$; $C_N = 1,09$.

Диагностирование тягово-динамических свойств производится, как правило, при работе автомобиля на прямой передаче, при этом формулу 2.2 можно представить в виде:

$$N_e = N_e^{MAX} \cdot \left[A_N \cdot \frac{V_{III}}{V_{III}^N} + B_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^2 - C_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^3 \right], \quad (2.3)$$

где V_{III} – окружная скорость вращения ведущих колес (скорость автомобиля) на прямой передаче, м/с;

V_{III}^N – окружная скорость вращения ведущих колес на прямой передаче (скорость автомобиля), соответствующая номинальной мощности двигателя, м/с.

С учетом выражения 2.3 крутящий момент на ведущих колесах автомобиля M_K , Н · м, можно определить по формуле:

$$M_K = \frac{N_e^{MAX} \cdot U_{TP}^{III} \cdot \eta_{TP}}{\omega_{KB}} \cdot \left[A_N \cdot \frac{V_{III}}{V_{III}^N} + B_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^2 - C_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^3 \right] \cdot 10^3, \quad (2.4)$$

где U_{TP}^{III} – общее передаточное отношение трансмиссии автомобиля на прямой передаче;

η_{TP} – общий коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии автомобиля.

Взаимосвязь между угловой скоростью вращения коленчатого вала и окружной скоростью вращения ведущих колес автомобиля на прямой передаче определяется следующей зависимостью:

$$\omega_{KB} = \frac{V_{III} \cdot U_{TP}^{III}}{R_K} = \frac{V_{III}^N \cdot U_{TP}^{III}}{R_K} \cdot \frac{V_{III}}{V_{III}^N}. \quad (2.5)$$

С учетом последней зависимости (2.5), крутящий момент на ведущих колесах будет определяться по формуле:

$$M_K = \frac{N_e^{MAX} \cdot U_{TP}^{III} \cdot R_K \cdot \eta_{TP}}{V_{III}^N \cdot U_{TP}^{III} \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)} \cdot \left[A_N \cdot \frac{V_{III}}{V_{III}^N} + B_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^2 - C_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^3 \right] \cdot 10^3 =$$

$$= \frac{N_e^{MAX} \cdot R_K \cdot \eta_{TP}}{V_{III}^N} \cdot \left[A_N + B_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right) - C_N \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^2 \right] \cdot 10^3. \quad (2.6)$$

Силу сопротивления качению ведущих колес автомобиля по барабанам стенда P_C , Н, ориентировочно можно рассчитать по формуле:

$$P_C = G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{III}^2}{1500} \right) = G_K \cdot f_0 \cdot \left[1 + \frac{(V_{III}^N)^2}{1500} \cdot \left(\frac{V_{III}}{V_{III}^N} \right)^2 \right], \quad (2.7)$$

где G_K – часть веса автомобиля, приходящаяся на ведущие колеса, Н;

f_0 – коэффициент сопротивлению качению колес автомобиля по барабанам стенда при движении с малой скоростью.

Учитывая полученные зависимости, а также, приняв следующие обозначения: $J_{AB}^{IP} + J_{CT}^{IP} = J_{СУМ}^{IP}$ – суммарный момент инерции вращающихся масс системы, приведенный к оси ведущих колес автомобиля, и $\frac{V_{III}}{V_{III}^N} = v_{III}$ – относительная окружная скорость вращения ведущих колес на прямой передаче, дифференциальное уравнение 2.1 можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} dt &= \frac{J_{СУМ}^{III} \cdot d\omega_K}{\frac{N_e^{MAX} \cdot R_K \cdot \eta_{TP} \cdot 10^3}{V_{III}^N} \cdot (A_N + B_N \cdot v_{III} - C_N \cdot v_{III}^2) - G_K \cdot f_0 \cdot \left[1 + \frac{(V_{III}^N)^2}{1500} \cdot v_{III}^2 \right] \cdot R_K} = \\ &= \frac{\frac{J_{СУМ}^{III} \cdot V_{III}^N}{R_K} \cdot d(v_{III})}{\frac{N_e^{MAX} \cdot R_K \cdot \eta_{TP} \cdot 10^3}{V_{III}^N} \cdot (A_N + B_N \cdot v_{III} - C_N \cdot v_{III}^2) - G_K \cdot f_0 \cdot \left[1 + \frac{(V_{III}^N)^2}{1500} \cdot v_{III}^2 \right] \cdot R_K}. \quad (2.8) \end{aligned}$$

Введем следующие обозначения постоянных составляющих (констант), входящих в дифференциальное уравнение 2.8, величины которых не изменяются в процессе диагностирования:

$$K_1 = \frac{J_{\text{СУМ}}^{\text{III}} \cdot V_{\text{III}}^N}{R_K}, \quad (2.9)$$

$$\hat{E}_2 = \frac{A_N \cdot N_e^{\text{MAX}} \cdot R_K \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot 10^3}{V_{\text{II}}^N} - G_K \cdot f_0 \cdot R_K$$

$$\hat{E}_3 = \frac{B_N \cdot N_e^{\text{MAX}} \cdot R_K \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot 10^3}{V_{\text{II}}^N},$$

$$\hat{E}_4 = -\frac{\tilde{N}_N \cdot N_e^{\text{MAX}} \cdot R_K \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot 10^3}{V_{\text{II}}^N} - \frac{G_K \cdot f_0 \cdot (V_{\text{II}}^N)^2 \cdot R_K}{1500}.$$

С учетом принятых обозначений дифференциальное уравнение 2.8 примет следующий вид:

$$dt = \frac{K_1 \cdot d(v_{\text{III}})}{K_2 + K_3 \cdot v_{\text{III}} + K_4 \cdot v_{\text{III}}^2}. \quad (2.10)$$

Путем выполнения известных несложных преобразований последнее выражение (2.10) можно привести к следующему виду, удобному для интегрирования:

$$dt = \frac{K_1 \cdot d(v_{\text{III}})}{K_4 \cdot (v_{\text{III}} - v_1) \cdot (v_{\text{III}} - v_2)} = \frac{K_1}{K_4 \cdot (v_1 - v_2)} \cdot \left[\frac{d(v_{\text{III}} - v_1)}{(v_{\text{III}} - v_1)} - \frac{d(v_{\text{III}} - v_2)}{(v_{\text{III}} - v_2)} \right], \quad (2.11)$$

$$\text{где } v_1 = \frac{-K_3 + \sqrt{K_3^2 - 4 \cdot K_2 \cdot K_4}}{2 \cdot K_4}; \quad v_2 = \frac{-K_3 - \sqrt{K_3^2 - 4 \cdot K_2 \cdot K_4}}{2 \cdot K_4}.$$

Интегрируя дифференциальное уравнение 2.11 в пределах от начальной относительной скорости v_{III}^H до конечной скорости v_{III}^K , можно определить время T_P , с, процесса разгона автомобиля на стенде в заданном диапазоне скоростей (от v_{III}^H – до v_{III}^K):

$$T_P = \frac{K_1}{K_4 \cdot (v_1 - v_2)} \cdot \left[\int_{v_{\text{III}}^H}^{v_{\text{III}}^K} \frac{d(v_{\text{III}} - v_1)}{(v_{\text{III}} - v_1)} - \int_{v_{\text{III}}^H}^{v_{\text{III}}^K} \frac{d(v_{\text{III}} - v_2)}{(v_{\text{III}} - v_2)} \right] = \quad (2.12)$$

$$= \frac{K_1}{K_4 \cdot (v_1 - v_2)} \cdot \ln \left[\frac{(v_{III}^K - v_1) \cdot (v_{III}^H - v_2)}{(v_{III}^H - v_1) \cdot (v_{III}^K - v_2)} \right].$$

Из приведенных формул следует, что на величину времени разгона автомобиля на стенде значительное влияние оказывают следующие параметры, определяемые техническим состоянием автомобиля:

- максимальная мощность двигателя, N_e^{MAX} ;
- потери в трансмиссии автомобиля (КПД трансмиссии), η_{TP} ;
- коэффициент сопротивления качения колес по барабанам стенда f_0 , который в большей степени определяется величиной давления воздуха в шинах автомобиля.

Исходя из выше изложенного, можно сделать заключение, что ухудшение технического состояния автомобиля (снижение максимальной мощности двигателя, возрастание механических потерь в трансмиссии; снижение давления воздуха в шинах) приводит к увеличению времени разгона автомобиля на стенде в заданном диапазоне скоростей. Таким образом, данный параметр можно использовать в качестве общего диагностического для общей оценки технического состояния двигателя, а также элементов трансмиссии и ходовой части автомобиля, а по формуле 2.12 можно установить нормативное значение этого диагностического параметра для конкретной модели автомобиля при диагностировании на инерционном стенде с заданными параметрами.

При определении суммарного момента инерции вращающихся масс J_{CYM}^{IP} , кг · м², приведенного к оси ведущих колес автомобиля, рекомендуется пользоваться следующими расчетными зависимостями.

Момент инерции вращающихся масс автомобиля, приведенный к оси ведущих колес, J_{AB}^{IP} , кг · м²:

$$J_{AB}^{IP} = J_M \cdot (U_{TP}^{III})^2 + m_K \cdot J_K, \quad (2.13)$$

где J_M – момент инерции маховика двигателя, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

m_K – число ведущих колес автомобиля;

J_K – момент инерции колеса автомобиля, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; приближенно момент инерции колеса автомобиля можно определить по формуле $J_K = M_{КОЛ} \cdot R_K^2$;

$M_{КОЛ}$ – масса колеса автомобиля в сборе с диском, кг ;

$$J_{AB}^{IP} = J_M \cdot (U_{TP}^{III})^2 + m_K \cdot M_{КОЛ} \cdot R_K^2.$$

Момент инерции вращающихся масс стенда, приведенный к оси ведущих колес автомобиля, J_{CT}^{IP} , $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, равен:

$$J_{CT}^{IP} = m_B \cdot J_B \cdot \left(\frac{R_K}{R_B} \right)^2, \quad (2.14)$$

где m_B – число беговых барабанов стенда; для стенда модели СК1-К481 $m_B = 4$;

J_B – момент инерции одного барабана, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; для стенда модели СК1-К481 $J_B = 7,5 \dots 8,0 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;

R_B – радиус беговых барабанов, м ; для стенда модели СК1-К481 $R_B = 0,16 \text{ м}$.

Процесс свободного выбега автомобиля (при выключенной передаче) на инерционном стенде описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\left(J_{AB}^{IP'} + J_{CT}^{IP} \right) \cdot \frac{d\omega_K}{dt} = -P_C \cdot R_K, \quad (2.15)$$

где $J_{AB}^{IP'}$ – момент инерции вращающихся масс автомобиля без учета момента инерции маховика, приведенный к оси ведущих колес, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{AB}^{IP'} = m_K \cdot M_{КОЛ} \cdot R_K^2$.

Примем следующие обозначения: $J_{AB}^{IP'} + J_{CT}^{IP} = J_{СУМ}^{IP'}$ – суммарный момент инерции вращающихся масс системы без момента инерции маховика, приведенный к оси ведущих колес автомобиля, и $\omega_K = \frac{V_{БП}}{R_K}$ ($V_{БП}$ – окружная

скорость вращения ведущих колес при выключенной передаче). При этом дифференциальное уравнение 2.15 можно представить в следующем виде:

$$dt = \frac{J_{CYM}^{IP} \cdot d\left(\frac{V_{BII}}{R_K}\right)}{-G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{BII}^2}{1500}\right) \cdot R_K} = \frac{-J_{CYM}^{IP} \cdot d(V_{BII})}{G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{BII}^2}{1500}\right) \cdot R_K^2}. \quad (2.16)$$

Введем обозначение постоянной составляющей (константы), входящей в дифференциальное уравнение 2.16, величина которой не изменяется в процессе диагностирования:

$$K_5 = \frac{-1500 \cdot J_{CYM}^{IP}}{G_K \cdot f_0 \cdot R_K^2}. \quad (2.17)$$

С учетом выражения 2.17 дифференциальное уравнение 2.16 будет иметь следующий вид:

$$dt = K_5 \cdot \frac{d(V_{BII})}{1500 + V_{BII}^2}. \quad (2.18)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение 2.18 в пределах от начальной скорости выбега V_{BII}^H до конечной скорости V_{BII}^K , можно определить время T_B , с, процесса выбега автомобиля на стенде в заданном диапазоне скоростей (от V_{BII}^H – до V_{BII}^K):

$$T_B = K_5 \cdot \int_{V_{BII}^H}^{V_{BII}^K} \frac{d(V_{BII})}{1500 + V_{BII}^2} = \frac{K_5}{\sqrt{1500}} \cdot \left(\arctg \frac{V_{BII}^K}{\sqrt{1500}} - \arctg \frac{V_{BII}^H}{\sqrt{1500}} \right). \quad (2.19)$$

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что возрастание коэффициента сопротивления качению вызванное, например, снижением давления воздуха в шинах, приводит к уменьшению времени выбега автомобиля на стенде в заданном диапазоне скоростей. Данный параметр можно использовать в качестве общего диагностического для общей оценки механических потерь в ходовой части автомобиля. По формуле 2.19 можно установить нормативное значение времени выбега

ведущих колес для конкретной модели автомобиля при диагностировании на инерционном стенде с заданными характеристиками.

Измерение рассмотренных выше диагностических параметров возможно при диагностировании автомобиля на комплексном барабанном стенде модели СК1-K481, предназначенном для диагностирования тормозных, тягово-динамических и топливно-экономических показателей грузовых автомобилей и автобусов.

2.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы 2 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) стенд комплексный барабанный для диагностики тормозных и динамических качеств грузовых автомобилей и автобусов с нагрузкой на ось до 60 КН модели СК1-K481;
- 2) грузовой автомобиль (или автобус), имеющий нагрузку на ось, не превышающую 60 КН;
- 3) манометр для проверки давления воздуха в шинах автомобилей;
- 4) компрессор.

2.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение мер безопасности, приведенных в приложении В.

2.5 Порядок выполнения работы

Данную лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) пользуясь рекомендациями, изложенными в разделе 2.2 данных методических указаний, установить нормативную величину времени разгона T_p ведущих колес автомобиля от начальной скорости $V_{III}^H = 11,1$ м/с (40

Км/час) до конечной скорости $V_{III}^K = 16,7$ м/с (60 Км/час) для заданной модели транспортного средства и стенда СК1-K481;

2) пользуясь рекомендациями, изложенными в разделе 2.2 данных методических указаний, установить нормативные величины времени выбега T_B ведущих колес автомобиля от начальной скорости $V_{III}^H = 16,7$ м/с (60 Км/час) до конечной скорости $V_{III}^K = 11,1$ м/с (40 Км/час) для заданной модели транспортного средства и стенда СК1-K481;

3) поднять подъемные площадки стенда СК1-K481 и установить на них автомобиль ведущими колесами, опустить подъемные площадки и установить автомобиль ведущими колесами на барабаны стенда, при этом шины ведущих колес не должны касаться колесоотбойных роликов (расстояние между боковиной шины и роликом должно быть не менее 5 см);

4) под колеса автомобиля, не установленные на стенде, установить с двух сторон противооткатные упоры;

5) проверить и довести до нормы давление в шинах автомобиля;

6) подсоединить к выхлопной трубе автомобиля шланг для отсоса отработавших газов и включить вытяжную систему;

7) включить общеобменную вентиляцию в лаборатории;

8) переключатель режимов диагностирования на стационарном пульте управления стендом установить в положение «Разгон»;

9) запустить двигатель автомобиля и прогреть его до рабочей температуры;

10) путем последовательного переключения вывести автомобиль на прямую передачу, обеспечив при этом минимальную устойчивую окружную скорость ведущих колес (не более 10 м/с = 36 Км/час);

11) нажать и отпустить кнопку «Стоп» на дистанционном пульте управления и установить стрелку секундомера на ноль;

12) нажать полностью на педаль акселератора и измерить время разгона автомобиля на стенде в заданном диапазоне скоростей;

- 13) довести окружную скорость ведущих колес автомобиля до 70 Км/час на прямой передаче;
- 14) нажать и отпустить кнопку «Стоп» на дистанционном пульте управления и установить стрелку секундомера на ноль;
- 15) выключить передачу, отпустив при этом педаль акселератора, и пустить ведущие колеса автомобиля в накат; измерить время выбега ведущих колес автомобиля в заданном диапазоне скоростей;
- 16) после полной остановки ведущих колес автомобиля убрать из под колес противооткатные упоры и поднять подъемные площадки стенда;
- 17) поднять подъемные площадки стенда, убрать автомобиль с барабанов и выключить стенд;
- 18) сравнить измеренные величины диагностических параметров с нормативными значениями, сделать заключение о соответствии тягово-динамических показателей автомобиля нормативным требованиям;
- 19) составить операционную технологическую карту общего диагностирования автомобиля по параметрам тяговой динамичности (форма технологической карты приведена в приложении Г).

2.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие материалы:

- 1) расчеты нормативных значений диагностических параметров – времени разгона и времени выбега ведущих колес автомобиля в заданных диапазонах скоростей, для заданной модели автомобиля с обязательным приведением расчетных зависимостей и пояснений к ним;
- 2) результаты замеров диагностических параметров;
- 3) выводы по результатам измерений;
- 4) операционную технологическую карту процесса общего диагностирования тягово-динамических качеств автомобиля (указать модель);

5) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

2.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1) какой метод диагностирования заложен в конструкции стенда модели СК1-К461 при использовании его в режиме диагностирования тягово-динамических свойств автомобилей;

2) какие диагностические параметры контролируются при диагностировании тягово-динамических качеств автомобилей на комбинированном стенде модели СК1-К481;

3) привести исходное дифференциальное уравнение, описывающее процесс разгона ведущих колес автомобиля на стенде;

4) привести исходное дифференциальное уравнение, описывающее процесс выбега ведущих колес автомобиля на стенде;

5) какие силовые факторы оказывают влияние на продолжительность процесса разгона автомобиля на стенде;

6) какие силовые факторы оказывают влияние на продолжительность процесса выбега автомобиля на стенде;

7) какие конструктивные параметры автомобиля оказывают влияние на продолжительность процесса разгона автомобиля на стенде;

8) какие конструктивные параметры стенда оказывают влияние на продолжительность процесса разгона автомобиля на стенде;

9) какие конструктивные параметры автомобиля оказывают влияние на продолжительность процесса выбега автомобиля на стенде;

10) какие конструктивные параметры стенда оказывают влияние на продолжительность процесса выбега автомобиля на стенде;

11) составить перечень операций технологического процесса измерения времени разгона автомобилей на стенде модели СК1-K461;

12) составить перечень операций технологического процесса измерения времени выбега автомобилей на стенде модели СК1-K481.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

2.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЩЕГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ

3.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение методики определения нормативных величин диагностических параметров для оценки топливной экономичности автомобилей;
- 2) изучение технологии общего диагностирования технического состояния автомобилей по параметрам топливной экономичности;
- 3) усвоение методики разработки операционной технологической карты общего диагностирования автомобилей по параметрам топливной экономичности.

3.2 Теоретическое обоснование

Для общей оценки топливной экономичности автомобилей в процессе диагностирования используется ряд показателей, основными из которых являются часовой расход топлива и удельный эффективный расход топлива. Измерение показателей топливной экономичности производится при помощи различных видов расходомеров топлива. При этом для создания различных скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля при диагностировании его в условиях участка (поста) диагностики рекомендуется использовать стенды тяговых качеств силового или инерционного типов.

При установившемся режиме работы автомобильного двигателя с

угловой скоростью ω , с^{-1} , и частичном использовании мощности часовой расход топлива $G_{Tq}(\omega)$, кг/час, определяется выражением []:

$$G_{Tq}(\omega) = \frac{g_e(\omega) \cdot N_{ef}(\omega)}{1000} = \frac{g_e(\omega) \cdot N_K(\omega)}{1000 \cdot \eta_{TP}}, \quad (3.1)$$

где $g_e(\omega)$ – удельный эффективный расход топлива при работе двигателя с частичной нагрузкой и с угловой скоростью вращения коленчатого вала, равной ω , г/(кВт · час);

$N_{ef}(\omega)$ – фактическая мощность двигателя при заданном нагрузочном режиме и угловой скорости вращения коленчатого вала, равной ω , кВт;

$N_K(\omega)$ – фактическая мощность на ведущих колесах автомобиля при работе его двигателя с угловой скоростью вращения коленчатого вала, равной ω , кВт;

η_{TP} – КПД трансмиссии автомобиля; для расчетов можно принимать величину $\eta_{TP} = 0,82 \dots 0,88$.

Величина удельного эффективного расхода топлива при работе двигателя с частичной нагрузкой и угловой скорости коленчатого вала, равной ω , может быть определена по внешней скоростной характеристике, или, при ее отсутствии, приближенно по эмпирической зависимости []:

$$g_e(\omega) = g_N \cdot K_H \cdot K_q \cong (1,05 \dots 1,15) \cdot g_{e\min} \cdot K_H \cdot K_q, \quad (3.2)$$

где g_N – удельный эффективный расход топлива при номинальной мощности двигателя, г/(кВт · час);

$g_{e\min}$ – минимальный удельный эффективный расход топлива автомобильным двигателем, г/(кВт · час); при выполнении расчетов можно принимать: для бензиновых двигателей $g_{e\min}^B = 260 \dots 310$ г/(кВт · час), для дизельных двигателей – $g_{e\min}^D = 195 \dots 230$ г/(кВт · час);

K_H – коэффициент корректирования удельного расхода топлива, учитывающий степень использования мощности H двигателя;

K_ω – коэффициент, учитывающий отношение действительной угловой скорости вращения коленчатого вала ω , с^{-1} , к угловой скорости ω_N , с^{-1} , соответствующей режиму работы двигателя при номинальной мощности.

Величина коэффициента корректирования удельного расхода топлива, учитывающего степень использования мощности, можно определить, пользуясь следующими эмпирическими зависимостями :

– для бензиновых двигателей

$$K_H^B = 3,27 - 8,22 \cdot H + 9,13 \cdot H^2 - 3,18 \cdot H^3, \quad (3.3)$$

– для дизельных двигателей

$$K_H^D = 1,20 + 0,14 \cdot H - 1,80 \cdot H^2 + 1,46 \cdot H^3. \quad (3.4)$$

где H – степень использования мощности двигателя – отношение фактической мощности двигателя при заданной угловой скорости вращения коленчатого вала к его мощности по внешней скоростной характеристике при той же угловой скорости $H = N_{ef}(\omega) / N_e(\omega)$.

При диагностировании автомобиля на стенде тяговых качеств, фактическая мощность двигателя $N_{ef}(\omega)$, кВт, работающего при заданной угловой скорости вращения коленчатого вала ω , может быть определена по следующей формуле:

$$\begin{aligned} N_{ef}(\omega) &= \frac{N_K}{\eta_{TP}} = \left[P_T + G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_K^2}{1500} \right) \right] \cdot \frac{V_K}{\eta_{TP}} = \\ &= \left[P_T + G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{\omega^2 \cdot R_K^2}{1500 \cdot U_{TP}^2} \right) \right] \cdot \frac{\omega \cdot R_K}{U_{\text{об}} \cdot \eta_{TP}}, \end{aligned} \quad (3.5)$$

где P_T – свободная сила тяги на ведущих колесах, измеренная на стенде, кН;

G_K – вес автомобиля, приходящийся на ведущие колеса, кН;

f_0 – коэффициент сопротивления качению ведущих колес автомобиля по барабанам стенда, $f_0 = 0,035 \dots 0,045$;

V_K – окружная скорость ведущих колес автомобиля, м/с;

R_K – радиус качения ведущих колес автомобиля, м;

U_{TP} – передаточное отношение трансмиссии автомобиля при включенной на момент проведения диагностирования передаче в КПП.

Эффективная мощность $N_e(\omega)$, кВт, при работе двигателя на внешней скоростной характеристике при заданной угловой скорости вращения коленчатого вала ω равна:

$$N_e(\omega) = N_H \cdot \left[A_N \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_N} \right) + B_N \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_N} \right)^2 - C_N \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (3.6)$$

где N_H – номинальная мощность двигателя, кВт;

ω_N – угловая скорость коленчатого вала, соответствующая режиму работы двигателя при номинальной мощности, с^{-1} ;

A_N , B_N , C_N – постоянные коэффициенты, величины которых можно принимать для бензиновых двигателей $A_N^B = B_N^B = C_N^B = 1$, для дизельных двигателей $A_N^D = 0,53$, $B_N^D = 1,56$, $C_N^D = 1,09$.

Величина коэффициента, учитывающего отношение действительной угловой скорости вращения коленчатого вала, к угловой скорости, соответствующей режиму работы двигателя при номинальной мощности:

$$K_q = 1,25 - 0,99 \cdot \frac{\omega}{\omega_N} + 0,98 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_N} \right)^2 - 0,24 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_N} \right)^3. \quad (3.7)$$

Следует отметить, что при диагностировании автомобиля по параметрам топливной экономичности с использованием силового стенда тяговых качеств, необходимо предварительно задаться нагрузочным

режимом в виде силы тяги на ведущих колесах P_T , кН, и скоростным режимом в виде окружной скорости ведущих колес V_K , м/с. При этом угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя ω , с⁻¹, соответствующая скорости автомобиля V_K , будет равна:

$$\omega = \frac{V_K \cdot U_{TP}}{R_K}. \quad (3.8)$$

При диагностировании автомобиля по параметрам топливной экономичности с использованием инерционного стенда и установившемся скоростном режиме испытания, свободная сила тяги на ведущих колесах отсутствует – $P_T = 0$. В данном случае задаются только величиной окружной скорости на ведущих колесах автомобиля V_K . Величина фактической мощности двигателя $N_{ef}^{IC}(\omega)$, кВт, при этом определяется только силой сопротивления качению ведущих колес автомобиля по барабанам стенда и рассчитывается по формуле:

$$N_{ef}^{IC}(\omega) = G_K \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{\omega^2 \cdot R_K^2}{1500 \cdot U_{TP}^2} \right) \cdot \frac{\omega \cdot R_K}{U_{TP} \cdot \eta_{TP}}. \quad (3.9)$$

Угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя ω , соответствующая скорости автомобиля V_K , рассчитывается по формуле 3.8.

При диагностировании автомобилей по параметрам топливной экономичности с использованием стендов тяговых качеств, для измерения часового расхода топлива применяются чаще всего расходомеры топлива весового или объемного типов, обладающие достаточной точностью и стабильностью результатов измерений. В случае использования расходомеров топлива указанных типов, измеряется промежуток времени $T_{из}$, с, в течение которого расходуется определенная масса M_T , г, или объем Q_T , см³, топлива. При этом фактический часовой расход топлива $G_{T\phi}$, кг/час, рассчитывается по следующим формулам:

– для расходомеров топлива весового типа $G_{T\Phi} = \frac{3,6 \cdot M_T}{T_{ИЗ}}$, (3.10)

– для расходомеров топлива объемного типа $G_{T\Phi} = \frac{3,6 \cdot Q_T \cdot \rho_T}{T_{ИЗ}}$,

где ρ_T – плотность топлива, г/см³; при выполнении расчетов можно принимать следующие значения плотности: для бензина $\rho_Б = 0,73$ г/см³, для дизельного топлива $\rho_{ДТ} = 0,86$ г/см³.

Величина фактического удельного эффективного расхода топлива $g_{эф}$, г/(кВт · час) определяется по следующей формуле:

$$g_{эф} = \frac{1000 \cdot G_{T\Phi}}{N_{эф}}. \quad (3.11)$$

Определенные по формулам 3.10 и 3.11 фактические величины часового и удельного расходов топлива, сравниваются с нормативными (теоретическими) значениями этих показателей, рассчитанными по формулам 3.1 и 3.2. На основании результатов сравнения дается заключение о топливной экономичности автомобиля.

3.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы 3 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) легковой автомобиль (грузовой или автобус);
- 2) стенд силовой (или инерционный) барабанный для диагностики тяговых качеств легковых автомобилей (грузовых или автобусов);
- 3) расходомер топлива весового или объемного типа;
- 4) секундомер;
- 5) манометр для проверки давления воздуха в шинах автомобилей;
- 6) компрессор;
- 7) установка для отсоса отработавших газов автомобилей.

3.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение мер безопасности, приведенных в приложении В.

3.5 Порядок выполнения работы

Лабораторную работу 3 рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) пользуясь рекомендациями, изложенными в разделе 3.2 данных методических указаний, установить нормативные величины часового $G_{Tq}(\omega)$ и удельного $g_e(\omega)$ расходов топлива, для заданной модели автомобиля и выбранных скоростного V_K и нагрузочного P_T режимов диагностирования;
- 2) поднять подъемные площадки тягового стенда и установить на них автомобиль ведущими колесами;
- 3) опустить подъемные площадки и установить автомобиль ведущими колесами на барабаны стенда, при этом следует убедиться, что каждое ведущее колесо автомобиля опирается на два барабана, при этом шины колес не должны касаться колесоотбойных роликов (расстояние между боковиной шины и роликом должно быть не менее 5 см);
- 4) под колеса автомобиля, не установленные на стенде, установить с двух сторон противооткатные упоры;
- 5) подсоединить к выхлопной трубе автомобиля шланг для отсоса отработавших газов и включить вытяжную систему;
- 6) включить общеобменную вентиляцию в лаборатории;
- 7) подсоединить к системе питания автомобиля расходомер топлива, операцию выполнять в соответствии с инструкцией по эксплуатации расходомера;
- 8) запустить двигатель автомобиля и прогреть его до рабочей

температуры; включить передачу и прогреть трансмиссию автомобиля путем прокручивания ведущих колес на барабанах стенда при небольшой скорости;

9) в случае использования в технологическом процессе стенда тяговых качеств силового типа, на пульте управления стендом установить режим измерения силы тяги, а на задатчике скорости – установить выбранную величину окружной скорости колес автомобиля V_k ; при использовании в технологическом процессе инерционного стенда на пульте управления установить режим разгона автомобиля;

10) путем последовательного переключения вывести автомобиль на прямую передачу, обеспечив при этом минимальную устойчивую окружную скорость ведущих колес (не более $10 \text{ м/с} = 36 \text{ Км/час}$);

11) нажать плавно на педаль акселератора и добиться заданного нагрузочного режима P_T на ведущих колесах автомобиля (при диагностировании на силовом тяговом стенде) или заданного скоростного режима V_k ведущих колес автомобиля (при диагностировании на инерционном стенде);

12) при установившемся режиме диагностирования произвести измерение времени $T_{из}$ расходования заданного количества топлива M_T (или Q_T); замер выполнить три раза и определить среднее значение времени $T_{из}$;

13) остановить автомобиль и выключить двигатель;

14) отсоединить расходомер топлива;

15) определить по формулам 3.10 и 3.11 фактический часовой $G_{Тф}$ и фактический удельный g_{ef} расходы топлива;

16) сравнить полученные величины диагностических параметров с нормативными значениями, сделать заключение о соответствии показателей топливной экономичности автомобиля нормативным требованиям;

17) убрать из под колес автомобиля противооткатные упоры и поднять подъемные площадки стенда;

18) убрать автомобиль с барабанов и выключить стенд;

19) составить операционную технологическую карту общего диагностирования автомобиля по параметрам топливной экономичности (форма технологической карты приведена в приложении Г).

3.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующее:

- 1) расчеты нормативных величин часового $G_{Tq}(\omega)$ и удельного $g_e(\omega)$ расходов топлива, для заданной модели автомобиля и выбранных скоростного V_k и нагрузочного P_T режимов диагностирования с обязательным приведением расчетных зависимостей и пояснений к ним;
- 2) результаты замеров времени $T_{из}$, за которое расходуется заданное количество топлива;
- 3) расчеты фактического часового $G_{Tф}$ и фактического удельного $g_{эф}$ расходов топлива;
- 4) заключение о соответствии показателей топливной экономичности автомобиля нормативным требованиям;
- 5) операционную технологическую карту процесса общего диагностирования автомобиля по параметрам топливной экономичности;
- 6) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

3.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какие диагностические параметры контролируются при диагностировании автомобилей по параметрам топливной экономичности в

стационарных условиях и при использовании силового стенда тяговых качеств;

2) привести формулу для расчета часового расхода топлива;

3) привести формулу для расчета удельного эффективного расхода топлива при работе двигателя с частичной нагрузкой и угловой скорости коленчатого вала, равной ω ;

4) привести формулу для расчета фактической мощности двигателя при диагностировании на силовом тяговом стенде;

5) привести формулу для расчета фактической мощности двигателя при диагностировании на инерционном стенде;

6) как определяется степень использования мощности двигателя;

7) привести формулу для расчета коэффициента корректирования удельного расхода топлива, учитывающего степень использования мощности H двигателя;

8) привести формулу для расчета коэффициента корректирования удельного расхода топлива, учитывающего отношение действительной угловой скорости вращения коленчатого вала ω , с^{-1} , к угловой скорости ω_N , с^{-1} , соответствующей режиму работы двигателя при номинальной мощности;

9) какие режимы работы автомобиля должны быть обеспечены при измерении параметров топливной экономичности с использованием силового стенда тяговых качеств;

10) какие режимы работы автомобиля должны быть обеспечены при измерении параметров топливной экономичности с использованием инерционного стенда;

11) привести формулы для расчета фактического часового расхода топлива на основании результатов измерений;

12) привести формулу для расчета фактического удельного эффективного расхода топлива на основании результатов измерений;

13) какие типы расходомеров топлива используются при диагностировании автомобилей по параметрам топливной экономичности в стационарных условиях и при использовании стендов тяговых качеств;

14) составить перечень операций технологического процесса диагностирования автомобиля по параметрам топливной экономичности.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

3.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
УСТАНОВКИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС АВТОМОБИЛЕЙ ПО
ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ НА СТЕНДЕ МОДЕЛИ СКО-1

4.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение диагностических параметров для оценки установки управляемых колес легковых автомобилей при диагностировании их на электрооптических стендах;
- 2) изучение методики диагностирования установки управляемых колес легковых автомобилей на стендах электрооптического типа;
- 3) усвоение методики разработки технологического процесса углубленного диагностирования установки управляемых колес легковых автомобилей на стендах электрооптического типа (на примере тест-системы модели СКО-1).

4.2 Теоретическое обоснование

Установка управляемых колес автомобиля характеризуется следующими показателями – углом развала α , углом схождения β (или величиной схождения в миллиметрах), углом продольного наклона оси поворота колеса (шкворня) γ , углом поперечного наклона оси поворота колеса (шкворня) δ .

Углы развала и схождения управляемых колес зависят от конструкции подвески и выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить отсутствие бокового проскальзывания колеса при качении, минимальный износ покрышек, хорошую устойчивость и управляемость автомобиля.

Угол развала колес представляет собой угол между вертикальной плоскостью и плоскостью колеса, его создают установкой поворотных кулаков с наклоном концов цапф. При наклоне верхних частей колеса наружу от автомобиля угол α развала считают положительным. Единого мнения о назначении угла развала не существует. Одной из версий назначения данного угла является обеспечение вертикального положения колеса при возрастании на него нагрузки до номинальной величины вследствие деформации деталей переднего моста и полного выбора зазоров в подшипниках ступиц и шкворневых соединениях. Угол развала уменьшает величину плеча обкатки управляемого колеса, – при большой величине плеча обкатки значительно увеличивается усилие на рулевом колесе и нагрузка на детали рулевого механизма. Наличие угла развала уменьшает также нагрузку на внешние подшипники ступицы колеса.

В результате установки колес с развалом появляются силы, вызывающие движение колес с развертыванием по расходящимся дугам. Для устранения этого явления применяют схождение колес. Схождение колес может быть выражено в линейных и угловых мерах, в зависимости от применяемого контрольного оборудования. Обычно схождение колес в горизонтальной плоскости оценивают как разность расстояний между одинаковыми точками на краю ободьев, расположенными на определенной одинаковой высоте сзади и спереди передней оси автомобиля.

Угол поперечного наклона шкворня обеспечивает статическую стабилизацию управляемых колес (автоматическое возвращение в положение прямолинейного движения), наличие угла поперечного наклона шкворня, так же как и угла развала, уменьшает величину плеча обкатки управляемого колеса. Оси поперечного наклона шкворня и угла развала пересекаются в некоторой точке. Если эта точка пересечения находится ниже дорожного покрытия, то плечо обкатки положительное, а если точка пересечения находится выше дорожного покрытия – плечо обкатки отрицательное. Угол

продольного наклона шкворня обеспечивает динамическую стабилизацию колес. Многие системы подвески не имеют шкворня. В этом случае можно говорить о воображаемом наклоне шкворня, заменяемого осью, проходящей через центры шаровых опор.

При отклонении указанных параметров от значений, приведенных в технической документации автомобиля, резко ухудшается устойчивость и управляемость автомобиля, увеличивается износ шин, поэтому эти параметры требуют контроля и регулировки.

4.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы №5 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) легковой автомобиль;
- 2) электрооптическая тест-система СКО-1 для диагностики установки управляемых колес легковых автомобилей;
- 3) подъемник четырехстоечный электромеханический;
- 4) набор инструмента слесаря по ремонту автомобилей.

4.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

- 1) перед выполнением работы проверить осмотром состояние подъемника, обратив особое внимание на отсутствие перекоса его платформы, исправность защитных кожухов, наличие защитного заземления;
- 2) после установки автомобиля на платформу подъемника он должен быть надежно зафиксирован стояночным тормозом, а под задние колеса установлены упоры;
- 3) при включении подъемника для вывешивания и опускания автомобиля запрещено нахождение людей ближе 1 метра от его платформы.

4.5 Порядок выполнения работы

Лабораторную работу №4 рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить диагностические параметры и теорию углубленного диагностирования установки управляемых колес автомобилей на электрооптических стендах;
- 2) установить автомобиль на подъемник, при этом передние колеса должны быть установлены в центре поворотных кругов тест-системы СКО-1, установить колеса в положение прямолинейного движения, затормозить автомобиль стояночным тормозом;
- 3) проверить и при необходимости довести давление воздуха в шинах до рекомендуемого для данной модели автомобиля значения;
- 4) закрепить на диске правого переднего колеса опорную балку, на ее оси установить правый измерительный прибор, подключить прибор к блоку питания;
- 5) вывесить колесо домкратом (или стойкой) на 30...50 мм, на диске заднего колеса закрепить индикатор со шкалой;
- 6) совместить ось измерительного прибора с осью вращения колеса, осуществляя коррекцию вращательного движения изменением наклона оси опорной балки компенсаторными винтами; при совпадении осей положение светового указателя задней ветви проектора измерительного прибора на шкале индикатора будет неподвижным;
- 7) колесо опустить;
- 8) выполнить операции 4...7 для левого колеса;
- 9) нажатием на бампер прокачать подвеску несколько раз, затормозить колеса автомобиля приспособлением; установить на сидения автомобиля и в багажник балластный груз, если это предусмотрено в заводской инструкции для данной модели автомобиля;
- 10) измерительные приборы выставить горизонтально по встроенному уровню и зафиксировать относительно опорной балки рукояткой;

11) поворотом рукоятки зеркала направить световые указатели приборов на шкалы величины схождения, поворотом колес на кругах добиться совмещений одного из световых указателей с нулевой отметкой шкалы;

12) определить величину схождения управляемых колес по шкале противоположного прибора, сравнить измеренную величину с номинальным и допустимым значением данного диагностического параметра;

13) при необходимости произвести регулировку схождения колес вращением регулировочных муфт поперечных рулевых тяг; регулировку производить после проверки величины развала;

14) проверить по уровню горизонтальность установки приборов; установить колеса на поворотных кругах в положение для движения по прямой, при этом значения схождения для каждого колеса должны быть одинаковы;

15) повернуть измеритель развала на каждом колесе в положение, перпендикулярное плоскости колеса, зафиксировать значения углов развала каждого колес;

16) при необходимости выполнить регулировку угла развала каждого колеса; регулировка производится путем установки или удаления регулировочных шайб между осью нижнего рычага передней подвески и поперечиной, при этом следует добавлять или удалять одинаковое количество шайб на передний и задний болты крепления оси рычага;

17) установить шкалы опорно-поворотных кругов на нулевые отметки;

18) левое колесо повернуть внутрь на 20^0 , в этом положении рычажком измерителя углов наклона левого колеса установить на шкале ноль;

19) повернуть левое колесо наружу на 20^0 , по шкале левого измерителя углов наклона зафиксировать величину продольного наклона оси поворота левого колеса;

20) выполнить операции 18...19 для правого колеса;

21) при необходимости произвести регулировку угла продольного наклона оси поворота для каждого колеса; регулировка осуществляется перестановкой регулировочных шайб с переднего болта крепления оси нижнего рычага на задний болт, или наоборот;

22) повернуть измеритель угла наклона на каждом колесе в положение, параллельное плоскости колеса до фиксации;

23) левое колесо повернуть внутрь на 20^0 ; ослабить винт крепления левого измерительного прибора и его поворотом вокруг опорной оси установить стрелку измерителя углов наклона на ноль; надежно зафиксировать в этом положении измерительный прибор;

24) повернуть левое колесо наружу на 20^0 , по шкале левого измерителя зафиксировать величину поперечного наклона оси поворота левого колеса;

25) выполнить операции 23...24 для правого колеса;

26) если произведена регулировка развала или наклона оси поворота колес, необходимо повторно произвести измерение схождения колес;

27) составить операционную технологическую карту диагностирования установки управляемых колес автомобиля по геометрическим параметрам (форма технологической карты приведена в приложении Г).

4.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие материалы:

- 1) краткую последовательность выполнения работы;
- 2) результаты замеров параметров установки управляемых колес;
- 3) выводы по результатам измерений;
- 4) операционную технологическую карту диагностирования установки управляемых колес автомобиля;
- 5) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

4.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какими геометрическими показателями характеризуется установка управляемых колес автомобиля?
- 2) какая взаимосвязь существует между сходимением и углом развала управляемых колес?
- 3) каково назначение углов продольного и поперечного наклона оси поворота колеса (наклона шкворня)?
- 4) какова последовательность проверки схождения управляемых колес?
- 5) какова последовательность проверки угла развала управляемых колес?
- 6) какова последовательность проверки угла продольного наклона оси поворота колеса?
- 7) какова последовательность проверки угла поперечного наклона оси поворота колеса?
- 8) как производится регулировка схождения колес на автомобилях семейства ВАЗ (с задним приводом)?
- 9) как производится регулировка углов развала колес на автомобилях семейства ВАЗ (с задним приводом)?
- 10) как производится регулировка продольного угла наклона оси поворота колеса на автомобилях семейства ВАЗ (с задним приводом)?
- 11) как выполняется регулировка развала и схождения колес на автомобилях семейства ВАЗ (с передним приводом)?

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

4.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЩЕГО
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ (НА
ПРИМЕРЕ ПРИБОРОВ МОДЕЛЕЙ К-524, К-526 и ИСЛ-401)

5.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение устройства и принципа работы средств диагностирования общего технического состояния рулевого управления автотранспортных средств (в дальнейшем АТС);
- 2) изучение технологического процесса общего диагностирования технического состояния рулевого управления АТС.

5.2 Теоретическое обоснование

Рулевое управление является элементом автомобиля, влияющим на безопасность движения. Техническое состояние рулевого управления в обязательном порядке проверяется при проведении Государственного технического осмотра автомобилей, а также должно подвергаться периодической проверке (с периодичностью, не превышающей периодичности проведения общего диагностирования Д-1 или ТО-1) в процессе эксплуатации автомобиля. В соответствии с ГОСТ Р 51709-2001 к общему техническому состоянию рулевого управления предъявляется ряд требований. При этом к числу требований, соответствие которым проверяется инструментальными методами, относится требование к величине суммарного углового зазора (люфта) в рулевом управлении автомобиля: суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных значений, указанных изготовителем автотранспортного средства

в эксплуатационной документации, или, если такие значения изготовителем не указаны, следующих предельных допустимых значений:

- для легковых автомобилей и созданных на базе их агрегатов
грузовых автомобилей и автобусов 10°;
- для автобусов 20°;
- для грузовых автомобилей 25°.

Величина суммарного люфта рулевого колеса характеризует зазоры в сопряжениях всех элементов рулевого управления, которые зависят от степени износа деталей, входящих в их состав, и правильности соответствующих регулировок. Для контроля данного диагностического параметра в настоящее время используются следующие диагностические средства:

- приборы для проверки рулевого управления (люфтомеры) механического типа моделей НИИАТ К-402, НИИАТ К-187 и К-524;
- электронный прибор для проверки рулевого управления модели К-526;
- приборы для проверки рулевого управления с синхронизацией от управляемого колеса автомобиля моделей К-524М и ИСЛ-401.

Ниже рассмотрены устройство и принцип работы некоторых из вышеперечисленных приборов.

Прибор для проверки рулевого управления механического типа модели К-524 имеет следующие основные технико-экономические показатели:

- тип переносной, механический;
- диапазон диаметров рулевого колеса 360...500 мм;
- диапазон измерения угла поворота рулевого колеса 0...30°;
- погрешность измерения угла поворота рулевого
колеса $\pm 1,0^\circ$;
- регламентированные усилия, прикладываемые к ручке
динамометра при собственной массе автомобиля,
приходящейся на управляемые колеса: до 1,60 т 0,75 Кг;

свыше 1,60 до 3,86 т	1,00 Кг,
свыше 3,86 т	1,25 Кг;
– погрешность создания регламентированного усилия	$\pm 10\%$;
– время подготовки к проведению измерения	не более 150 с;
– время одного измерения	не более 30 с;
– габаритные размеры	350×135×165 мм;
– масса	не более 0,7 Кг;

При выполнении измерений с использованием прибора модели К-524 необходимо соблюдать нижеперечисленные требования к АТС:

- шины и ободья управляемых колес автомобиля должны быть чистыми и сухими, давление воздуха в шинах должно соответствовать норме для данной модели автомобиля;
- управляемые колеса автомобиля должны быть установлены на сухой, ровной горизонтальной поверхности с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием в положении, соответствующем движению в прямом направлении;
- контроль рулевого управления автомобилей, оборудованных усилителем руля, производить при работающем двигателе.

Электронный прибор для проверки рулевого управления модели К-526 имеет следующие основные технико-экономические показатели:

- тип переносной, электронный;
- диапазон диаметров рулевого колеса проверяемых автомобилей 360...550 мм;
- диапазон измерения угла поворота рулевого колеса 0...40°;
- погрешность измерения угла поворота рулевого колеса: в диапазоне 0...10° $\pm 0,5^\circ$;
в диапазоне 10...40° $\pm 5 \%$;
- регламентированные усилия, прикладываемые к ручке динамометра при собственной массе автомобиля,

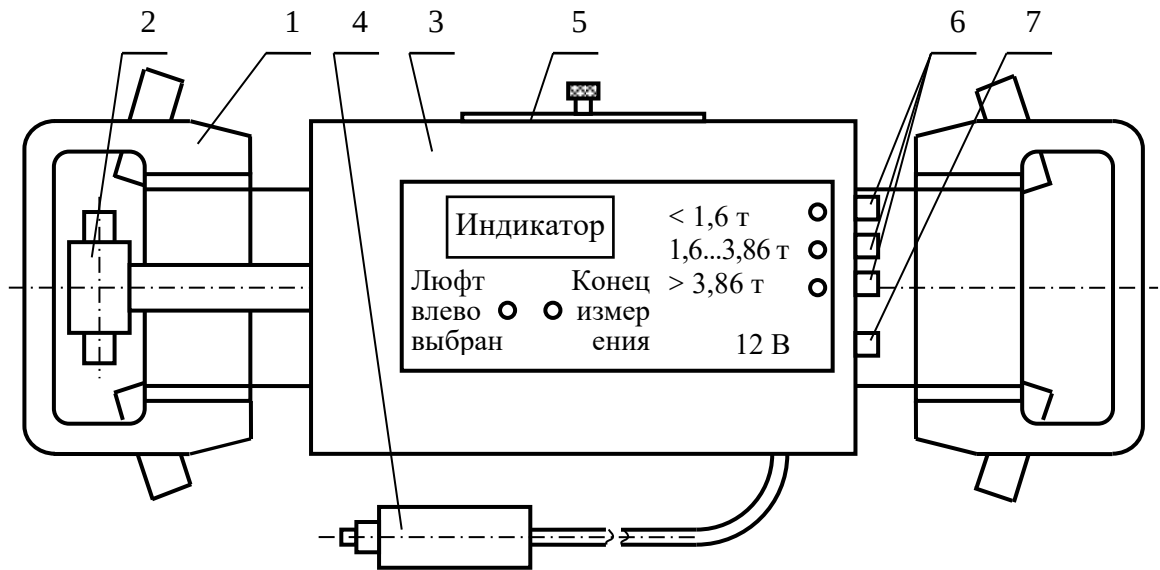
приходящейся на управляемые колеса: до 1,60 т	0,75 Кг;
свыше 1,60 до 3,86 т	1,00 Кг;
свыше 3,86 т	1,25 Кг;
– погрешность создания регламентированного усилия	$\pm 10 \%$;
– время подготовки к проведению измерения	не более 30 с;
– время одного измерения	не более 15 с;
– габаритные размеры	415×145×127 мм;
– масса	не более 3,0 Кг;
– потребляемая мощность в нормальных условиях	не более 5,0 Вт;

Работа прибора модели К-526 основана на измерении суммарного люфта рулевого управления автотранспортного средства посредством счета импульсов оптико-механического датчика угла с отсечкой начала и конца отсчета тензометрическим датчиком силы, тарированным на регламентированные усилия на рулевом колесе (величины усилий для соответствующих типов автомобилей приведены выше). Прибор состоит из следующих условно разделенных частей:

- 1) захват, предназначенный для установки и закрепления прибора на рулевом колесе;
- 2) датчик усилия (тензометрический), предназначенный для контроля усилия, прикладываемого к рулевому колесу;
- 3) электронный блок с органами управления и оптико-механическим датчиком углового перемещения, предназначен для ввода исходных параметров автомобиля, а также для обработки и отображения информации;
- 4) электрические шнуры, предназначенные для подсоединения прибора к источникам электропитания постоянного тока с напряжением 12 В; прибор может быть включен в гнездо прикуривателя или подсоединен через переходник к аккумуляторной батарее;
- 5) эластичный шнур с «присоской», предназначенный для обеспечения возможности проведения измерения при углах наклона оси рулевой колонки

к вертикали – менее 30°.

На рисунке 5.1 приведена схема общего устройства прибора К-526.



1 – захват; 2 – датчик силы; 3 – блок электронный; 4 – шнур электропитания прибора со штекером под прикуриватель; 5 – люк для доступа к датчику угловых перемещений; 6 – кнопки выбора величины нагрузки на переднюю ось автомобиля; 7 – кнопка выключения питания прибора

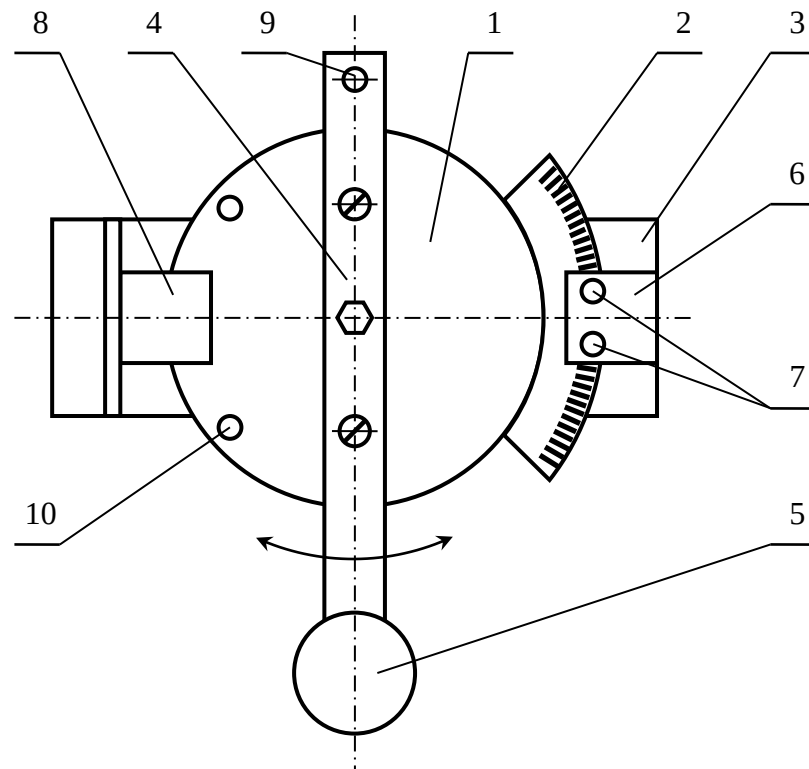
Рисунок 5.1 – Схема общего устройства прибора для проверки рулевого управления автомобилей модели К-526

Прибор К-526 устанавливается и фиксируется захватом 1 за внешнюю сторону обода рулевого колеса проверяемого транспортного средства. При помощи шнура электропитания со штекером 4 он подсоединяется к прикуривателю, а при отсутствии прикуривателя прибор подсоединяется через специальный переходник со шнуром к аккумуляторной батарее или другому источнику постоянного тока с напряжением 12 В. Затем прибор включается нажатием кнопки 7 «12 В». На электронном блоке устанавливается режим измерения, соответствующий контролируемому автомобилю, путем нажатия одной из трех кнопок 6 с соответствующей нагрузкой на переднюю ось. При повороте прибора (вместе с рулевым

колесом) за одну из кнопок датчика силы 2 влево и достижении регламентированной для данного транспортного средства силы на панели прибора загорается лампочка «Люфт влево выбран» и включается отсчет угловой величины люфта. А при повороте рулевого колеса за вторую кнопку датчика 2 вправо и достижении регламентированной силы на датчике – загорается лампочка «Конец измерения» и отсчет угловой величины отключается. В электронном блоке производится обработка информации и на цифровом индикаторе через короткое время отображается величина люфта рулевого управления.

Одним из основных элементов электронного блока является оптико-механический датчик углового перемещения, принципиальная схема которого приведена на рисунке 5.2. Основой датчика является диск 1, изготовленный из алюминиевого сплава, на котором по периметру выполнены узкие пазы прямоугольной формы 2. Диск закреплен на оси, установленной в двух опорных подшипниках, это обеспечивает легкое вращение диска 1 относительно основания 3. Для ориентации диска относительно земной вертикали на рычаге 4, закрепленном на диске, установлен груз 5. Таким образом, диск с закрепленным на кронштейне грузом представляет собой маятник, постоянно занимающий определенное положение в пространстве (по отношению к земной вертикали) независимо от положения корпуса прибора, закрепленного на руле автомобиля (в случае, когда ось рулевой колонки составляет с вертикалью угол, превышающий 30°). На основании 3 датчика закреплен держатель 6, в котором установлены две пары фотоприемников и излучателей 7. Фотоприемники расположены с одной стороны диска 1, а излучатели – с другой. При этом прямоугольные пазы 2 диска 1 перемещаются между фотоприемниками и излучателями. На основании датчика, с противоположной стороны от держателя с фотоэлементами, закреплена стальная скоба с приклеенными на ней магнитами 8 (магниты расположены с двух сторон от диска 1). Скоба с

магнитами служит для успокоения колебаний диска, возникающих при его перемещении относительно основания 3. Для ограничения угла поворота диска на нем закреплены два ограничительных упора в виде штифтов 10. Основание датчика закреплено на корпусе электронного блока прибора.



1 – диск; 2 – пазы диска; 3 – основание датчика; 4 – рычаг; 5 – груз; 6 – держатель; 7 – фотоэлементы; 8 – скоба с магнитами; 9 – отверстие для закрепления конца эластичного шнура

Рисунок 5.2 – Схема устройства датчика угловых перемещений

При вращении рулевого колеса с закрепленным на нем корпусом прибора вращается также и основание 3 с держателем 6 и фотоэлементами 7 датчика угловых перемещений, а диск 1 будет находиться в одном и том же положении. Пазы диска будут периодически открывать световой поток между излучателем и фотоприемником, в котором будут формироваться сигналы. Число сигналов будет пропорционально углу поворота рулевого колеса. Сигналы датчика углового перемещения вместе с сигналом датчика силы подаются на электронный блок, который формирует импульсы счета, поступающие на счетчик, а также специальные сигналы отсечек: при

вращении руля влево – «Люфт влево выбран» и при вращении руля вправо – «Конец измерения». Результат счета отображается на цифровом индикаторе прибора.

При угле наклона оси рулевой колонки меньшем, чем 30° , плоскость диска 1 с прорезями занимает положение, близкое к горизонтальному положению. В этом случае сила, стремящаяся привести рычаг 4 с грузом 5 в положение устойчивого равновесия, значительно уменьшается. При этом во избежание возникновения погрешности измерения, фиксацию диска 1 в определенном положении осуществляют при помощи эластичного шнура. Шнур одним концом закрепляется при помощи крюка, пропущенного через люк в корпусе электронного блока (см. поз. 5 на рисунке 5.1) за отверстие 9 в конце рычага 4, а вторым, при помощи «присоски», – к лобовому стеклу автомобиля.

Приборы для проверки рулевого управления с синхронизацией от управляемого колеса автомобиля моделей К-524М и ИСЛ-401 отличаются от рассмотренных выше моделей (соответственно К-524 и К-526) тем, что в их состав входят датчики начала движения управляемого колеса. При этом люфт рулевого колеса фиксируется не в момент достижения на его ободке определенного усилия, а в момент начала поворота управляемого колеса автомобиля (в соответствие с требованиями ГОСТ Р 51709-2001). Основные технико-экономические показатели прибора ИСЛ-401 приведены ниже:

- | | |
|---|---|
| – тип | переносной, электронный,
с синхронизацией от колеса; |
| – диапазон диаметров рулевого колеса | 360...550 мм; |
| – диапазон измерения угла поворота рулевого колеса | 0...40°; |
| – погрешность измерения угла поворота рулевого
колеса: в диапазоне 0...10° | ± 0,5°; |
| в диапазоне 10...40° | ± 5 %; |
| – полное время одной проверки | не более 90 с; |
| – расстояние между упорами датчика момента | |

начала движения управляемого колеса

405...580 мм;

Общий вид прибора модели ИСЛ-401 показан на рисунке 5.3. Основой прибора является электронный блок с оптико-механическим датчиком угловых перемещений, аналогичный электронному блоку прибора К-526. Датчик начала движения устанавливается рядом с управляемым колесом и упирается специальными упорами в диск колеса.



Рисунок 5.3 – Общий вид прибора модели ИСЛ-401

Сам прибор ИСЛ-401 по устройству и внешнему виду подобен прибору К-526. Так же как и прибор К-526 он устанавливается и фиксируется захватом за внешнюю сторону обода рулевого колеса проверяемого автомобиля. Питание прибора осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 12 В. Включение прибора производится нажатием кнопки с надписью «12 В». Датчик начала движения устанавливается рядом с тем управляемым колесом автомобиля, которое находится со стороны, противоположной той стороне, на которой установлена рулевая колонка. Специальными упорами, закрепленными на планке, датчик упирается в диск колеса. Расстояние между упорами устанавливается в зависимости от диаметра обода колеса. Планка связана с датчиком, который вырабатывает сигнал в момент начала ее движения. При повороте рулевого колеса влево, в

момент начала поворота влево управляемого колеса, возле которого установлен датчик, на приборе загорается лампочка «Люфт влево выбран» и включается отсчет угловой величины люфта. А при повороте рулевого колеса вправо, в момент начала поворота вправо управляемого колеса – загорается лампочка «Конец измерения» и отсчет угловой величины отключается. В электронном блоке производится обработка информации и на цифровом индикаторе отображается величина люфта рулевого управления.

5.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) автомобиль (легковой, грузовой или автобус);
- 2) приборы для проверки рулевого управления моделей К-524 и К-526.

5.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы следует соблюдать следующие меры безопасности:

- 1) при измерении люфта рулевого управления автомобиль поставить на стояночный тормоз, а под задние колеса с двух сторон установить противооткатные упоры;
- 2) при необходимости запуска автомобильного двигателя (при контроле рулевого управления автомобилей, имеющих усилитель руля) выхлопную трубу автомобиля соединить специальным шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее.

5.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить требования, предъявляемые к величине суммарного люфта рулевого управления, и методы проверки этого параметра, установленные ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»;

2) установить автомобиль на пост поставить его на стояночный тормоз, а под задние колеса с двух сторон установить противооткатные упоры;

3) выполнить измерение суммарного люфта рулевого управления прибором модели К-524, при этом рекомендуется соблюдать следующую последовательность операций:

- закрепить прибор на обод рулевого колеса;

- натянуть эластичный шнур и свободный конец его закрепить при помощи «присоски» на лобовом стекле автомобиля так, чтобы шнур располагался над шкалой угломера;

- к кнопкам динамометра поочередно в обоих направлениях приложить определенные усилия и при этом по шкале угломера определить крайние фиксированные положения рулевого колеса; величины усилий, с которыми необходимо воздействовать на динамометр, равны: 7,35 Н (0,75 Кг) – при величине собственной массы автомобиля, приходящейся на управляемые колеса до 1,60 т; 9,80 Н (1,00 Кг) – при величине собственной массы автомобиля, приходящейся на управляемые колеса свыше 1,60 т и до 3,86 т; 12,30 Н (1,25 Кг) – при величине собственной массы автомобиля, приходящейся на управляемые колеса свыше 3,86 т;

- значение суммарного люфта в рулевом управлении определить по углу поворота рулевого колеса между крайними фиксированными положениями; измерение выполняется не менее двух раз;

4) изучить устройство и принцип работы электронного прибора модели К-526 для контроля общего технического состояния рулевого управления автомобилей;

5) выполнить измерение суммарного люфта рулевого управления

прибором модели К-526, при этом рекомендуется соблюдать следующую последовательность операций:

- закрепить прибор на обод рулевого колеса, предварительно растянув за ручки захват и установив упоры захвата на ободе рулевого колеса;
 - подключить прибор к источнику постоянного тока напряжением 12 В и включить питание нажатием кнопки «12 В»;
 - в зависимости от нагрузки, приходящейся на управляемые колеса, нажать на одну из следующих кнопок: « до 1,60 т », « свыше 1,60 до 3,86 т » или «свыше 3,86 т »;
 - плавно, без рывков поворачивать рулевое колесо влево за кнопку датчика силы до момента загорания на панели прибора светодиода «Люфт влево выбран»;
 - плавно, без рывков поворачивать рулевое колесо вправо за кнопку датчика силы до момента загорания на панели прибора светодиода «Конец измерения»;
 - значение суммарного люфта в рулевом управлении определить по показаниям индикатора; измерение выполняется не менее двух раз и затем определяется среднее значение люфта по результатам двух замеров;
 - сравнить результаты измерения люфта, полученные при помощи приборов К-524 и К-526;
- 6) изучить устройство и принцип работы электронного прибора модели ИСЛ-401 с синхронизацией от управляемого колеса автомобиля для контроля общего технического состояния рулевого управления;
- 7) сравнить полученные результаты измерений с нормативными величинами данного диагностического параметра для проверяемого типа АТС;
- 8) сделать заключение о техническом состоянии рулевого управления проверяемого автомобиля.
- 9) составить операционную технологическую карту общего

диагностирования технического состояния рулевого управления автомобилей при помощи прибора К-524 или К-526 (форма технологической карты приведена в приложении Г).

5.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- 1) требования, предъявляемые к величине суммарного люфта рулевого управления, установленные ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»;
- 2) описание устройства прибора модели К-524 для контроля общего технического состояния рулевого управления автомобилей;
- 3) описание устройства электронного прибора модели К-526 для контроля общего технического состояния рулевого управления автомобилей;
- 4) описание устройства прибора модели ИСЛ-401 с синхронизацией от управляемого колеса автомобиля для контроля общего технического состояния рулевого управления;
- 5) результаты измерения суммарного люфта рулевого управления, полученные при помощи приборов К-524 и К-526;
- 6) анализ результатов измерения и заключение об общем техническом состоянии рулевого управления проверяемого автомобиля;
- 7) операционную технологическую карту процесса общего диагностирования рулевого управления автомобиля;
- 8) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

5.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы

рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1) требования, предъявляемые к величине суммарного углового зазора рулевого управления автомобилей, установленные ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»;

2) методы проверки величины суммарного углового зазора рулевого управления автомобилей, установленные ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»;

3) устройство и принцип работы прибора механического типа модели К-524 для контроля общего технического состояния рулевого управления автомобилей;

4) устройство и принцип работы электронного прибора модели К-526 для контроля общего технического состояния рулевого управления автомобилей;

5) устройство и принцип работы прибора модели ИСЛ-401 с синхронизацией от управляемого колеса автомобиля для контроля общего технического состояния рулевого управления;

6) составить перечень операций технологического процесса общего диагностирования рулевого управления автомобиля при помощи прибора механического типа модели К-524;

7) составить перечень операций технологического процесса общего диагностирования рулевого управления автомобиля при помощи электронного прибора модели К-526.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

5.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЩЕГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОМ СТЕНДЕ

6.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является:

- 1) изучение технологии общего диагностирования технического состояния двигателя, снятого с автомобиля на обкаточно-тормозном стенде;
- 2) усвоение методики разработки технологической карты общего диагностирования двигателя на обкаточно-тормозном стенде.

6.2 Теоретическое обоснование

Общее диагностирование технического состояния двигателей, снятых с автомобилей осуществляется, как правило, после выполнения текущего или капитального ремонта. Целью проведения данного вида диагностирования является оценка качества выполненного ремонта и определение характеристических показателей двигателей. Объективное и достоверное заключение о техническом состоянии двигателя можно сделать только при его диагностировании на различных скоростных и нагрузочных режимах работы.

Для общего диагностирования технического состояния двигателя, снятого с автомобиля, используются обкаточно-тормозные стенды, позволяющие создавать требуемый режим работы и контролировать основные показатели работы автомобильного двигателя – крутящий момент, частоту вращения коленчатого вала двигателя, мощность, часовой и удельный расход топлива, давление масла в системе смазки, температурный

режим двигателя и другие параметры. Кроме того, можно оценить устойчивость работы двигателя в различных режимах, наличие нехарактерных стуков, шумов, подтекание технических жидкостей и т.д.

Наиболее полное представление о техническом состоянии двигателя можно получить на основании анализа значений параметров, полученных при работе двигателя на внешней скоростной характеристике (при полной подаче топлива) в режиме максимального крутящего момента и в режиме максимальной мощности.

При диагностировании двигателя на обкаточно-тормозном стенде непосредственному измерению подвергаются следующие параметры:

- максимальный эффективный крутящий момент $M_{e\max}$, Н · м, и частоту вращения коленчатого вала, соответствующую максимальному крутящему моменту n_M , мин⁻¹;
- эффективный крутящий момент M_{eN} , Н · м, измеренный при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей режиму максимальной мощности n_N , мин⁻¹;
- время расходования заданного количества топлива при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента τ_M , с;
- время расходования заданного количества топлива при работе двигателя в режиме максимальной мощности τ_N , с;
- температура воздуха на входе в двигатель t_B , °С.

На основании измеренных величин рассчитываются следующие диагностические параметры:

- 1) эффективная мощность при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента N_{eM} , кВт:

$$N_{eM} = \frac{M_{e\max} \cdot n_M}{9550}; \quad (6.1)$$

- 2) эффективная мощность при работе двигателя в режиме

максимальной мощности $N_{e \max}$, кВт:

$$N_{e \max} = \frac{M_{eN} \cdot n_N}{9550}; \quad (6.2)$$

3) эффективные величины крутящего момента и мощности двигателя, приведенные к нормальным атмосферным условиям испытаний, рассчитываются по формулам:

$$M_e^{IP} = M_e \cdot K_{IP}, \quad (6.3)$$

$$N_e^{IP} = N_e \cdot K_{IP},$$

где K_{IP} – коэффициент приведения диагностических параметров к нормальным атмосферным условиям испытаний; коэффициент приведения K_{IP} рассчитывается по формуле:

$$K_{IP} = \sqrt{\frac{760}{P_B}} \cdot \sqrt{\frac{t_B + 273}{298}}, \quad (6.4)$$

где P_B – барометрическое давление воздуха при испытаниях, мм. рт. ст.;

760 – давление воздуха, соответствующее нормальным атмосферным условиям испытаний, мм. рт. ст.;

298 – температура воздуха, соответствующая нормальным атмосферным условиям испытаний, °K;

4) часовой расход топлива G_T , кг/час, на разных скоростных и нагрузочных режимах работы двигателя определяется по формуле:

$$G_T = 3,6 \cdot \frac{m_T}{\tau}, \quad (6.5)$$

где m_T – количество топлива, г, расходуемое двигателем за время τ ;

5) удельный эффективный расход топлива g_e , г/(кВт · час), рассчитывается по формуле:

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_T}{N_e}. \quad (6.6)$$

Необходимо отметить, что в случае выполнения испытаний после проведения текущего или капитального ремонта двигателя, диагностирование в режимах внешней скоростной характеристики следует осуществлять только после проведения его обкатки, выполненной в соответствии с известными технологическими процессами.

6.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) обкаточно-тормозной стенд модели 110015;
- 2) весовой расходомер топлива;
- 3) секундомер;
- 4) автомобильный двигатель ЗиЛ-508.10 (ЗиЛ-130).

6.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдение следующих мер безопасности:

- 1) перед выполнением работы проверить осмотром состояние заземления стенда, наличие и исправность защитных ограждений, герметичность системы выпуска отработавших газов;
- 2) включение привода стенда производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера и при работающей вытяжной вентиляции;
- 3) при работе стенда избегать прикосновения к вращающимся частям двигателя, к элементам системы зажигания, находящимся под высоким напряжением, к выхлопным трубам двигателя;

- 4) при выполнении работы в помещении лаборатории запрещается пользоваться открытым огнем;
- 5) при подсоединении к системе питания автомобиля расходомера топлива и его отсоединении избегать попадания бензина на открытые части тела, а в случае попадания – промыть их водой с мылом;
- 6) при выполнении измерений не допускается подтекание топлива в местах соединения топливопроводов системы питания автомобиля и расходомера топлива;
- 7) перед выключением стенда предварительно закрыть дроссельные заслонки и заглушить двигатель.

6.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить теорию общего диагностирования автомобильного двигателя, контролируемые параметры;
- 2) оценить готовность двигателя к запуску (проверить наличие масла, охлаждающей жидкости, топлива);
- 3) включить электропитание обкаточно-тормозного стенда; при помощи электромашины стенда запустить двигатель и прогреть его до рабочей температуры охлаждающей жидкости ($85\ldots 90\text{ }^{\circ}\text{C}$), после чего заглушить двигатель;
- 4) оценить работу двигателя в режиме холостого хода; минимальная частота вращения коленчатого вала должна составлять $550\ldots 600\text{ мин}^{-1}$; двигатель должен работать без перебоев, не должны прослушиваться нехарактерные стуки и шумы; подтекание топлива, масла, охлаждающей жидкости не допускается; давление масла в системе смазки должно быть не менее $80\ldots 100\text{ КПа}$ ($0,8\ldots 1,0\text{ Кг/см}^2$);
- 5) оценить работу двигателя в переходных режимах; при быстром

открытии дроссельных заслонок не допускаются «провалы» в работе, при быстром закрытии – хлопки в системе выпуска;

6) оценить исправность ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя; при полном открытии дроссельных заслонок в режиме холостого хода двигателя частота вращения его коленчатого вала не должна превысить 3600 мин^{-1} , при этом давление масла должно быть не более 450 КПа ($4,5 \text{ Кг/см}^2$);

7) включить нагрузочное устройство стенда; одновременно открывая дроссельные заслонки и увеличивая нагрузку на двигатель, добиться максимального значения эффективного крутящего момента, при полной топливоподаче; при этом режиме работы двигателя зафиксировать значения следующих параметров:

- эффективного крутящего момента $M_{e \max}$, Н · м;
- частоты вращения коленчатого вала n_M , мин^{-1} ;
- времени τ_M , с, расходования заданного количества топлива m_T ;
- температуру воздуха на входе в двигатель t_B , °С;

8) уменьшая нагрузку на двигатель довести частоту вращения коленчатого вала последовательно до 2600, 2800, 3000 и 3200 мин^{-1} , фиксируя в каждом случае крутящий момент на валу двигателя: $M_{e 2600}$, $M_{e 2800}$, $M_{e 3000}$ и $M_{e 3200}$, Н · м;

9) закрыть дроссельные заслонки, отключить нагрузку стенда, заглушить двигатель, отключить электропитание стенда;

10) по формуле 6.1 рассчитать эффективную мощность N_{eM} , кВт, при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента;

11) по формуле 6.4 рассчитать коэффициент приведения $K_{\text{пр}}$ диагностических параметров к нормальным атмосферным условиям испытаний;

12) пользуясь формулами 6.3, определить эффективные величины крутящего момента $M_{eM}^{\text{пр}}$, Н · м, и мощности $N_{eM}^{\text{пр}}$, кВт, при работе двигателя в

режиме максимального крутящего момента, приведенные к нормальным атмосферным условиям испытаний;

13) рассчитать по формуле 6.5 часовой расход топлива G_{T_M} , кг/час, при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента;

14) рассчитать по формуле 6.6 удельный эффективный расход топлива g_{eM} , г/(кВт · час), при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента;

15) рассчитать эффективные мощности N_{e2600} , N_{e2800} , N_{e3000} и N_{e3200} , кВт, при частоте вращения коленчатого вала двигателя, равной 2600, 2800, 3000 и 3200 мин⁻¹, соответственно; построить участок внешней скоростной характеристики (для мощности) в интервале частот вращения коленчатого вала двигателя от 2600 до 3200 мин⁻¹; установить значения максимальной мощности двигателя $N_{e_{max}}$, кВт, и частоты вращения коленчатого вала n_N , мин⁻¹, соответствующей режиму максимальной мощности;

16) определить величину максимальной эффективной мощности двигателя $N_{e_{max}}^{IP}$, кВт, приведенную к нормальным атмосферным условиям испытаний;

17) сравнить измеренные и рассчитанные величины показателей максимального крутящего момента, максимальной мощности, часового и удельного эффективного расхода топлива с номинальными и допустимыми для данного двигателя значениями; выполнить анализ полученных результатов и сделать выводы по работе;

18) составить операционную технологическую карту общего диагностирования технического состояния двигателя, снятого с автомобиля, на обкаточно-тормозном стенде.

6.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя:

- 1) краткую последовательность выполнения работы;
- 2) результаты измерений показателей:
 - эффективный крутящий момент $M_{e\max}$, Н · м;
 - частота вращения коленчатого вала n_M , мин⁻¹;
 - время τ_M , с, расходования заданного количества топлива m_T ;
 - температуру воздуха на входе в двигатель t_B , °С;
 - крутящий момент на валу двигателя: M_{e2600} , M_{e2800} , M_{e3000} и M_{e3200} , Н·м при частоте вращения коленчатого вала 2600, 2800, 3000 и 3200 мин⁻¹, соответственно;
- 3) расчет показателей максимального крутящего момента, максимальной мощности, часового и удельного эффективного расхода топлива;
- 4) анализ полученных результатов и заключение об общем техническом состоянии проверяемого двигателя;
- 5) операционную технологическую карту процесса общего диагностирования двигателя на обкаточно-тормозном стенде;
- 6) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

6.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какими диагностическими параметрами оценивается общее техническое состояние автомобильного двигателя при диагностировании его на обкаточно-тормозном стенде?;

2) привести расчетную формулу для определения мощности автомобильного двигателя;

3) привести расчетные формулы для определения показателей топливной экономичности автомобильного двигателя;

4) пояснить, как влияют на крутящий момент и мощность двигателя атмосферные условия (барометрическое давление и температура воздуха) при проведении испытаний;

5) составить перечень операций технологического процесса общего диагностирования двигателя на обкаточно-тормозном стенде.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

6.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

7.1 Цель работы

Целью лабораторных занятий является изучение диагностических параметров и методики углубленного диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильного двигателя.

7.2 Теоретическое обоснование

Двигатель является основным агрегатом автомобиля, определяющим мощностные, топливно-экономические и экологические характеристики. При ухудшении его технического состояния значительно снижается мощность и крутящий момент, возрастает часовой и удельный расход топлива, резко растет выброс токсичных веществ с отработавшими газами. Значительная часть неисправностей относится к цилиндропоршневой группе (ЦПГ) двигателя. Методы диагностирования ее технического состояния базируются на измерении диагностических параметров, сопутствующих работе двигателя и тесно связанных со структурными параметрами основных элементов.

В эксплуатации обычно применяют следующие методы диагностирования состояния ЦПГ:

- метод, основанный на измерении расхода (угара) картерного масла;
- метод, основанный на измерении количества картерных газов, поступающих в картер двигателя при его работе через ЦПГ;
- метод, основанный на оценке характера стуков и шумов при прослушивании работы двигателя с помощью стетоскопа;
- метод, основанный на измерении максимальной величины и колебаний разрежения во впускном коллекторе;

- метод, основанный на измерении давления в конце такта сжатия (компрессии) при прокручивании коленчатого вала двигателя;
- метод, основанный на измерении утечки сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр двигателя под определенным давлением через специальный прибор.

Угар картерного масла определяют по количеству масла, доливаемого в двигатель в процессе эксплуатации. Он зависит от износа маслосъемных и компрессионных колец, состояния направляющих втулок клапанов, состояния маслоотражающих колпачков, утечек масла из двигателя через уплотнения. Сделать объективное заключение о состоянии ЦПГ двигателя можно, как правило, лишь в том случае, если ее структурные параметры уже вышли за предельно допустимые величины.

Количество газов, прорывающихся в картер двигателя между поршнями с кольцами и цилиндрами, замеряют газовым расходомером, соединенным с маслозаливным патрубком. При этом картер двигателя герметизируют резиновыми пробками, закрывающими отверстия под масляный щуп и газоотводящую трубку системы вентиляции картера. Замеры производятся на стендах, создающих нагрузку на двигатель, при полной подаче топлива. Следует отметить, что данный способ не является достаточно стабильным, результаты измерений могут колебаться в значительных пределах для одной и той же модели двигателя при одинаковой степени износа цилиндро-поршневой группы. Здесь сказывается влияние многих факторов – нагарообразование, положение поршневых колец (взаимное расположение их замков), износ деталей, состояние сальниковых уплотнений, разложение масла и его вязкость и др. Повышения точности метода можно достичь за счет увеличения числа измерений по времени эксплуатации двигателя. В некоторых случаях рекомендуют определять техническое состояние компрессионных колец по расходу картерных газов, а состояние маслосъемных колец по расходу картерного масла. Однако

рассмотренный метод в любом случае не учитывает особенности износа деталей по отдельным цилиндрам.

Прослушивание работающего двигателя при помощи стетоскопа является одним из виброакустических способов диагностики. Стетоскопом улавливаются и усиливаются шумы, сопровождающие работу двигателя. Возникновение ненормальных шумов свидетельствует о неисправностях механизмов двигателя, и в первую очередь о повышенных зазорах в подвижных сопряжениях. Усиление звука в стетоскопе обеспечивается встроенным усилителем. Стетоскоп позволяет определять состояние коренных и шатунных подшипников коленчатого вала, стуки юбки поршня о гильзу при перекладке поршня (при прохождении ВМТ), стуки клапанов и распределительных шестерен. Недостатком данного метода является то, что достоверный диагноз возможен только при высокой квалификации диагноста.

Величина разрежения во впускном трубопроводе измеряется вакуумметром, присоединенным к впускному коллектору. Примерное значение разрежения при закрытой дроссельной заслонке и работе двигателя в режиме холостого хода составляет 65...74 кПа. Недостатком является то, что локализация неисправностей при пониженном разрежении практически затруднительна.

Чаще других методов используются методы диагностирования ЦПГ по герметичности надпоршневого пространства цилиндров двигателя, при этом в качестве диагностических параметров используется компрессия, и утечка сжатого воздуха из цилиндра.

Компрессия двигателя наиболее часто используется в качестве диагностического параметра, характеризующего состояние ЦПГ, так как ее определение не требует дорогостоящих диагностических приборов и значительных затрат времени, не считая снятия и установки свечей зажигания (или форсунок в дизелях). Однако на значения давления при

сжатии, кроме состояния гильзы цилиндра, поршней и поршневых колец, также в большой степени влияют герметичность клапанов двигателя, взаимное расположение поршневых колец, вязкость масла и другие факторы. Так, например, при значительном износе маслосъемных колец компрессия может быть завышена из-за попадания масла и уплотнения сопряжения компрессионное кольцо – гильза цилиндра. По результатам исследований, отношение величины компрессии в новом и предельно изношенном двигателе может находиться в пределах 1,2...1,4. Более перспективным является способ диагностирования по максимальной скорости нарастания давления при сжатии в зависимости от угла поворота коленчатого вала. Отношение максимальных скоростей изменения давления для новых и изношенных двигателей, по тем же данным, составляет 1,6...1,7, то есть способ является более информативным. Однако реализация данного способа на практике затруднена, так как требует достаточно дорогостоящего оборудования для фиксации изменения давления в цилиндре при повороте коленчатого вала, обработки и отображения результатов.

Компрессию двигателя измеряют специальным манометром (компрессометром), вращая коленчатый вал с установленной частотой. Чтобы получить достоверные результаты, необходимо компрессию проверять на двигателе, прогретом до рабочей температуры, а частоту вращения коленчатого вала обеспечивать такой, какую для данного двигателя обеспечивает исправная заряженная аккумуляторная батарея. При измерении компрессии на бензиновом двигателе должны быть полностью открыты воздушные и дроссельные заслонки. Величина компрессии, в зависимости от степени сжатия двигателя, находится в пределах 0,8...1,5 МПа (8...15 кгс/см²) для бензиновых двигателей и 3...4 МПа (30...40 кгс/см²) для дизелей. По мере изнашивания деталей ЦПГ, а также при возникновении таких неисправностей, как поломка и залегание поршневых колец, подгорание клапана или его седла, компрессия значительно снижается.

Метод, основанный на проверке герметичности цилиндра по утечке воздуха, подаваемого под определенным давлением в цилиндр при закрытых клапанах, применяется на неработающем двигателе. Наличие негерметичности в цилиндре вызывает утечку из него воздуха и снижение давления, регистрируемое специальным прибором. Для удобства использования в некоторых приборах по его манометру определяют не давление, а относительную утечку воздуха в процентах по отношению к ее максимальному значению. Для локализации конкретной причины повышенной утечки воздуха из цилиндра он подается в цилиндр под более высоким давлением 0,6...0,8 МПа (6...8 кг/см²). Утечки находятся при помощи специального индикатора или по шуму сжатого воздуха, выходящего во впускной коллектор или систему выпуска газов, маслозаливную горловину или в систему охлаждения. Этот метод, несмотря на неплохую информативность, также не свободен от недостатков, так как определение степени износа поршневых колец затруднено. Сжатый воздух прижимает кольцо к нижней кромке поршневой канавки и к зеркалу цилиндра, что не дает возможности установить надежные зависимости между износом и показателями утечки воздуха.

7.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) автомобильный двигатель ЗиЛ-508.10 (ЗиЛ-130);
- 2) обкаточно-тормозной стенд модели 110015;
- 3) компрессометр;
- 4) газовый расходомер;
- 5) прибор К-272М (или прибор К-69М);
- 6) набор инструмента слесаря по ремонту автомобилей.

7.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдение следующих мер безопасности:

- 1) перед выполнением работы проверить осмотром состояние заземления стенда, наличие и исправность защитных ограждений, герметичность системы выпуска отработавших газов;
- 2) включение стенда производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера и при работающей вытяжной вентиляции;
- 3) при работе стенда избегать прикосновения к вращающимся частям двигателя, к элементам системы зажигания, находящимся под высоким напряжением, к выхлопным трубам двигателя;
- 4) при выполнении измерений не допускается подтекание топлива в местах соединения топливопроводов системы питания автомобиля; в помещении лаборатории запрещается пользоваться открытым огнем;
- 5) перед выключением стенда предварительно закрыть дроссельные заслонки и заглушить двигатель.

7.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить теорию углубленного диагностирования технического состояния ЦПГ автомобильного двигателя, контролируемые параметры;
- 2) изучить устройство используемых пневмотестера К-272М (или прибора К-69М), газового расходомера и компрессометра;
- 3) проверить готовность двигателя к запуску (проверить наличие масла, охлаждающей жидкости, топлива);

4) включить электропитание стенда для испытания ДВС; при помощи электромашины стенда запустить двигатель и прогреть его до рабочей температуры охлаждающей жидкости ($85 - 90^{\circ}\text{C}$), после чего заглушить двигатель;

5) подключить газовый расходомер к двигателю: «вход» прибора – к системе вентиляции картера, «выход» – к воздухофильтру двигателя;

6) включить нагрузочное устройство стенда, одновременно открывая дроссельные заслонки и увеличивая нагрузку на двигатель, добиться максимальных значений эффективного крутящего момента M_e при полной топливоподаче;

7) в этом режиме работы двигателя зафиксировать расход картерных газов; измерение повторить три раза, за результат принять среднее арифметическое трех замеров; номинальное значение количества картерных газов для двигателя ЗИЛ-508 равно $22 \dots 28$ л/мин, предельно допустимое – 130 л/мин;

8) закрыть дроссельные заслонки, отключить нагрузку стенда, заглушить двигатель, отключить газовый расходомер;

9) вывернуть все свечи зажигания из цилиндров;

10) открыть полностью воздушную и дроссельную заслонки;

11) включить электромашину стенда в режиме двигателя и прокручивать коленчатый вал с минимальной частотой $100 \dots 150 \text{ мин}^{-1}$;

12) При помощи компрессометра измерить компрессию в каждом цилиндре; номинальное значение компрессии для двигателя модели ЗИЛ-508 равно $800 \dots 900$ кПа ($8 \dots 9 \text{ кг/см}^2$), предельно допустимое – 650 кПа. Разность давления по цилиндрам не более 100 кПа;

13) отключить электромашину стенда, снять крышку прерывателя-распределителя и ротор распределителя высокого напряжения;

14) подключить прибор К-272М (или К-69М) к компрессору, включить компрессор и создать давление в ресивере $400 \dots 500$ кПа ($4 \dots 5 \text{ кг/см}^2$);

15) подготовить прибор к работе в соответствии с инструкцией по его эксплуатации;

16) установить на прерыватель шкалу, а на валик прерывателя – стрелку из комплекта принадлежностей прибора;

17) установить коленчатый вал в положение, соответствующее верхней мертвой точке (ВМТ) конца такта сжатия в первом цилиндре (по меткам на шкиве и на блоке цилиндров); вращением шкалы совместить отметку, соответствующую ВМТ первого цилиндра, с концом стрелки, установленной на валик прерывателя;

18) вернуть в резьбовое отверстие свечи зажигания первого цилиндра штуцер, присоединить быстросъемную муфту соединительного шланга к штуцеру, ввернутому в двигатель; после стабилизации показаний измерительного манометра зафиксировать значение утечки сжатого воздуха из цилиндра двигателя – параметр U_2 ; предельное значение параметра U_2 для данной модели двигателя – 40%;

19) в случае получения численного значения утечки воздуха большего предельно допустимой величины, уточнить состояние цилиндропоршневой группы путем замера утечки U_1 при положении поршня в начала такта сжатия; определить разность между утечками воздуха при положениях поршня в конце и начале сжатия $U_2 - U_1$, характеризующую износ гильзы цилиндра; предельное значение разности $U_2 - U_1$ не более 25%;

20) для точного установления места утечки подать сжатый воздух в цилиндр непосредственно от компрессора;

21) для контроля герметичности впускных клапанов двигателя следует прослушивать шум выходящего сжатого воздуха во впускном коллекторе, для контроля герметичности выпускных клапанов – в системе выпуска отработавших газов двигателя;

22) при нарушении герметичности прокладки головки цилиндров воздух будет выходить через заливную горловину радиатора или стык между

головкой и блоком цилиндров; при поломке поршневых колец или прогаре поршня воздух будет выходить через маслозаливную горловину;

23) произвести проверку состояния ЦПГ других цилиндров в соответствии с порядком работы двигателя;

24) выключить компрессор, отсоединить прибор, установить свечи зажигания и подключить высоковольтные провода;

25) результаты измерений занести в таблицу 7.1

Таблица 7.1 – Результаты измерений технического состояния ЦПГ двигателя

Показатели	Цилиндр							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Компрессия, кПа								
Утечка воздуха, % У2 У1 У2 – У1								
Примечание								

26) сравнить измеренные значения показателей с номинальными и допустимыми величинами для данной модели двигателя, выполнить анализ полученных результатов и сделать выводы по работе.

7.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя:

- 1) краткую последовательность выполнения работы;
- 2) результаты измерений и их анализ; выводы по лабораторной работе;
- 3) операционную технологическую карту диагностирования;
- 4) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

7.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) Какими диагностическими параметрами оценивается техническое состояние деталей цилиндропоршневой группы двигателя?
- 2) Какова последовательность определения количества картерных газов двигателя?
- 3) Как измеряется компрессия двигателя, какая имеется связь компрессии со степенью сжатия двигателя?
- 4) В какой последовательности определяется возможный износ гильзы цилиндра при помощи пневмотестера К-272М или прибора К-69М?
- 5) Как определяется негерметичность клапанов, поршневых колец и прокладки головки цилиндров при помощи пневмотестера К-272М или прибора К-69М?

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом при наличии отчета по лабораторной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

7.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ МОТОР-ТЕСТЕРА М 3-2

8.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение технологии диагностирования технического состояния автомобильного двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 2) усвоение методики разработки технологического процесса диагностирования автомобильного двигателя при помощи мотор-тестера.

8.2 Теоретическое обоснование

В конструкции мотор-тестера модели М 3-2 использованы бесстендовые (бестормозные) методы диагностики автомобильных двигателей в неустановившихся переходных режимах работы и в установившихся режимах работы. Данный стенд позволяет контролировать следующие диагностические параметры технического состояния:

- 1) мощность двигателя и мощность механических потерь в двигателе;
- 2) баланс мощности цилиндров двигателя;
- 3) относительную компрессию цилиндров двигателя.

При измерении параметра мощности двигателя использован бестормозной метод в неустановившемся режиме работы, который реализует динамический метод диагностирования в режиме свободного разгона коленчатого вала двигателя при полной подаче топлива, то есть, когда двигатель работает на внешней скоростной характеристике. При этом для получения параметра мощности N_e , кВт, двигателя в измерительной системе стенда заложена следующая математическая модель:

$$N_e = 10^{-3} \cdot M_e \cdot \omega_{KB} = 10^{-3} \cdot J_{ДВ}^{ПР} \cdot \varepsilon_{KB} \cdot \omega_{KB} = 10^{-3} \cdot J_{ДВ}^{ПР} \cdot \omega_{KB} \cdot \frac{d\omega_{KB}}{dt}. \quad (8.1)$$

где M_e – крутящий момент на коленчатом валу двигателя, Н · м;

ω_{KB} – угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹;

ε_{KB} – угловое ускорение коленчатого вала двигателя, с⁻²;

$J_{ДВ}^{ПР}$ – приведенный к оси коленчатого вала момент инерции движущихся частей двигателя, кг · м².

Величины приведенных моментов инерции для различных марок двигателей заложены в электронной памяти мотор-тестера МЗ-2, а параметр угловой скорость вращения коленчатого вала формируется на основании импульсов, получаемых от системы зажигания, – при диагностировании бензиновых двигателей, или от датчика, устанавливаемого на топливопроводе форсунки, – при диагностировании дизельных двигателей.

Этот же метод использован для оценки механических потерь в двигателе, при этом мощность механических потерь двигателя равна:

$$N_M = 10^{-3} \cdot M_M \cdot \omega_{KB} = 10^{-3} \cdot J_{ДВ}^{ПР} \cdot \bar{\varepsilon}_{KB} \cdot \omega_{KB} = 10^{-3} \cdot J_{ДВ}^{ПР} \cdot \frac{d\omega_{KB}}{dt} \cdot \omega_{KB}. \quad (8.2)$$

где M_M – суммарный момент механических потерь двигателя, Н · м;

$\bar{\varepsilon}_{KB}$ – угловое замедление коленчатого вала двигателя, с⁻².

Баланс мощности цилиндров двигателя – это диагностический параметр, позволяющий оценить эффективность цилиндров методом их отключения при работе двигателя в режиме повышенных оборотов холостого хода (обычно для бензиновых двигателей устанавливается частота вращения коленчатого вала, равная 1700 мин⁻¹). Данный метод также относится к бестормозным методам, но в установившемся режиме работы двигателей. Сущность диагностирования заключается в измерении снижения частоты вращения коленчатого вала Δn_i , мин⁻¹, при выключении из работы одного

проверяемого цилиндра двигателя. Если выключается цилиндр, работающий эффективно, то частота вращения уменьшается на значительную величину. Если же из работы выключается цилиндр, работающий не эффективно, то частота вращения коленчатого вала двигателя меняется незначительно. При этом эффективность работы i -го цилиндра двигателя $\mathcal{E}Ц_i$, %, определяется по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}Ц_i = \frac{\Delta n_i}{\sum_{i=1}^{m_{ц}} \Delta n_i} \cdot 100, \quad (8.3)$$

где $m_{ц}$ – число цилиндров в двигателе.

Относительную компрессию в цилиндрах двигателя определяют косвенным методом на основании уменьшения напряжения аккумуляторной батареи ΔU_{ABi} , В, на такте сжатия каждого цилиндра при прокручивании коленчатого вала стартером. При этом относительная компрессия i -го цилиндра двигателя OK_i , %, определяется следующей зависимостью:

$$OK_i = \frac{\Delta U_{ABi}}{\sum_{i=1}^{m_{ц}} \Delta U_{ABi}} \cdot 100. \quad (8.4)$$

Следует отметить, что для получения объективных данных по всем вышеуказанным диагностическим параметрам, перед диагностированием автомобильный двигатель должен быть прогрет до рабочей температуры.

8.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы 9 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) легковой автомобиль с бензиновым двигателем;
- 2) электронный мотор-тестер модели М 3-2;
- 3) компрессометр;

- 4) ключ свечной;
- 5) установка для отсоса отработавших газов автомобилей.

8.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

- 1) при установке мотор-тестера обеспечить свободный доступ к нему и к автомобильному двигателю;
- 2) при подключении мотор-тестера к сети 220 В 50 Гц убедиться в исправности заземляющей клеммы соединительной розетки;
поврежденной изоляцией;
- 3) запрещается рассоединять и соединять разъемные соединения кабелей при включенном мотор-тестере;
- 4) все соединительные кабели и датчики мотор-тестера должны располагаться возможно дальше от вращающихся элементов двигателя;
- 5) перед пуском двигателя переключатель передач автомобиля установить в нейтральное положение, и включить стояночный тормоз; выхлопную трубу автомобиля соединить шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее;
- 6) в процессе работы запрещается оставлять без присмотра работающий мотор-тестер и автомобильный двигатель.

8.5 Порядок выполнения работы

8.5.1 Определение эффективной мощности двигателя и мощности механических потерь в двигателе

- 1) Установить автомобиль на пост, заглушить двигатель и включить стояночный тормоз; в коробке передач включить нейтральную передачу; открыть капот автомобиля.

2) Выхлопную трубу автомобиля соединить шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее.

3) Запустить двигатель автомобиля и прогреть его до рабочей температуры; заглушить двигатель.

4) Включить мотор-тестер (выключатель питания находится на задней стенке) и прогреть его в течение трех минут; после включения электропитания в течение нескольких секунд проводится самодиагностика мотор-тестера, после чего он переходит в режим выбора типа двигателя и модели автомобиля.

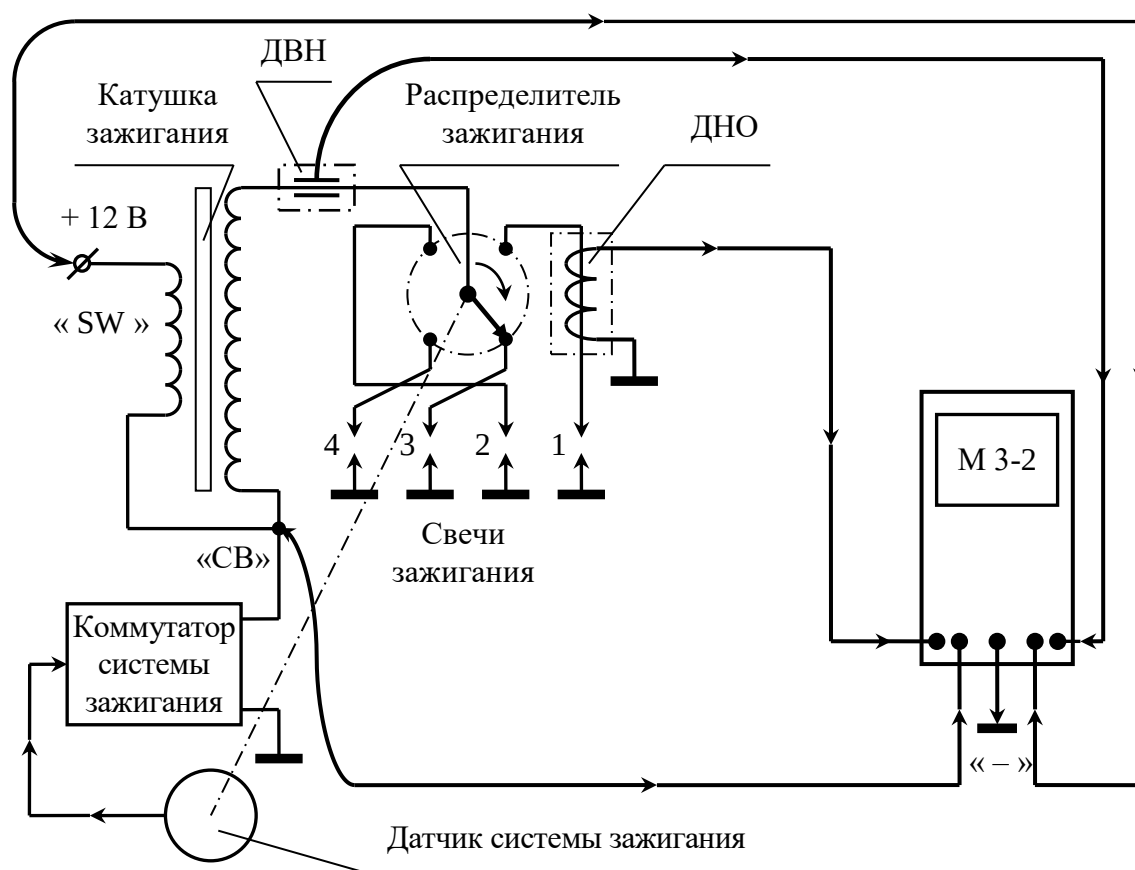
5) Используя кнопки ▲ и ▼, поместить маркер, находящийся на жидкокристаллическом дисплее, на строку «ТИП ДВИГАТЕЛЯ» и нажать кнопку «ВВОД», затем, используя кнопки ◀ и ▶, поместить маркер на строку «БЕНЗИНОВЫЙ» и нажать кнопку «ВВОД»; на дисплее появится список моделей автомобилей с бензиновыми двигателями, данные по которым заложены в памяти мотор-тестера.

6) Выбрать из списка нужную модель автомобиля и нажать кнопку «ВВОД»; на экране появится тип и следующие характеристические показатели двигателя выбранной модели автомобиля: коэффициент инерции (приведенный момент инерции движущихся масс двигателя), номинальные обороты (частота вращения коленчатого вала двигателя при номинальной мощности) и порядок работы цилиндров.

7) Присоединить мотор-тестер М 3-2 к системе зажигания автомобильного двигателя в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 8.1.

Прибор присоединяется в шести точках. Кабель с клеммой « – » присоединяется к массе двигателя или отрицательной клемме аккумуляторной батареи. Кабель с клеммой « + » присоединяется к положительной клемме аккумуляторной батареи. Кабель с клеммой «СВ» присоединяется к клемме катушки зажигания, соединяемой с прерывателем

(или соединяемой с выходной клеммой коммутатора). Кабель с клеммой «SW» присоединяется к клемме «+» катушки зажигания. Емкостный датчик высокого напряжения (в виде прищепки) надевается на центральный провод высокого напряжения, а индукционный датчик начала отсчета (датчик первого цилиндра), также выполненный в виде прищепки, надевается на провод высокого напряжения, соединяемый со свечей зажигания первого цилиндра. Запустить двигатель и установить минимальные устойчивые обороты холостого хода (для двигателей ВАЗ – $850 \dots 950 \text{ мин}^{-1}$).



ДВН – датчик высокого напряжения (емкостный); ДНО – датчик начала отсчета (индукционный); «СВ» – клемма присоединения к прерывателю (или коммутатору); «-» – клемма присоединения к массе двигателя; «SW» – клемма присоединения к клемме «+» катушки зажигания

Рисунок 8.1 – Схема присоединения мотор-тестера М 3-2 к системе зажигания автомобильного двигателя

8) Нажать кнопку «МЕНЮ»; на дисплее должен отразиться перечень опций основных диагностируемых элементов и параметров двигателя. Нажать кнопку под номером 6 «МОЩНОСТЬ», при этом мотор-тестер переходит в режим измерения эффективной мощности и мощности механических потерь двигателя и на его дисплее отобразится команда «РАЗГОН». После появления на дисплее команды «Разгон» следует нажать до упора на педаль акселератора, при этом двигатель разгонится до определенной частоты вращения, после чего мотор-тестер автоматически отключит зажигание двигателя, и дальнейший разгон коленчатого вала прекратится. На дисплее высветится команда «ВЫБЕГ», при этом следует отпустить педаль акселератора и частота вращения коленчатого вала снизится до начальной величины, а на дисплее вновь высветится команда «РАЗГОН». Операцию «Разгон – Выбег» необходимо выполнить три раза, после чего на дисплее будут отражены результаты измерения: эффективная мощность и мощность потерь в киловаттах и лошадиных силах.

9) После окончания измерения выключить двигатель. Сравнить результаты измерения с допустимыми величинами диагностических параметров и дать заключение о техническом состоянии данного двигателя.

8.5.2 Определение баланса мощности цилиндров двигателя

1) Вернуться в перечень опций основных диагностируемых элементов и параметров двигателя, нажав кнопку «МЕНЮ». Нажать на кнопку 5 «БАЛАНС МОЩНОСТИ», при этом мотор-тестер переходит в режим измерения эффективности работы цилиндров двигателя, а на дисплее высветится команда «УСТАНОВИТЕ 1700 мин⁻¹».

2) Запустить двигатель и установить повышенную частоту вращения коленчатого вала (1700 мин⁻¹), зафиксировав при этом привод управления двигателем.

3) Нажать кнопку «ВВОД», при этом будет происходить автоматическое поочередное отключение цилиндров двигателя (в порядке их работы); номер отключаемого цилиндра индицируется в процессе измерения. По окончании измерений на экране падение частоты вращения коленчатого вала двигателя (в %) по каждому цилиндру. Если нажать кнопку с изображением руки, то цилиндры можно отключать вручную, оценивая эффективность их работы по показываемому на дисплее изменению частоты вращения коленчатого вала (в мин^{-1}). При этом отключается цилиндр, номер которого вводится вручную нажатием соответствующей кнопки.

4) Проанализировать полученные результаты измерения и дать заключение о равномерности работы цилиндров двигателя.

8.5.3 Определение относительной компрессии цилиндров двигателя

1) Вернуться в перечень опций основных диагностируемых элементов и параметров двигателя, нажав кнопку «МЕНЮ». Нажать на кнопку 7 «КОМПРЕССИЯ», при этом мотор-тестер переходит в режим измерения относительной компрессии цилиндров двигателя и на дисплее высветится напряжение (ЭДС) и ток в цепи аккумуляторной батареи.

2) Нажать кнопку «ВВОД», при этом на дисплее высветится команда «ПУСК».

3) Повернуть ключ зажигания в положение «Стартер». В течение некоторого времени (примерно 5 с) мотор-тестер блокирует запуск и при вращении коленчатого вала двигатель не заводится. По истечении этого времени на дисплее высвечивается команда «СТОП» и двигатель должен запуститься. В дальнейшем двигатель следует выключить, при этом на дисплее отобразится результат измерения относительной компрессии (в %) по цилиндрам двигателя. Помимо этого на дисплее будет показано среднее напряжение аккумуляторной батареи, стартерный ток и максимальная частота вращения коленчатого вала в процессе пуска двигателя.

4) Вывернуть свечи зажигания. Измерить абсолютную величину компрессии в цилиндрах двигателей при помощи компрессометра.

5) Выполнить сравнительный анализ результатов измерения относительной компрессии при помощи мотор-тестера М 3-2 и результатов измерения абсолютной величины компрессии при помощи компрессометра. Дать заключение о техническом состоянии цилиндро-поршневой группы данного двигателя.

8.5.4 Выключить мотор-тестер и отсоединить его от двигателя.

8.5.5 Составить операционную технологическую карту диагностирования двигателя при помощи мотор-тестера модели М 3-2.

8.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующее:

1) схему присоединения мотор-тестера М 3-2 при диагностировании автомобильного двигателя;

2) результаты замеров эффективной мощности и мощности механических потерь двигателя, эффективности работы (баланса мощности) цилиндров двигателя, относительной компрессии в цилиндрах двигателя, а также величины напряжения аккумуляторной батареи, пускового тока и максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя при измерении относительной компрессии;

5) результаты замеров абсолютной компрессии в цилиндрах двигателя;

6) операционную технологическую карту диагностирования автомобильного двигателя при помощи мотор-тестера модели М 3-2;

7) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

8.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какие диагностические параметры контролируются при диагностировании автомобильного двигателя с помощью мотор-тестера М 3-2;
- 2) какой метод диагностирования использован в мотор-тестере М 3-2 при измерении эффективной мощности и мощности механических потерь автомобильного двигателя;
- 3) привести формулу, описывающую процесс измерения эффективной мощности и мощности механических потерь автомобильного двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 4) какой метод диагностирования использован в мотор-тестере М 3-2 при измерении баланса мощности цилиндров двигателя;
- 5) пояснить, в чем сущность процесса диагностирования двигателя методом отключения цилиндров;
- 6) пояснить, в чем сущность процесса измерения относительной компрессии в цилиндрах двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 7) составить перечень операций технологического процесса измерения эффективной мощности и мощности механических потерь автомобильного двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 8) составить перечень операций технологического процесса измерения баланса мощности цилиндров двигателя при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 9) составить перечень операций технологического процесса измерения относительной компрессии в цилиндрах при помощи мотор-тестера М 3-2;
- 10) привести схему присоединения мотор-тестера М 3-2 при диагностировании автомобильного двигателя.

8.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ
АВТОМОБИЛЯ

9.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение технологии диагностирования технического состояния приборов системы электропитания автомобиля;
- 2) усвоение методики разработки технологического процесса диагностирования технического состояния приборов системы электропитания автомобиля.

9.2 Теоретическое обоснование

В состав системы электропитания автомобиля входят два основных источника электроэнергии: аккумуляторная батарея и генераторная установка. Различают следующие основные режимы работы источников электроэнергии на автомобиле.

Первый режим, – когда ротор генератора не вращается, или частота его вращения очень мала. При этом напряжение генератора низкое (меньше напряжения аккумуляторной батареи или равно нулю) и питание всех потребителей электроэнергии осуществляется от аккумуляторной батареи.

Второй режим, – при работе двигателя (и генератора) на малых и средних оборотах. В данном случае указанные элементы системы электропитания работают совместно, а доля энергии, отдаваемой каждым источником, зависит от частоты вращения ротора генератора и суммарного

тока нагрузки потребителей электроэнергии. Частота вращения ротора, выше которой генератор может осуществлять электропитание потребителей совместно с аккумуляторной батареей, называется частотой вращения начала отдачи генератора n_o , мин⁻¹. В режиме начала отдачи напряжение генератора (при работе без нагрузки) должно быть не ниже номинального напряжения аккумуляторной батареи. Обычно передаточное отношение привода генераторов современных автомобилей выбирают таким, чтобы уже при работе двигателя в режиме минимальных оборотов холостого хода, генераторная установка вырабатывала количество электроэнергии, достаточное для надежной работы систем, обеспечивающих работу самого двигателя (систему зажигания, электронную систему питания двигателя, а также габаритные огни и приборы световой сигнализации).

Третий режим, – при средней и высокой частоте вращения ротора генератора. В этом режиме питание всех потребителей электроэнергии осуществляется от генераторной установки, кроме того, в данном случае энергии, вырабатываемой генератором, становится достаточной также для осуществления подзарядки аккумуляторной батареи. Частота вращения ротора генератора, при которой он способен обеспечить электропитанием все штатные потребители электроэнергии автомобиля и подзарядку аккумуляторной батареи, называется частотой вращения полной отдачи генератора n_n , мин⁻¹. Генератор при данной частоте вращения ротора уже способен отдавать номинальную мощность.

От исправности приборов системы электропитания зависит качество и надежность работы большинства агрегатов и систем современных автомобилей, поэтому к их техническому состоянию предъявляются высокие требования. Для обеспечения достаточного уровня эксплуатационной надежности приборов системы электропитания следует осуществлять их периодическое диагностирование. Как правило, контроль технического состояния этих приборов рекомендуется производить с периодичностью,

равной периодичности второго технического обслуживания (ТО-2 – 10000...20000 км, в зависимости от марки автомобиля, условий его эксплуатации и установленных на нем источников электроэнергии).

Для диагностирования состояния аккумуляторной батареи могут быть использованы следующие диагностические параметры.

Электродвижущая сила аккумуляторной батареи. Электродвижущая сила (в дальнейшем ЭДС) E_{AB} , В, определяется как разность потенциалов между клеммами аккумуляторной батареи без внешней нагрузки (при отсутствии тока в цепи). Для приближенного определения номинальной величины ЭДС одного аккумулятора может быть использована известная эмпирическая формула:

$$E_A = 0,84 + \gamma_{25^\circ C}, \quad (9.1)$$

где $\gamma_{25^\circ C}$ – плотность электролита в аккумуляторе, г/см³, приведенная к температуре 25 °С; величина приведенной плотности рассчитывается по формуле $\gamma_{25^\circ C} = \gamma_t + 0,00075 \cdot (t_3 - 25)$ исходя из плотности электролита γ_t , г/см³, при температуре t_3 , °С, во время измерения.

Номинальное значение плотности электролита зависит от климатических условий работы аккумуляторной батареи. Для районов с умеренным климатом (г. Ставрополь) рекомендуемая номинальная плотность электролита при температуре 25 °С для полностью заряженного аккумулятора должна составлять $\gamma_{25^\circ C_{YM}}^{3AP} = 1,26$ г/см³. Плотность электролита полностью разряженного аккумулятора при температуре 25 °С составляет $\gamma_{25^\circ C_{YM}}^{PA3} = 1,10$ г/см³. Недопустимо уменьшение плотности электролита в рабочем аккумуляторе ниже $\gamma_{25^\circ C_{YM}}^{ПРЕД} = 1,07$ г/см³, также не рекомендуется эксплуатация аккумуляторов с повышенной плотностью, так как это уменьшает их срок службы. Разность плотности электролита в отдельных аккумуляторах батареи не должна превышать 0,01 г/см³.

С учетом вышесказанного, для районов с умеренными климатическими условиями ЭДС полностью заряженного аккумулятора должна составлять $E_A^{3AP} = 0,84 + \gamma_{25^\circ C_{\text{YM}}}^{3AP} = 0,84 + 1,26 = 2,1$ В, а ЭДС полностью разряженного аккумулятора равна $E_A^{PA3} = 0,84 + \gamma_{25^\circ C_{\text{YM}}}^{PA3} = 0,84 + 1,10 = 1,94$ В.

Электродвижущая сила аккумуляторной батареи равна:

$$E_{AB} = m_{AB} \cdot E_A, \quad (9.2)$$

где m_{AB} – число аккумуляторов в батарее.

Таким образом, для районов с умеренными климатическими условиями (например, для г. Ставрополя) ЭДС полностью заряженной аккумуляторной батареи, имеющей в своем составе шесть аккумуляторов, должна составлять $E_{AB}^{3AP} = 6 \cdot 2,1 = 12,6$ В, а ЭДС полностью разряженной аккумуляторной батареи равна $E_{AB}^{PA3} = 6 \cdot 1,94 = 11,64$ В.

Практически ЭДС с достаточно высокой степенью точности может быть определена при помощи вольтметра с высоким внутренним сопротивлением, при этом измерение следует осуществлять после снятия поверхностного потенциала с пластин аккумуляторов путем проведения кратковременного разряда батареи током средней величины (например, включить на несколько секунд дальний свет).

Напряжение аккумуляторной батареи. Под напряжением аккумуляторной батареи в процессе разряда понимается разность потенциалов на ее электродах при включенной внешней нагрузке. Напряжение аккумуляторной батареи U_{AB} , (так же, как и ЭДС) равно сумме напряжений аккумуляторов, входящих в ее состав:

$$U_{AB} = \sum_{i=1}^{m_{AB}} U_{Ai}, \quad (9.3)$$

где U_{Ai} – напряжение одного i -го аккумулятора, В.

Исходя из второго закона Кирхгофа, напряжение аккумуляторной батареи при разряде, равное падению напряжения на внешней нагрузке, определяется как разность между ЭДС батареи и падением напряжения на ее внутреннем сопротивлении:

$$U_{AB} = R_H \cdot I_{PA} = E_{AB} - R_{AB} \cdot I_{PA}, \quad (9.4)$$

где R_H – полное сопротивление внешней нагрузки, Ом;

R_{AB} – внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, Ом;

I_{PA} – ток разряда аккумуляторной батареи, А.

Из приведенной зависимости 9.4 следует, что напряжение аккумуляторной батареи зависит от степени ее заряженности и величины разрядного тока. Чем сильнее разряжена батарея, тем меньше ее ЭДС и больше внутреннее сопротивление, а значит, тем меньше будет величина напряжения на ее клеммах. Также к уменьшению напряжения аккумуляторной батареи приводит увеличение разрядного тока. Напряжение аккумуляторной батареи может быть измерено при помощи нагрузочной вилки – вольтметра с набором нагрузочных элементов. При измерении напряжения в цепь аккумулятора включается один или несколько нагрузочных элементов. Общее сопротивление нагрузочного элемента выбирается в зависимости от номинальной емкости аккумуляторной батареи. Номинальная величина напряжения полностью заряженного одного аккумулятора при измерении его нагрузочной вилкой составляет 1,7...1,8 В. Величины напряжения одного аккумулятора или аккумуляторной батареи, измеренные при помощи нагрузочной вилки, в зависимости от степени разряда приведены в таблице 9.1.

Напряжение аккумуляторной батареи также может быть измерено при помощи вольтметра (как автономного, так и входящего в состав комплексных измерительных систем) при создании нагрузки штатными потребителями электроэнергии автомобиля.

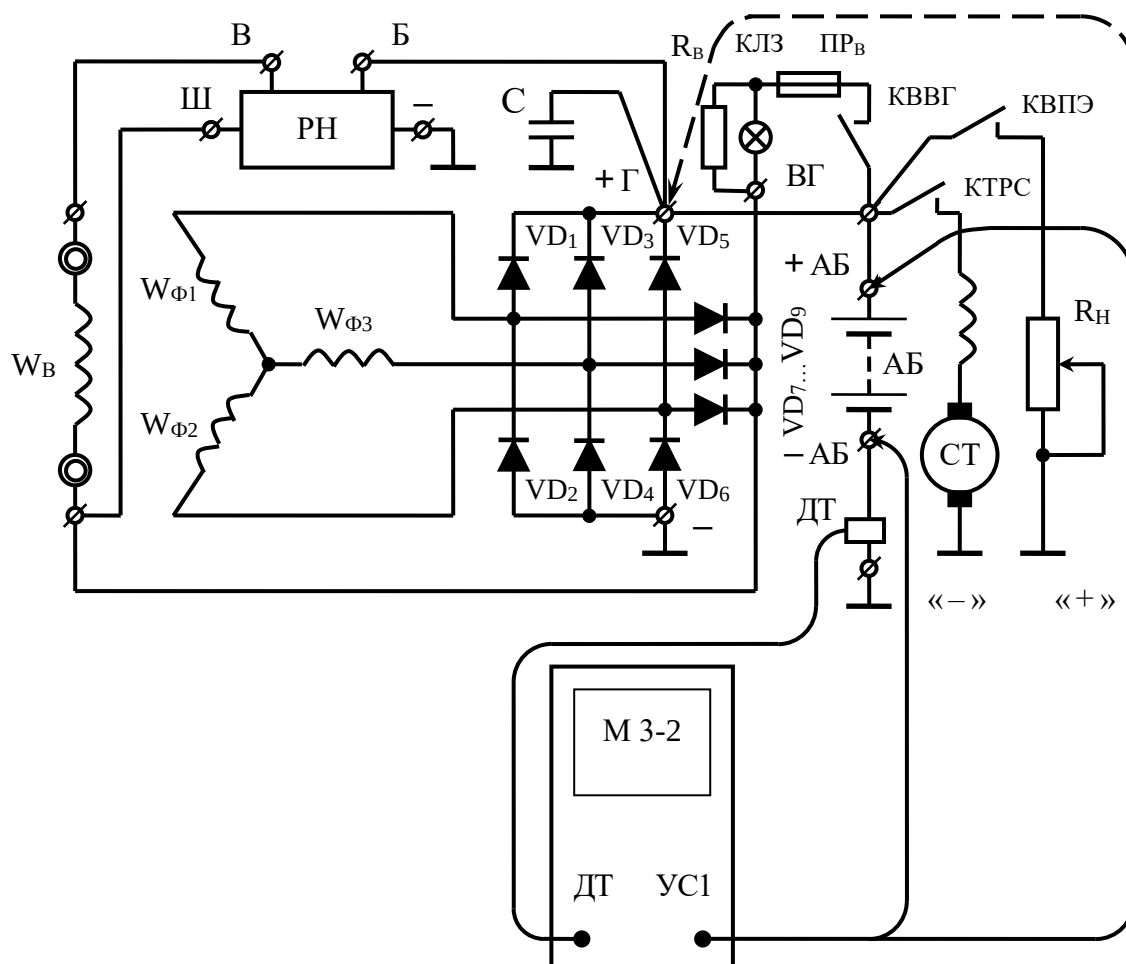
Таблица 9.1 – Величина напряжений аккумулятора и аккумуляторной батареи в зависимости от степени разряда

Степень разряда, %	Напряжение одного аккумулятора, В	Напряжение батареи из шести аккумуляторов, В
0	1,7...1,8	10,2...10,8
25	1,6...1,7	9,6...10,2
50	1,5...1,6	9,0...9,6
75	1,4...1,5	8,4...9,0
100	1,3...1,4	7,8...8,4

На рисунке 9.1 показана схема подключения мотор-тестера М 3-2 к системе электрооборудования для контроля технического состояния приборов электропитания автомобиля. При этом соединительный кабель с контактным зажимом, обозначенным « + », соединяется с положительной клеммой «+ АБ» аккумуляторной батареи, а соединительный кабель с контактным зажимом, обозначенным « – », – соединяется с отрицательной клеммой «– АБ» аккумуляторной батареи. При контроле технического состояния аккумуляторной батареи датчик тока ДТ (в виде прищепки) рекомендуется устанавливать на провод (жгут), соединенный с отрицательной клеммой аккумуляторной батареи.

Если перед контролем аккумуляторной батареи двигатель автомобиля работал (аккумулятор заряжался от генератора), то перед измерением следует снять поверхностный потенциал с пластин аккумуляторов путем проведения кратковременного разряда батареи током средней величины, включив выключателем КВПЭ на 3...5 секунд потребители электроэнергии R_H (например, дальний свет фар).

При проверке величины ЭДС аккумуляторной батареи все контакты выключателей, обозначенные на схеме (КВПЭ – контакты выключения потребителей, КВВГ – контакты выключения возбуждения генератора, КТРС – контакты тягового реле стартера), должны быть разъединены.



М 3-2 – мотор-тестер; АБ – аккумуляторная батарея; $W_{\Phi 1} \dots W_{\Phi 3}$ – фазные обмотки генератора; W_B – обмотка возбуждения генератора; $VD_1 \dots VD_6$ – диоды силового выпрямительного блока генератора; $VD_7 \dots VD_9$ – группа диодов выпрямителя для питания обмотки возбуждения генератора; РН – регулятор напряжения; С – конденсатор фильтра; КЛЗ – контрольная лампа зарядки аккумуляторной батареи; R_B – резистор в цепи возбуждения генератора; ПРВ – предохранитель в цепи возбуждения генератора; КВПЭ – контакты выключения потребителей электроэнергии; КВВГ – контакты выключения возбуждения генератора, КТПС – контакты тягового реле стартера; СТ – стартер; R_H – нагрузка генератора (сопротивление потребителей электроэнергии автомобиля); ДТ – датчик тока мотор-тестера

Рисунок 9.1 – Схема подключения мотор-тестера М 3-2 к системе электрооборудования для контроля технического состояния приборов электропитания автомобиля

При проверке величины напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой, как правило, включают выключателем КВПЭ такие потребители электроэнергии автомобиля, чтобы разрядный ток составлял 5...8 А – для автомобилей с бензиновыми двигателями или 8..15 А – для автомобилей с дизельными двигателями. Измерение напряжения должно производиться через 20...30 с после включения нагрузки. Заключение о степени разряда аккумуляторной батареи, при использовании для диагностики мотор-тестера, следует давать с учетом данных, приведенных в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Примерная зависимость между напряжением аккумуляторной батареи степенью ее разряда

Напряжение аккумуляторной батареи, В	12,6	12,0	11,6	11,3	10,5
Степень разряда, %	0	25	50	75	100

При проверке аккумуляторной батареи в пусковом режиме необходимо включить стартер СТ автомобиля (замыкаются контакты тягового реле КТРС), и прокручивать коленчатый вал двигателя в течение 5...8 с (при этом следует принять меры, чтобы двигатель автомобиля не запускался). Напряжение на клеммах аккумуляторной батареи при прокручивании коленчатого вала двигателя стартером должно быть не менее 9,5 В. При этом частота прокручивания коленчатого вала двигателя должна находиться в пределах 200...350 об/мин – для бензиновых двигателей или 180...300 об/мин – для дизельных двигателей.

Если в процессе контроля ЭДС и напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой были получены положительные результаты, а частота вращения коленчатого вала двигателя в пусковом режиме – ниже нормы, то неисправности могут быть либо в стартере, либо в цепи питания стартера.

Если при включении стартера частота вращения коленчатого вала мала, а напряжение на клеммах аккумулятора падает незначительно и ток разряда

мал, то в электрической цепи стартера имеется повышенное электрическое сопротивление. Чаще всего повышенное переходное сопротивление имеет место в следующих элементах электрической цепи:

- 1) места соединения положительной и отрицательной клемм аккумуляторной батареи с соединительными клеммами соответствующих кабелей;
- 2) места соединения отрицательного кабеля с массой двигателя или с выключателем массы;
- 3) места соединения положительного кабеля от аккумуляторной батареи и шины стартера с силовыми клеммами тягового реле стартера;
- 4) силовые контакты тягового реле стартера;
- 5) щеточно-коллекторный узел стартера;
- 6) крепление стартера к двигателю.

Если при включении стартера частота вращения коленчатого вала мала, а напряжение на клеммах аккумулятора падает значительно и ток разряда велик, то в электрической цепи стартера возможно короткое замыкание либо в стартере имеются значительные механические потери.

Для диагностирования состояния генераторной установки непосредственно на автомобиле используются следующие диагностические параметры.

Напряжение на выходе генератора при различных скоростных и нагрузочных режимах его работы. Это напряжение следует измерять непосредственно на плюсовой клемме генератора (клемма «+Г» на рисунке 9.1). Данный диагностический параметр характеризует совместную работу генератора и регулятора напряжения. При средних и максимальных частотах вращения коленчатого вала двигателя, малой и большой нагрузке включенных потребителей электроэнергии значение выходного напряжения генератора должно находиться в допустимых пределах которые составляют $U_{Г}^{доп\ 12} = 13,8...14,5$ В – для электрооборудования с номинальным

напряжением, равным 12 В, и $U_{\Gamma}^{\text{доп } 24} = 27...29$ В – для электрооборудования с номинальным напряжением, равным 24 В. Если выходное напряжение генератора превышает верхний допустимый предел – неисправен регулятор напряжения. Если напряжение генератора ниже нижнего предела возможны следующие неисправности:

- 1) отсутствует или не соответствует норме напряжение питания в цепи обмотки возбуждения генератора;
- 2) неисправен регулятор напряжения;
- 3) неисправен генератор.

Напряжение питания в цепи обмотки возбуждения генератора.

Проверку напряжения питания в цепи возбуждения генератора осуществляют на неработающем двигателе. Для этого следует включить зажигание, при этом вольтметр, подключенный к клемме генератора, соединенной с обмоткой возбуждения (клемма «ВГ» на рисунке 9.1), должен показать величину напряжения $U_{\text{ВОЗ}}$, близкую к напряжению аккумуляторной батареи $U_{\text{АБ}}$. Если напряжение возбуждения $U_{\text{ВОЗ}}$ отсутствует, то возможны следующие неисправности:

- неисправен предохранитель в цепи обмотки возбуждения (предохранитель «Пр» на рисунке 9.1);
- отсутствует контакт в выключателе возбуждения генератора (контакты КВВГ на рисунке 9.1);
- перегорели резистор $R_{\text{в}}$ и контрольная лампа «КЛЗ» зарядки в цепи возбуждения генератора;
- нарушение целостности электропроводки в цепи возбуждения генератора.

Если напряжение возбуждения $U_{\text{ВОЗ}}$ значительно ниже нормы, то возможны следующие неисправности:

- плохой контакт в соединениях элементов в цепи возбуждения генератора;

– перегорел резистор R_B или контрольная лампа «КЛЗ» зарядки в цепи возбуждения генератора.

Если напряжение питания цепи возбуждения генератора соответствует норме, то следует проверить исправность регулятора напряжения и генератора при работающем двигателе. В случае, когда регулятор напряжения выполнен как отдельный самостоятельный узел, следует отключить его и в течение короткого времени подать напряжение напрямую на генератор (минуя регулятор). Если напряжение генератора при этом возрастет, то неисправен отсоединенный регулятор напряжения. Если же напряжение генератора не увеличится – то неисправен сам генератор. В случае, когда регулятор напряжения установлен на генераторе, следует снять его с генератора и установить вместо него заведомо исправный регулятор либо устройство, обеспечивающее подачу нерегулируемого тока в обмотку возбуждения. Если напряжение генератора при этом возрастет, то неисправен снятый регулятор напряжения, если же напряжение генератора не увеличится – то неисправен сам генератор.

Если выходное напряжение генератора находится в допустимых пределах при малых нагрузках включенных потребителей электроэнергии и становится ниже нижнего предела при возрастании нагрузки, то с достаточно высоким уровнем вероятности можно сделать заключение о неисправности генератора. При этом в генераторе возможны неисправности щеток и контактных колец, обмотки возбуждения, обмоток статора, а также выпрямительного блока.

Ток возбуждения генератора. Для конкретизации характера неисправности генератора при нахождении его на автомобиле в первую очередь целесообразно измерить величину такого диагностического параметра, как ток возбуждения генератора. Если величина тока возбуждения мала по сравнению с нормативной величиной для данной марки генератора, то возможен плохой контакт или сильный износ контактных колец и щеток в

цепи обмотки возбуждения. Если ток возбуждения велик, то возможны межвитковые замыкания обмотки возбуждения генератора. Если ток возбуждения имеет номинальную величину, то неисправны обмотки статора или выпрямительный блок генератора. Следует отметить, что измерение тока возбуждения производится достаточно просто, когда регулятор напряжения выполнен как отдельный узел (в этом случае можно использовать накладной датчик тока, устанавливаемый на провод в цепи возбуждения генератора), и значительно усложняется, если регулятор встроен в генератор. В последнем случае для углубленного диагностирования генератор следует снять с автомобиля и проверять его на специальном стенде для контроля приборов и узлов электрооборудования автомобилей с использованием специальных приборов.

9.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы №10 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) автомобиль;
- 2) электронный мотор-тестер для диагностики автомобильных двигателей модели М 3-2;
- 3) ареометр;
- 4) набор инструмента слесаря по ремонту автомобилей;
- 5) установка для отсоса отработавших газов автомобилей.

9.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

- 1) при установке мотор-тестера обеспечить свободный доступ к нему и к автомобильному двигателю;

- 2) при подключении мотор-тестера к сети 220 В 50 Гц убедиться в исправности заземляющей клеммы соединительной розетки;
- 3) корпус мотор-тестера должен быть заземлен;
- 4) при работе запрещается использовать соединительные кабели с поврежденной изоляцией;
- 5) запрещается рассоединять и соединять разъемные соединения кабелей при включенном мотор-тестере;
- 6) все соединительные кабели и датчики мотор-тестера должны располагаться возможно дальше от вращающихся элементов двигателя;
- 7) перед пуском двигателя переключатель передач автомобиля установить в нейтральное положение, и включить стояночный тормоз; выхлопную трубу автомобиля соединить шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее;
- 8) в процессе работы запрещается оставлять без присмотра работающий мотор-тестер и автомобильный двигатель.

9.5 Порядок выполнения работы

Лабораторную работу №10 рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) Установить автомобиль на пост, заглушить двигатель и включить стояночный тормоз; в коробке передач включить нейтральную передачу; открыть капот автомобиля.
- 2) Выхлопную трубу автомобиля соединить шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее.
- 3) Запустить двигатель автомобиля и прогреть его до рабочей температуры; заглушить двигатель.
- 4) Включить мотор-тестер (выключатель питания находится на задней стенке) и прогреть его в течение трех минут; после включения электропитания в течение нескольких секунд проводится самодиагностика

мотор-тестера, после чего он переходит в режим выбора типа двигателя и модели автомобиля.

5) Используя кнопки ▲ и ▼, поместить маркер, находящийся на жидкокристаллическом дисплее, на строку «ТИП ДВИГАТЕЛЯ» и нажать кнопку «ВВОД», затем, используя кнопки ◀ и ▶, поместить маркер на строку «БЕНЗИНОВЫЙ» и нажать кнопку «ВВОД»; на дисплее появится список моделей автомобилей с бензиновыми двигателями, данные по которым заложены в памяти мотор-тестера.

6) Выбрать из списка нужную модель автомобиля и нажать кнопку «ВВОД»; на экране появится тип и характеристические показатели двигателя выбранной модели автомобиля.

7) Присоединить мотор-тестер М 3-2 к системе электропитания автомобиля в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 9.1.

Прибор присоединяется в пяти точках. Кабель с клеммой « – » присоединяется к массе двигателя или отрицательной клемме аккумуляторной батареи. Кабель с клеммой « + » присоединяется к положительной клемме аккумуляторной батареи. Кабель с клеммой «СВ» присоединяется к клемме катушки зажигания, соединяемой с прерывателем (или соединяемой с выходной клеммой коммутатора). Кабель с клеммой «SW» присоединяется к клемме « + » катушки зажигания. Индукционный датчик начала отсчета (датчик первого цилиндра), выполненный в виде прищепки, надевается на провод высокого напряжения, соединяемый со свечей зажигания первого цилиндра.

8) Нажать кнопку «МЕНЮ»; на дисплее должен отразиться перечень опций основных диагностируемых элементов и параметров двигателя; выбор нужной опции осуществляется нажатием кнопки с порядковым номером, соответствующим номеру опции.

9) Нажать кнопку под номером 1 «ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ», при этом мотор-тестер переходит в режим измерения параметров системы

электропитания автомобиля и на его дисплее отобразятся следующие диагностические параметры:

- U_{AB} – напряжение на положительной клемме аккумуляторной батареи, В;

- U_{K3} – напряжение на клемме « + » катушки зажигания, если кабель с клеммой «SW» присоединяется к клемме « + » катушки зажигания (если кабель с клеммой «SW» присоединяется к какой либо другой точке, то под напряжением U_{K3} , в данном случае, следует понимать напряжение в этой точке), В;

- I – ток в проводнике, на котором установлена прищепка датчика тока, А;

- частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

10) Измерить ЭДС аккумуляторной батареи. Перед измерением ЭДС следует снять поверхностный потенциал с пластин аккумуляторов путем проведения кратковременного разряда батареи током средней величины, включив на 3...5 секунд потребители электроэнергии. В процессе измерения величины ЭДС аккумуляторной батареи система зажигания и все потребители электроэнергии автомобиля должны быть выключены, при этом на экране дисплея мотор-тестера под значением параметра U_{AB} , В, следует понимать ЭДС E_{AB} , В, аккумуляторной батареи. Сравнить результаты измерения с допустимой величиной данного диагностического параметра (ЭДС полностью заряженной аккумуляторной батареи равна $E_{AB}^{3AP} = 12,6$ В, а ЭДС полностью разряженной аккумуляторной батареи равна $E_{AB}^{PA3} = 11,64$ В) и дать заключение о техническом состоянии данной аккумуляторной батареи.

11) Измерить величину напряжения аккумуляторной батареи U_{AB} , В, под нагрузкой. Для проверки величины напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой необходимо включить такие потребители электроэнергии автомобиля, чтобы разрядный ток I составлял величину 5...8 А – для

автомобилей с бензиновыми двигателями или 8..15 А – для автомобилей с дизельными двигателями. Измерение напряжения должно производиться через 20...30 с после включения нагрузки. Дать заключение о степени разряда аккумуляторной батареи, при этом для оценки использовать данные, приведенные в таблице 9.2.

12) Измерить величину напряжения аккумуляторной батареи в режиме пуска двигателя, для этого необходимо включить стартер автомобиля, и прокручивать коленчатый вал двигателя в течение 5...8 с (при этом следует принять меры, чтобы двигатель автомобиля не запускался). Напряжение на клеммах аккумуляторной батареи U_{AB} , В, при прокручивании коленчатого вала двигателя стартером должно быть не менее 9,5 В. При этом частота прокручивания коленчатого вала двигателя должна находиться в пределах 200...350 об/мин – для бензиновых двигателей или 180...300 об/мин – для дизельных двигателей. Дать заключение о техническом состоянии системы пуска двигателя.

13) Измерить напряжение на выходе генератора U_r , В, при различных скоростных и нагрузочных режимах его работы. Для измерения выходного напряжения генератора кабель с клеммой « + » присоединить к выходной клемме генератора «+ Г». Запустить двигатель и измерить величину параметра U_{AB} , В, на дисплее мотор-тестера (в данном случае эта величина равна напряжению генераторной установки U_r , В) при следующих режимах работы системы электропитания:

- при минимальной частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода двигателя ($n_{KB} = 850...900$ об/мин) и выключенных потребителей электроэнергии;
- при большой частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода двигателя ($n_{KB} = 3500...4000$ об/мин) и выключенных потребителей электроэнергии;
- при средней частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого

хода двигателя ($n_{KB} = 2500...3000$ об/мин) и максимальной мощности включенных потребителей электроэнергии ($I > 15...20$ А).

Дать заключение о техническом состоянии генераторной установки, используя рекомендации приведенные в п.п. 9.2 настоящих методических указаний. При необходимости измерить величины напряжения питания в цепи возбуждения генератора U_{BOZ} , В, и тока возбуждения генератора I_{BOZ} , А.

14) Остановить двигатель автомобиля.

15) Выключить мотор-тестер и отсоединить его от двигателя.

16) Составить технологическую карту диагностирования системы электропитания при помощи мотор-тестера модели М 3-2.

9.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующее:

1) схему присоединения мотор-тестера М 3-2 к двигателю при диагностировании системы электропитания автомобиля;

2) результаты замеров ЭДС аккумуляторной батареи, напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой и напряжения аккумуляторной батареи в режиме пуска двигателя;

3) анализ результатов измерений и заключение о техническом состоянии аккумуляторной батареи;

4) результаты замеров выходного напряжения генераторной установки при различных скоростных и нагрузочных режимах ее работы и результаты измерения напряжения питания в цепи возбуждения генератора и тока возбуждения генератора (если они проводились);

5) анализ результатов измерений и заключение о техническом состоянии генератора и регулятора напряжения.

6) операционную технологическую карту диагностирования системы электропитания автомобиля.

9.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) какие диагностические параметры контролируются при диагностировании аккумуляторной батареи;
- 2) какова взаимосвязь между ЭДС аккумулятора и плотностью электролита;
- 3) привести формулу, поясняющую взаимосвязь между напряжением аккумуляторной батареи и величиной разрядного тока;
- 4) составить перечень операций технологического процесса измерения ЭДС аккумуляторной батареи;
- 5) составить перечень операций технологического процесса измерения напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой;
- 6) составить перечень операций технологического процесса измерения напряжения аккумуляторной батареи в режиме пуска двигателя;
- 7) возможные неисправности генераторной установки и их признаки;
- 8) какие диагностические параметры контролируются при диагностировании генераторной установки на автомобиле;
- 9) составить перечень операций технологического процесса диагностирования генераторной установки;
- 10) привести схему подсоединения мотор-тестера М 3-2 к автомобилю при диагностировании системы электропитания.

9.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МОТОР-ТЕСТЕРА М 3-2

10.1 Цель работы

Целью лабораторных занятий является изучение диагностических параметров и методики контроля технического состояния приборов системы зажигания автомобилей при помощи мотор-тестера М 3-2.

10.2 Теоретическое обоснование

На автомобилях в настоящее время применяются батарейные контактные (классические), контактно-транзисторные, бесконтактные, а также некоторые другие виды систем зажигания. По статистическим данным на батарейное зажигание приходится до 40 % всех отказов и неисправностей бензиновых двигателей. Для диагностики технического состояния систем зажигания автомобильных двигателей в настоящее время нашли применение различные методы, в большинстве случаев они относятся к методам диагностирования по параметрам эффективности рабочих и сопутствующих процессов, происходящих в системе. Процессы, происходящие в системе зажигания скоротечны. Каждый период работы системы зажигания продолжается 0,005...0,1 с, в зависимости от числа цилиндров, частоты вращения коленчатого вала и тактности двигателя. При этом в качестве диагностических средств широко используется такое оборудование как мотор-тестеры – комплексные электронные диагностические средства, предназначенные для диагностики автомобильных двигателей и составляющих их систем и узлов. Обычно в состав мотор-тестеров входят осциллографы, оснащенные электронно-лучевыми трубками, позволяющими представить процессы, происходящие в системе зажигания на экране, либо

процессоры, представляющие происходящие в системе процессы на жидкокристаллических дисплеях. Эти приборы обладают высоким быстродействием, при этом достаточная идентичность рабочих процессов, повторяющихся с частотой 10...200 Гц, делает возможным применение осциллографов и дисплеев для визуального анализа изображения кривой изменения напряжения в функции времени или угла поворота коленчатого вала двигателя. Анализ осуществляют либо путем сравнения полученной на осциллографе или дисплее картины и эталонной кривой, либо путем измерения значений напряжений при соответствующих углах поворота коленчатого вала двигателя.

При анализе осциллограмм и диаграмм электрических процессов в системе зажигания двигателя можно определять:

- углы замкнутого или разомкнутого состояния контактов прерывателя (углы открытого или закрытого состояния коммутаторов) для каждого цилиндра;
- различие углов опережения зажигания для отдельных цилиндров;
- состояние контактов прерывателя и конденсатора (для батарейной системы зажигания);
- состояние сопряжения «валик – втулка» прерывателя-распределителя (датчика-распределителя);
- состояние подшипника опорной пластины вакуумного регулятора опережения зажигания;
- состояние первичной и вторичной обмотки катушки зажигания (в том числе наличие межвитковых замыканий);
- дефекты изоляции вторичной цепи системы зажигания, а также наличие обрывов проводов высокого напряжения и помехоподавительных резисторов;
- максимальное напряжение катушки зажигания и пробивные напряжения на свечах зажигания при различных режимах работы двигателя;

– дефекты свечей зажигания (увеличение зазора, нагар на свечах, трещины в изоляторах) и др. причины.

На рисунке 10.1 показан вид осциллограммы процесса, происходящего в первичной цепи батарейной системы зажигания.

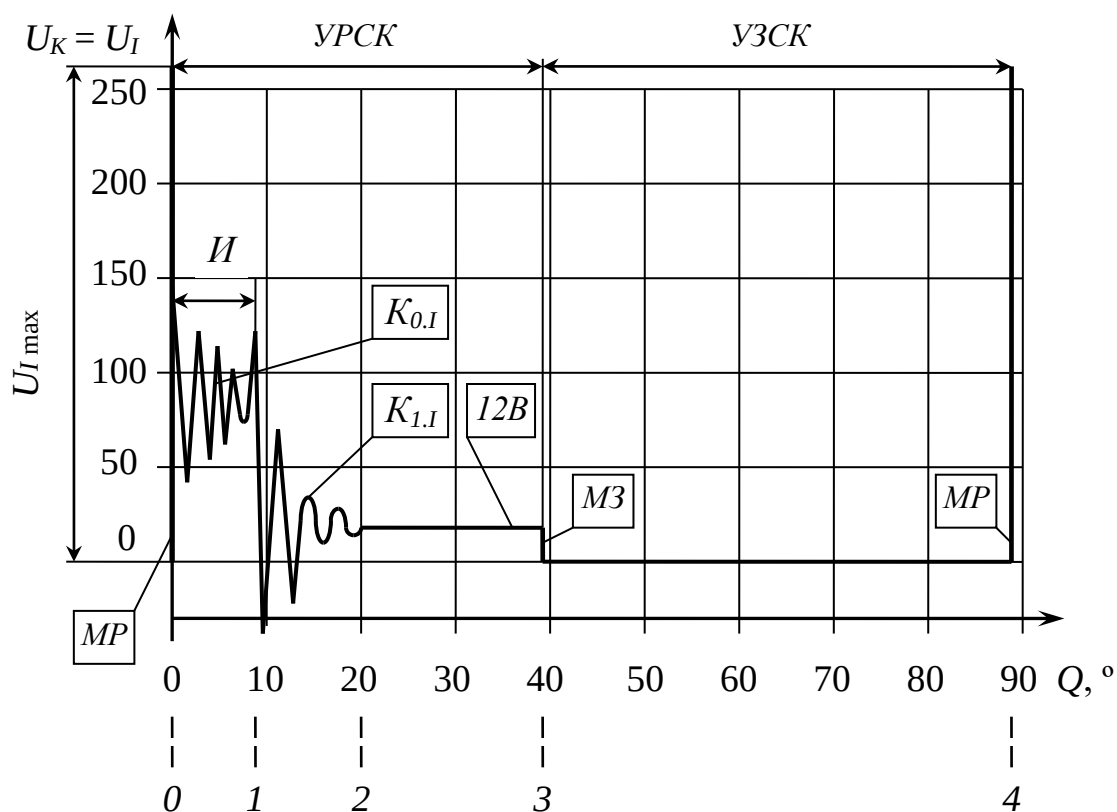


Рисунок 10.1 – Вид осциллограммы первичного напряжения
батарейной системы зажигания

U_K – напряжение на контактах прерывателя (на клемме коммутатора или катушки зажигания); U_{PCK} – угол разомкнутого состояния контактов; U_{ZCK} – угол замкнутого состояния контактов; Q – угол поворота кулачка прерывателя-распределителя; I – период горения искры; $U_{I \max}$ – максимальное значение ЭДС самоиндукции в первичной цепи зажигания; $MЗ$ и MP – моменты замыкания и размыкания контактов соответственно

В точке 0 происходит размыкание контактов прерывателя (или закрытие перехода выходного транзистора коммутатора). При этом ток в первичной обмотке катушки зажигания прерывается, магнитное поле вокруг

индукционной катушки убывает, а его силовые линии пересекают витки первичной и вторичной обмоток катушки. В первичной обмотке наводится ЭДС самоиндукции напряжением до 250...400 В, а во вторичной – ЭДС индукции напряжением 18...30 кВ (в зависимости от типа системы зажигания и ее технического состояния). Вследствие действия высокого напряжения происходит искровой разряд во вторичной цепи зажигания (происходит пробой искровых зазоров между электродами свечи зажигания и между боковым электродом и ротором распределителя высокого напряжения). После возникновения искрового разряда напряжение во вторичной и первичной цепях падает примерно до 1,5...2,0 кВ и 40...80 В соответственно, причем в этих условиях некоторое время поддерживается процесс искрового разряда. Этот промежуток времени (на рисунке 10.1 обозначен $И$) называется периодом горения искры. В период горения искры в колебательном контуре, образованном первичной обмоткой катушки зажигания и конденсатором (для классического типа системы зажигания) происходит процесс затухающих колебаний $K_{0,1}$ напряжения и тока. В точке 1 электромагнитная энергия в системе зажигания снижается настолько, что не способна поддерживать процесс горения искры, и он прекращается, при этом ток во вторичной цепи прерывается. Разрыв вторичной цепи приводит к всплеску амплитуды колебаний вторичного напряжения, что также отражается на возрастании амплитуды колебаний первичного напряжения $K_{1,1}$ в период после горения искры. Процесс колебаний постепенно затухает и напряжение в первичной цепи снижается до величины бортового напряжения при разомкнутых контактах (закрытом коммутаторе) – точка 2. После замыкания контактов (открытия коммутатора) напряжение в первичной цепи падает до нуля (момент замыкания контактов $МЗ$ – точка 3).

Описанный процесс вновь повторится при размыкании контактов (момент $МР$) на следующем кулачке (или очередном закрытии коммутатора) – точка 4 (или 0).

Число и амплитуда колебаний в периоды $K_{0,I}$ и $K_{1,I}$ зависит в основном от индуктивности первичной обмотки катушки зажигания, емкости конденсатора и величины сопротивления в первичной цепи, а также сопротивления, шунтирующего контакты. Обычно для классической системы зажигания число хорошо просматриваемых полувольт колебаний в период $K_{1,I}$ на осциллограмме первичного напряжения равно четырем. Их тем больше, чем больше величины параметров индуктивности, емкости и сопротивления в первичной цепи. Поэтому при наличии межвитковых замыканий в первичной обмотке катушки или снижении емкости конденсатора число просматриваемых на осциллограмме полувольт в период $K_{1,I}$ заметно уменьшается. При наличии утечки конденсатора, искрении между контактами прерывателя, а также малом обратном сопротивлении эмиттерно-коллекторного перехода выходного транзистора коммутатора, амплитуда и число просматриваемых на осциллограмме полувольт в периоды $K_{0,I}$ и $K_{1,I}$ также уменьшаются.

При анализе осциллограммы особое внимание следует уделять моменту замыкания контактов — $MЗ$ (точка 3). Линия замыкания («ступенька») и ее ближайшая область должна быть чистой, без помех и всплесков напряжения от нулевой линии. Наличие помех может быть следствием окисления (подгорания) контактов, плохой клепки подвижного контакта к рычажку или неподвижного контакта к опорной пластине контактов, либо обрыва проводника, соединяющего опорную пластину вакуумного регулятора опережения зажигания с корпусом прерывателя(датчика)-распределителя. Наличие всплесков напряжения после замыкания контактов может быть следствием ослабления пружины контактов или заедания рычажка подвижного контакта на оси. Большой разброс моментов замыкания (точка 3) или размыкания контактов (точка 4) по горизонтальной оси может быть следствием большого радиального биения валика прерывателя(датчика)-распределителя (причина — сильный

износ втулок) либо сильного износа опорного подшипника вакуумного регулятора опережения зажигания.

Если горизонтальная шкала на экране осциллографа (дисплея) проградуирована в единицах угла поворота вала прерывателя-распределителя (датчика-распределителя), как показано на рисунке 10.1, то по ней можно определить угол замкнутого состояния контактов прерывателя – *УЗСК* (угол, соответствующий открытому состоянию коммутатора – для электронных систем зажигания). Для контактных систем зажигания номинальная величина *УЗСК* обычно находится в пределах 45...55 градусов (для автомобилей марки ВАЗ-2101...2107 – 50...56 градусов). Для электронных систем зажигания угол, соответствующий открытому состоянию коммутатора, может быть как значительно больше, чем *УЗСК* для батарейных систем, так и намного меньше этих величин. Так для бесконтактных систем зажигания с индукционным датчиком, применяемых в автомобилях марки ГАЗ, номинальное значение угла, соответствующий открытому состоянию коммутатора, находится в пределах 75...80 градусов, а для бесконтактных систем с электронным переключателем (датчиком Холла), применяемых в автомобилях марки ВАЗ, номинальное значение этого угла находится в пределах 15...20 градусов. Следует отметить, что в батарейных системах зажигания величина *УЗСК* может несколько изменяться при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя, однако это изменение не должно превышать 3...4 градуса. Причиной большего изменения величины *УЗСК* при увеличении частоты вращения от минимальных оборотов холостого хода до 2500...3000 об/мин может быть сильное биение валика прерывателя-распределителя или сильный износ опорного подшипника вакуумного регулятора опережения зажигания.

Помимо осциллографического метода измерения величины угла замкнутого состояния контактов прерывателя в мотор-тестерах используются аналоговые и цифровые формы представления параметра *УЗСК*. В частности

в мотор-тестере М 3-2 для измерения $УЗСК$ в цифровой форме используется метод прямого преобразования сигнала, пропорционального $УЗСК$ в цифровой код. При этом измерение производится для каждого цикла работы прерывателя (датчика) первичной цепи зажигания, что позволяет судить о равномерности износа отдельных кулачков прерывателя или дефектах датчика зажигания.

На рисунке 10.2 показан вид осциллограммы процесса, происходящего во вторичной цепи исправной батарейной системы зажигания.

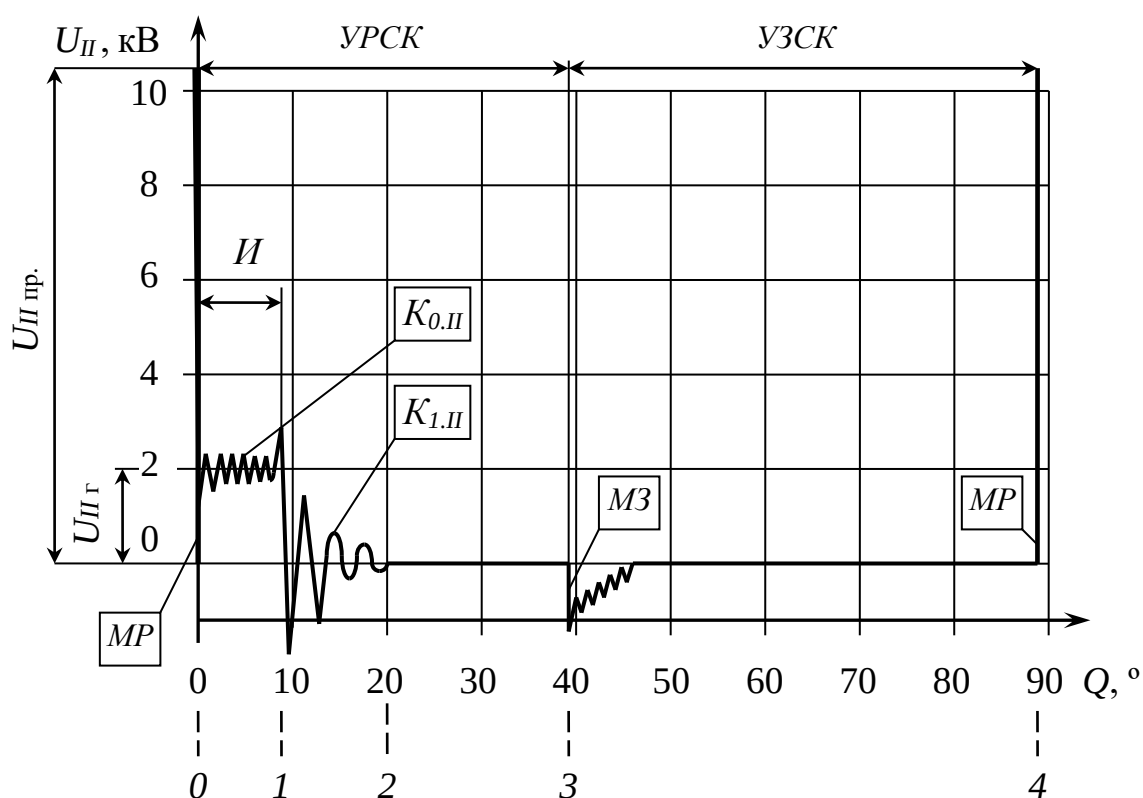


Рисунок 10.2 – Вид осциллограммы вторичного напряжения
батарейной системы зажигания

$U_{II пр.}$ – значение пробивного напряжения во вторичной цепи зажигания для свечи отдельного цилиндра двигателя; $U_{II г.}$ – значение напряжения горения искры для свечи зажигания отдельного цилиндра двигателя

Используя данную осциллограмму, можно установить ряд неисправностей, относящихся в большей части к вторичной цепи системы

зажигания. Однако по этой осциллограмме можно также установить некоторые неисправности, относящиеся и к первичной цепи системы зажигания.

Если на осциллограмме отсутствует участок горения *И* искры и колебательный процесс $K_{1,II}$ начинается непосредственно после момента размыкания контактов – *MP* (точка *0*), это может быть следствием обрыва цепи вторичного напряжения, причем такого обрыва, который не перекрывается высоковольтной искрой. При этом возможны нижеперечисленные неисправности.

Если рассматриваемая картина относится к одному цилиндру, то возможен обрыв высоковольтного провода или помехоподавительного резистора в наконечнике данной свечи. При данных неисправностях цилиндр, к которому они относятся, не работает или работает неустойчиво, с перебоями (при случайном пробое обрыва высоковольтной искрой).

Если рассматриваемая картина относится ко всем цилиндрам, то возможен обрыв центрального высоковольтного провода или помехоподавительного резистора в роторе распределителя зажигания. При данных неисправностях двигатель чаще всего не работает (не заводится) или работает крайне неустойчиво, с перебоями и на повышенных оборотах. Обычно слышны выстрелы во впускном и выпускном коллекторах. Следует отметить, что при работе двигателя с данными неисправностями возможен выход из строя коммутатора системы зажигания.

Если на осциллограмме участок горения *И* искры наоборот слишком продолжителен, это может быть следствием короткого замыкания на массу высоковольтного провода свечи или отсутствия зазора в свече зажигания (центральный электрод касается бокового электрода свечи). При этом цилиндр, в котором имеются указанные неисправности, не работает.

Обычно колебательный процесс $K_{0,II}$ на участке горения *И* искры имеет горизонтальный или незначительно возрастающий к точке *1* вид. Если

колебательный процесс $K_{0,II}$ на участке горения *II* искры отдельной свечи имеет ниспадающий вид, это может быть следствием неисправности данной свечи зажигания, неисправности части крышки распределителя зажигания, относящейся к данной свече, либо неисправности данного цилиндра (свечу забрасывает маслом). Если данная картина относится ко всем свечам, это может быть следствием наличия следующих неисправностей:

- сажевого нагара на электродах и изоляторе свечей (неправильная регулировка системы питания – очень богатая смесь);
- неисправности части крышки распределителя зажигания, относящейся к центральному проводу;
- неисправности ротора распределителя высокого напряжения;
- неисправности катушки зажигания.

Отсутствие колебательных процессов $K_{0,II}$ и $K_{1,II}$ в период и после горения искры может быть следствием неисправности конденсатора.

Если полученный вид осциллограммы вторичного напряжения является симметричным отражением эталонной осциллограммы относительно горизонтальной нулевой линии, то это свидетельствует о неправильном включении в цепь первичной обмотки катушки зажигания.

Для контроля величины пробивного напряжения на свечах зажигания удобно пользоваться осциллограммой или диаграммой вторичного напряжения с разверткой по порядку работы цилиндров. Широкое применение для проведения таких измерений нашли мотор-тестеры М-3-2, МТ-5, анализатор двигателей К-518 и др. Вид развернутой осциллограммы вторичного напряжения системы зажигания восьмицилиндрового двигателя, имеющего порядок работы цилиндров 1-5-4-2-6-3-7-8, показан на рисунке 10.3. На приведенной диаграмме видно, что на свечах зажигания большинства цилиндров (первого, второго, третьего и восьмого) пробивные напряжения имеют примерно одинаковую среднюю величину ($U_{\text{пр}_1} \approx U_{\text{пр}_2} \approx U_{\text{пр}_3} \approx U_{\text{пр}_8} \approx U_{\text{пр}_\text{ср}} \approx 10,5 \dots 11,0 \text{ кВ}$). Пробивное напряжение свечи зажигания

пятого цилиндра ниже средней величины ($U_{\text{пр}_5} \approx 7,0 \dots 8,0 \text{ кВ}$). Это может быть следствием уменьшенного зазора между электродами свечи, наличия сажевого нагара на поверхности изолятора, снижения рабочего давления в цилиндре или неисправности свечи (например, наличии трещины в изоляторе). Пробивное напряжение четвертого цилиндра выше средней величины ($U_{\text{пр}_4} \approx 14,0 \dots 14,5 \text{ кВ}$). Это может быть следствием увеличенного зазора между электродами свечи зажигания. Пробивное напряжение в цепи седьмого цилиндра значительно выше средней величины ($U_{\text{пр}_7} \approx 18,0 \dots 18,5 \text{ кВ}$). Такой вид осциллограммы может иметь место при обрыве (перегорании) высоковольтного провода или помехоподавляющего резистора в наконечнике данной свечи зажигания, но, при этом, место обрыва перекрывается искровым разрядом.

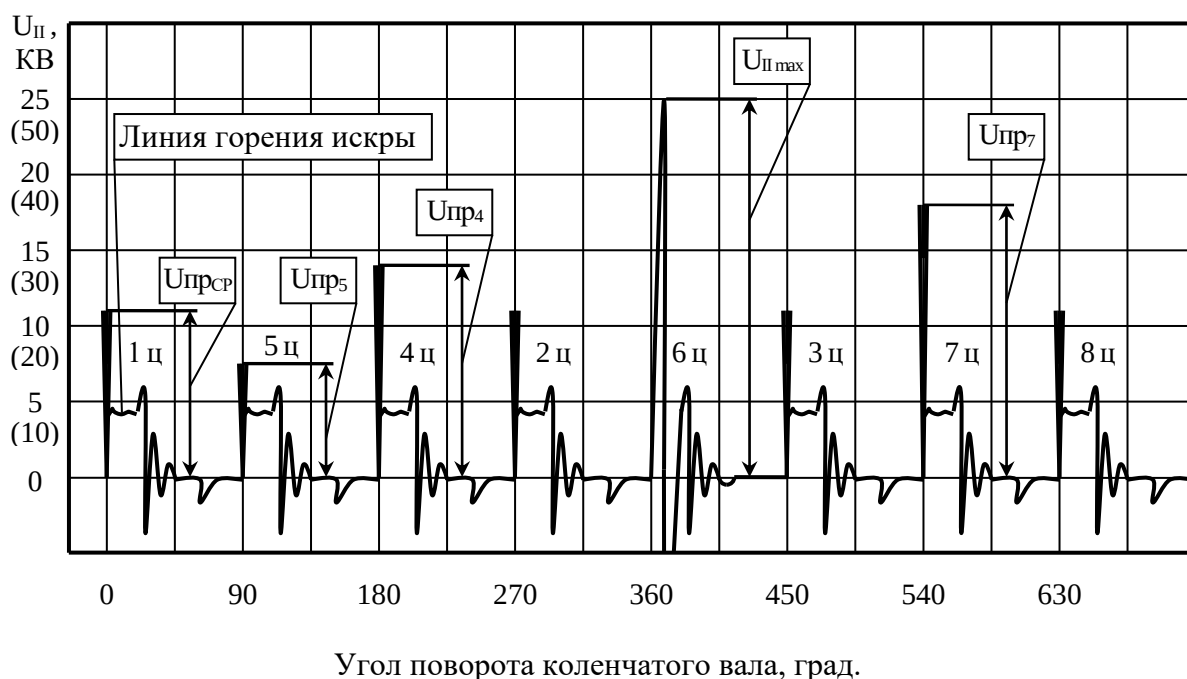


Рисунок 10.3 – Вид осциллограммы вторичного напряжения системы зажигания восьмицилиндрового двигателя, развернутой по порядку работы цилиндров

В некоторых приборах дальнейшая обработка сигнала, поступающего с делителя напряжения, осуществляется при помощи электронных устройств.

Для этой цели используются пиковые детекторы, позволяющие выделить из серии импульсов, возникающих во вторичной цепи при каждом цикле работы системы зажигания, импульс, имеющий максимальную амплитуду. Далее производится определение среднего значения пикового сигнала и индикация полученной величины на аналоговом (прибор К-484) или цифровом индикаторе, или на дисплее в виде диаграммы (мотор-тестер М 3-2). В частности, на дисплее мотор-тестера М 3-2 при определении пробивного напряжения свечей зажигания будет иметь место гистограмма, примерный вид которой показан на рисунке 10.4 (гистограмма приведена для четырехцилиндрового двигателя, имеющего порядок работы 1-3-4-2).

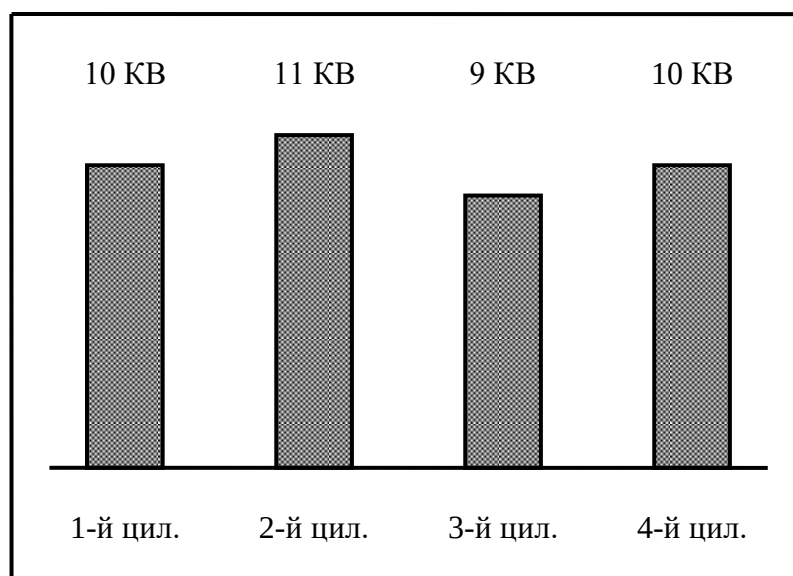


Рисунок 10.4 – Вид гистограммы пробивных напряжений свечей зажигания на дисплее мотор-тестера М-3-2

Система зажигания должна вырабатывать достаточно большую величину вторичного напряжения, позволяющую обеспечить бесперебойное искрообразование между электродами свечей зажигания при различных скоростных, нагрузочных и температурных режимах работы двигателя. Для современных высокооборотных бензиновых двигателей номинальное

значение максимального вторичного напряжения находится в следующих пределах:

- для контактных систем зажигания – $U_{II \max}^{КСЗ} = 18...25 \text{ кВ}$;
- для электронных систем зажигания – $U_{II \max}^{ЭСЗ} = 25...35 \text{ кВ}$.

Для измерения максимального вторичного напряжения достаточно разорвать высоковольтную электрическую цепь какой либо свечи (снять со свечи провод и расположить его так, чтобы исключить искрообразование между проводом и массой) и по величине максимальной амплитуды импульса на участке осциллограммы, соответствующем данной свече, определить максимальное значение вторичного напряжения. Картина данного процесса показана на рисунке 10.3 для шестого цилиндра ($U_{II \max} \approx 25 \text{ кВ}$). Следует напомнить, что при полном разрыве вторичной цепи на осциллограмме отсутствует линия горения искры, а затухающий колебательный процесс начинается сразу же от момента прерывания тока в первичной цепи зажигания.

10.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения данной лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) автомобиль с бензиновым двигателем;
- 2) мотор-тестер М-3-2;
- 3) специальные щипцы для снятия высоковольтных проводов;
- 4) набор инструмента слесаря по ремонту автомобилей.

10.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы следует соблюдать следующие меры безопасности:

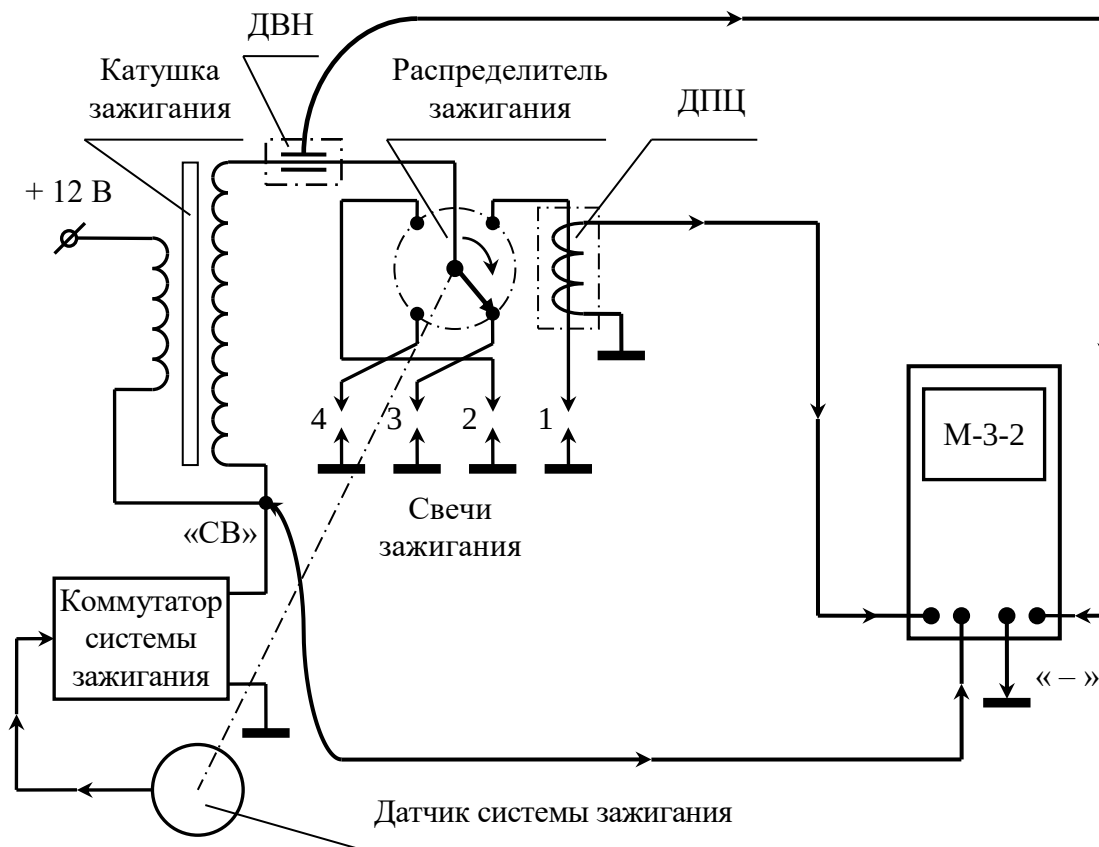
- 1) соединение кабелей и датчиков мотор-тестера М 3-2 с автомобильным двигателем выполнять в соответствии с инструкции по эксплуатации стенда;
- 2) перед запуском двигателя убедиться, что в коробке передач включена нейтральная передача, а к выхлопной трубе подсоединена и включена система отсоса отработавших газов;
- 3) при выполнении лабораторной работы во время работы двигателя запрещается прикасаться к катушке зажигания, крышке распределителя и проводам высокого напряжения;
- 4) установку и снятие датчиков высокого напряжения и первого цилиндра производить только при остановленном двигателе;
- 5) при выполнении работ пользоваться исправным инструментом.

10.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

- 1) Установить автомобиль на пост, выключить передачу и поставить его на стояночный тормоз (в качестве примера рассмотрен технологический процесс диагностирования автомобиля марки ВАЗ-2106).
- 2) Присоединить мотор-тестер М 3-2 к системе зажигания автомобильного двигателя в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 10.5. Мотор-тестер присоединяется в четырех точках. Кабель с клеммой « – » присоединяется к массе двигателя или отрицательной клемме аккумуляторной батареи. Кабель с клеммой «СВ» присоединяется к клемме катушки зажигания, соединяемой с прерывателем (или соединяемой с выходной клеммой коммутатора). При соединении выше перечисленных кабелей необходимо обеспечить надежный электрический контакт в местах соединений. Емкостный датчик высокого напряжения (в виде прищепки) надевается на центральный провод высокого напряжения, а индукционный

датчик первого цилиндра (также выполненный в виде прищепки) надевается на провод высокого напряжения, соединяемый со свечей зажигания первого цилиндра.



ДВН – датчик высокого напряжения (емкостный); ДПЦ – датчик первого цилиндра (индукционный); «СВ» – клемма присоединения к прерывателю (или коммутатору); «-» – клемма присоединения к массе

Рисунок 10.5 – Схема присоединения мотор-тестера М 3-2 к системе зажигания автомобильного двигателя

3) Включить мотор-тестер и выбрать в меню программу «Прерыватель».

4) Запустить двигатель автомобиля и установить частоту вращения коленчатого вала в пределах 850...950 об/мин.

5) Прочитать на дисплее среднюю величину $U_{ЗСК}$ и асинхронизм угла замкнутого состояния контактов – $\Delta U_{ЗСК}$. Сравнить величины $U_{ЗСК}$ и

$\Delta U_{ЗСК}$ с нормативными величинами и сделать заключение о величине зазора и состоянии кулачков прерывателя тока.

6) При большой величине асинхронизма ($\Delta U_{ЗСК}$) нажать на кнопку «2» (находясь в режиме «Прерыватель») под дисплеем и прочитывать значения $U_{ЗСК}$ для каждого кулачка прерывателя тока. Установить дефектный кулачек прерывателя.

7) Вернуться в режим «Прерыватель» и прочесть на дисплее среднюю величину падения напряжения на замкнутых контактах прерывателя U_{Π} . Сравнить измеренную величину с нормативным значением и дать заключение о техническом состоянии контактов прерывателя.

8) Находясь в режиме «Прерыватель» нажать на кнопку «3», а затем нажать под экраном дисплея кнопку, на которой обозначен стробоскопический фонарь.

9) Направить лампу стробоскопа на метки, расположенные на переднем шкиве коленчатого вала и передней крышке привода механизма газораспределения (ГРМ). Нажимая кнопки «▲» и «▼», находящиеся на задней крышке стробоскопического фонаря, добиться совмещения метки, расположенной на переднем шкиве коленчатого вала, с меткой, соответствующей положению ВМТ поршня первого цилиндра (нижней из трех меток, расположенных на передней крышке привода ГРМ). При этом положении меток на экране дисплея прочесть угол опережения зажигания для первого цилиндра в градусах угла поворота коленчатого вала двигателя. Сравнить полученные результаты с нормативными величинами и дать заключение о правильности установки угла опережения зажигания.

Примечание: В автомобилях, имеющих датчик ВМТ, и оборудованных встроенной диагностической розеткой, при подключении мотор-тестера к этой розетке определение угла опережения зажигания производится без стробоскопа. В этом случае после входа в режим измерения угла опережения зажигания следует нажать кнопку, обозначенную кругом с выступом.

10) Вернуться в режим «Прерыватель» и определить асинхронизм искрообразования по цилиндрам в градусах угла поворота коленчатого вала двигателя – $\Delta \text{УОЗ}$. Сравнить измеренную величину с допустимым значением и сделать заключение о техническом состоянии прерывателя-распределителя.

11) Вернуться в основное меню на дисплее мотор-тестера и выбрать в нем опцию «3. Система зажигания».

12) Нажать под экраном дисплея на кнопку «1. Первичное напряжение». При этом на экране дисплея появится гистограмма амплитуд первичного напряжения системы зажигания для каждого цилиндра двигателя. Нажать на кнопку, обозначенную синусоидой. При этом после выбора номера проверяемого цилиндра (выбор производится нажатием соответствующей кнопки), на экране дисплея появится диаграмма первичного напряжения для выбранного цилиндра (нажатием кнопки, обозначенной $\xrightarrow{x}$, можно растянуть изображение диаграммы по горизонтали). Сравнить величины измеренных амплитуд с допустимыми величинами, а также виды полученных диаграмм первичных напряжений системы зажигания с эталонными диаграммами, и дать заключение о техническом состоянии элементов системы зажигания.

13) Вернуться в режим диагностирования «3. Система зажигания» и нажать под экраном дисплея на кнопку «2. Напряжение пробоя». При этом на экране дисплея появится гистограмма амплитуд вторичного напряжения на свечах зажигания для каждого цилиндра двигателя. Нажать на кнопку, обозначенную синусоидой. При этом после выбора номера проверяемого цилиндра, на экране дисплея появится диаграмма вторичного напряжения для выбранного цилиндра (нажатием кнопки, обозначенной $\uparrow y$, можно растянуть изображение диаграммы по вертикали). Сравнить величины амплитуд с допустимыми величинами, а также виды полученных диаграмм вторичных напряжений системы зажигания с эталонными диаграммами, и дать заключение о техническом состоянии элементов системы зажигания.

14) Вернуться в режим диагностирования «3. Система зажигания».

15) Нажать под экраном дисплея на кнопку «3. Напряжение горения». При этом на экране дисплея появится гистограмма напряжений горения искры на свечах зажигания для каждого цилиндра двигателя. Сравнить величины напряжений горения искры на свечах зажигания с допустимыми величинами, и дать заключение о техническом состоянии элементов системы зажигания.

16) Вернуться в режим диагностирования «3. Система зажигания».

17) Нажать под экраном дисплея на кнопку «4. Регуляторы ОУЗ (угла опережения зажигания)», при этом на дисплее появятся команды, которые необходимо выполнить. Следуя командам мотор-тестера, отсоединить трубку вакуумного регулятора опережения зажигания и установить минимальные обороты холостого хода двигателя.

18) Повторить проверку 10.5.9 и далее действовать в соответствии со следующими командами мотор-тестера:

- установить частоту вращения коленчатого вала двигателя, равную 2600 об/мин;
- в этом режиме работы двигателя, используя методику, описанную в п.п. 10.5.9, определить угол опережения зажигания;
- нажать кнопку «Ввод».

19) Далее действовать в соответствии со следующими командами мотор-тестера:

- соединить трубку с вакуумным регулятором опережения зажигания;
- установить частоту вращения коленчатого вала двигателя, равную 2600 об/мин;
- нажать кнопку «Ввод».

Далее на экране дисплея высветятся следующие результаты измерений угла опережения зажигания (в углах поворота коленчатого вала двигателя):

УОЗ_н – начальный угол опережения зажигания;

УОЗ_ц – угол опережения зажигания, равный разности углов опережения зажигания, измеренных при частоте вращения коленчатого вала, равной 2600 об/мин, и при минимальных оборотах холостого хода; данный параметр характеризует работу центробежного регулятора опережения зажигания;

УОЗ_в – угол опережения зажигания, равный разности углов опережения зажигания, измеренных при снятой и при соединенной трубке вакуумного регулятора опережения зажигания; данный параметр характеризует работу вакуумного регулятора опережения зажигания.

Сравнить полученные результаты с нормативными величинами и дать заключение о техническом состоянии регуляторов опережения зажигания.

20) Дать общее заключение о техническом состоянии системы зажигания, а также дать рекомендации по устранению обнаруженных неисправностей.

21) Составить операционную технологическую карту диагностирования системы зажигания автомобиля при помощи мотор-тестера модели М 3-2.

10.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие материалы:

1) вид эталонной осциллограммы первичного напряжения с указанием характерных зон и участков;

2) вид полученных осциллограмм первичного напряжения и описание влияния характерных неисправностей системы зажигания на изменение вида осциллограммы первичного напряжения;

3) вид эталонной осциллограммы вторичного напряжения с указанием характерных зон и участков;

4) вид полученных осциллограмм вторичного напряжения и описание

влияния характерных неисправностей системы зажигания на изменение вида осциллограммы вторичного напряжения;

5) измеренные величины пробивных напряжений свечей зажигания, а также напряжений горения искры и их анализ;

6) измеренную величину максимального вторичного напряжения системы зажигания и ее анализ;

7) результаты измерений начального угла опережения зажигания и характеристик регуляторов опережения зажигания и их анализ;

8) выводы по результатам лабораторной работы;

9) операционную технологическую карту диагностирования системы зажигания автомобиля;

10) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

10.7 Контрольные вопросы и защита работы

1) привести картину эталонной осциллограммы напряжения в первичной цепи батарейной системы зажигания и пояснить ее вид в характерных зонах.

2) какие неисправности системы зажигания оказывают влияние на вид колебательных процессов на осциллограмме первичного напряжения в период горения и после горения искры при разомкнутых контактах?

3) какие неисправности системы зажигания оказывают влияние на вид линии замыкания контактов на осциллограмме первичного напряжения?

4) от чего зависит величина угла замкнутого состояния контактов прерывателя и асинхронизм угла замыкания?

5) в каких пределах может находиться максимальная величина ЭДС самоиндукции в первичной цепи зажигания.

6) привести картину эталонной осциллограммы напряжения во вторичной цепи батарейной системы зажигания и пояснить ее вид в характерных зонах.

7) какие неисправности системы зажигания оказывают влияние на вид колебательных процессов на осциллограмме вторичного напряжения в период горения и после горения искры при разомкнутых контактах?

8) какие факторы оказывают влияние на величину пробивного напряжения свечей зажигания?

9) какие факторы оказывают влияние на величину максимального вторичного напряжения системы зажигания?

10) как производится измерение начального угла опережения зажигания?

11) как производится проверка исправности и характеристики вакуумного регулятора угла опережения зажигания?

12) как производится проверка исправности и характеристики центробежного регулятора угла опережения зажигания?

13) привести и пояснить схему присоединения мотор-тестера к системе зажигания автомобильного двигателя.

10.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ ПРИБОРОВ
СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

11.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является изучение диагностических параметров и методики диагностирования технического состояния и регулировки приборов системы питания дизельного двигателя.

11.2 Теоретическое обоснование

От технического состояния топливной аппаратуры дизельного двигателя в значительной мере зависят его топливная экономичность, мощность, дымность отработавших газов. Наиболее распространенными неисправностями являются изменение величины давления впрыска топлива из-за нарушения регулировки форсунок, искажение формы факела из-за засорения или износа отверстий распылителя форсунки, нарушение угла опережения впрыска топлива, неисправность автоматической муфты опережения впрыска, неравномерная подача топлива секциями ТНВД и др.

В соответствии с техническими условиями, давление впрыска топлива, определяемое при проверке форсунки двигателя КамАЗ-740 на стенде (со снятием) должно составлять $18,5 \pm 0,5$ МПа (185 ± 5 кгс/см²).

Максимальное давление впрыска измеряется при работе двигателя под нагрузкой или при максимальной частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода. Максимальное давление впрыска для дизеля КамАЗ-740 должно составлять 35...45 МПа (350...450 кгс/см²). Увеличение максимального давления может быть вызвано засорением или закоксовыванием сопловых отверстий распылителя, заклиниванием иглы

форсунки, увеличением цикловой подачи из-за неправильной регулировки секции ТНВД. Уменьшение – вследствие зависания иглы форсунки, обрыва носика распылителя, износа отверстий распылителя, уменьшения подачи топлива секцией ТНВД.

При пониженном давлении впрыска топлива капли в факеле топлива имеют слишком большие размеры, топливо не успевает полностью испариться и перемешаться в камере сгорания с воздухом. Часть капель при этом оседает на стенки гильзы, смывая смазку и вызывая повышенный износ. Двигатель работает дымно, поскольку в отработавших газах содержится значительное количество сажи, мощность и топливная экономичность двигателя резко падают.

При повышенном давлении впрыска топливо распыляется мелко, однако дальность факела уменьшается, его форма искажается. Топливо в основном распыляется вблизи распылителя форсунки, не успевая распределиться по всему объему камеры сгорания. При сгорании топлива распылитель перегревается, что приводит к закоксовыванию сопловых отверстий и даже обрыву распылителя.

При увеличении угла опережения впрыска топлива оно поступает в камеру сгорания, когда давление и температура недостаточны для самовоспламенения, часть топлива конденсируется на стенках цилиндра, сгорает не полностью, смывает смазку со стенок цилиндра, что увеличивает износ двигателя. При малой величине угла опережения впрыска из-за позднего воспламенения топливо сгорает при расширении, значительно увеличиваются тепловые потери в гильзу цилиндра, двигатель перегревается, мощность двигателя и его экономичность значительно ухудшаются.

Для диагностирования топливной аппаратуры непосредственно на двигателе применяются приборы К-261 и К-290.

Анализатор К-290 обеспечивает проведение следующих видов проверок и регулировок:

- 1) проверка и регулировка минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- 2) проверка давления начала впрыска;
- 3) проверка максимального давления впрыска;
- 4) проверка и регулировка установочного угла опережения впрыска;
- 5) проверка работы автоматической муфты опережения впрыска;
- 6) проверка аккумуляторной батареи;
- 7) проверка напряжения генераторной установки;
- 8) проверка зарядной цепи.

При подключении к анализатору осциллографа по характеру осциллограмм давления в топливопроводе можно дополнительно определить состояние нагнетательного клапана, плунжерной пары, пружин нагнетательного клапана и толкателя плунжера, распылителя форсунки.

Техническая характеристика анализатора следующая:

Тип – переносной.

Диапазоны измерений:

- напряжения постоянного тока, В 0...2; 0...40;
- частоты вращения коленчатого вала, об/мин 0...800; 0...3000;
- угла опережения впрыска топлива, град 0...15; 0...40;
- максимального давления впрыска топлива, МПа 0...20; 0...40; 0...60;

Напряжение питания, В 24.

Габаритные размеры, мм 280 × 125 × 210.

Масса, кг 4.

11.3 Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы №12 требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) двигатель КамАЗ-740;
- 2) стенд для испытания двигателей;

- 3) анализатор дизельный модели К-290;
- 4) осциллограф;
- 5) стенд для испытания форсунок модели КИ-1609;
- 6) набор инструмента слесаря по ремонту автомобилей.

11.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдение следующих мер безопасности:

- 1) в помещении лаборатории запрещено пользоваться открытым огнем;
- 2) включение стенда, запуск двигателя производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера и при работающей вытяжной вентиляции;
- 3) при работе стенда избегать прикосновения к вращающимся и нагретым до высокой температуры частям двигателя;
- 4) подключение анализатора к системе питания производить только после остановки двигателя.

11.5 Порядок выполнения работы

Лабораторную работу №11 рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) Установить коленчатый вал в положение, соответствующее ВМТ конца такта сжатия 1-го цилиндра. При помощи зубила нанести метки на шкиве коленчатого вала и блоке цилиндров.
- 2) Подключить анализатор дизельный к сети 24 В, прогреть в течение 15...20 мин и произвести его тарировку.
- 3) Установить на трубопровод высокого давления форсунки 1-го цилиндра датчик пьезоэлектрический для определения угла опережения и давления впрыска топлива.

4) Запустить двигатель и проверить минимальную частоту вращения коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода, она должна находиться в пределах $550 \dots 600 \text{ мин}^{-1}$. При необходимости отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала.

5) Проверить максимальную частоту вращения коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода, она должна находиться в пределах $2600 \dots 2800 \text{ мин}^{-1}$.

6) Измерить величину давления начала впрыска топлива форсункой на минимальной частоте вращения коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода, оно должно быть в пределах $18,5 \dots 20 \text{ МПа}$.

7) Определить максимальное давление впрыска топлива при максимальных оборотах коленчатого вала ($35 \dots 45 \text{ МПа}$). При отклонении давления впрыска от указанных значений форсунку снять, проверить и отрегулировать на стенде КИ-1609.

8) Измерить угол опережения впрыска топлива при помощи стробоскопа анализатора дизельного. При минимальной частоте вращения коленчатого вала угол опережения должен составлять $17 \dots 19^\circ$. При необходимости отрегулировать угол опережения перемещением корпуса автоматической муфты опережения впрыска относительно ведомой полумуфты привода ТНВД.

9) Определить состояния автоматической муфты по приращению угла опережения впрыска топлива при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя от минимальной до максимальной величины.

10) Подключить дизельный анализатор к осциллографу, оценить состояние секции топливного насоса высокого давления и форсунки по осциллограммам давления в топливопроводе первой форсунки.

11) Отсоединить пьезоэлектрический датчик от топливопровода форсунки первого цилиндра.

12) Выполнить операции 3), 6), 7), 10) для других форсунок двигателя.

13) Занести результаты измерений в таблицу 11.1.

Таблица 11.1 – Результаты измерения давления впрыска топлива

Давление впрыска, МПа	Цилиндр							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Начальное								
Максимальное								

14) Составить технологическую карту диагностирования дизельной топливной аппаратуры при помощи анализатора модели К-290.

11.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие материалы:

- 1) результаты замеров минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода;
- 2) результаты замеров давления начала впрыска топлива при минимальной частоте вращения коленчатого вала и максимального давления впрыска топлива при максимальных оборотах коленчатого вала двигателя;
- 3) результаты замеров угла опережения впрыска при минимальной и максимальной частоте вращения коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода;
- 4) вид осциллограммы давления в топливопроводе форсунки;
- 5) анализ результатов измерений и заключение о техническом состоянии приборов топливной аппаратуры;
- 6) операционную технологическую карту диагностирования системы питания дизельного двигателя;
- 7) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине «Диагностические нормативы в автосервисе » или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

11.7 Контрольные вопросы и защита работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) в чем заключаются особенности смесеобразования в дизельном двигателе по сравнению с бензиновым двигателем?
- 2) каковы основные преимущества дизеля по сравнению с бензиновым двигателем?
- 3) какими диагностическими параметрами оценивается техническое состояние приборов системы питания дизеля?
- 4) к каким последствиям приводит нарушение регулировки давления впрыска топлива форсунками, нарушение регулировки угла опережения впрыска топлива?
- 5) какова последовательность проверки и регулировки давления впрыска топлива форсункой?
- 6) какова последовательность проверки и регулировки угла опережения впрыска топлива?
- 7) каковы характерные неисправности приборов дизельной топливной аппаратуры.

Защита лабораторной работы производится индивидуально каждым студентом только при наличии отчета по данной работе, оформленного в соответствии с вышеприведенными требованиями.

11.8 Список рекомендуемой литературы

[1-8]

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Аригин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей : управление технической готовностью подвижного состава : учеб. пособие для вузов / И. Н. Аригин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. - Изд. 2-е. - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 314 [6] с. - (Высшее образование)

Дополнительная литература:

2. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – Введ. 2002-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2001.

3. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / [Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1991. - 413 с. : ил. - Прил.: с. 396-405. - Библиогр.: с. 406-407. –

4. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие. М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.: ил.

5. Савич, Е. Л. Инструментальный контроль и государственный технический осмотр автотранспортных средств : учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Кручек. - М. : Новое знание, 2008. - 409 с. : ил. - (Техническое образование).

6. Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В.А. Першин [и др.]. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 413 с. : ил. - (Высшее образование).

7. Харазов, А. М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. М. Харазов. – М. : Высшая школа, 1990. – 208 с. – Библиогр: с. 207.

8. Грибенко С. М. Диагностика и обслуживание автомобилей. – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1977. – 288 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Таблица А1 – Характеристические показатели стенда модели СК1 – К481

Наименование показателей	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
Радиус беговых барабанов	R_B	м	0,16
Расстояние между осями барабанов	l_B	м	0,67
Длина тарировочного рычага	L_P	м	2,4
Коэффициент сцепления колес с барабанами стенда	ϕ_C	–	0,60...0,65
Коэффициент сопротивления качению колес по барабанам стенда	f_0	–	0,03...0,05
Приведенный к оси барабанов суммарный момент инерции вращающихся масс стенда	$J_{\Sigma M}^{PP}$	Кг•м ²	30...32

Таблица А2 – Показатели некоторых моделей подвижного состава

Наименование показателей	Обозначение	Единица измерения	Значения показателей для автомобилей			
			ЗИЛ-4331	ЗИЛ-130	ГАЗ-53А	ПАЗ-3205
Собственная масса автомобиля в том числе:	G_A	Кг	5300	4300	3250	4830
- на переднюю ось	G_{II}	Кг	2800	2120	1460	2170
-на заднюю ось	G_3	Кг	2500	2180	1730	2660
Статический радиус колеса	R_K	м	0,49	0,49	0,46	0,46
Номинальная мощность двигателя	N_e^{MAX}	КВт	136	110	84	88
Угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, соответствующая номинальной мощности	ω_N	с ⁻¹	294	335	335	335
Передаточное отношение главной передачи	U_0	-	5,29	6,83	6,83	6,83
Масса колеса в сборе с шиной	M_K	Кг	98	98	86	86
Ориентировочный момент инерции маховика	J_M	Кг•м ²	1,2	0,7	0,6	0,6
Минимальный удельный расход топлива	g_e^{MIN}	г/КВт•ч	218	299	306	306

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Классификация автотранспортных средств (по ГОСТ Р 51709-2001)

Таблица Б1 – Классификация автотранспортных средств

Категория АТС	Разрешенная максимальная масса ¹⁾	Характеристика АТС
М1	—	АТС для перевозки пассажиров, имеющие не более восьми мест для сидения, кроме водителя
М2	До 5 ²⁾	То же (АТС, имеющие более восьми мест для сидения, кроме места водителя)
М3	Св. 5 ²⁾	
Н1	До 3,5 ³⁾	
Н2	Св. 3,5 до 12,0 ³⁾	АТС для перевозки грузов
Н3	Св. 12,0 ³⁾	
О1	До 0,75	Буксируемые АТС – прицепы
О2	Св. 0,75 до 3,5	Буксируемые АТС – прицепы и полуприцепы
О3	От 3,5 до 10 ⁴⁾	Буксируемые АТС – прицепы и полуприцепы ³⁾
О4	Более 10 ⁴⁾	

Примечания:

- ¹⁾ Специальное оборудование, устанавливаемое на специальных АТС, рассматривают как эквивалент груза.
- ²⁾ Сочлененный автобус состоит из двух или более нераздельно скрепленных секций, в которых размещены пассажирские салоны, связанные между собой проходом для свободного перемещения пассажиров; нераздельные секции постоянно скреплены друг с другом и могут быть разделены только с помощью специального оборудования, имеющегося обычно только в мастерских. Сочлененный автобус, состоящий из двух или более нераздельных, но сочлененных секций, рассматривают как одно транспортное средство.
- ³⁾ Для седельных тягачей, предназначенных для буксирования полуприцепов, в качестве разрешенной максимальной массы рассматривают сумму массы тягача в снаряженном состоянии и массы, соответствующей максимальной статической вертикальной нагрузке, передаваемой тягачу от полуприцепа через седельно-сцепное устройство, а также, в случае необходимости, максимальной массы груза тягача.
- ⁴⁾ Для полуприцепов, сцепленных с тягачом, или прицепов с центральной осью в качестве разрешенной максимальной массы рассматривают массу, соответствующую максимальной статической вертикальной нагрузке на опорную поверхность от оси(ей), когда полуприцеп или прицеп с центральной осью присоединен к тягачу и максимально загружен.

Дополнительная классификация автотранспортных средств.

Автотранспортные средства категорий М2 и М3 дополнительно подразделяют на следующие классы:

- 1) класс I – городские автобусы – транспортные средства, оборудованные сиденьями и местами для перевозки стоящих вне проходов пассажиров;
- 2) класс II – междугородные автобусы – транспортные средства, оборудованные сиденьями, но в которых допускается перевозить стоящих в проходах пассажиров;
- 3) класс III – туристские автобусы – транспортные средства, предназначенные для перевозки только сидящих пассажиров.

Прицепы (полуприцепы) категорий О2, О3, О4 дополнительно классифицируют по приведенным ниже типам.

Полуприцеп – буксируемое АТС, ось (и) которого расположена (ы) позади центра масс полностью загруженного транспортного средства, оборудованное седельно-сцепным устройством, передающим горизонтальные и вертикальные нагрузки на тягач. Одна или более осей полуприцепа может быть ведущей с приводом от тягача.

Прицеп – буксируемое АТС, оборудованное, по меньшей мере, двумя осями и тягово-сцепным устройством, которое может перемещаться вертикально по отношению к прицепу и управляет направлением передней (их) оси (ей), но передает незначительную статическую нагрузку на тягач. Одна или более осей полуприцепа могут быть ведущими с приводом от тягача.

Прицеп с центральной осью – буксируемое АТС, оборудованное тягово-сцепным устройством, которое не может двигаться относительно тягача в вертикальной плоскости. Ось (и) смещена (ы) относительно центра масс при полной загрузке прицепа таким образом, что только незначительная статическая вертикальная загрузка, не превышающая 10 % массы прицепа или 10 кН (меньшего из указанных значений), передается тягачу. Одна или более осей могут быть ведущими с приводом от тягача.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Техника безопасности при работе на комбинированном стенде
модели СК1 – К481:

- 1) проверить состояние заземления металлоконструкций секций стенда и его пульта управления;
- 2) при въезде автомобиля на беговые барабаны стенда и выезде с них обязательно поднимать подъемные площадки секций стенда; перед началом движения автомобиля обязательно подать звуковой сигнал;
- 3) в протекторе шин колес автомобиля не должно быть инородных предметов (камней, металлических предметов и пр.);
- 4) включение привода стенда производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;
- 5) при включении привода стенда следить, чтобы на его барабаны и подъемные площадки не становились люди;
- 6) при диагностировании автомобиля на стенде под его колеса, не установленные на барабаны, необходимо с двух сторон подставить противооткатные упоры, а приводы секций стенда обязательно закрыть специальными кожухами;
- 7) при необходимости запуска автомобильного двигателя в процессе диагностирования (для автомобилей, имеющих пневматический или пневмогидравлический привод тормозов) выхлопную трубу автомобиля соединить специальным шлангом с системой отсоса отработавших газов и включить ее.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**Форма и пример заполнения операционной технологической карты
диагностирования технического состояния автомобилей и их элементов**

Таблица В1 – Операционная технологическая карта диагностирования технического состояния тормозов автомобилей

Разработал					СКФУ	Автомобили марки КамАЗ	Диагностирование Д-1				
Принял					Операционная технологическая карта диагностирования технического состояния тормозов автомобилей				t диагнос- тирования, чел. • мин.	t работ поста, чел. • мин	
Нормоконтроль											
Листов	Участок	Пост	Всего постов	Исполнители					9,0		—
3	Зона Д-1	№ 1	3	4-ый разряд							
№ опера ции	Наименование и содержание операций, разряд работы				Место выполнения операции	Количес тв о точек обслужив ания	Трудоемк ость операции чел. • мин	Оборудование, приборы, инструмент, приспособления	Технические требования и указания		
1	Диагностирование тормозных качеств колес передней оси автомобиля						2.5				
1.1	Включить тумблер «Выезд» на дистанционном пульте управления (ДПУ) тормозным стендом				Кабина	1	0,1	Стенд СК1 – К-481	На световом табло должна высветиться надпись «Выезд». Подъемные площадки секций должны подняться.		
1.2	Установить автомобиль передними колесами на опорные платформы подъемных площадок				Кабина	1	0,5	То же	Автомобиль должен иметь чистые сухие шины. Шины каждого колеса автомобиля должны располагаться симметрично относительно барабанов стенда.		
1.3	Выключить тумблер «Выезд» на ДПУ и установить автомобиль колесами передней оси на барабаны стенда				То же	1	0,4	-- «>» --	На световом табло должна погаснуть надпись «Выезд». Шины каждого колеса автомобиля должны опираться на оба барабана секции стенда и располагаться в средней части барабанов. Под колеса автомобиля, расположенные на полу помещения, установить противооткатные упоры.		
Лист											
1											

Продолжение таблицы В1

№ операции	Наименование и содержание операций, разряд работы	Место выполнения операции	Количество точек обслуживания	Трудоемкость операции чел. • мин	Оборудование, приборы, инструмент, приспособления	Технические требования и указания
1.4	Нажать кнопку «Сброс» на ДПУ стендом.	-- «» --	5	0,1	Стенд СК1 – К-481	Стрелки указателей относительных тормозных сил должны установиться на ноль
1.5	Установить контактный датчик включения электрических секундомеров на педаль тормоза	Кабина	1	0,4	То же	—
1.6	Нажать на ДПУ стендом кнопку «Рабочий тормоз», а затем кнопки «Пуск лев» и «Пуск прав»	То же	2	0,2	-- «» --	Должен включиться привод барабанов левой и правой секций стенда. Шины вращающихся колес автомобиля не должны касаться колесоотбойных роликов
1.7	Нажать на педаль тормоза автомобиля	-- «» --	1	0,3	-- «» --	Темп нажатия на педаль тормоза должен соответствовать режиму экстренного торможения. Процесс торможения осуществлять до момента автоматического отключения электродвигателей и фиксации показаний измерительных приборов
1.8	Нажать на ДПУ кнопку «Сохранить», зафиксировав тем самым в памяти стенда удельные тормозные силы рабочего тормоза для колес передней оси	-- «» --	1	0,1	-- «» --	—
1.9	Снять контактный датчик включения электрических секундомеров с педаль тормоза	-- «» --	1	0,2	-- «» --	—
1.10	Зафиксировать показания электросекундомеров	Пульт стенда	1	0,2	-- «» --	Время срабатывания тормозов должно быть не более 0,8 с.
Лист						
2						

