

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 13.03.2023 10:45:42
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра технологии материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«19» 03 2021 г.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
(часть II) для студентов специальности 23.05.01 «Наземные
транспортно-технологические средства» (специализация
«Автомобильная техника в транспортных технологиях»)
очной и заочной форм обучения

Курск 2021

УДК 656.1

Составители: Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологии материалов и транспорта» Юго-Западного государственного университета *А.Ю. Алтухов*

Техническая эксплуатация автомобилей: методические указания к выполнению лабораторных работ (часть II) для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова. Курск: ЮЗГУ, 2021. 59 с.

Содержит лабораторные работы, включающие в себя задания, порядок и последовательность выполнения работы, краткие теоретические сведения и методические указания.

Предназначен для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях») очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч.- изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.
Курский государственный технический университет.
Издательско-полиграфический центр Курского государственного
технического университета. 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

3
ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «Ознакомление с назначением, технической характеристикой, устройством и принципом работы универсального мотортестера модели МТ-5»	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «Проверка аккумуляторной батареи»	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «Проверка первичной цепи системы зажигания»	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «Проверка угла замкнутого состояния контактов (УЗСК) прерывателя»	33
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 «Проверка вторичной цепи системы зажигания»	36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 «Проверка угла опережения зажигания»	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	58

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации автомобиля его функциональные свойства постепенно ухудшаются вследствие изнашивания, коррозии, повреждения деталей, усталости материала, из которого они изготовлены. Автомобиль с неисправными агрегатами, узлами, соединениями и деталями, особенно влияющими на безопасность движения, не должен допускаться к работе в соответствии с требованиями ряда нормативных документов, действующих ГОСТов и т.п.

Программой дисциплины «Техническая эксплуатация автомобилей» предусмотрено выполнение комплекса лабораторных работ, имеющих своей целью приобретение практических навыков студентами по проверке технического состояния отдельных агрегатов и систем автомобиля при помощи средств диагностики.

Настоящий лабораторный практикум содержит шесть лабораторных работ, которые имеют своей целью ознакомление с назначением, технической характеристикой, устройством и принципом работы универсального мотортестера модели МТ-5, а также приобретение практических навыков по работе с ним.

Перед лабораторной работой студент обязан ознакомиться с содержанием и порядком ее выполнения, оборудованием и правилами техники безопасности.

Каждую работу студенты выполняют самостоятельно после ознакомления с техникой безопасности и опроса с целью провер-

ки их подготовленности к лабораторному занятию. При проведении работы преподаватель и учебный мастер ведут текущий инструктаж непосредственно на рабочем месте.

В заключение каждой лабораторной работы студенты составляют отчет по форме, разработанной кафедрой.

Лабораторный практикум написан в соответствии с рабочей программой дисциплины «Техническая эксплуатация автомобилей», предназначен для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**«Ознакомление с назначением, технической характеристикой, устройством и принципом работы универсального мотортестера модели МТ-5»****Цель работы**

Ознакомиться с назначением, технической характеристикой, устройством и принципом работы универсального мотортестера модели МТ-5.

Общие сведения**1.1. Назначение**

1.1.1. Мотортестер универсальный модели МТ 5 предназначен для проверки технического состояния 2-х и 4-х тактных карбюраторных двигателей автомобилей с числом цилиндров 2, 3, 4, 5, 6 и 8 с контактной, контактно-транзисторной, бесконтактной и экранированной системами зажигания, а также для проверки топливной аппаратуры дизельных двигателей с диаметрами топливопроводов высокого давления 6 и 7 мм.

1.1.2. Мотортестер обеспечивает проведение следующих проверок и регулировок:

- проверка частоты вращения коленчатого вала;
- проверка угла опережения зажигания;
- проверка угла опережения начала подачи топлива;

- проверка угла замкнутого состояния контактов прерывателя;
- проверка уменьшения частоты вращения коленчатого вала двигателя при последовательном отклонении из работы каждого из цилиндров;
- проверка напряжения постоянного тока;
- проверка сопротивления постоянному току;
- проверка силы постоянного тока.

На экране мотортестера можно наблюдать следующие виды осциллограмм:

- электрическое напряжение первичной цепи системы зажигания в диапазонах (0-20), (0-40) и (0-400) В;
- электрическое напряжение вторичной цепи системы зажигания в диапазонах (0-8) и (0-40) кВ;
- электрическое напряжение на выходе выпрямительного блока генератора;
- давление в топливопроводе дизельных двигателей.

Развертка осциллографа может работать в следующих режимах:

- наложение изображений всех цилиндров;
- развертка изображений всех цилиндров по горизонтали;
- выбор любого изображения из всех цилиндров.

1.1.3. Мотортестер предназначен для применения в автотранспортных предприятиях, на станциях технического обслужи-

живания автомобилей, а также в передвижных ремонтных средствах и мастерских.

1.1.4. Вид климатического исполнения – УХД 4.2.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от +10 до +35 °С;
- относительная влажность до 80% при температуре +25 °С;
- атмосферное давление (86-106) кПа (650-800) мм рт. ст.

1.1.5. Безопасность мотортестера соответствует требованиям ГОСТ 23104-89 и подтверждена сертификатом РОСС, RV АЯ27. В00008 от 23.09.96 г.

1.2 Техническая характеристика

1.2.1. Диапазон измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин. 0-6000.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % ± 1.

1.2.2. Диапазон измерений угла опережения

- зажигания (впрыска) со стробоскопом, градус 0-60;
- с датчиком ВМТ, градус 20-60.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % ± 1.

1.2.3. Диапазоны измерений угла, замкнутого состояния контактов прерывателя, градус:

- для 2-х цилиндрового двигателя 0-180;

– для 3-х цилиндрового двигателя	0-120;
– для 4-х цилиндрового двигателя	0-90;
– для 5 цилиндрового двигателя	0-72;
– для 6 -цилиндрового двигателя	0-60;
– для 8 цилиндрового двигателя	0-45.

Пределы допускаемой основной
приведенной погрешности, % ± 1 .

1.2.4. Диапазон измерений уменьшения частоты вращения
коленчатого вала двигателя, при последовательном отключении
из работы каждого из цилиндров, об/мин 0-500.

Пределы допускаемой основной приведенной
погрешности, % ± 3 .

1.2.5. Диапазон измерений напряжения
постоянного тока, В 0-40.

Пределы допускаемой основной приведенной
погрешности, % ± 1 .

1.2.6. Диапазоны измерений сопротивления
постоянному току, Ом:

0-100;

0-100000.

Пределы допускаемой основной приведенной
погрешности, % ± 1 .

1.2.7. Диапазон измерения силы постоянного тока, А 0-600.

1.2.8. Пределы допускаемой основной приведенной
погрешности, % ± 3 .

1.2.9 Диапазоны измерений напряжения первичной цепи системы зажигания, В:

- 0-2;
- 0-40;
- 0-400.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в диапазоне (0-2) В, % ± 10 .

Диапазоны (0-40) и (0-400) В являются обзорными.

1.2.10 Диапазоны измерений напряжения вторичной цепи системы зажигания, кВ:

- 0-8;
- 0-40.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % ± 10 .

1.2.11. Питание от сети переменного тока напряжение, В $220 \pm 10\%$, частота, Гц 50 (60) $\pm 1\%$.

1.2.12. Потребляемая мощность, ВА, не более 100.

1.2.13. Средняя наработка на отказ, час, не менее 1000.

1.2.14. Габаритные размеры, мм, не более 630x440x300.

1.2.15. Масса, кг, не более 25

Порядок выполнения работы

1. Изучить общие сведения.
2. Получить у преподавателя задание на выполнение работы.

3. В соответствии с заданием подготовить мотортестер к работе и подключить его к двигателю.
4. Сделать выводы по лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Общие сведения.
3. Порядок подготовки мотортестера к работе и подключения к двигателю.
4. Выводы по лабораторной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

«Проверка аккумуляторной батареи»**Цель работы**

Приобретение практических навыков по проверке технического состояния аккумуляторной батареи при помощи мотортестера.

Порядок выполнения работы**2.1 Проверка степени заряженности аккумуляторной батареи**

Для включения мотортестера нажать кнопку "I/O".

Нажать кнопку переключателя числа цилиндров "2", "3", "4", "5", "6" или "8" в зависимости от числа цилиндров проверяемого двигателя. Если двигатель двухтактный, то необходимо нажать кнопку 2.

По истечении времени самопрогрева (15 мин.) нажать кнопку "А" и произвести корректировку нуля амперметра при помощи регулятора.

Нажать кнопку "V". Считать по правому индикатору напряжение покоя после 5 мин. выдержки батареи в обесточенном состоянии. Оно должно быть в пределах (12-13) В. Для автомобилей с дизельными двигателями напряжение должно быть в пределах (24-36) В.

Установить датчик тока на провод, соединяющий аккумуляторную батарею с потребителями. Нажать кнопку "А" включить зажигание автомобиля и такие потребители электроэнергии, чтобы разрядный ток, контролируемый по левому индикатору мотортестера, был равен примерно 0,1 номинальной емкости аккумуляторной батареи.

Если при измерении тока на индикаторе высвечивается три запятых, то надо перевернуть датчик тока на проводе на 180° .

Ориентировочная зависимость между напряжением исправной аккумуляторной батареи в этом режиме и степенью ее заряженности приведена в табл. 1.

Для автомобилей с дизельными двигателями значения напряжений увеличиваются в 2 раза.

Повышенное напряжение аккумуляторной батареи свидетельствует о ее перезаряде.

Пониженное напряжение является признаком разряженности или неисправности батареи.

Таблица 1 – Зависимость степени заряженности от напряжения аккумуляторной батареи

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

Отсоединить центральный провод высокого напряжения от распределителя и закоротить его на корпус перемычкой входящей в комплекс мотортестера, для предотвращения запуска двигателя. Для дизельных двигателей выключить подачу топлива.

Установить датчик тока на провод, соединяющий аккумуляторную батарею и стартер.

Включить стартер на (5-10) с.

Зафиксировать показания индикаторов мотортестера.

Напряжение аккумуляторной батареи должно быть не менее 9,5 В (19 В для дизельных двигателей).

Ток, потребляемый стартером не должен превышать 2,4 емкости батареи.

Пониженное напряжение аккумуляторной батареи при токе стартера не превышающем допустимого значения, может быть следствием ее разряженности, неисправности или плохого контакта выводов аккумуляторной батареи с наконечниками силовых проводов (если зажимы прибора подключены к наконечникам). Для уточнения неисправности подключить зажимы "М" и "Б" мотортестера непосредственно к выводам батареи и повторить проверку в режиме пуска. Если напряжение повысится, то состояние контактных соединений неудовлетворительное, Причиной повышенного тока стартера могут быть следующие его неисправности: замыкание обмотки якоря или обмотки возбуждения, сильный износ подшипников или тугое проворачивание вала двигателя.

Недостаточная частота прокручивания коленчатого вала стартеров при нормальном напряжении аккумуляторной батареи и токе стартера, не превышающем нормативное значение, может быть следствием нарушения контактов в цепи питания стартера. Последовательно подключая зажим "Б" мотортестера на контактные соединения от клеммы "+" аккумуляторной батареи к стартеру определить плохой контакт по наибольшему падению напряжения при кратковременном включении стартера. Износ щеток стартера, замыкание коллекторных пластин и пробуксовка муфты свободного хода также уменьшает частоту вращения коленчатого вала.

2.2 Проверка напряжения заряда аккумуляторной батареи

Подключить зажимы "М" и "Б" соответственно на клеммы "-" и "+" аккумуляторной батареи, зажим "Пр" – к выводу катушки зажигания, соединенному с прерывателем (коммутатором). Установить датчик тока на провод, идущий от генератора к регулятору напряжения. Запустить двигатель и установить частоту вращения и ток нагрузки, соответствующие режиму проверки регулятора напряжения. Изменять ток нагрузки можно включением различных потребителей автомобиля (фары, вентилятор и т.п.). Если режим проверки регулятора напряжения не известен, то установить частоту вращения коленчатого вала дви-

гателя (2000-2500) об/мин и включить дальний свет фар. Частоту вращения считать по левому индикатору мотортестера при опущенных кнопках переключателя.

Для стабилизации зарядного тока дать поработать двигателю (5-10) мин. Показания правого индикатора (нажата кнопка "V") должны быть в пределах:

- при холодном климате зимой (14,5-15,5) В;
- при холодном климате летом (13,5-14,5) В;
- при умеренном климате (13,5-14,5) В;
- при теплом климате (13,0-14,0) В.

Для автомобилей с дизельными двигателями показания индикатора необходимо удвоить. Если напряжение заряда выше нормы, то возможны следующие неисправности:

- плохой контакт в цепи от "+" генератора до регулятора напряжены;
- плохой контакт корпуса регулятора с кузовом автомобиля;
- неисправен регулятор;
- регулятор отрегулирован на высокое напряжение;
- если напряжение заряда ниже нормы, то возможно:
 - прослаблен приводной ремень генератора;
 - плохой контакт в соединениях;
 - неисправен регулятор напряжения;
 - регулятор отрегулирован на низкое напряжение;

– неисправен генератор.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты проверки напряжения аккумуляторной батареи.
4. Результаты проверки напряжения заряда аккумуляторной батареи.
5. Выводы по лабораторной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

«Проверка первичной цепи системы зажигания»**Цель работы**

Приобретение практических навыков по проверке работоспособности первичной цепи системы зажигания при помощи мотортестера.

Порядок выполнения работы**3.1 Проверка напряжения на батарейной клемме катушки зажигания**

Подключить зажим "Б" на батарейную клемму катушки зажигания (для систем с добавочным, сопротивлением на клемму ВК-Б катушки) для контактной системы зажигания или на клемму добавочного сопротивления "ВК-Б" для контактно-транзисторных (с коммутатором ТК-102) или на клемму "+" добавочного сопротивления для бесконтактных систем зажигания с магнитоэлектрическими датчиками (автомобили ЗиЛ-130, ЗиЛ-131, Урал-375, ГАЗ-66, ГАЗ-24-10).

Нажать кнопку "V" автотестера. Включить зажигание. Медленно проворачивая коленчатый вал двигателя контролировать напряжение. При замыкании контактов прерывателя напряжение на зажиме "Б" должно уменьшиться, но не более чем на 0,5 В.

Если падение напряжения больше допустимого, то неисправен выключатель зажигания или ослаблены контактные соединения в цепи.

Для обнаружения плохого контакта в соединениях надо перемещать зажим "Б" от батарейной клеммы катушки зажигания по участкам до клеммы "+" аккумуляторной батареи. Большая разность напряжений между последующими точками укажет на неисправный участок цепи.

3.2 Проверка системы зажигания с коммутатором ТК-102

Подключить зажим "Б" к безымянной клемме катушки зажигания. Включить зажигание и проворачивать коленчатый вал пусковой рукояткой. При замыкании контактов прерывателя показание вольтметра должно быть не более 1,5 В, а при размыкании контактов напряжение не должно отличаться от напряжения на клемме "ВК-Б" добавочного резистора СЭ-107.

В противном случае проверить напряжение на всех элементах первичной цепи системы зажигания при разомкнутых контактах прерывателя. Элемент, до которого напряжение есть, а после которого нет – неисправен. Напряжения на всех клеммах (кроме "М") коммутатора ТК102 не должно отличаться от напряжения на клемме "ВК-Б" добавочного резистора СЭ-107.

3.3. Проверка бесконтактных систем с магнитоэлектрическими датчиками

Подключить зажим "Б" к клемме катушки зажигания, соединенной с коммутатором. При включенном зажигании напряжение должно находиться в пределах (2-4) В. Переключить зажим "Б" на клемму катушки зажигания соединенную с добавочным резистором. Напряжение должно, составлять (5,7-7,3) В. Если напряжение на обеих клеммах катушки равны нулю, то неисправен добавочный резистор. Если напряжения не соответствуют норме – неисправен коммутатор или плохое соединение катушки зажигания с добавочным резистором и коммутатором. Для проверки соединения измерить напряжение на клемме коммутатора, соединенной с катушкой зажигания и напряжение на клемме добавочного резистора, соединенной с катушкой зажигания. Эти напряжения не должны отличаться от напряжений на катушке зажигания более, чем на 0,2 В.

В случае, когда двигатель автомобиля не запускается (отсутствует высокое напряжение с катушки зажигания) а первичная цепь системы зажигания исправна проверить датчик распределителя. Для этого подключить зажим "-" к корпусу двигателя, а зажим "+" провода омметра мотортестера к клемме "Д" коммутатора. Выключить зажигание. Нажать кнопку "кΩ" мотортестера. Сопротивление исправного датчика должно быть в пределах (100-200) Ом для 8-цилиндровых двигателей и (500-800) Ом для 4-цилиндровых.

3.4 Проверка бесконтактных систем, зажигания с датчиками Холла (двигатели ВАЗ 2108)

Подключить зажим "Б" к выводу "Б" катушки зажигания. Включить зажигание. Зафиксировать показания вольтметра. Перенести зажим "В" на вывод "К" катушки. Медленно провернуть коленчатый вал специальным ключом. Напряжение должно скачкообразно измениться от уровня напряжения, на выводе "Б" до уровня на (3,2-4,5) В меньше, чем на выводе "Б". Если остановить коленчатый вал в момент уменьшения напряжения, то через (4-7) с. оно должно вернуться к прежнему уровню. Для проверки датчика подключить зажим "Б" к среднему (2) контакту разъема на распределителе. При медленном проворачивании коленчатого вала напряжение должно скачкообразно измениться от уровня не более 0,4 В до уровня на 3 В меньшего напряжения аккумуляторной батареи.

3.5 Проверка первичной цепи системы зажигания при помощи осциллографа мотортестера

Запустить двигатель автомобиля. Кнопки переключателя под левым индикатором должны быть в отжатом состоянии. В этом случае индикатор показывает частоту вращения коленчатого вала двигателя. При помощи винта "Количества" карбюратора установить частоту вращения коленчатого вала 1000 об/мин.

Нажать кнопки "40V" и "X2" мотортестера. В этом случае на экране мотортестера будет изображение осциллограммы первичной цепи системы зажигания с наложением всех цилиндров в диапазоне 40 В.

Нормальное изображение осциллограммы первичной цепи системы зажигания приведено на рис. 1.

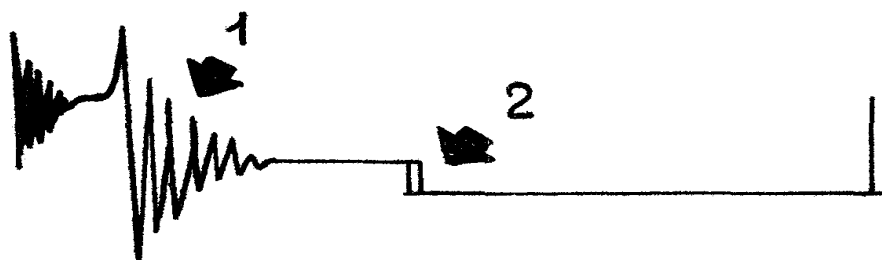


Рисунок 1 – Нормальное изображение осциллограммы первичной цепи системы зажигания

Количество колебаний в зоне 1 должно быть не менее 4. Линии замыкания 2 контактов прерывателя должны быть чистыми, без помех. В противном случае рис. 2 возможны следующие неисправности:

- окисление контактов прерывателя;
- контакты слабо приклепаны;
- потеря упругости пружины, замыкающей контакты;
- заедание рычажка, на оси.

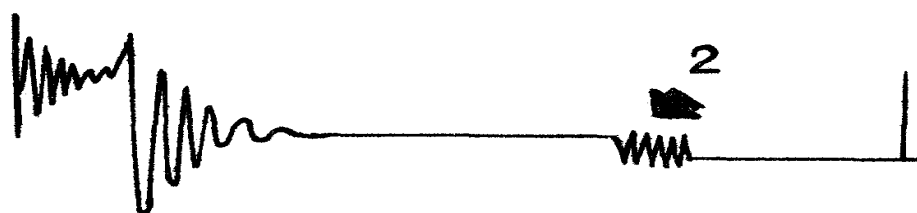


Рисунок 2 – Изображение при линии замыкания 2 контактов прерывателя с помехами

Для оценки состояния контактов прерывателя нажать кнопки "2V" и "X3". Величина падения напряжения на замкнутых контактах прерывателя (U_k) не должна превышать 0,2 В для контактных систем зажигания и 0,1 В для контактно-транзисторных систем (рис. 3).

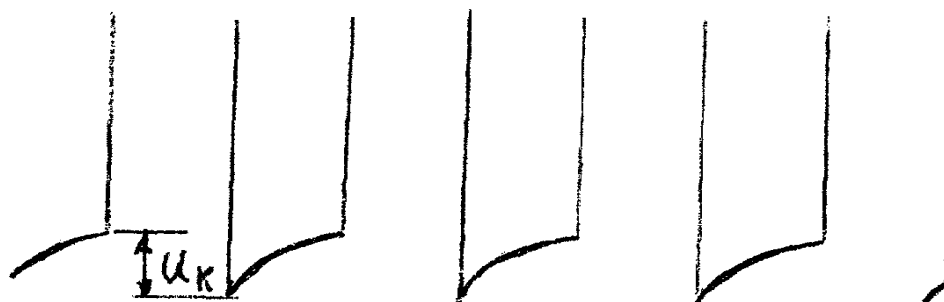


Рисунок 3 – Величина падения напряжения на замкнутых контактах прерывателя

Повышенное падение напряжения может быть следствием плохого состояния контактов прерывателя, ослаблением контактных соединений в прерывателе или плохого контакта между корпусом распределителя и "-" аккумуляторной батареи. Для проверки последнего подключить зажим "М" мотортестера непо-

средственно на корпус распределителя. Если напряжение U_k понизится, то состояние контактных соединений неудовлетворительное. Повышенное падение напряжения может быть также вызвано электрической дугой между контактами прерывателя, возникающей из-за высокого тока разрыва первичной цепи или неисправности конденсатора.

Для определения состояния конденсатора, шунтирующего контакты прерывателя, и обмоток катушки зажигания нажать кнопки "40V" и "X2".

Если колебания в зоне 1 и зоне 2 уменьшены как по амплитуде, так и по горизонтали (меньшее их количество), то это свидетельствует об утечке конденсатора рис. 4.

Для более детального рассмотрения начального участка осциллограммы необходимо пользоваться ручкой "I→".



Рисунок 4 – Изображение в случае если колебания в зоне 1 и зоне 2 уменьшены как по амплитуде, так и по горизонтали

Если колебания уменьшены по амплитуде в зоне 1, а колебания в зоне 2 нормальные рис. 5, то в цепи конденсатора имеется активное сопротивление.

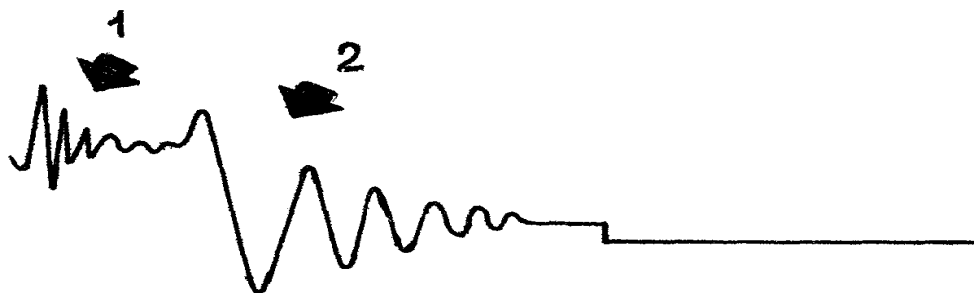


Рисунок 5 – Изображение в случае если колебания уменьшены по амплитуде в зоне 1, а колебания в зоне 2 нормальные

Если колебания в зоне 1 уменьшены по амплитуде и растянуты по горизонтали, а колебания в зоне 2 растянуты по горизонтали (рис. 6), то это говорит о большой емкости конденсатора. Дополнительная емкость может появиться из-за неправильного подключения к выводу прерывателя каких-либо радиотехнических устройств фильтры, сторожа и пр.

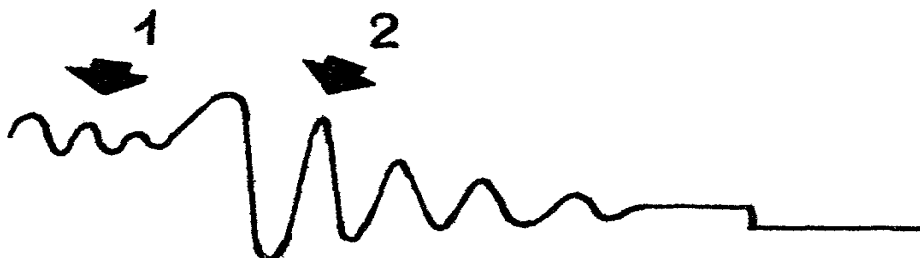


Рисунок 6 – Изображение, в случае если колебания в зоне 1 уменьшены по амплитуде и растянуты по горизонтали, а колебания в зоне 2 растянуты по горизонтали

На рис. 7 приведена осциллограмма, наблюдаемая при отсутствии во вторичной цепи помехоподавительных резисторов. В

этом случае колебания в зоне 1 резко увеличены по амплитуде, колебания в зоне 2 нормальные.

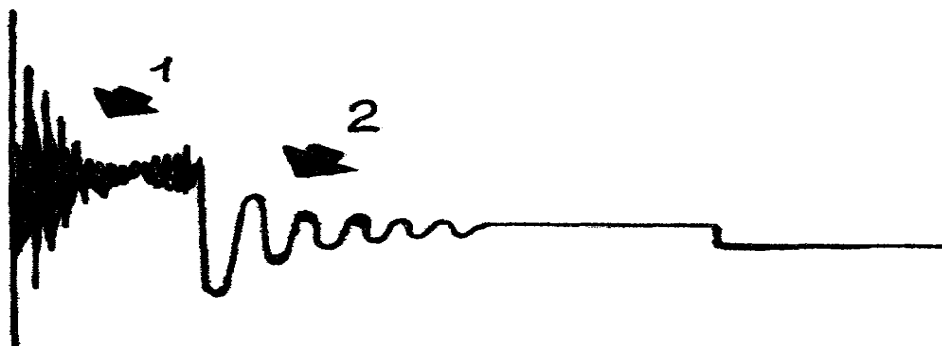


Рисунок 7 – Осциллограмма, наблюдаемая при отсутствии во вторичной цепи помехоподавительных резисторов

При замыкании витков первичной обмотки катушки зажигания резко уменьшаются по горизонтали колебания в зоне 2 рис. 8.

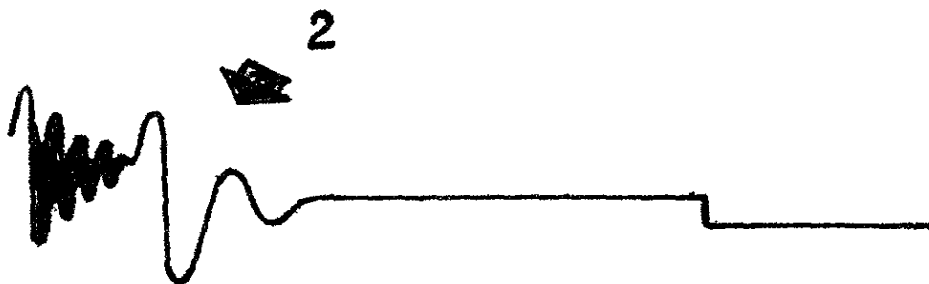


Рисунок 8 – Изображение, в случае если при замыкании витков первичной обмотки катушки зажигания резко уменьшаются по горизонтали колебания в зоне 2

Замкнутые витки вторичной обмотки катушки зажигания уменьшают по горизонтали колебания в зоне 1 и зоне 2 рис. 9.



Рисунок 9 – Изображение, в случае если замкнутые витки вторичной обмотки катушки зажигания уменьшают по горизонтали колебания в зоне 1 и зоне 2

На рис. 10 приведена осциллограмма, наблюдаемая при большом сопротивлении высоковольтного провода, идущего от катушки зажигания к распределителю. В этом случае колебания в зоне 1 почти отсутствуют, колебания в зоне 2 нормальные.

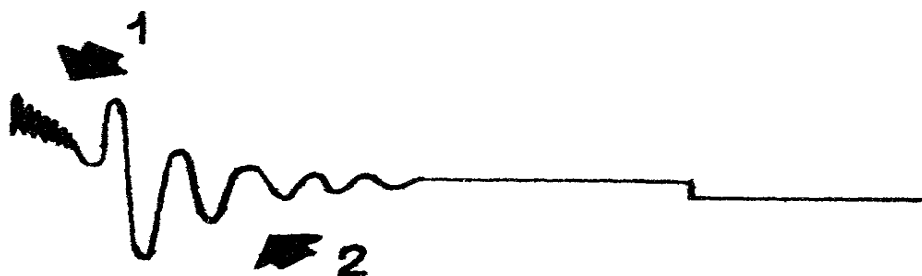


Рисунок 10 – Осциллограмма, наблюдаемая при большом сопротивлении высоковольтного провода, идущего от катушки зажигания к распределителю

Если увеличено сопротивление в одном из свечных проводов, и имеется нагар на свече, то осциллограмма будет иметь вид, приведенный на рис. 11.

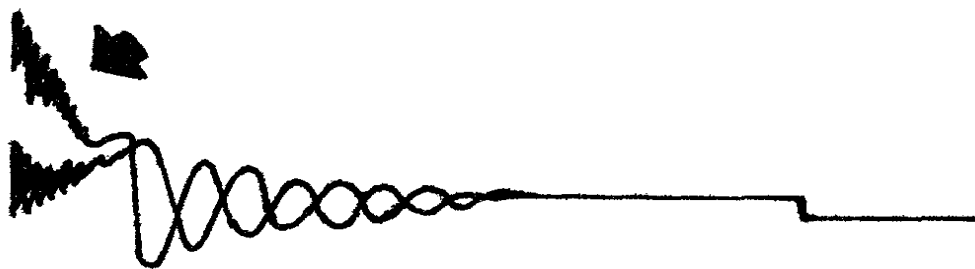


Рисунок 11 – Осциллограмма, наблюдаемая если увеличено сопротивление в одном из свечных проводов, и имеется нагар на свече

Для определения в каком из цилиндров имеется неисправность нажать кнопку "X3" мотортестера. В этом случае осциллограмма будет иметь вид, приведенный на рис. 12.

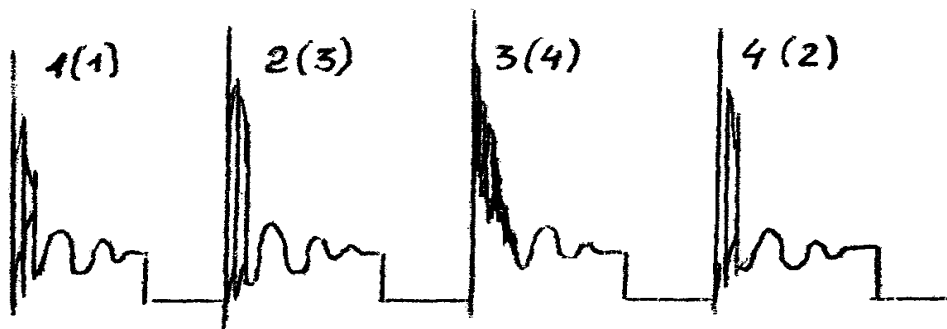


Рисунок 12 – Осциллограмма для определения в каком из цилиндров имеется неисправность

Отсчет цилиндров ведется слева направо по порядку зажигания. Цифра в скобках – порядок работы цилиндров. Таким образом, на рис. 14 приведена осциллограмма работы первичной цепи системы зажигания с последовательной разверткой изображения. Увеличенное сопротивление (нагар на свече) в высоковольтной цепи 4-го цилиндра.

Определить цилиндр с неисправностью можно также нажав кнопку "1-8" мотортестера. В этом случае осциллограмма будет иметь вид, приведенный на рис. 13.

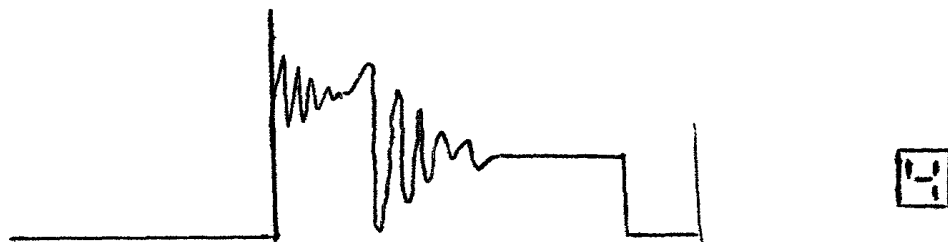


Рисунок 13 – Осциллограмма работы первичной цепи системы зажигания с последовательной разверткой изображения

Нажимая кнопку "8" поочередно просмотреть осциллограммы для каждого цилиндра двигателя. Номер наблюдаемого цилиндра (по порядку зажигания) высвечивается на индикаторе.

Нажать, кнопки "40V" и "X2".

Отклонение в чередовании искр (асинхронном) определяется по числу делений горизонтальной шкалы между крайними линиями моментов размыкания контактов (рис. 14).

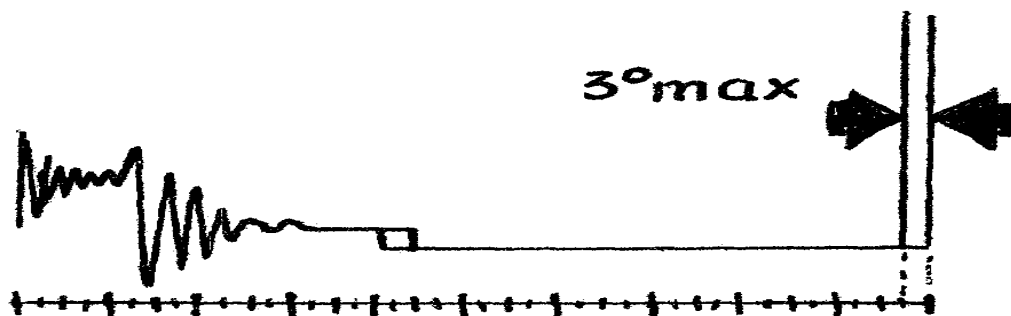


Рисунок 14 – Отклонение в чередовании искр (асинхронном)

Величина асинхронизма не должна превышать 3-х градусов составляющих:

– для 2-х цилиндрических двигателей 1,0 деление горизонтальной шкалы;

– для 3-х — 1,5;

– для 4-х — 2;

– для 5-ти — 2,5;

– для 6-ти — 3;

– для 8-ми — 4.

В противном случае возможны следующие неисправности:

– износ деталей привода распределителя;

– изогнут валик распределителя;

– эксцентриситет кулачка прерывателя.

На выше приведенных рисунках изображения осциллограммы первичной цепи контактной системы зажигания. Осциллограммы контактно-транзисторной и бесконтактных систем по виду существенно отличаются от классической, однако, характер проявления неисправностей такой же. Ниже приведены осциллограммы первичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102 (рис. 15), бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком (ГАЗ-24-10) (рис. 16) и бесконтактной системы с датчиком Холла (ВАЗ-2108) рис. 17.

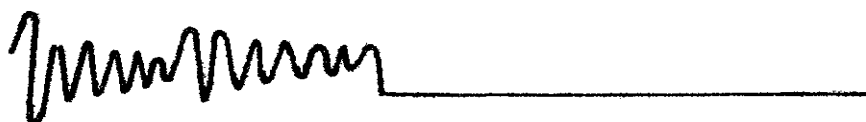


Рисунок 15 – Осциллограмма первичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102

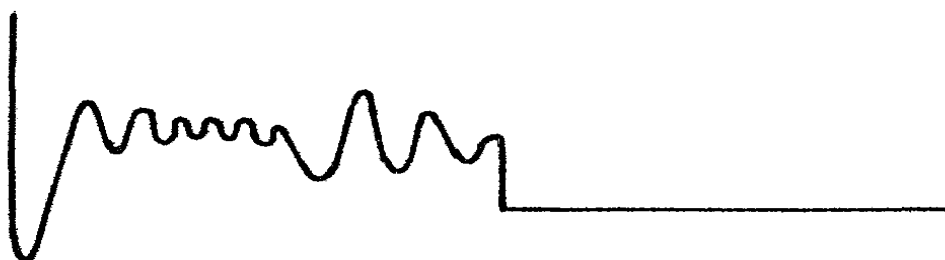


Рисунок 16 – Осциллограмма бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком

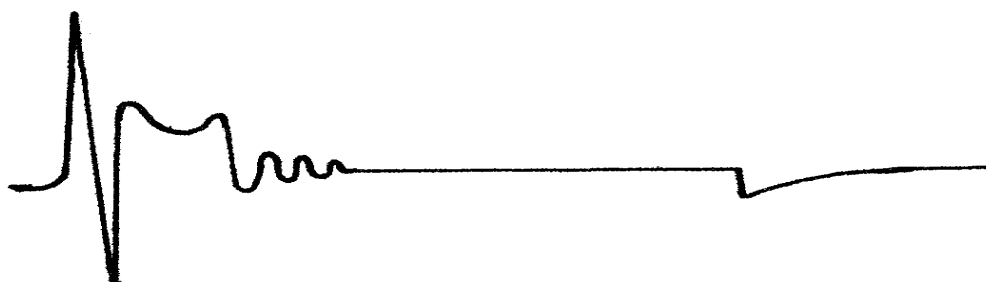


Рисунок 17 – Осциллограмма бесконтактной системы с датчиком Холла

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты проверки напряжения на батарейной клемме катушки зажигания.

4. Результаты проверки первичной цепи системы зажигания при помощи осциллографа мотортестера.

5. Выводы по лабораторной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

**«Проверка угла замкнутого состояния контактов
(УЗСК) прерывателя»**

Цель работы

Приобретение практических навыков по проверке УЗСК прерывателя при помощи мотортестера.

Порядок выполнения работы

Запустить двигатель. По левому индикатору мотортестера (кнопки переключателя; в отпущенном состоянии) установить частоту вращения коленчатого вала двигателя соответствующую холостому ходу. Нажать кнопку переключателя под правым индикатором. Считать показания УЗСК.

Если значение угла замкнутого состояния контактов прерывателя отличается от нормативных пределов, то необходимо произвести регулировку. Обычно регулируют зазор между контактами при помощи щупа. Зависимость здесь обратная: чем больше УЗСК, тем меньше зазор и, наоборот. Если конструкция распределителя позволяет, то можно отрегулировать УЗСК непосредственно по мотортестеру, вращая коленчатый вал стартером, при снятых крышке и роторе распределителя. При затяжке винтов крепления контактной стойки угол может измениться, поэтому необходимо повторить проверку.

Необходимо иметь в виду, что изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания, поэтому после регулировки УЗСК проверить и при необходимости отрегулировать начальный угол опережения зажигания.

Увеличить частоту вращения коленчатого вала до (2000-3000) об/мин. Изменение угла замкнутого состояния контактов прерывателя не должно превышать три градуса. Если оно больше, то возможны следующие неисправности:

- люфт неподвижной пластины прерывателя;
- ослабление пружины подвижного контакта;
- большое биение валика распределителя;
- износ втулок или подшипника распределителя;
- износ деталей привода распределителя;
- ослабление крепления распределителя.

У двигателя ВАЗ-2108 угол замкнутого состояния (время накопления энергии) зависит от частоты вращения и составляет (13-19) градусов при 850 об/мин, (25-35) градусов при 2000 об/мин и (35-45) градусов при 3000 об/мин. Если УЗСК не изменяется при изменении частоты вращения или не соответствует нормативным значениям, то неисправен электронный коммутатор.

У бесконтактных систем с магнитоэлектрическими датчиками при увеличении частоты вращения до (2000-3000) об/мин, УЗСК может уменьшаться на (3-6) градусов.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты проверки УЗСК прерывателя.
4. Выводы по лабораторной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

«Проверка вторичной цепи системы зажигания»

Цель работы

Приобретение практических навыков по проверке вторичной цепи системы зажигания при помощи мотортестера.

Порядок выполнения работы

Нажать кнопки "8кV" мотортестера. Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 1000 об/мин.

Нормальное изображение осциллограммы напряжения вторичной цепи системы зажигания с наложением всех цилиндров приведено на рис. 18.

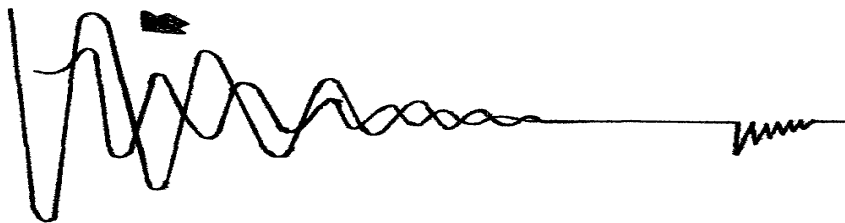


Рисунок 18 – Нормальное изображение осциллограммы напряжения вторичной цепи системы зажигания с наложением всех цилиндров

Зона 1 – все линии, горения должны совпадать в первой половине и не иметь избыточного наклона или помех.

Зона 2 – не должно быть значительных изменений амплитуды колебаний.

Зона 3 – момент замыкания контактов – колебания должны находиться ниже линии развертки.

Перевернутое изображение (рис. 19) свидетельствует о неправильном включении катушки зажигания.



Рисунок 19 – Перевернутое изображение

Беспорядочные вертикальные колебания изображения в зоне 2, его расслоение (рис. 20) свидетельствует об обрыве во вторичной обмотке катушки зажигания. Катушку необходимо заменить.

Для более детального рассмотрения начального участка осциллограммы воспользуйтесь ручкой "I→".

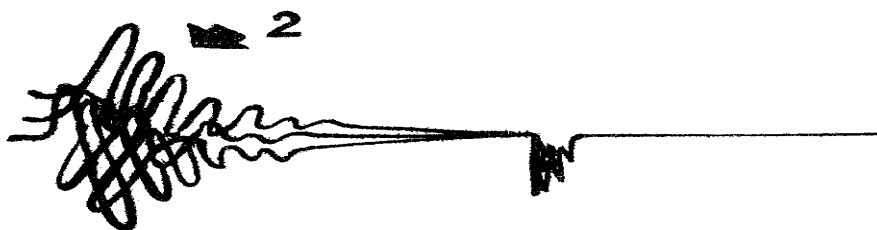


Рисунок 20 – Обрыв во вторичной обмотке катушки зажигания

Прерывистое изображение (рис. 21) свидетельствует о большом разрыве высоковольтного провода между катушкой зажигания и распределителем или о плохом контакте в соединениях.

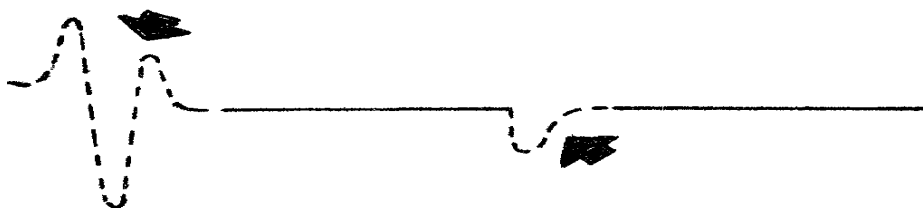


Рисунок 21 – Прерывистое изображение

Искажения изображения в зоне 2 и отсутствие изображения момента замыкания контактов в зоне 3 (рис. 22) свидетельствует об обрыве высоковольтного провода между катушкой зажигания и распределителем с большим зазором.

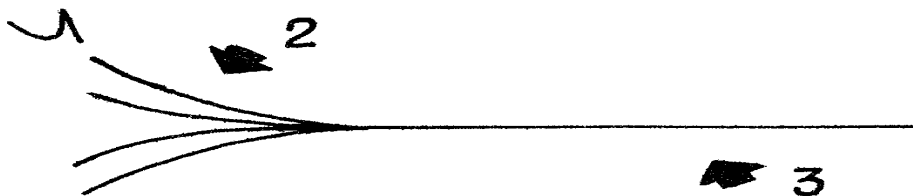


Рисунок 22 – Искажения изображения в зоне 2 и отсутствие изображения момента замыкания контактов в зоне 3

При разомкнутой высоковольтной цепи одного из цилиндров изображение будет иметь вид, приведенный на рис. 23.

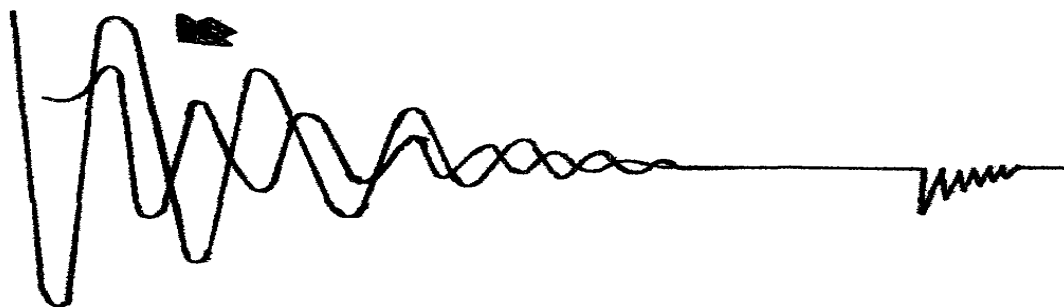


Рисунок 23 – Разомкнутая высоковольтная цепь одного из цилиндров

Трещина в изоляторе свечи или отсутствие помехоподавительного резистора вызывает высокочастотные колебания в зоне 1 (рис. 24).

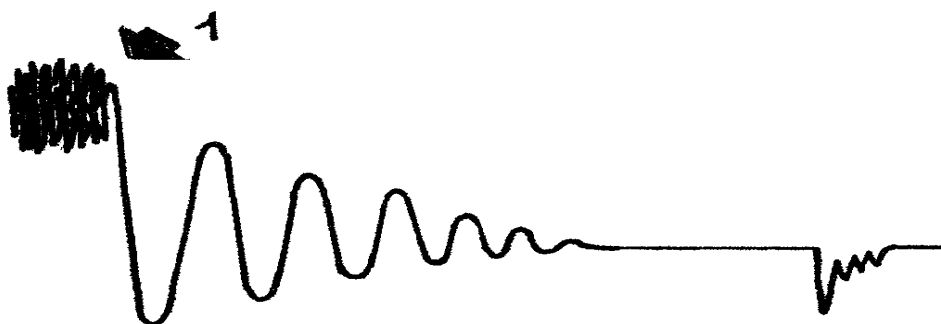


Рисунок 24 – Высокочастотные колебания в зоне 1

При увеличении зазора в одной из свеч изображение будет иметь вид, приведенный на рис. 25.

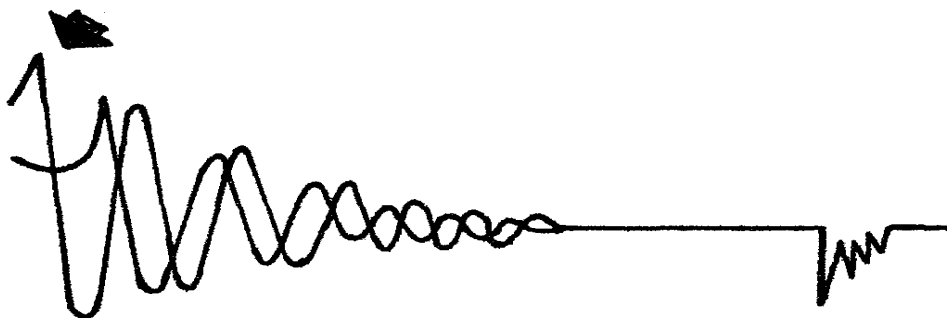


Рисунок 25 – Увеличение зазора в одной из свеч

Низкое напряжение на свече зажигания (рис. 26) может быть вызвано пробоем свечного провода на корпус или нагаром на свече или малым зазором электродов свечи.

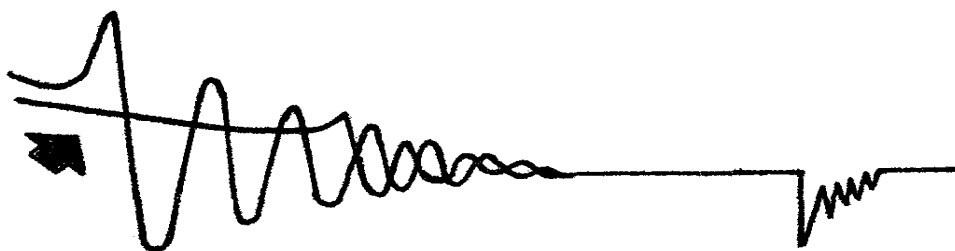


Рисунок 26 – Низкое напряжение на свече зажигания

При большом сопротивлении в цепи одной свечи изображение будет иметь вид, приведенный на рис. 27.

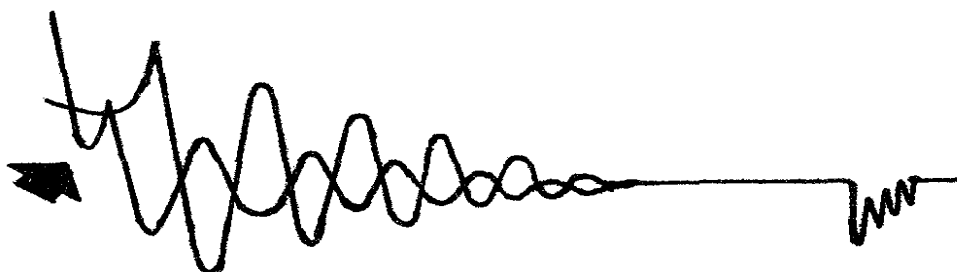


Рисунок 27 – Большое сопротивление в цепи одной свечи

Для определения в цепи какого цилиндра имеется дефект, нажать кнопку "X3", и определить какая из осциллограмм отличается от других. Отсчет цилиндров ведется по порядку зажигания слева направо.

На рис. 28 представлена осциллограмма напряжения вторичной цепи системы зажигания с разверткой изображений всех цилиндров по горизонтали. Увеличенное сопротивление наблюдается в высоковольтной цепи второго цилиндра.

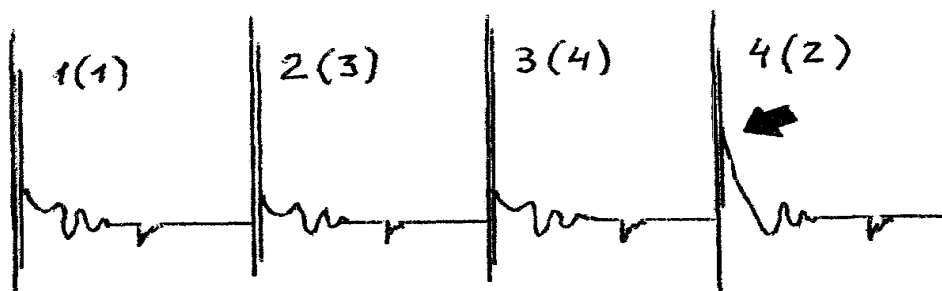


Рисунок 28 – Осциллограмма напряжения вторичной цепи системы зажигания

Можно найти неисправную цепь какого-либо цилиндра воспользовавшись режимом выбор цилиндра (нажата кнопка "1-8"), поочередно рассматривая осциллограммы для каждого из цилиндров. Выбор цилиндра и индикация его номера производится кнопкой "8" и соответствует порядку зажигания.

На рис. 29 приведена осциллограмма напряжения вторичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК 102 (нажаты кнопки "8 кV" и "X2").

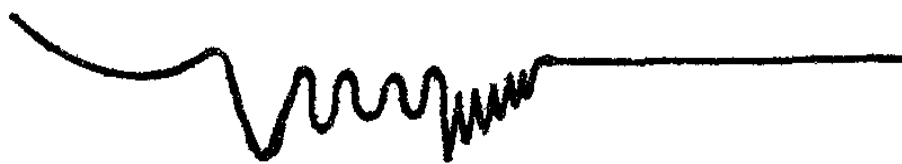


Рисунок 29 – Осциллограмма напряжения вторичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК 102

На рис. 30 – осциллограмма бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком (ГАЗ-24-10) и на рис. 31 – бесконтактной системы с датчиком Холла (ВАЗ 2108).



Рисунок 30 – Осциллограмма бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком



Рисунок 31 – Осциллограмма бесконтактной системы с датчиком Холла

Нажать кнопки "40 кV" и "X3" мотортестера.

Нормальное изображение вторичного напряжения с разверткой всех цилиндров по горизонтали приведено на рис. 32.

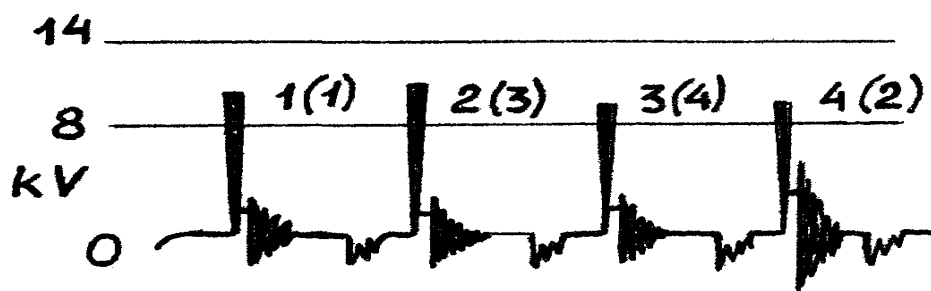


Рисунок 32 – Нормальное изображение вторичного напряжения с разверткой всех цилиндров по горизонтали

Пробивные напряжения каждой свечи зажигания должны находиться между 8 и 14 кВ и отличаться друг от друга не более, чем на 3 кВ.

Порядок следования изображений цилиндров слева направо, начиная с первого по порядку зажигания (в скобках - порядок работы цилиндров).

При малом зазоре между электродами свечи, при нагаре на ней или слабой компрессии в цилиндре изображение примет вид, приведенный на рис. 33.

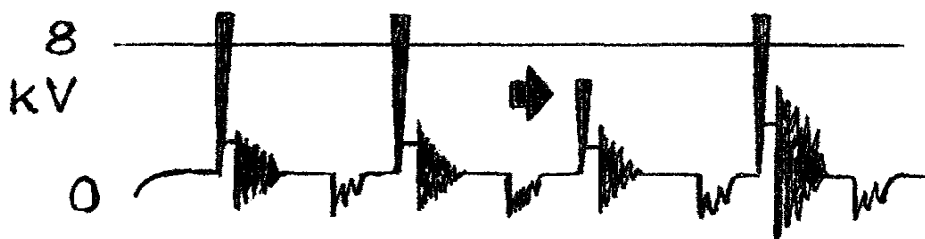


Рисунок 33 – Изображение при малом зазоре между электродами свечи, при нагаре на ней или слабой компрессии в цилиндре

Осциллограмма вторичного напряжения при увеличенном зазоре между электродами свечи (небольшой разрыв в свечном проводе, установлена свеча другого типа) приведена на рис. 34.

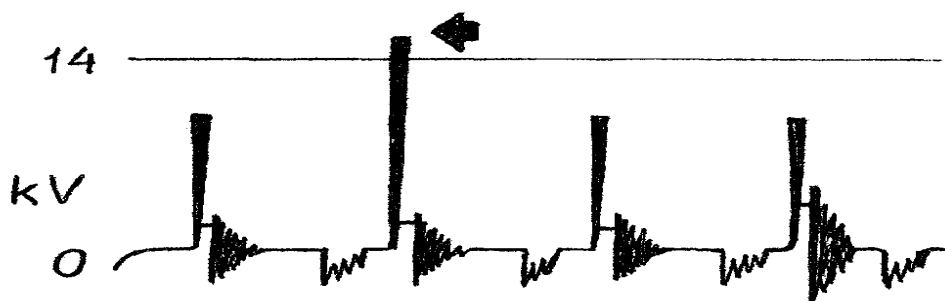


Рисунок 34 – Осциллограмма вторичного напряжения при увеличенном зазоре между электродами свечи

Если величина пробивного напряжения от цилиндра к цилиндру сличается более, чем на 3 кВ (рис. 35), то возможны следующие исправности:

- различный состав смеси по цилиндрам;
- различная компрессия в цилиндрах;
- повреждение свечных проводов;
- разные зазоры между электродами свеч.

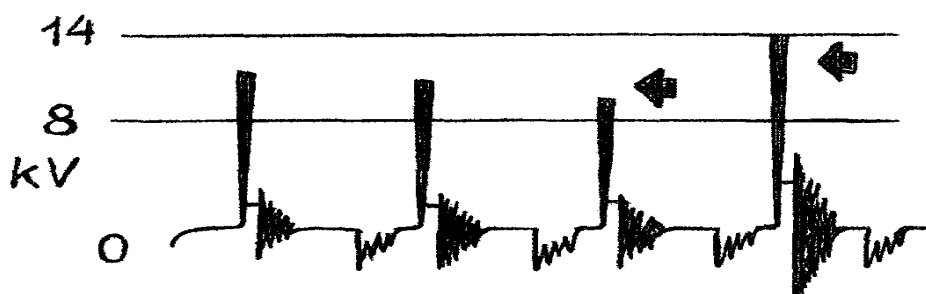


Рисунок 35 – Изображение величины пробивного напряжения от цилиндра к цилиндру более чем на 3 кВ

Для проверки напряжения, развиваемого катушкой зажигания, отсоединить поочередно свечные провода при помощи захвата (из комплекта принадлежностей) и держать их в отдалении от корпуса двигателя.

Напряжения на каждом выходе распределителя должны быть равны между собой и их величина должна быть не менее 18 кВ (рис. 36).

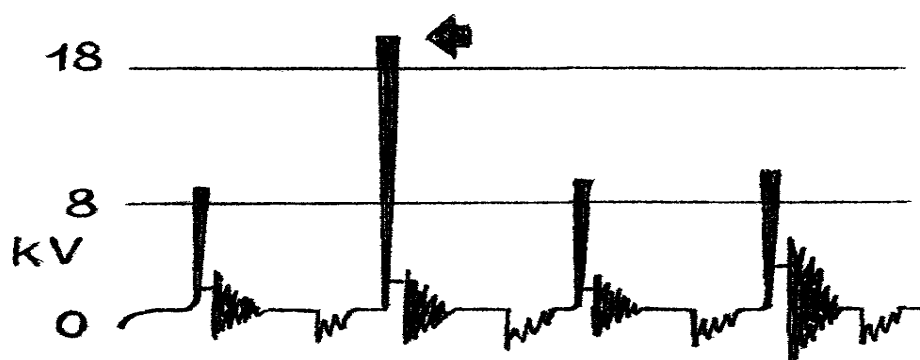


Рисунок 36 – Изображение при равном напряжении на каждом выходе распределителя и их величине не менее 18 кВ

Если напряжение ниже нормы, то возможны следующие неисправности:

- установлена катушка зажигания другого типа;
- внутреннее замыкание в катушке;
- трещины на крышке катушки зажигания или на крышке распределителя.

Примечание: Проверку не рекомендуется проводить на двигателях с контактно-транзисторной и бесконтактной системами зажигания. При работе катушки зажигания на открытую цепь возможен выход из строя коммутатора.

Если напряжение на всех свечах зажигания выше 14 кВ (рис. 37), то возможны следующие неисправности:

- бедная смесь;
- большой зазор между ротором и электродами крышки распределителя (установлена крышка другого типа);
- большой зазор между электродами свечей зажигания.

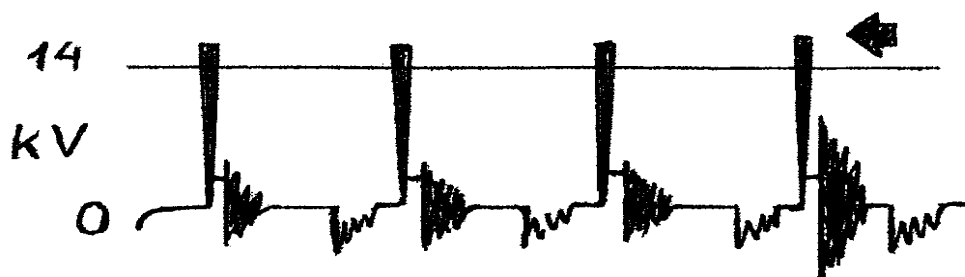


Рисунок 37 – Изображение напряжение на всех свечах зажигания выше 14 кВ

Если напряжения на всех свечах зажигания ниже 8 кВ (рис. 38), то возможны, следующие неисправности:

- богатая смесь;
- пробой изоляции высоковольтного провода от катушки зажигания на корпус;
- низкая компрессия в цилиндрах;
- малые зазоры в свечах зажигания;
- неправильно установлен угол опережения зажигания (раннее зажигание).

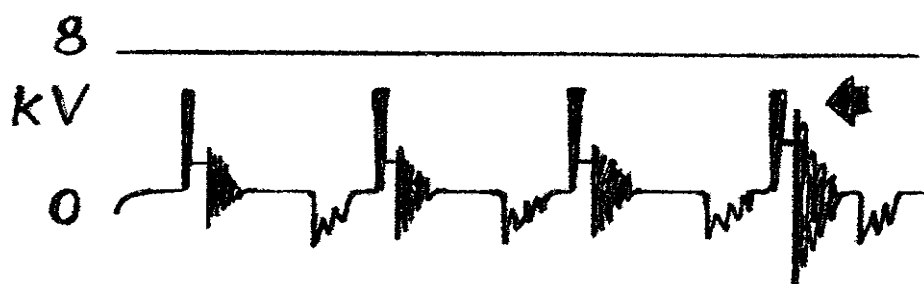


Рисунок 38 – Изображение при напряжении на всех свечах зажигания ниже 8 кВ

Резко нажать на педаль газа (педаль привода дроссельной заслонки) и отпустить. Пробивное напряжение на свечах зажигания должно возрасти, но не выше 16 кВ (рис. 39). Если напряжение превышает 16 кВ, то возможно неисправен насос-ускоритель или большой зазор между электродами свеч или электроды закруглены. Если напряжение не возрастает – это свидетельствует о недостаточной компрессии в цилиндрах. Наличие яркой точки на вершине изображения пробивного напряжения свидетельствует о неисправности свечи зажигания.

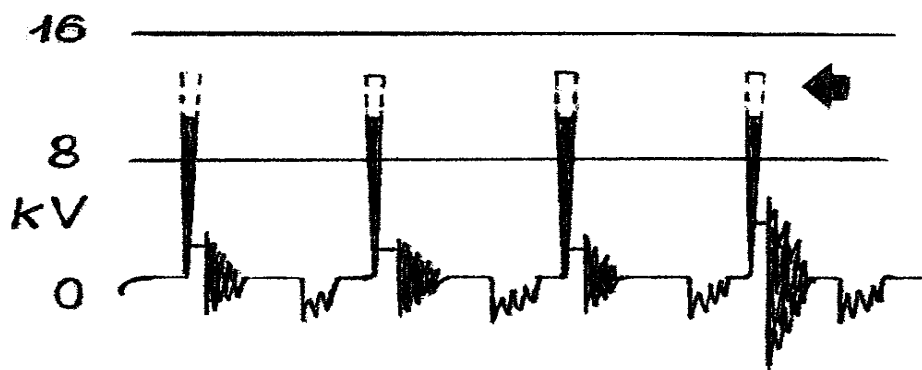


Рисунок 39 – Изображение при возрастании пробивного напряжения на свечах зажигания не выше 16 кВ

Нажать кнопку "8 кV".

Закоротить на корпус поочередно все свечи. Пробивное напряжение на закороченной свече менее 5 кВ свидетельствует о допустимом зазоре между ротором и крышкой распределителя и удовлетворительном состоянии высоковольтных проводов.

Если пробивное напряжение больше 5 кВ (рис. 40), то возможны следующие неисправности:

- изношен или окислился подвижной контакт ротора;
- поврежден угольный контакт в крышке распределителя;
- изношены сегменты крышки распределителя;
- поврежден свечной провод;
- неправильно установлена крышка распределителя (фиксатор крышки смещен).

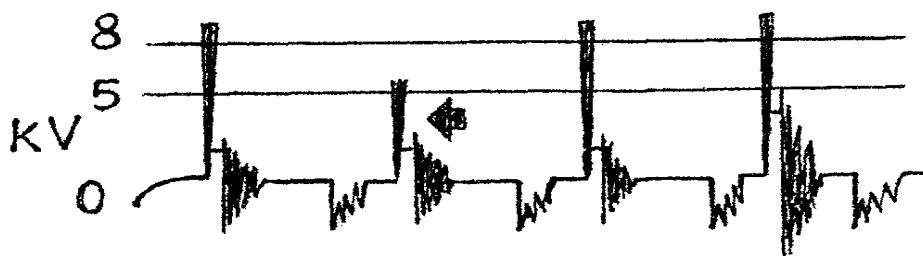


Рисунок 40 – Изображение при пробивном напряжении больше 5 кВ

При проверке пробивных напряжений свечей зажигания двигателей с микропроцессорной системой зажигания на экране осциллографа будет изображение двух пробивных напряжений. Правильное значение пробивного напряжения – большее по амплитуде. Датчик высокого напряжения переставлять на свечные

провода каждого цилиндра. При проверке пробивного напряжения свечи первого цилиндра датчик импульсов поставить на провод любого другого цилиндра.

7.7. Проверка генератора переменного тока. Нажать кнопку "⌌" переключателя выбора вида осциллограмм. Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 1500-2000 об/мин. Включить дальний свет фар. Удерживать частоту вращения в течение 2 мин, чтобы установилась устойчивая работа зарядной системы.

Нормальное изображение работы генератора переменного тока приведено на рис. 41.



Рисунок 41 – Нормальное изображение работы генератора переменного тока

Если нет выхода с генератора (неисправен реле-регулятор, контактные кольца, щетки или обмотка ротора), то изображение примет вид, приведенный на рис. 42.



Рисунок 42 – Изображение если нет выхода с генератора

При выходе из строя отрицательного диода (пробой) осциллограмма будет соответствовать приведенной на рис. 43.



Рисунок 43 – Изображение при выходе из строя отрицательного диода

Если неисправен положительный диод (обрыв), то осциллограмма примет вид, приведенный на рис. 44.



Рисунок 44 – Изображение если неисправен положительный диод

При пробое положительного диода изображение работы генератора будет соответствовать, приведенному на рис. 45.



Рисунок 45 – Изображение при пробое положительного диода

На рис. 46 приведена осциллограмма, получаемая при обрыве мотки статора.



Рисунок 46 – Осциллограмма, получаемая при обрыве мотки статора

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты проверки вторичной цепи системы зажигания.
4. Выводы по лабораторной работе.

«Проверка угла опережения зажигания»**Цель работы**

Приобретение практических навыков по проверке угла опережения зажигания при помощи зажигания.

Порядок выполнения работы**6.1 Проверка начального угла опережения зажигания**

Отсоединить трубку вакуумного регулятора от распределителя. Установить октан-корректор на нулевую отметку. Запустить двигатель и установить наименьшую устойчивую частоту вращения, при которой еще не работает центробежный регулятор. Нажать кнопку "стробоскоп" мотортестера.

Установить регулятор на осветителе мотортестера в положение минимальной задержки (минимальные показания индикатора, лампа осветителя вспыхивает).

Направить луч осветителя на контрольные метки двигателя. В результате стробоскопического эффекта метка на вращающемся шкиве (маховике) будет казаться неподвижной (рис. 47).

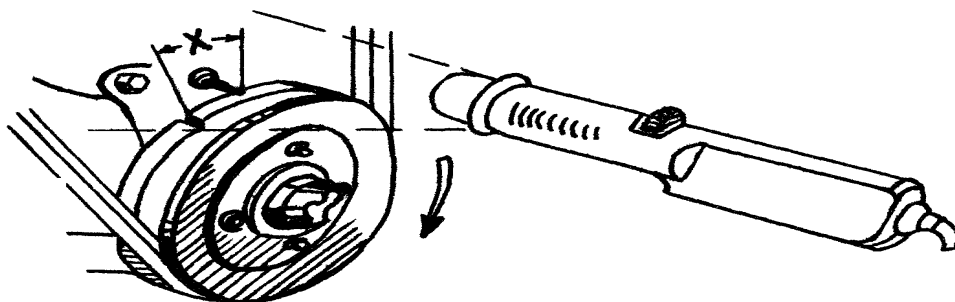


Рисунок 47 – Стробоскопический эффект

Если имеется неподвижная метка момента зажигания и начальный угол установлен правильно, то метки должны совпадать. Если совпадения нет, то необходимо ослабить крепление распределителя, и поворачивая его, добиться совпадения меток, после чего затянуть крепление и вновь проверить совпадение меток.

Если имеется только метка верхней мертвой точки (ВМТ), то, поворачивая регулятор на осветителе, совместить метки. После этого по индикатору мотортестера произвести отсчет начального угла опережения зажигания и сравнить его с нормативным.

В случае отклонения отрегулировать начальный, угол. Для этого, поворачивая регулятор на осветителе, установить на индикаторе мотортестера показания, соответствующие нормативному значению начального угла. Осветить метки и поворачивая корпус распределителя добиться совмещения меток.

Если при проверке положение метки нестабильно, то возможны следующие неисправности:

– износ деталей привода распределителя;

- заедание рычажка прерывателя на оси;
- износ втулок приводного валика распределителя.

Возможно, что слишком большой угол опережения зажигания был установлен для компенсаций неработающего вакуумного или центробежного регулятора. Поэтому после установки нормативного значения угла опережения зажигания необходимо проверить работу регуляторов.

6.2 Проверка центробежного регулятора угла опережения

Установить регулятор на осветителе мотортестера в положение минимальной задержки. Осветить метки. Плавно увеличивать частоту вращения коленчатого вала двигателя. При этом вращающаяся метка должна плавно, без рывков смещаться относительно неподвижной, что свидетельствует о работе центробежного регулятора.

Для снятия характеристики центробежного регулятора необходимо давать такие частоты вращения коленчатого вала, при которых нормированы значения углов центробежного регулирования, и каждый раз измерять угол опережения путем совмещения меток.

Регулирование частоты вращения коленчатого вала двигателя удобно производить при помощи винта количества смеси карбюратора.

Если имеется метка момента зажигания и точно установлен начальный угол, то при совмещении подвижной метки и метки момента зажигания на какой либо частоте вращения показания индикатора мотортестера дают непосредственно угол центробежного регулирования.

Если имеется только метка ВМТ, то при совмещении меток показания дают сумму начального угла и угла центробежного регулирования. В этом случае для получения угла центробежного регулирования необходимо из показаний мотортестера вычесть величину начального угла опережения зажигания.

Обычно достаточно снять показания в 3-х точках:

- в точке начала работы центробежного регулятора;
- в промежуточной точке и точке окончания работы регулятора, в которой угол центробежного регулирования максимален.

Если подвижная метка не смещается при изменении частоты вращения или смещается рывками или значения угла центробежного регулирования отличаются от нормативных, то это может быть вызвано следующими причинами:

- поломка пружины центробежного регулятора;
- загрязнение или окисление деталей регулятора;
- заедание грузиков на осях или в прорезях;
- неправильное натяжение пружин грузиков.

Необходимо иметь в виду, что мотортестер изменяет частоту вращения и угол опережения по коленчатому валу. Если характеристика центробежного регулятора задана валу распределителя

теля, то для приведения ее к коленчатому валу значение частоты вращения и угол опережения необходимо удвоить.

6.3 Проверка вакуумного регулятора

Увеличить частоту вращения коленчатого вала до (1000-1500) об/мин. Освещая подвижную метку, присоедините трубку вакуумного регулятора. При этом метка должна заметно сместиться. В противном случае возможны следующие неисправности:

- повреждение или поломка мембранной пружины;
- неисправность уплотнения трубки вакуумного регулятора, соединителей или мембраны;
- засорение отверстий в карбюраторе и в трубке вакуумного регулятора.

Если имеется возможность создавать контрольные значения разрежения, для которых пронормированы значения углов вакуумного регулирования, то можно снять характеристику вакуумного регулятора.

6.4 Проверка угла опережения зажигания автомобилей, оборудованных диагностическим разъемом

Отсоединить трубку вакуумного регулятора от распределителя. Запустить двигатель и установить наименьшую устойчивую

частоту вращения, при которой еще не работает центробежный регулятор. Нажать кнопку "↓" мотортестера.

Вычислить начальный угол опережения зажигания путем вычитания от показаний мотортестера 20 градусов.

При необходимости регулировки угла установить октан-корректор на нулевую отметку, ослабить крепление распределителя и, поворачивая его корпус, добиться показаний мотортестера равных сумме начального угла и 20 градусов.

Для снятия характеристики работы центробежного регулятора задавать контрольные значения частоты вращения и вычислять углы центробежного регулирования, вычитая от показаний мотортестера сумму начального угла и 20 градусов.

Характеристика работы вакуумного регулятора снимается аналогично при различных значениях разряжения.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты проверки угла опережения зажигания.
4. Выводы по лабораторной работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 73 с.

2. Кузнецов Е.С. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Наука, 2001. – 535 с.

3. Стуканов, В.А. Надежность и техническая диагностика автотранспортных средств / В.А. Стуканов. – М.: Форум, 2013. – 240 с.

4. Круглик, В.М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: Учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. – М.: НИЦ Инфра-М, Нов. знание, 2013. – 260 с.

5. Газарян, А.А. Техническое обслуживание автомобилей [Текст] / А.А. Газарян. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.

6. Чумаченко, Ю.Т. Автослесарь: устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Ю.Т. Чумаченко, А.И. Герасименко, Б.Б. Рассанов; Под ред. А.С. Трофименко. – Рн/Д: Феникс, 2013. – 539 с.

7. Туревский, И.С. Книга 1: Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Техническое обслуживание автомобилей: Учебное пособие / И.С. Туревский. – М.: Форум, 2008. – 416 с.

8. Петросов, В.В. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебник / В.В. Петросов. – М.: Academia, 2016. – 32 с.

8. Власов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник / В.М. Власов. – М.: Academia, 2019. – 672 с.

9. Виноградов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Основные и вспомогательные технологические процессы: Лабораторный практикум: Учебное пособие / В.М. Виноградов. – М.: Academia, 2018. – 463 с.