

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

ПМ.01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
МДК 01.01 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств

Методические рекомендации  
для обучающихся

Специальность 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт  
двигателей, систем и агрегатов автомобилей

Владимир, 2021

Методические указания разработаны для обеспечения профессионального модуля «ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств» разработанного на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» (утверждённым приказом № 1568 от 09.12.2016 г.)

## Устройство автомобилей

### Тема 1.1. Двигатели

Классификации двигателей, основные понятия, общее устройство и принцип работы современных двигателей автотранспортных средств. Механизмы и системы современных двигателей. Принцип действия и рабочий цикл двигателей. Основные показатели двигателя и его технические характеристики. Кривошипно-шатунный механизм: назначение, условия работы и конструктивные особенности КШМ. Механизм газораспределения: назначение и принцип работы. Назначение, материал, условия работы и конструктивные особенности основных деталей ГРМ. Фазы газораспределения. Система охлаждения: назначение, конструкция и принцип работы. Система смазки: назначение, конструкция и принцип работы. Система питания: назначение, устройство и принцип действия основных элементов.

### Тема 1.2. Трансмиссия

Назначение и общее устройство трансмиссии. Механизмы трансмиссии и их компоновка на автомобиле. Особенности конструкции механических и автоматических трансмиссий автомобилей. Особенности конструкции трансмиссий гибридных автомобилей. Сцепление: назначение, принцип действия и типы сцеплений. Приводы сцепления. Назначение, материал и конструктивные особенности элементов сцепления. Коробка передач: назначение, принцип действия и кинематические схемы коробок передач. Назначение, материал и конструктивные особенности элементов коробки передач. Раздаточная коробка: назначение, принцип действия и кинематические схемы. Назначение и типы карданных передач. Устройство карданных шарниров и валов. Ведущие мосты: назначение и типы мостов. Устройство, конструктивные особенности и принцип действия главной передачи, дифференциала, полуосей.

### Тема 1.3. Несущая система, подвеска, колеса

Назначение и конструктивные особенности рам. Рама: лонжеронная, х-образная, центральная и хребтовая; лонжероны, поперечины, их количество, материал, соединение лонжеронов и поперечин; несущий кузов легковых автомобилей. Передний управляемый мост: назначение, устройство, тип балки моста, форма и сечение балки, соединение балки моста с рамой. Колеса: назначение, классификация в зависимости от выполняемых функций – ведущие, управляемые, ведущие и управляемые, поддерживающие, принцип действия колес, устройство – шина, обод, диск. Шина: тип – камерная, бескамерная, шины с регулируемым давлением, тороидальные, широкопрофильные, арочные, пневматические катки, по расположению нитей корда – радиальные и диагональные; тип рисунка протектора, размеры и маркировка шин, минимальная глубина рисунка протектора. Назначение, основные типы и устройство подвесок. Конструкция упругих элементов: листовой рессоры, пружины, торсиона, пневматического упругого элемента. Конструкция направляющих устройств. Конструкция и работа

амортизаторов, стабилизаторов поперечной устойчивости. Виды кузов, кабин различных автомобилей

#### Тема 1.4. Системы управления

Рулевое управление: назначение требования и классификация рулевых управлений автомобилей. Рулевой механизм: назначение, классификация, передаточное число. Рулевой привод. Усилители рулевого привода. Работа рулевого управления. Тормозные системы: назначение и типы тормозных систем и механизмов. Составные части тормозных систем. Схемы и конструкции барабанных и дисковых тормозных механизмов. Конструкция и принцип действия гидравлического привода. Принцип действия и конструктивные особенности пневматического тормозного привода. Усилители тормозного привода и регуляторы тормозных сил.

#### Тема 1.5. Электрооборудование автомобилей

Источники электрической энергии на автомобиле. Аккумуляторная батарея: тип, устройство, обозначение, состав и плотность электролита. Генератор: тип, принцип работы, привод, регулирование напряжения. Назначение системы зажигания. Контактная система батарейного зажигания: принцип работы и конструктивные особенности. Контактная система батарейного зажигания: принцип работы и конструктивные особенности. Катушка зажигания: конструкция, принцип работы. Прерыватель – распределитель: назначение, основные элементы: вал привода, контакты, крышка распределителя, ротор, центробежный регулятор, вакуумный регулятор. Регулирование угла опережения зажигания, наличие октан – корректора. Свечи зажигания: назначение, тип, конструкция. Контактная – транзисторная система зажигания: особенности устройства и принципа работы. Конструктивные особенности бесконтактных систем зажигания. Система пуска: назначение, принцип работы. Стартер: тип, устройство, обозначение, конструкция. Назначение, устройство и принцип действия осветительных и контрольно-измерительных приборов. Назначение, устройство и работа датчиков систем управления двигателями. Электронные системы управления автомобилей

Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования и электронных систем автомобилей  
Лабораторная работа № 1

УСТРОЙСТВО И КОНСТРУКЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА  
И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА  
ИНДУКТОРНОГО ТИПА

1. Организационная часть

Цель работы - изучение устройства, принципа действия, и конструкции вентильного генератора индукторного типа, изучение характеристики вентильного генератора индукторного типа и способы определения технического состояния генератора.

Задание:

- Определить тип, назначение, условные обозначения и основные параметры вентильного генератора.
- Изучить устройство вентильного генератора.
- Ознакомиться и подготовить к работе испытательный стенд.
- Собрать схему для снятия характеристик генератора.
- Снять характеристику режима холостого хода генератора.
- Снять токоскоростную характеристику.
- Сделать выводы о техническом состоянии испытуемого генератора.

Время работы : 2 часа для студентов дневного отделения;  
4 часа для студентов контрактной формы обучения.

2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе ознакомиться

- с конструкцией вентильных генераторов индукторного типа [1, стр.12-28], [2, стр.106-113];
- с основными характеристиками и методикой их определения [3, стр.67-76].

2.2. Краткие теоретические сведения.

Вентильный генератор индукторного типа относится к бесконтактным электрическим машинам и устанавливается на тракторах и автомобилях с особо тяжелыми условиями эксплуатации. Обычно вентильный генератор индукторного типа представляет собой одноименнополюсную электрическую машину переменного тока с односторонним электровозбуждением и встроенным выпрямителем.

Основными узлами такого генератора являются ротор, статор, задняя крышка, средняя крышка с обмоткой возбуждения, выпрямитель и шкив-вентилятор. Ротор представляет собой вал, на котором закреплен пакет из листов электротехнической стали.

Пакет образует полюсную систему и имеет форму многолучевой звездочки. Число зубцов пакета ротора  $Z_2$  определяет число пар и полюсов, т.е.  $Z_2=P$ . Статор представляет собой пакет, набранный из пластин электротехнической стали. В пазы статора уложена его обмотка. В вентильных генераторах индукторного типа применяют трехфазную, пятифазную и семифазную обмотки.

Число пазов на полюс и фазу для индукторных генераторов можно рассчитать по формуле

$$q = Z_1 / (2 Z_2 m),$$

где  $Z_1$  - число зубцов статора;  $Z_2$  - число зубцов ротора;  $m$  - число фаз.

Обмотка фазы статора (якоря) обычно состоит из нескольких катушек. Каждая катушка имеет определенное число витков  $W_k$ . Катушки могут быть включены последовательно, параллельно или смешанно. Фазы обмоток могут быть соединены в многоугольник (треугольник) или многолучевую звезду. Передняя крышка имеет форму цилиндрической чашки, ко дну которой прикреплены лапы. В крышке обычно размещены втулка с фланцем и обмотка возбуждения. Следует отметить, что передняя крышка, втулка, фланец являются частью магнитопровода генератора. В передней крышке установлен подшипник, наружное кольцо которого жестко закреплено фланцем втулки обмотки возбуждения и корпусом выпрямителя, а внутреннее кольцо - втулкой вала и ступицей шкива. На передней крышке крепится и выпрямитель в сборе. Заднюю крышку изготавливают из неферромагнитного материала (алюминиевого сплава). На торцевой части крышки размещают клеммовые колодки. Шкив - вентилятор состоит из шкива и прикрепленной к нему винтами крыльчатки осевого вентилятора. Особенность вентильного генератора индукторного типа заключается в том, что при вращении ротора воздушный зазор относительно рассматриваемой точки статора изменяется от минимального значения (когда над этой точкой расположен зубец ротора) до максимального (когда над той же точкой оказывается впадина ротора - паз). В результате изменяется проводимость в воздушном зазоре. Магнитная проводимость в воздушном зазоре обычно имеет несинусоидальный характер, и, следовательно, и несинусоидальную ЭДС в обмотке якоря. В ЭДС обмотки якоря ярко выражены нечетные гармонические составляющие, которые возникают при изменении магнитной проводимости. Если принять закон изменения переменной составляющей магнитного потока косинусоидальным

$$\Phi_1(t) = 0,5 (\Phi_{max} - \Phi_{min}) \cos(t),$$

то мгновенные и действующие значения первой гармонической составляющей ЭДС

$$e_1 = W_k Z_k \frac{d\hat{\Phi}_1}{dt} = 0,5 W_k Z_k (\hat{\Phi}_{max} - \hat{\Phi}_{min}) \sin(t)$$

$$E_1 = 0,5 W_k Z_k (\Phi_{max} - \Phi_{min}) / 2 ,$$

где  $W_k$  - число витков катушки на зубце статора;  $Z_k$  - число катушек фаз.

Для вентильного генератора индукторного типа

$$\omega = 2\pi f = 2 (Z_2 n / 60) .$$

Следовательно, действующее значение первой гармонической составляющей ЭДС

$$E_1 = 2,22 (Z_2 n / 60) W_k Z_k (\Phi_{max} - \Phi_{min}) .$$

В вентильных генераторах применяются трехфазные, пятифазные и семифазные обмотки. Поэтому и выпрямители применяются трехфазные, пятифазные и семифазные. Кроме того обмотки статора могут быть соединены в звезду и многоугольник. Поэтому среднее значение выпрямленного напряжения относительно первой гармонической составляющей можно выразить следующим образом:

$$V_d = 2,22 K_{вып} (Z_2 / 60) W_k Z_k n (\Phi_{max} - \Phi_{min}) ,$$

$$K_{\text{â\u0438\u0438}} = \frac{4\sqrt{2}}{\pi} m \sin \frac{\pi}{2m} \sin \frac{(m-1)\pi}{2m} ,$$

где  $K_{\text{вып}}$  - коэффициент выпрямления при соединении обмоток статора в звезду и нечетном числе фаз  $m$ ;  $K_{\text{вып}} = m\sqrt{2}/\pi$  - коэффициент выпрямления при соединении обмоток статора в многоугольник и любом числе фаз  $m$ . Для данного генератора  $2,22 K_{\text{вып}} (Z_2 / 60) W_k Z_k = C_e = \text{const}$ . Поэтому при режиме холостого хода с учетом падения напряжения на диодах выпрямителя

$$V_d = C_e n (\Phi_{max} - \Phi_{min}) - 2 V_{\text{ср}}$$

Если обозначить  $\Phi_{max} - \Phi_{min} = \Phi$ , то характеристику холостого хода можно выразить уравнением

$$V_d = C_e n \Phi - 2 V_{\text{ср}},$$

т.е. характеристика холостого хода вентильного генератора индукторного типа (рис.1) аналогична соответствующей характеристике вентильного генератора с клювообразным ротором. Если известна характеристика холостого хода при одной частоте вращения, то можно построить эту характеристику и при любой другой частоте вращения. Магнитный поток выражают через силу тока, т.е.

$$\Phi = I_{вв} / (a + b I_d).$$

Следует отметить, что связь между силой тока возбуждения и потоком в индуктивном генераторе несколько отличается, так как приращение  $I_d$  вызывает неодинаковые приращения  $\Phi_{max}$  и  $\Phi_{min}$ . Поэтому возможны случаи, когда увеличение силы тока возбуждения может привести к уменьшению потока  $\Phi$ . Вентильному генератору индукторного типа присущи особенности, которые необходимо учитывать при построении его характеристики. В первом приближении характеристику вентильного генератора индукторного типа можно выразить таким же уравнением, как и для вентильного генератора с клювообразным ротором, т.е.

$$V_d = C_e n \Phi - 2 V_{ср} - V_{экв} I_d.$$

Токоскоростная характеристика вентильного генератора индукторного типа имеет такой же вид, как и для вентильного генератора с клювообразным ротором (см. рис.1). Если из начала координат токоскоростной характеристики провести касательную к этой характеристике, то проекция точки касания на ось абсцисс  $n$  определит расчетную силу тока  $I_{др}$  и частоту вращения  $n_p$ . Следует иметь в виду, что среднее значение силы выпрямленного тока при соединении фаз в многоугольник и нечетном числе фаз:

$$I_d = 2 I_{ср} / 1 - 1/m2 .$$

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Необходимые приборы и приспособления

- Вентильный генератор индукторного типа.
- Электрическая схема генератора (плакат).
- Испытательный стенд.
- Плакат принципиальной схемы для снятия характеристик.
- Реостат сопротивлением 30 Ом и амперметр магнитоэлектрический с пределом измерений 0 - 5 А.

3.2. При подготовке стенда к проведению лабораторной работы надо осуществить следующие операции.

- Подготовить генератор; для этого проверить и при необходимости подтянуть стяжные шпильки, гайку крепления шкива вентилятора.
- От руки повернуть ротор и убедиться в исправности генератора. Проверить качество контактных соединений и при необходимости зачистить их.



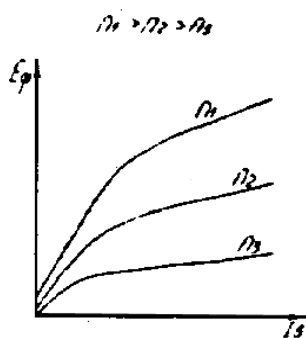


Рис.1  
характеристика  
генератора.

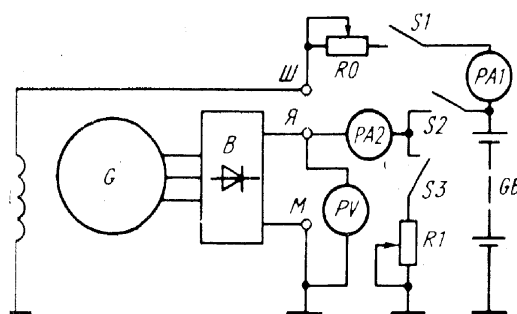


Рис. 2 Принципиальная схема для  
снятия характеристик вентильного  
генератора индукторного типа.

- Проверить состояние аккумуляторных батарей.
- Установить генератор на испытательном стенде.
- Все рукоятки управления стендом и выключателем установить в исходное положение. Маховик управления частотой вращения повернуть против часовой стрелки до упора.
- Собрать схему (рис. 2) для снятия характеристик генератора. Движки регулировочных резисторов (R1 и R0) установить в положение, при котором сопротивление будет иметь максимальное значение.
- Подготовить тахометр стенда к работе. Установить переключатель "Омметр-тахометр" в положение "Установка нуля" и с помощью потенциометра установить стрелку указателя тахометра в нулевое положение (в конце шкалы). Затем переключатель "Омметр-тахометр" установить в положение "Изм".

### 3.2.1. Снятие характеристики холостого хода.

1. Включить стенд. Установить ток нагрузки равный 0 реостатом R1. При изменении частоты вращения ротора генератора контролировать выходное напряжение. Результаты привести в таблице 1.

Таблица 1

Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	Выходное напряжение $V_{\text{вых}}$ , В

Привести график  $V_{\text{вых}} = f(n)$ .

2. Установить частоту 3000 1/мин. Выставить реостатом ток 20 А.

Не изменяя положения реостата, снять зависимость  $V_{\text{вых}} = f(n)$ . По полученным результатам построить характеристику холостого хода генератора.

Привести график.

### 3.2.2. Снятие токоскоростной характеристики.

1. Маховиком управления частотой вращения установить, при которой напряжение генератора будет равно номинальному ( $V_d = 14 \text{ В}$  или  $V_d = 24 \text{ В}$ ). Измерить частоту вращения  $n_x$ .

2. Подключить к генератору нагрузку (включить выключатель нагрузки и маховиком управления частотой вращения увеличивать частоту вращения генератора до получения номинального напряжения). Замерить силу тока нагрузки  $I_d$  и частоту вращения генератора  $n$ .

3. Увеличить нагрузку (уменьшить сопротивление  $R_1$ ) и вновь маховиком управления частотой вращения установить номинальное напряжение. Произвести измерения при различной нагрузке. Результаты измерений (по п. 2-4) записать в табл.2.

Таблица 2

$n, \text{ мин.}^{-1}$	$I_d, \text{ А}$

После окончания эксперимента маховик управления частотой вращения надо установить в исходное положение, а выключатель сопротивления нагрузки и движок - в исходное положение.

Приводной двигатель испытательного стенда необходимо выключить. Полученные результаты представить руководителю занятий для проверки.

По полученным результатам построить токоскоростную характеристику и дать заключение о техническом состоянии вентильного генератора индукторного типа, определив начальную частоту и частоту, при которой генератор развивает расчетную мощность.

#### 4. Содержание отчета

В отчете по результатам лабораторной работы необходимо привести следующие данные:

- наименование лабораторной работы, цель и задачи;
- тип испытуемого генератора и его характеристики (параметры);
- электрическую схему для снятия характеристики генератора;
- результаты эксперимента по снятию характеристик холостого хода и график этой характеристики;
- результаты эксперимента по снятию токоскоростной характеристики и график этой характеристики;
- заключение о техническом состоянии генератора.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Какие элементы и узлы генератора образуют магнитную систему?
2. С какой целью статор набирают из отдельных пластин?

3. В каких пределах изменяется магнитный поток в зубце статора при вращении ротора?
4. Сколько воздушных зазоров имеется на пути магнитного потока в индукторном генераторе?
5. Каков принцип действия одноименно-полюсного индукторного генератора?
6. В каких элементах генератора магнитный поток изменяется по величине?
7. Что такое характеристика холостого хода генератора и о чем можно судить по данной характеристике?
8. Что такое токоскоростная характеристика?
9. По полученным результатам определить  $V_{\text{экв}}$  для  $n = 2000, 3000, 4000 \text{ мин}^{-1}$ .
10. По полученным результатам определить коэффициенты  $a$  и  $b$  уравнения характеристики холостого хода.

## Лабораторная работа N 2

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И КОНТРОЛЬ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ

#### 1. Организационная часть

Цель работы - изучение устройства свечей зажигания, маркировку и особенности их применения; ознакомиться с неисправностями свечей зажигания, методами их выявления, устранения и контроля; проверить экспериментально состояние свечей.

Время работы: 2 часа.

#### 2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе студент должен изучить:

- конструкцию, особенности применения и технического обслуживания свечей.
- принцип действия и технического использования прибора Э-203.

2.2. Краткая теория ремонта зажигательных свечей.

Характерные неисправности свечей искрового зажигания:

- отложения нагара на тепловом конусе изолятора и внутренней полости корпуса;
- увеличение зазора между электродами;
- повреждение изолятора центрального электрода;
- поломка бокового электрода;
- нарушение герметичности между изолятором и корпусом;
- повреждение резьбы.

Условия работы свечи можно определить по виду конца изолятора после продолжительной работы согласно табл. 1

Таблица 1

Вид конца изолятора свечи	Условия работы свечи
Изолятор коричневый, корпус немного покрыт нагаром	Состояние двигателя (поршневых колец) исправное. Сорты топлива, масла соответствуют данному - двигателю. Правильно отрегулированы карбюратор и система зажигания. Свечи правильно подобраны по калильному числу.
Бархатистый сухой слой нагара на конце изолятора, электродах и корпусе	Несоответствующее топливо, неправильная регулировка карбюратора или дефекты в системе зажигания.
Толстый блестящий слой черного масла на конце изолятора, электродах и корпусе	Износ поршневых колец, забитость глушителя, слишком богатая смесь, неправильная установка зажигания, очень большое калильное число.
Белый конец изолятора. Корпус свечи, частично покрыт нагаром.	Слишком низкое калильное число, бедная смесь, очень раннее зажигание плохое охлаждение цилиндров. Работа двигателя сопровождается калильным зажиганием. Мощность двигателя падает, появляются детонационные стуки. - Температура конца изолятора поднимается выше 850°C.

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Применяемое оборудование

- Прибор для проверки свечей мод. Э-203-П.
- Ключ свечной.
- Щуп для регулировки и доводки зазора между электродами свечей.
- Свечи зажигания.

#### 3.2. Описание прибора Э-203-П

##### 3.2.1. Описание конструкции.

Прибор выполнен в виде отдельного стационарного блока, который устанавливается на столе или верстаке (см. Рис. 1).

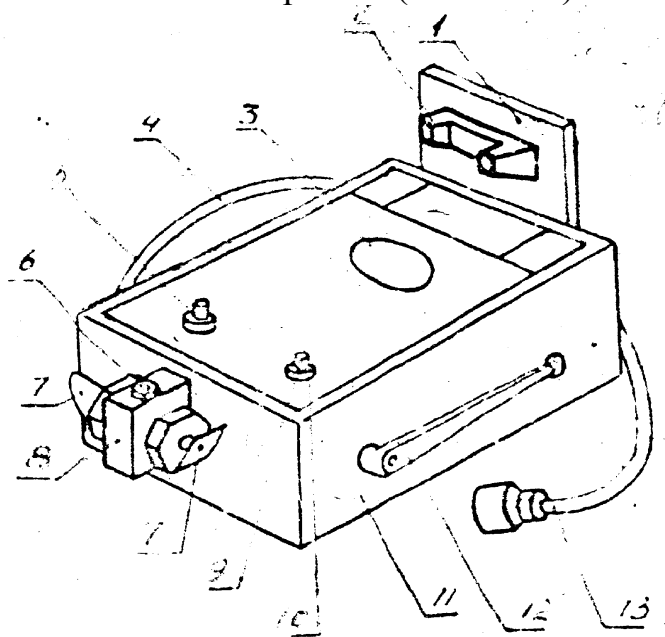


Рис. 1. Общий вид прибора

Прибор состоит из корпуса 11 и панели приборов 9. Корпус прибора снизу закрыт съемным дном. В задней части корпуса установлена перегородка, отделяющая карман, где размещается контрольный разрядник 2 и принадлежности. На передней стенке корпуса закреплена воздушная камера 8 со смотровым окном 6 и двумя резьбовыми отверстиями: СПМ 14x1,25 и М18x1,5, закрытыми заглушками. Заглушки имеют смотровые окна, а также зеркала-отражатели 7. На правой стенке корпуса находится рукоятка 12 насоса. Через отверстие в левой стенке корпуса выходит высоковольтный провод 4 с подавительным сопротивлением. В нерабочем состоянии подавительное сопротивление закрепляется на резьбовом штыре, укрепленном на стенке корпуса. Через заднюю стенку выходит шнур питания 13 с вилкой для подключения к сети 220В, 50 Гц. На задней стенке установлен винт заземления.

Панель приборов 9 выполнена из листового дюралюминия и сверху закрыта фальшпанелью. Сверху на панели установлен манометр 3, кнопка 5 включения прибора в сеть и спусковой вентиль 10. В задней стенке панели сделан вырез, в который установлена подпружиненная откидная крышка 1 с контрольным разрядником и экраном 2. Снизу на панели закреплены элементы электрической и пневматической схем прибора.

### 3.2.2. Описание электрической схемы прибора.

Электрическая часть прибора представляет собой источник высокого напряжения, служащий для проверки бесперебойности искрообразования на свече. В схеме использован принцип системы зажигания с накоплением

энергии в зарядной емкости и передачей ее с помощью полупроводникового коммутатора в катушку зажигания.

Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис.2

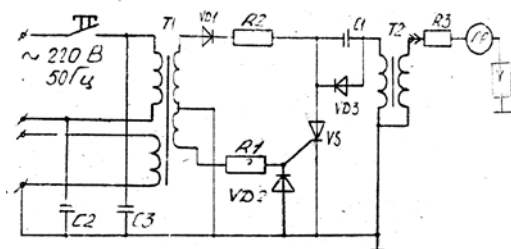


Рис.2 Схема принципиальная электрическая прибора Э-203

При нажатии кнопки  $Kn_1$  напряжение сети подается на трансформатор T1. Со вторичной обмотки трансформатора снимаются два напряжения в противофазе: анодное и управляющее.

Зарядный конденсатор C1 заряжается через ограничительное сопротивление R1. Напряжение, обеспечивающее ток срабатывания тиристора  $V_S$ , подается через ограничительное сопротивление на управляющий электрод. Тиристор  $V_S$  открывается, и происходит разряд конденсатора C1 через первичную обмотку катушки зажигания T2. Во вторичной обмотке индуцируется импульс высокого напряжения, который через помехоподавительное сопротивление R3 поступает на испытываемую свечу.

Диод VD2 отсекает отрицательную полуволну напряжения, предохраняя тиристор  $V_S$  по выходу. Диод VD3 служит для отсечки отрицательных всплесков напряжения, возникающих в первичной обмотке катушки T2 вследствие самоиндукции, конденсаторы C2 и C3 и экранная обмотка трансформатора T1 - для снижения уровня радиопомех.

### 3.3. Порядок выполнения работы.

#### 3.3.1. Подготовка прибора к работе.

- подвести к розетке прибора переменное напряжение 220В 50 Гц, заземлить корпус прибора;
- открыть крышку прибора и присоединить к контрольному разряднику высоковольтный провод прибора;
- присоединить прибор к питающей сети 220 В 50 Гц;
- нажать на кнопку "Работа", при этом на разряднике должно наблюдаться бесперебойное искрообразование;
- создать с помощью насоса давление в воздушной системе прибора 10 кгс/м<sup>2</sup> (1 МПа) и убедиться в герметичности системы.

#### 3.3.2. Порядок работы

*Характеристика состояния свечей:*

- определить качество нагара по цвету, виду, площади;
- проверить с помощью комбинированного щупа зазор между электродами свечи.

*Проверка качества искры:*

- снять соответствующую резьбовую заглушку и на ее место вернуть проверяемую свечу;
- завинтить до упора винт спускного вентиля;
- создать в камере с помощью насоса давление 1,0...1,1 МПа для свечей зажигания, имеющих зазор между боковым и центральным электродами до 0,6 мм, или 0,75...0,85 МПа для свечей зажигания с зазором 0,6 мм и выше;
- присоединить высоковольтный провод к проверяемой свече;
- нажать на кнопку "Работа" и наблюдать за свечой через верхнее смотровое окно и зеркало-отражатель. Через смотровое окно должна быть отчетливо видна искра между электродами свечи. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг нижнего электрода. В случае пробоя изоляции через боковое окно будет видна искра пробоя. искрообразование должно быть бесперебойным.

*Снятие зависимости тока через свечу от давления.*

Определить зависимость изменения тока через свечу при изменении давления в камере. Для этого:

- создать в камере повышенное давление и, плавно уменьшая его, замерять ток через свечу. Результаты измерений свести в табл.2.

Таблица 2

Давление, МПа						
Ток, мА						

Измерения провести на 4-5 свечах, отмечая величину зазора, и ее состояние.

*Определение герметичности свечи:*

- отпустить кнопку "Работа";
- создать в камере давление 1,0...1,1 МПа;
- скорость изменения давления из-за утечки воздуха через соединения деталей свечей зажигания не должна превышать 0,05 МПа / мин., а для свечей зажигания с герметизацией по соединению изолятор - центральный электрод термоцементом - 0,3 МПа/мин.

#### 4. Содержание отчета

В отчете по результатам лабораторной работы необходимо привести следующие данные:

- наименование и цель работы;
- схема испытаний;
- краткая теоретическая часть;
- опытные данные;

- графики;
- математическая обработка экспериментальных данных;
- экспоненциальная аппроксимация полученных данных;
- заключение и выводы по техническому состоянию свечей.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Каковы условия работы свечей зажигания?
2. Какие требования предъявляются к материалам и конструкции свечей зажигания?
3. Какие материалы применяют для деталей свечей зажигания и как маркируют свечи?
4. Какова конструкция свечей накаливания?
5. Что такое "горячие" свечи?
6. Что такое "холодные" свечи?
7. Что такое калильное число?
8. Какие основные дефекты свечей зажигания, вы можете назвать?
9. Диагностика двигателя по техническому состоянию свечей зажигания?
10. Каков оптимальный зазор между электродами свечей?

### Лабораторная работа № 3

## ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ СПИДОМЕТРОВ И ТАХОМЕТРОВ

### 1. Организационная часть

Цель работы - изучение принципа действия электронного тахометра и методики его испытания. Ознакомление с методикой испытания спидометра и определение погрешностей показаний скоростного узла спидометра.

Задание.

1. Определить тип, назначение и область применения электронного тахометра.
2. Изучить принципиальную электрическую схему электронного тахометра и его действие.
3. Изучить устройство электронного тахометра и особенности конструкции его элементов.
4. Провести испытания электронного тахометра.
5. Начертить принципиальную схему электронного тахометра.
6. Определить тип, назначение и область применения испытываемого спидометра.
7. Изучить принципиальную схему спидометра, его устройство и характеристики.
8. Составить программу испытаний и схему для испытаний.



9. Определить погрешности показаний скоростного узла спидометра.
10. Начертить принципиальную схему испытуемого спидометра.
- Время работы: 4 часа.

## 2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе студент должен изучить:

- конструкцию автомобильного тахометра и спидометра автомобиля КамАЗ;
- методику испытания и контроля автомобильного тахометра и спидометра.

2.2 Краткие теоретические сведения.

Электронный тахометр ТХ193 устанавливают на автомобилях ВАЗ; он предназначен для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Принцип действия тахометра основан на преобразовании импульсов, возникающих в первичной цепи системы зажигания при размыкании контактов прерывателя и измерении среднего значения силы тока магнитоэлектрическим прибором.

Электрическая схема тахометра (рис.1) имеет стабилизатор напряжения, блок формирования импульсов, одновибратор и магнитоэлектрический прибор.

Стабилизатор напряжения состоит из кремниевого стабилитрона VD5, сопротивления R11 и обеспечивает стабилизацию напряжения.

Блок формирования импульсов состоит из резисторов R1, R2, конденсаторов C1 – C4 и стабилитрона VD1. Блок импульсов подключен параллельно контактам прерывателя и осуществляет преобразование затухающих синусоидальных колебаний в импульсы в виде полусинусоид положительного знака.

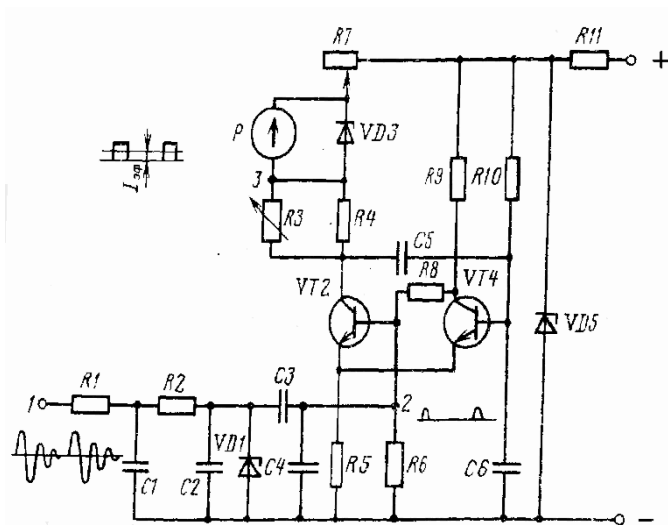


Рис.1 Принципиальная схема электронного тахометра.

Одновибратор выполнен на двух транзисторах VT2, VT4 с жесткой эмиттерной обратной связью (резистор R5) и гибкой коллекторной обратной связью (конденсатор C5). В коллекторную цепь транзистора VT2 через регулировочный резистор R7 и термокомпенсатор (терморезистор R3 и резистор R4) включен магнитоэлектрический стрелочный прибор P.

Для обеспечения непрерывности тока в измерительном приборе последний шунтирован диодом VD3. Нагрузкой транзистора VT4 является сопротивление R9. Цепи смещения для транзисторов образуются с помощью резисторов R6, R8, R10 и конденсатора C6, включенного между базой транзистора VT4 и массой.

При подключении прибора к сети транзистор VT4 переключается в состояние насыщения (ток базы протекает по цепи R10 - эмиттерный переход VT4 - R5). При этом заряжаются конденсаторы C5 и C6 (по цепи R7 - измерительный прибор P - R3 - конденсатор C5 - эмиттерный переход транзистора VT4 - R5). Транзистор VT2 находится в состоянии отсечки, т.к. напряжение  $U_{э2}$  меньше падения напряжения на резисторе R8.

При размыкании контактов прерывателя образуется импульс, в результате которого транзистор VT2 переключается в состояние насыщения. Под действием обратных связей транзистор VT4 переключается в состояние отсечки. Время пребывания транзистора VT4 в состоянии отсечки зависит от длительности разряда конденсатора C5 через открытый транзистор VT2 - R5 - VD5 - R10.

Повторное переключение транзистора VT4 в состояние насыщения произойдет в момент, когда напряжение на конденсаторе C5, определяющее практически напряжение на эмиттерном переходе транзистора VT4 ( $U_{э2} = U_{с5} - U_{э1}$ ), достигнет порогового значения  $U_{оэ2}$ . Следовательно, время  $t_1$  нахождения транзистора VT2 в состоянии насыщения при изменении частоты переключения прерывателя практически будет оставаться неизменным, так как оно определяется параметрами разрядной цепи конденсатора C5. Если пренебречь сопротивлениями транзисторов в состоянии насыщения и сопротивлением диода в проводящем направлении, то процессы, протекающие в электронном тахометре, можно описать следующим дифференциальным уравнением:

$$U_{ст} = i(R2 + R_{мэ} + R3 + R5) + L_{мэ} \frac{di}{dt}, \text{ при } 0 \leq t \leq t_1$$

$$C = iR_{мэ} + L_{мэ} \frac{di}{dt}, \text{ при } t_1 \leq t \leq t_2$$

(1)

Причем  $U_{ст}$  - напряжение стабилизации кремниевого стабилитрона VD5;  $R_{мэ}$ ,  $L_{мэ}$  - соответственно активное сопротивление и индуктивность

обмотки магнитоэлектрического измерительного прибора;  $i$  - сила тока, протекающего по обмотке МЭ прибора;  $t_1$  - время нахождения транзистора VT2 в состоянии насыщения;  $t_2$  - время нахождения транзистора VT2 в состоянии отсечки.

Как видно, электронный тахометр является импульсным устройством, для которого

$$R = 0; C = \frac{R7 + R_{мэ} + R3 + R5}{R_{мэ}} > 1 \quad (2)$$

т.е. относится к V группе простейших регуляторов дискретного действия. Для этой группы средняя относительная величина пульсации тока равна

$$I_{отн} = \frac{(e^{\gamma\tau} - 1)(e^{(\gamma-1)\tau/c} - 1)}{e^{(\gamma-1)\tau/c} - e^{\gamma\tau}}, \quad (3)$$

среднее относительное значение силы тока

$$I_{ср.отн} = \gamma - \Delta I_{отн} \frac{(1 - c)}{\tau} \quad (4)$$

где  $I_{отн} = \Delta IR_{\Sigma} / U_{ст}$ ;  $I_{ср.отн} = I_{ср} R_{\Sigma} / U_{ст}$ ,

$\gamma = t / T$  - относительная длительность импульса;  $R = R7 + R_{мэ} + R3 + R5$  - суммарное сопротивление;  $T = 120 / (Z n)$  - период переключения прерывателя системы зажигания;  $Z$  - число цилиндров ДВС;  $\tau = T / T_{мэ}$  - относительная длительность периода переключений прерывателя;  $T_{мэ} = L_{мэ} / R_{мэ}$  - постоянная времени цепи обмотки МЭ прибора во время импульса.

Относительную длительность импульса можно выразить через частоту вращения коленчатого вала. Полагая  $Z = 4 = \text{const}$  и  $t_1 = \text{const}$  имеем:

$$\gamma = \frac{4t}{120} n = \frac{t}{30} n. \quad (5)$$

Учитывая, что

$$T_{мэ} = L_{мэ} / R_{мэ} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ с},$$

а период переключения прерывателя при максимальной частоте вращения коленчатого вала  $8000 \text{ мин}^{-1}$ , получаем

$$T = \frac{120}{4 \cdot 8000} = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$$

Вторым слагаемым выражения (4) можно пренебречь, т. к.

$$\gamma \gg I_{\text{отн}} \frac{I - c}{\tau} .$$

Тогда среднее значение силы тока, протекающего по обмотке магнитоэлектрического прибора,

$$I_{\text{ср}} = [U_{\text{ст}} t_1 / (30 R_{\Sigma})] n \quad (6)$$

Итак, среднее значение силы тока, протекающего по обмотке магнитоэлектрического прибора, прямо пропорционально частоте вращения коленчатого вала.

Известно, что в магнитоэлектрическом приборе

$$M_{\text{вр}} = k_1 I_{\text{ср}} = k_1 \frac{U_{\text{ст}} t}{30 R_{\Sigma}} n . \quad (7)$$

Противодействующий момент, созданный двумя спиральными пружинами, пропорционален углу закрутки, т. е.

$$M_{\text{с}} = k_2 \alpha , \quad (8)$$

где  $k_2$  - жесткость пружин.

Отклонение рамки будет происходить до тех пор, пока вращающий момент не уравновесится противодействующим моментом. При  $M_{\text{вр}} = M_{\text{с}}$  движение рамки прекращается.

Следовательно,

$$k_1 \frac{U_{\text{ст}} t_1}{30 R_{\Sigma}} = k_2 \alpha ,$$

$$\text{или } n = (k_2 30 R_{\Sigma} / k_1 U_{\text{ст}} t_1) \alpha = C_{\text{пр}} ,$$

где  $C_{\text{пр}} = 30 k_2 R_{\Sigma} / (U_{\text{ст}} t_1 k_1)$  постоянная прибора или цена деления, выражающая число единиц измеряемой величины, приходящейся на одно деление шкалы.

Пропорциональная зависимость между частотой вращения коленчатого вала ДВС и углом поворота рамки (стрелки) указывает на то, что шкала прибора этой системы равномерная.

Электронный тахометр ТХ-193 устанавливают на автомобиле ВАЗ-2103 и других моделях.

Внешне электронный тахометр представляет собой прибор со шкалой измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя 0 - 8000 мин<sup>-1</sup>. На шкале тахометра выделены цветом две зоны - диапазон допустимой частоты вращения коленчатого вала двигателя (до 8000 мин<sup>-1</sup>) и диапазон опасного скоростного режима. В нижней части шкалы тахометра установлены три светофильтра сигнальных ламп. С задней стороны

пластмассового кожуха размещены патрон с лампой освещения шкалы и три патрона с сигнальными лампами. Крепежные скобы со шпильками и гайками предназначены для крепления тахометра на автомобиле. Подключение тахометра в систему электрооборудования осуществляется с помощью штекерного разъема. Внутри кожуха размещен указатель магнитоэлектрической системы и схема одновибратора на печатной плате.

Измерительный механизм имеет основание, пластмассовый корпус и магнитопровод. Между магнитопроводом и основанием установлен постоянный магнит, создающий в зазоре между магнитопроводом и основанием магнитный поток. Подковообразный магнитопровод охватывает катушка с измерительной обмоткой, которая поворачивается на угол до  $270^\circ$ . В основании и корпусе расположены подшипники (подпятники), в которых размещена ось указателя, на оси установлены траверса с катушкой и траверса с катушкой и противовес.

Противодействующий момент создается двумя спиральными пружинами (волосками). К штекерам схема одновибратора подключена разъемами, а к катушке прибора - гайкой через токоведущие держатели и спиральные пружины. К штекерному разъему подключены "Масса", питание от бортовой сети "+" и прерыватель системы зажигания.

Спидометры - приборы для измерения скорости движения и пройденного автомобилем пути. По принципу действия спидометры можно разделить на магнитоиндукционные, электрические и электронные.

Различают спидометры с приводом гибким валом (механическим приводом) и с электроприводом. Примером спидометра с электрическим приводом может служить спидометр СП-170, принципиальная схема которого представлена на рис. 2.

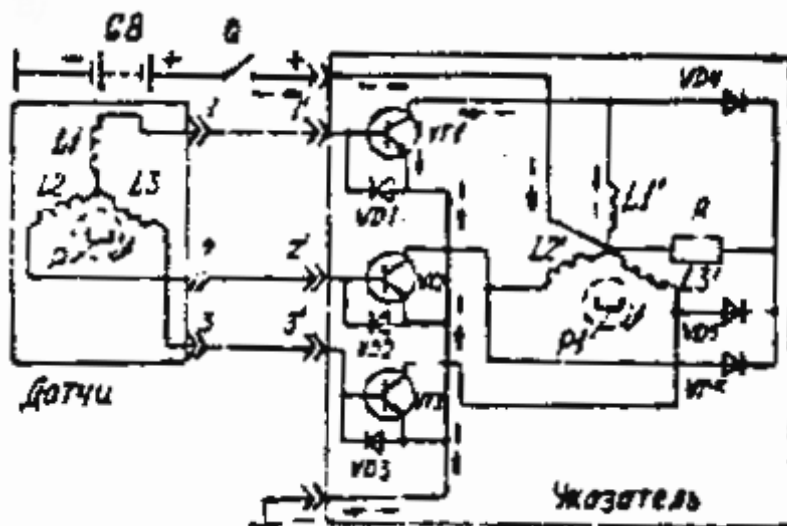


Рис. 2 Принципиальная электрическая схема спидометра СП-170.

Спидометр состоит из преобразователя, функции которого выполняет трехфазный синхронный генератор с постоянными магнитами G1, и указателя в виде синхронного трехфазного двигателя с постоянными магнитами G2 с предварительным транзисторным усилителем. С валом двигателя связаны индукционный преобразователь, являющийся скоростным узлом спидометра. На приводном валике имеется однозаходный червяк, от которого приводится в действие счетный узел (одометр) спидометра.

Спидометр работает следующим образом. При движении автомобиля ротор синхронного генератора (преобразователя) вращается и генератор индуцирует трехфазное переменное напряжение с частотой пропорциональной скорости движения автомобиля. Напряжение каждой фазы синхронного генератора прикладывается к эмиттерным переходам транзисторов VT1 - VT3. Эмиттерные переходы этих транзисторов шунтированы диодами VD7 - VD9. При положительной полуволне напряжения фазы транзисторы открываются (переключаются в состояние насыщения) и к обмоткам синхронного двигателя прикладывается напряжение бортовой сети в виде прямоугольных импульсов. Частота этих импульсов пропорциональна скорости движения автомобиля.

При отрицательной полуволне напряжения фазы транзистора закрываются (переключаются в состояние отсечки). Диоды VD7, VD8, VD9 ограничивают напряжения на эмиттерных переходах транзисторов, так как включены в прямом направлении относительно отрицательной полуволны напряжения фаз.

Фазные обмотки синхронного двигателя шунтированы диодами VD4, VD5, VD6 и общим для всех фаз резистором R1, который шунтирован стабилитроном VD10. Таким образом, можно исключить перенапряжение на транзисторах от ЭДС самоиндукции. При этом на фазных обмотках синхронного двигателя создаются почти прямоугольные импульсы обратной по сравнению с напряжением сети полярности. В результате по обмоткам статора синхронного двигателя протекают пульсирующие токи, переменная составляющая которых создает вращающий момент. Ротор синхронного двигателя вращается с частотой, пропорциональной скорости движения автомобиля. При вращении ротора синхронного двигателя вращается с этой же частотой постоянный магнит скоростного узла. В катушке наводятся вихревые токи, создающие, в свою очередь, магнитное поле катушки. взаимодействие этих полей создает крутящий момент, стремящийся повернуть катушку в направлении вращения магнита. Повороту оси катушки препятствует спиральная пружина - волосок. В результате стрелка спидометра, связанная с осью катушки, поворачивается на угол, пропорциональный скорости движения автомобиля. Шкала спидометра имеет равномерный шаг. От приводного валика через три понижающие ступени червячных передач (с общим передаточным числом 624)

вращение передается на счетный узел. Конструктивно счетный узел может быть выполнен с внешним либо внутренним зацеплением счетных барабанчиков. Следует отметить, что в ранее выпускавшихся спидометрах с электрическим приводом (СП-170) применялись германиевые транзисторы с переходами р - п - р без шунтирующих диодов VD7,VD8,VD9 и без стабилизатора VD10. Выпускались и спидометры с кремниевыми транзисторами, но без диодов VD7 - VD9 и стабилитрона VD10. При массовом производстве такие факторы, как различие в свойствах материалов, допуски, различная степень намагниченности магнита и другие, создают погрешности в показаниях отдельных спидометров. Допустимые основные и дополнительные погрешности показаний спидометров нормируются ГОСТ 12936-82. Скоростной узел спидометра проверяют и регулируют при частотах вращения, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Действительная скорость, км/ч							
	20	40	60	80	100	120	140	160
Частота вращения вала привода для спидометров, мин <sup>-1</sup> : с передаточным числом 624 с передаточным числом 1000	208	416	624	832	1040	1248	1456	1664
	333	667	1000	1333	1667	2000	2333	2667
Основная допустимая погрешность при температуре (20 ± 2) °С, км/ч	+3	+3	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Дополнительная погрешность на каждые 10 °С изменения окружающей температуры, км/ч	±0,4	±0,8	±1,2	±1,6	±2	±2,4	±2,8	±3,2

Для проверки спидометров необходимо иметь установку, с помощью которой можно было бы задавать различные значения частоты вращения вала преобразователя (синхронного генератора), а также аппаратуру для измерения частоты вращения. Широкое применение нашли тахометрические установки, выполненные по следующей схеме. В качестве приводного двигателя используется универсальный коллекторный двигатель, приводящий во вращение редуктор, к которому присоединен

преобразователь спидометра. На противоположном конце вала электродвигателя установлен диск с нанесенной на нем радиальной чертой. Диск освещается импульсной лампой, питаемой от кварцевого генератора импульсов. Частота вращения плавно регулируется автотрансформатором. К таким тахометрическим установкам относится прибор ОТХ 2-60 со стробоскопом и кварцевым генератором.

Установка КТУ1 обеспечивает меньшую точность, но более проста в изготовлении. Она состоит из асинхронного электродвигателя, фрикционного вариатора и механизма управления вариатором, которым приводят во вращение контрольный и проверяемый спидометры. Устанавливая вариатором необходимое значение частоты вращения, по контрольному прибору методом сравнения оценивают погрешность проверяемого прибора. Проверку спидометров можно проводить и на тахометрической установке УПС-4.

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Необходимые приборы и приспособления.

Для выполнения лабораторной работы необходимо иметь:

- принципиальную электрическую схему электронного тахометра;
- плакаты по устройству электронного тахометра;
- электронный тахометр в сборе;
- печатную плату с навесными элементами и магнитоэлектрический указатель в сборе;
- стенд СПЗ-8;
- комплект системы зажигания автомобиля ВАЗ-2103;
- омметр;
- частотомер (или осциллограф);
- спидометры в сборе (преобразователь и указатель);
- плакаты функциональной электрической схемы испытуемого спидометра;
- детали изучаемого спидометра;
- тахометрическую установку УПС-4 (или другую, имеющуюся в наличии);
- частотомер ЧЗ-32 (или другой тип).

#### 3.2. Методика выполнения работы.

##### 3.2.1. Исследование электронного тахометра.

При выполнении работы необходимо выполнить следующее:

1. Определить тип, назначение и область применения электронного тахометра.
2. Изучить принципиальную электрическую схему электронного тахометра и определить назначение ее элементов.
3. Обозначить объединенные узлы принципиальной схемы и определить необходимое число проводников печатной платы.



4. Изучить устройство одновибратора и его работу. Обозначить проводники печатной платы в соответствии с узлами принципиальной схемы.

5. Заполнить табл. 2 подключения элементов одновибратора к проводникам печатной платы.

Таблица 2

Элемент	Между какими проводниками подключен элемент	Краткая характеристика элемента	Примечание
Транзистор			
Стабилитрон			
Диод			
Резистор			
Конденсатор			

6. Изучить устройство магнитоэлектрического указателя и перечислить основные конструктивные элементы.

7. Определить с помощью омметра сопротивление обмотки магнитоэлектрического указателя.

8. Собрать схему для снятия характеристики электронного тахометра, т.е. подключить электронный тахометр к аккумуляторной батарее.

9. Убедившись в правильности подключения электронного тахометра, включить стенд СПЗ-8. Плавно изменяя частоту вращения вала распределителя, снять характеристику электронного тахометра.

Результаты измерений записать в табл. 3.

Частоту вращения вала рекомендуется изменять в диапазоне 1000...5000 мин<sup>-1</sup>.

Таблица 3

Частота, мин. <sup>-1</sup> , по тахометру	Частота переключения прерывателя		Погрешность		
	Гц	мин <sup>-1</sup>	абсолютн.	относит	прибора

Частоту переключения прерывателя системы зажигания определить с помощью частотомера типа ЧЗ-32, подключенного согласно схеме (рис.4).

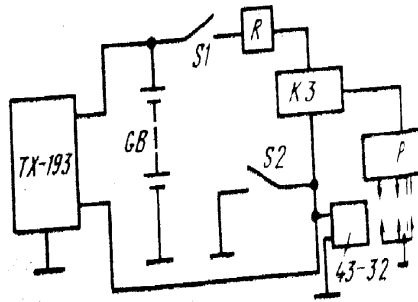


Рис. 4. Схема снятия характеристики тахометра.

### 3.2.2. Исследование спидометра.

1. Определить тип, назначение и область применения изучаемого спидометра.

2. Изучить принципиальную электрическую схему спидометра и определить назначение её элементов.

3. Изучить устройство спидометра и конструктивные особенности узлов, привести их краткое описание.

4. Заполнить табл. 1 и определить зависимость скорости движения от частоты вращения вала спидометра.

5. Установить преобразователь (синхронный генератор) на тахометрическую установку.

6. Собрать схему (см. рис.3) для испытания спидометра.

7. Определить число пар полюсов синхронного генератора; для этого с помощью тахометрической установки установить частоту вращения, равную примерно 600 мин.<sup>-1</sup>, и замерить с помощью частотомера, подключенного к эмиттерному переходу одного транзистора, частоту переменного тока.

Число пар полюсов

$$p = 60 f / n,$$

где  $f$ - частота переменного тока, Гц.

8. Определить погрешности в показаниях приборов. С этой целью необходимо с помощью тахометрической установки установить стрелку спидометра последовательно на деления 20, 40, 60, 80, 100, 120. На каждом делении замерить с помощью частотомера частоту переменного тока.

Результаты измерений записать в табл. 4.

Таблица 4

Деления спидометра $v$ , км/ч	Частота переменного тока $f_0$ , Гц	Частота вращения $n = 60 f_0 / p$ , мин <sup>-1</sup>	Скорость расчетная $V_g = A \cdot n$ , км/ч	Погрешность		
				абсолютн.	относит.	Прибора

Примечание:  $A$  - передаточное число.

9. Расчет погрешности проводить по методике раздела 4.

4. Математическая обработка результатов измерений.

4.1. Абсолютная погрешность измерения определяется как

$$\Delta I = I_{из} - I_{эт} ,$$

где  $I_{из}$ ,  $I_{эт}$  - измеренные и эталонные значения.

Средняя погрешность измерения определяется как

$$\sigma = \sqrt{1/n \sum \Delta I^2} ,$$

где  $n$  - количество точек измерения.

Относительная погрешность равна  $\delta_i = \Delta I / I_{эт}$ .

Относительная средняя погрешность измерения равна  $\delta_{\text{ср}} = \sqrt{1/n \sum \Delta \delta^2}$ .

#### 4. Содержание отчета

В отчете о результатах лабораторной работы должны быть следующие данные:

- наименование работы, цели и задачи;
- тип, изучаемого электрического тахометра, назначение, область применения;
- принципиальная электрическая схема тахометра, с обозначением узлов (цифрами);
- краткое описание работы электронного тахометра;
- описание устройства тахометра, его узлов и заполненная табл.2;
- результаты снятия характеристики электронного тахометра (табл.3 и график);
- вывод о техническом состоянии проверяемого электронного тахометра;
- тип, назначение, область применения и краткая характеристика спидометра;
- принципиальная электрическая схема спидометра и кратко описание его работы;
- краткое описание устройства спидометра и конструкции его узлов;
- описание методики определения погрешности спидометра;
- краткое описание тахометрической установки;
- монтажная схема для определения погрешности спидометра;
- результаты испытаний в виде табл. 3 и графиков;
- заключение о техническом состоянии спидометра.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия электронного тахометра?
2. Каков принцип действия электронного одновибратора?
3. Каким образом достигается температурная стабильность показателей электронного тахометра?

4. Что произойдет с показаниями прибора, если увеличить сопротивление резистора R7?
5. Каково назначение конденсатора C5?
6. Каким образом можно изменить время импульса напряжения, подаваемого к магнитоэлектрическому прибору?
7. Что произойдет в одновибраторе, если увеличить сопротивление резистора R9?
8. Что может произойти при обрыве цепи R1- VD10?
9. Начертите временную диаграмму напряжения на обмотке синхронного двигателя.
10. Начертите временную диаграмму тока, протекающего по обмотке статора синхронного двигателя.

#### Лабораторная работа № 4

### ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

#### 1. Организационная часть

Цель работы - изучение особенности устройства и конструкции элементов бесконтактной системы зажигания; изучение методики испытания и снятие характеристик бесконтактной системы зажигания, овладение навыками в определении технического состояния бесконтактной системы зажигания.

Задание:

- определить тип, назначение, область применения бесконтактной системы зажигания;
- изучить принципиальную электрическую схему бесконтактной системы зажигания;
- изучить устройство транзисторного коммутатора и конструкцию его элементов (печатной платы, корпуса, крышки);
- составить перечень элементов коммутатора и их электрические параметры;
- изучить особенности устройства распределителя и конструкцию магнитоэлектрического датчика;
- изучить устройство аварийного вибратора;
- заранее начертить принципиальную электрическую схему бесконтактной системы зажигания;
- снять характеристику преобразователя в распределителе;
- проверить время накопления энергии в катушке зажигания;
- снять рабочие характеристики катушки зажигания;
- сделать выводы о техническом состоянии бесконтактной системы зажигания.

Время работы: 4 часа.

## 2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе ознакомиться:

- с конструкцией узлов бесконтактной системы зажигания [1, стр. 148-155];
- с методикой определения технического состояния бесконтактной системы зажигания [1, стр. 167-176];
- с особенностью применяемого оборудования.

2.2. Краткие теоретические сведения.

Примером бесконтактной системы зажигания может служить транзисторная система зажигания "Искра" - экранированная система зажигания, устанавливаемая на специальных автомобилях ЗИЛ-131, Урал-375 и их модификациях.

В комплект системы зажигания входят распределитель Р351, коммутатор транзисторный ТК-200, катушка зажигания Б118, добавочный резистор СЭ326, аварийный вибратор РС331.

Принципиальная электрическая схема бесконтактной системы зажигания представлена на рис. 1. В этой системе преобразователь углового положения коленчатого вала двигателя представляет собой магнитоэлектрический генератор, установленный в распределителе.

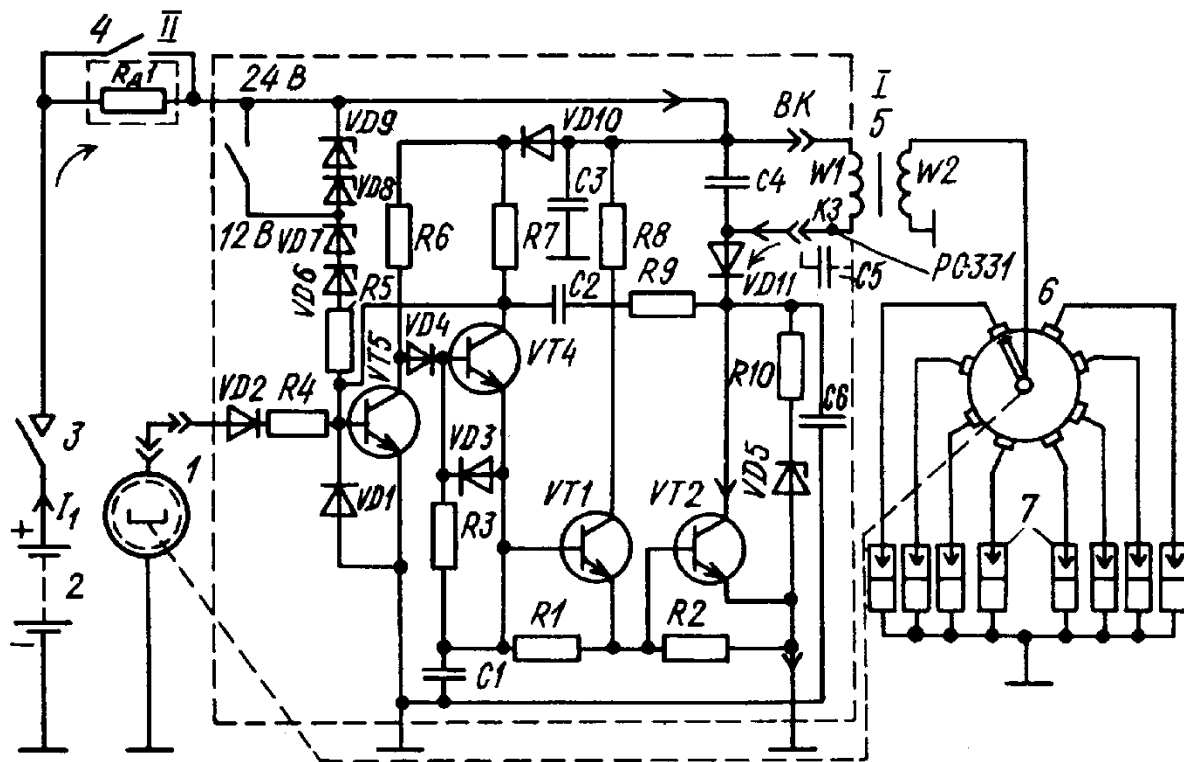


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема бесконтактной системы зажигания.

Сигнал в виде переменного напряжения от этого преобразователя подается к транзисторному коммутатору.

Транзисторный коммутатор представляет собой трехкаскадное реле с гибкой коллекторной обратной связью.

Транзисторное реле выполнено на транзисторах VT1-VT4. Силовым является транзистор VT1, в коллекторную цепь которого через диод VD6 включена первичная обмотка катушки зажигания. Гибкая коллекторная обратная связь образована посредством цепочки C3 - R5.

В коммутаторе размещен однополупериодный выпрямитель с ограничителем напряжения VD11-R10; общий фильтр, функции которого выполняет конденсатор C2. Для защиты транзисторов от инверсного включения (от переполюсовки) применены диоды VD6- VD7. Защита коммутатора от сетевого перенапряжения осуществляется с помощью цепочки VD12-R9, а защита транзистора VT1 от коммутационных перенапряжений - цепочкой R1-VD5.

Конденсатор C1 с первичной обмоткой катушки зажигания образует параллельный колебательный контур.

Схема работает следующим образом. При включенном выключателе зажигания ВЗ и неработающем двигателе транзистор VT4 закрыт (напряжение пробоя кремниевого стабилитрона VD12 выше напряжения аккумуляторной батареи, и генератор G не работает). По цепочке R - VD7 - R8 -VD9 - R7 - R4 - R2 протекает ток, обуславливающий падение напряжения на резисторах R7,R4 и R2 большее, чем пороговые напряжения транзисторов VT3, VT2 и VT1.Поэтому эти транзисторы открываются (переключаются в состояние насыщения). Через открывшийся транзистор VT1 по первичной обмотке катушки зажигания протекает ток.

При вращении коленчатого вала двигателя вращается ротор генератора. При положительной полуволне переменного напряжения генератора к эмиттерному переходу через цепочку VD11 - R10 подается напряжение в прямом направлении и транзистор VT4 открывается.Напряжение на транзисторе VT4 резко уменьшается, а следовательно, уменьшается напряжение в цепочке VD9 - R7 - R4 - R2. Так как диод VD9 представляет собой нелинейное сопротивление, то большая часть напряжения падает на нем, а на сопротивлениях R7,R4 и R2 падение напряжения будет незначительно и меньше пороговых напряжений транзисторов VT1, VT2 и VT3 (эти транзисторы закрываются). При закрытии транзистора VT1 первичная обмотка катушки зажигания отключается от аккумуляторной батареи. Сила тока в этой катушке резко уменьшается, а во вторичной катушке и индуцируется высокое вторичное напряжение. Гибкая коллекторная обратная связь ускоряет переключение транзисторов, что ведет к уменьшению мощности, рассеиваемой транзисторами и повышению вторичного напряжения.

Действие гибкой коллекторной обратной связи проявляется следующим образом. При закрытом транзисторе VT4 и открытом транзисторе VT1 по цепочке R5 - C3 ток не протекает и конденсатор не заряжен. При поступлении сигнала преобразователя транзистор VT4 открывается, а транзистор VT1 закрывается. Потенциал коллектора транзистора VT1 повышается. В результате по цепи R5 - C3 -эмиттерный переход VT4 протекает дополнительный ток, открывающий транзистор VT4. При этом конденсатор C3 заряжается. Этот лавинный процесс продолжается до полного переключения транзистора VT4 в состояние насыщения, а транзисторов VT1, VT2 и VT3 - в состояние отсечки.

При напряжении преобразователя, близком к нулю, транзистор VT4 начинает закрываться, а транзисторы VT1, VT2 и VT3 будут открываться. При этом конденсатор C3 начнет разряжаться по цепи R5-VT1-VD10. К эмиттерному переходу транзистора VT4 будет прикладываться напряжение, которое обеспечит переключение его в состояние отсечки, а транзисторов VT1, VT2 и VT3 в состояние насыщения.

Затем отрицательная полуволна напряжения преобразователя будет удерживать транзистор VT4 в состоянии отсечки. При положительной полуволне процесс будет повторяться. При низких частотах вращения коленчатого вала (при  $n < 500 \text{ мин}^{-1}$  пуске двигателя) напряжение преобразователя мало.

В этом случае с помощью гибкой обратной связи происходит несколько циклов заряда-разряда конденсатора C3 за время положительной полуволны, т.е. за один цикл подается серия искр в один цилиндр. Таким образом обеспечивается надежный пуск двигателя.

При повышении сетевого напряжения (свыше 16-17 В) происходит пробой стабилитрона VD12 и транзистор VT4 открывается, а транзисторы VT1, VT2 и VT3 закрываются. В таком состоянии транзисторы будут находиться постоянно. В результате двигатель остановится. Повышенное напряжение может возникать при выходе из строя регулятора напряжения.

Если коммутатор включен неправильно ("+" вместо "-"), транзисторы оказываются включенными в инверсном направлении (эмиттер выполняет функции коллектора, а коллектор - функции эмиттера). Так как коэффициент усиления по току при инверсном включении меньше, транзисторы попадают в активную область. При этом резко увеличивается рассеиваемая мощность. Для того, чтобы избежать этого в коллекторные цепи включены диоды VD6 и VD7, создающие нагрузку (ограничивают практически до нуля силу коллекторного тока транзисторов).

При коммутационных перенапряжениях (при отсоединении высоковольтного провода от свечи) напряжение на транзисторе VT1 ограничивается вследствие пробоя кремниевого стабилитрона VD5.

Выпускаются и коммутаторы, выполненные по принципиальной схеме, приведенной на рис.2.

В этой схеме применена цепочка R1 - C1 и составной транзистор VT8-VT9.

Конструкция транзисторного коммутатора представляет собой алюминиевый корпус с ребристой поверхностью. На наружной стенке корпуса установлены два изолированных от него транзистора VT<sub>10</sub> и VT<sub>9</sub>. Остальные элементы установлены на печатной плате (панели), укрепленной в корпусе коммутатора. Коммутатор имеет четыре экранизированных вывода (два - для подключения первичной обмотки катушки зажигания, один - для подключения к добавочному резистору и один для подключения преобразователя - распределителя).

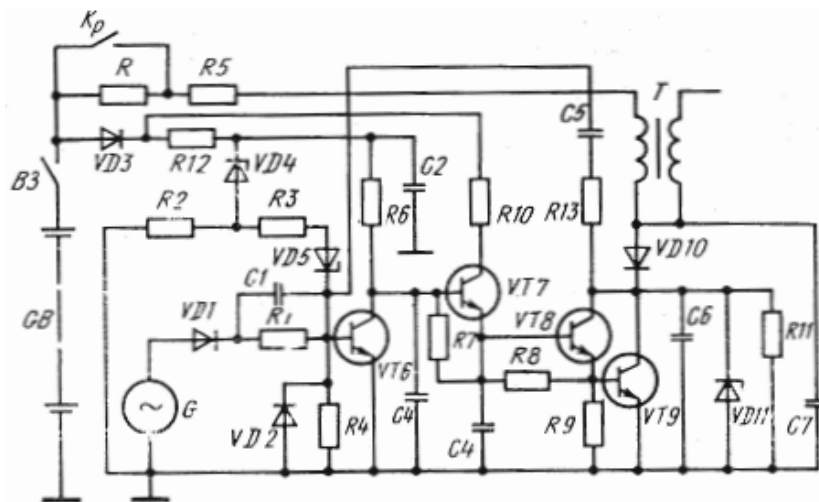


Рис. 2 Принципиальная схема коммутатора ТК-200.

В распределителе зажигания отсутствует прерыватель. Его функции выполняет кольцевой постоянный магнит с полюсными наконечниками, изготовленными из магнитомягкой стали, расположенный на верхней части валика. Взамен пластины прерывателя установлен статор преобразователя.

Статор преобразователя выполнен в виде кольца из магнитомягкой стали с полый частью, в которой размещена обмотка преобразователя. Число пар полюсных наконечников ротора и статора равно числу цилиндров двигателя.

Особенностью бесконтактной системы зажигания является отсутствие контактов прерывателя, функции которых выполняет магнитоэлектрический преобразователь, и использование транзисторного коммутатора, нагрузкой которого является первичная обмотка катушки зажигания.

Магнитоэлектрический преобразователь представляет собой синхронный генератор, генерирующий переменное напряжение

$$U = K_m U_m \sin \omega t,$$

где  $U_m$  - амплитудное значение переменного напряжения;  $n$  - частота вращения коленчатого вала двигателя;  $k$  - коэффициент, зависящий от конструктивных параметров генератора;  $\omega = 2 \pi f$  - угловая частота



переменного напряжения;  $f = Z n / 120$  - частота переменного напряжения;  $Z$  - число цилиндров двигателя.

Очевидно, что амплитуда и частота переменного напряжения пропорциональны частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Переменное напряжение преобразователя через однополупериодный выпрямитель (диод) и ограничивающее силу тока сопротивление подаются к эмиттерному переходу входного транзистора коммутатора.

Полагая, что напряжение срабатывания  $U_{cp}$  и напряжение возврата  $U_B$  транзисторного реле постоянны, получаем

$$U_{cp} = k n \sin 2\pi (Z n / 120) t_{cp};$$

$$U_B = k n \sin 2\pi (Z n / 120) t_B.$$

Эти уравнения можно решить относительно времени

$$t_{cp} = \frac{120}{2\pi Z n} \arcsin \frac{U_{cp}}{k n} ;$$

$$t_B = \frac{120}{2\pi Z n} \arcsin \frac{U_B}{k n} .$$

Время накопления энергии в катушке зажигания (соответствующее времени замкнутого состояния контактов прерывателя в классической системе зажигания)  $t_H = t_B - t_{cp}$ , а время разряда (соответствующее времени разомкнутого состояния контактов

$$t_p = t_{ch} - t_d.$$

С повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя (рис. 3) время накопления энергии и время разряда уменьшается.

При этом уменьшается относительное время накопления энергии

$$\gamma_H = t_H / (t_H + t_p) = \alpha_H / (\alpha_H + \alpha_p)$$

где  $\alpha_H$  и  $\alpha_p$  - соответственно углы накопления энергии и разряда.

Относительное время накопления энергии в бесконтактной системе зажигания  $\gamma_H \approx 0,5$ , а относительное время нахождения контактов прерывателя в замкнутом состоянии для классической системы зажигания  $\gamma_3 \approx 0,6 - 0,7$ . Кроме того, с возрастанием частоты вращения вала двигателя увеличивается и угол опережения зажигания.

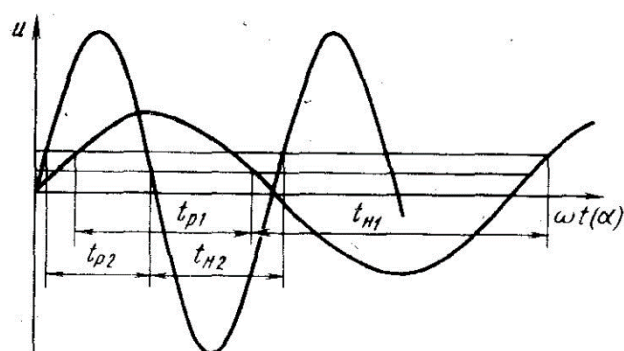


Рис. 3. Временные диаграммы напряжения преобразователя - распределителя.

Чтобы увеличить время накопления энергии (особенно при большой частоте вращения вала двигателя) коммутатор выполняют по принципу одновибратора. В результате обеспечивается постоянство времени разряда при изменяющейся частоте вращения вала двигателя. Для уменьшения изменения угла опережения зажигания при изменении частоты вращения вала двигателя, подключают емкость, параллельно ограничивающему сопротивлению.

Следует также отметить, что на работу преобразователя оказывает влияние его внутреннее сопротивление, состоящее из активного сопротивления и индуктивности статорной обмотки магнитоэлектрического генератора.

Внутреннее сопротивление преобразователя

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + (\omega L_i)^2},$$

где  $R_n$  - активное сопротивление обмотки преобразователя;  $L_n$  - индуктивность обмотки преобразователя.

С повышением частоты вращения ротора преобразователя увеличивается и внутреннее полное сопротивление преобразователя.

Вторичное напряжение транзисторной системы зажигания

$$U_{2m} = I_p k_T k_1 k_2 \sqrt{L_1 / (C_1 + C_2)},$$

где  $I_p$  - сила тока первичной цепи в момент переключения силового транзистора в закрытое состояние;  $k_T = W_2 / W_1$  - коэффициент трансформации катушки зажигания;  $k_1$  - коэффициент связи между обмотками катушки зажигания;  $k_2$  - коэффициент, учитывающий потери энергии в транзисторе при его запираии;  $L_1$  - индуктивность первичной обмотки катушки зажигания;  $C_1$  - емкость конденсатора первичной обмотки катушки зажигания;  $C_2$  - эквивалентная емкость вторичной цепи; -

коэффициент, учитывающий уменьшение вторичного напряжения за счет потерь энергии.

В транзисторной системе можно значительно увеличить силу тока разрыва  $I_p$ , а следовательно, и вторичное напряжение, которое можно также увеличить путем уменьшения потерь энергии в транзисторе при его запирании (возрастает  $U_{2m}$  и коэффициент  $k_2$ ). Для этого необходимо применять в качестве силовых высокочастотные транзисторы и обеспечить активное переключение этого транзистора в состояние отсечки.

Центробежный регулятор опережения момента зажигания принципиально не отличается от соответствующего регулятора классической сис-

темы зажигания.

В бесконтактной системе зажигания регулятор поворачивает в зависимости от частоты вращения вала двигателя на определенный угол не кулачок прерывателя, а ротор магнитоэлектрического генератора.

Положение валика преобразователя-распределителя, при котором поршень первого цилиндра находится в ВМТ, определяется совмещением рисок, нанесенных на статоре и роторе преобразователя (соответствует началу разряда аналогично моменту размыкания контактов в обычной системе зажигания).

При определении технического состояния бесконтактной системы зажигания обычно проверяют угол чередования искрообразования; работу центробежного автомата опережения зажигания; бесперебойность искрообразования катушки зажигания.

Основной характеристикой бесконтактной системы зажигания является зависимость максимального значения вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Следует отметить, что транзисторная система зажигания обеспечивает более высокую скорость распространения ударной волны для искрового разряда, а также более раннее развитие искрового канала. Все это позволяет устанавливать более поздний угол опережения зажигания и сделать вывод о возможности устойчивого воспламенения более бедных рабочих смесей в форсированных карбюраторных двигателях.

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Используемые приборы и устройства:

- комплект бесконтактной системы зажигания (распределитель, коммутатор, катушки зажигания, добавочный резистор, аварийный вибратор);

- стенд для проверки приборов системы зажигания автомобилей СПЗ-8М;

- приспособления и инструмент для установки испытуемой системы зажигания на стенде;

- вольтметр и миллиамперметр переменного тока;
- принципиальная схема бесконтактной системы зажигания;
- плакаты коммутатора, распределителя и аварийного вибратора;
- коммутатор в разобранном виде;
- распределитель в разобранном виде;
- инструмент для разборки коммутатора и распределителя.

### 3.2. Методика проведения работы.

#### 3.2.1. Изучение конструкции узлов бесконтактной системы зажигания;

- определить тип, назначение и область применения бесконтактной системы зажигания;
- изучить принципиальную электрическую схему и определить назначение элементов принципиальной схемы;
- на принципиальной схеме провести обозначение узлов;
- изучить общее устройство коммутатора и перечислить основные узлы и элементы;
- изучить устройство печатной платы с навесными элементами и заполнить табл. 1.

*Таблица 1*

№п.п	Элемент	Тип элемента	Проводники, с которыми соединены элементы	Примечание
1	Транзистор			
2	Стабилитрон			
3	Диод			
4	Резистор			
5	Конденсатор			

- начертить эскиз установки элементов на печатной плате;
- изучить особенности конструкции преобразователя - распределителя и детально изучить устройство датчика, перечислить его элементы;
- начертить эскиз магнитной цепи преобразователя (магнитоэлектрического генератора).

#### 3.2.2. Снятие характеристики бесконтактной системы зажигания:

- подготовить стенд СПЗ-8М к работе; для этого необходимо установить переключатель двигателя в положение "Выключен"; тумблер калибровки в положение "Работа"; тумблер включения стенда в положение "Выключен"; рукоятку управления скоростью двигателя повернуть влево до упора; подключить кабель питания к сети 220В; подключить аккумуляторную батарею;
- установить преобразователь-распределитель в патрон держателя и с помощью соответствующей промежуточной вилки соединить конец вала с синхроскопом;

- концы обмотки преобразователя (рис. 4) соединить с вольтметром переменного тока (электронным с пределом измерения 0-100В);

- перевести тумблер включения стенда в положение "Вкл.", при этом загорается сигнальная лампа и вольтметр стенда показывает напряжение аккумуляторных батарей;

- установить переключатель электродвигателя в положение "Вкл." и, плавно поворачивая рукоятку управления частотой двигателя, установить частоту вращения 200, 500, 1000 мин<sup>-1</sup>; измерить напряжение с помощью вольтметра переменного тока. Результаты измерений записать в табл. 2.

Таблица 2.

Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	Выходное напряжение $U_2$ , В

- рукоятку управления частотой установить в исходное положение, подключить к обмотке преобразователя сопротивление около 1кОм;

- результаты записать в табл. 2, построить график зависимости напряжения преобразователя от частоты вращения для режима холостого хода и при нагрузке;

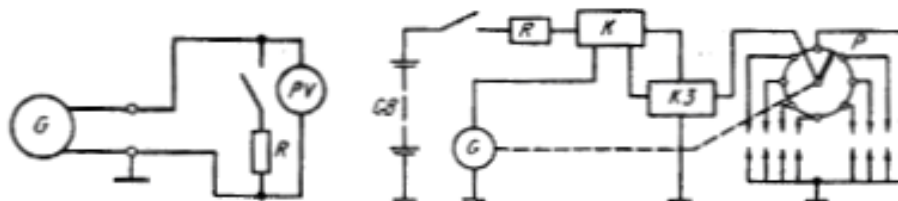


Рис. 4. Схема для снятия характеристики преобразователя - распределителя.

Схема для снятия характеристики бесконтактной системы зажигания:

$R_d$ - добавочное сопротивление, К - коммутатор, КЗ - катушки зажигания, G- преобразователь (магнетоэлектрический генератор), P – распределитель.

- собрать полностью бесконтактную транзисторную систему зажигания (Рис. 4);

- включить стенд и, не выключая электродвигателя, измерить вольтметром падение напряжения между массой и концом первичной обмотки катушки зажигания, а также падение напряжения на добавочном резисторе; затем определить напряжение, приложенное к первичной обмотке катушки зажигания;

- зашунтировать один искровой промежуток разрядника сопротивлением 1 МОм; перевести переключатель электродвигателя влево или вправо соответственно типу распределителя, вставить высоковольтные провода в гнезда крышки распределителя; средний провод соединить с центральным гнездом крышки; расположенные по кругу провода не рекомендуется перекрещивать при присоединении; перевести

переключатель вида проверок в положение "Состояние изоляции распределителя";

- рукояткой управления частотой двигателя установить частоту  $250 \text{ мин}^{-1}$  и, нажав на кнопку "Индикатор", ручкой искроразрядника установить искровой зазор, при котором обеспечивается бесперебойное искрообразование;

- аналогичные операции проделать при частотах 500, 1000, 1500 и  $2000 \text{ мин}^{-1}$ ; результаты занести в табл. 3.

- повернуть рукоятку управления двигателем влево до отказа; переключатель двигателя поставить в положение "Выключено".

Таблица 3

Частота вращения $n, \text{ мин}^{-1}$	$L, \text{ мм}$	$U_2 = 1,5 L, \text{ кВ}$

#### 4. Содержание отчета

В отчете по результатам лабораторной работы должны быть приведены следующие данные:

- наименование работы, цель и задачи;
- тип изучаемой системы зажигания, ее назначение, область применения и краткая техническая характеристика;
- принципиальная схема системы зажигания с обозначением узлов;
- краткое описание работы системы зажигания;
- краткое описание устройства коммутатора и заполненная таблица;
- краткое описание особенностей устройства преобразователя-распределителя;
- эскиз магнитной цепи датчика (магнитоэлектрического генератора);
- результаты исследования характеристик преобразователя;
- результаты измерения падения напряжения в элементах системы зажигания;
- рабочая характеристика системы зажигания;
- выводы о техническом состоянии системы зажигания.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия бесконтактной системы зажигания?
2. Какие способы защиты и с какой целью применяются в бесконтактной системе зажигания?
3. Какие функции выполняет диод VD10?
4. Каков принцип действия преобразователя?
5. Что произойдет при коротком замыкании между эмиттером и коллектором транзистора VT1?
6. Каково назначение магнитоэлектрического преобразователя?

7. Как изменится время накопления энергии при изменении частоты вращения коленчатого вала?

8. Можно ли регулировать время накопления энергии в бесконтактной системе зажигания?

9. Что необходимо сделать для того, чтобы вторичное напряжение в электронной системе зажигания оставалось величиной постоянной при изменении частоты вращения коленчатого вала?

10. Что произойдет при отключении (обрыве) обмотки преобразователя от коммутатора при работающем двигателе?

## Лабораторная работа № 5

### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ УКАЗАТЕЛЕЙ ПОВОРОТА

#### 1. Организационная часть

Цель работы:

- изучить конструкцию и технические характеристики магнитно-контактных и контактно-транзисторных реле поворота;
- изучить неисправности реле указателей поворота, методы и оборудование их выявления и устранения;
- научиться экспериментально снимать характеристики реле указателей поворота и оценивать их техническое состояние.

Время работы: 2 часа для студентов дневного отделения;

4 часа для студентов контрактной формы обучения.

#### 2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе студент должен изучить:

- назначение и конструкцию контактно-транзисторного РС-95IA реле указателей поворота;
- принцип действия и работу реле РС-950 и РС-95IA;
- зависимость частоты мигания реле от величины нагрузки и напряжения питания;
- схему контрольно-измерительного прибора стенда.

2.2. Требования, предъявляемые к реле указателя поворота для 12-ти вольтовой системы питания.

1. Частота мигания бортовой и контрольной ламп при температуре окружающей среды  $+15 \dots +25 \text{ }^\circ\text{C}$ , рабочем напряжении 11,5 - 14 В должна быть  $60 \dots 120 \text{ мин}^{-1}$ .

2. Время срабатывания, измеряемое от момента включения до появления первой вспышки бортовой лампы, должно быть не более двух секунд при температуре окружающей среды  $+15 \dots +25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

3. Реле указателя поворота должны быть работоспособными:

а) после пребывания при температуре окружающей среды в пределах -50 ... +65 °С;

б) при изменении величины напряжения в пределах 12 - 16 В;

в) при времени включения до 10 мин.

4. При изменении температуры от 10 до 50 °С и напряжения от 12 до 14 В частота мигания ламп должна быть в пределах 45-160 мин<sup>-1</sup>.

2.2.2. Реле указателя поворота.

Современные автомобили имеют устройство для указания поворота:

- сигнализатор поворота, при включении которого начинают мигать сигнальные лампочки правого или левого борта и контрольная лампочка перед водителем;

- по способу создания периодического процесса сигнализаторы подразделяются на контактные и бесконтактные, т.е. тепловые и с использованием *RC* цепочек(см. таблицу);

- по способу переключения нагрузки также контактные и бесконтактные, по способу подключения нагрузки - последовательного подключения и параллельного.

*Таблица 1*

Реле поворота

По способу подключения нагрузки	Контактные	Бесконтактные
По способу задания частоты	Тепловые контактные РС-57Б, РС-401	Электронные РС-950, РП-2С, РС-951А

2.2.3 Принцип действия контактно-транзисторных прерывателей сигнализаторов поворота и аварийной сигнализации.

Контактно-транзисторный прерыватель указателей поворота и аварийной сигнализации РС-551А имеет:

- задающее устройство - генератор импульса тока;
- исполнительное электромагнитное реле;
- реле контроля неисправности ламп указателя поворота автомобиля;
- реле контроля неисправности ламп указателя поворота прицепа;
- электронную защиту.

Задающее устройство обеспечивает частоту прерывания тока исполнительным реле, равную  $90 \pm 30$  мин<sup>-1</sup>, при отношении продолжительности включения и выключения ламп указателей поворотов и аварийной сигнализации как 4:7. Продолжительность первого включения ламп не более 1 с. При перегорании одной из ламп указателей поворота автомобиля или прицепа на пробном щитке престаёт мигать контрольная лампочка автомобиля или прицепа. Включение систем аварийной сигнализации осуществляется выключателем в положение 2. При этом указатели поворотов обеих бортов Н1 - Н6 работают синхронно в мигающем режиме, независимо от положения переключателя указателей



поворота и выключателя приборов и стартеров. Одновременно мигает контрольная лампочка Н7.

Генератор импульсов тока собран по схеме генератора с электромеханической обратной связью. При включении выключателя "Масса" аккумуляторных батарей прерыватель находится под напряжением. Если переключатель указателей поворота А1 находится в нейтральном положении, то генератор не вырабатывает импульсов и прерыватель не коммутирует цепь указателей. В этом состоянии транзистор VT1 закрыт напряжением, определяющим резисторами моста R1, R2, R4 и R11. Кроме этого, закрытыми являются и транзисторы VT2 - VT3. База транзистора VT3 имеет принудительное смещение в обратном направлении за счет включения в эмиттер диода VD3. Исполнительное реле К1 обесточено, контакты К1 разомкнуты (схемы реле РС-951А приведены на стенде и в [3, с.77, рис.173]).

При включении указателя поворота А1 последовательно соединенный с холодной нитью ламп диод VD1 резистор R5 подключаются параллельно резистору R4. Мост, состоящий из резисторов R1, R2, R4, R11, получает дополнительный разбаланс. На базе транзистора VT1 образуется положительный потенциал по отношению к эмиттеру и он отрывается. Открываются транзисторы VT2 и VT3. Срабатывает реле К1, контакты его подключают лампы указателя к клемме "+" источника питания. Конденсатор С1 заряжается по цепи: "клемма +" источника питания - резистор R14 - переход "база - эмиттер" - транзистор VT1 и резистор R4.

При зарядке конденсатора С1 транзисторы VT1, VT3 удерживаются в открытом состоянии. Резистор R5 в это время оказывается не подключенным параллельно резистору R4, так как диод VD1 смещен в обратном направлении по отношению к положительному потенциалу на контактах исполнительного реле К1.

По истечении некоторого времени заряда конденсатора С1 его ток оказывается недостаточным для удержания транзистора VT1 в открытом состоянии. Транзисторы VT1 - VT3 закрываются, цепь указателей ламп поворотов обесточивается. Элементы прерывателя возвращаются в исходное состояние, за исключением конденсатора С1, который оказывается заряженным. Разряд конденсатора С1 происходит по цепи: холодные нити ламп указателей - источник питания - резисторы R1 и R3. При этом на базе транзистора VT1 образуется отрицательный потенциал по отношению к эмиттеру, который и удерживает его в закрытом состоянии некоторое время, соответствующее времени отключения ламп. После зарядки конденсатора процесс образования импульсов тока (коммутирование цепи ламп указателей) повторяется. Величину емкости конденсатора С1 и продолжительность перезаряда транзисторов определяют продолжительностью включения и выключения ламп указателей.

Цепочка R7, VD2 служит для гашения обратных токов катушки реле К1. Диод VD4 необходим для шунтирования обратных импульсов тока, появляющихся в электропроводке при переходных процессах.

Электронная защита содержит тиристор, транзистор VT4, диод VD5, конденсатор C2 и резисторы R12, R13, R14.

Электронная защита действует следующим образом. При возникновении короткого замыкания падение на резисторе R14 резко увеличивается. Напряжение смещения на базе транзистора VT4 становится достаточным для его открывания. На управляющем электроде тиристора появляется напряжение, и он открывается. При этом уменьшается разбаланс моста R1, R2, R11 и R4. На эмитторе транзистора VT1 образуется положительный потенциал по отношению к базе, и он закрывается. Конденсатор C2 предотвращает срабатывание электрозащиты от одиночных импульсов тока. Диод VD5 ограничивает максимальную величину напряжения смещения на базе транзистора в пределах 0,7 - 0,8 В.

Реле K2 и K3 контрольных ламп имеет по две обмотки.

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Необходимое оборудование и приборы:

- схемы и плакаты;
- реле указателя поворота РС-950;
- стенд контроля;
- источник питания 12 В, 5 А.

#### 3.2. Описание стенда контроля характеристик реле указателей поворота.

Стенд контроля состоит из реле времени, срабатывающего через 1 мин после включения электросекундомера П-30 со схемой установки нуля включения, электромеханического счетчика с усилителем, блока питания.

Схема включения указателей поворота при помощи контактно-транзисторного прерывателя РС-951 А приведена на стенде.

#### 3.3. Порядок проведения работы.

##### 3.3.1. Исследование влияния напряжения на частоту мигания реле РС-950:

- присоединить к стенду источник питания 12 В;
- присоединить к стенду реле поворота РС-950;
- включить напряжение на стенде включателем "Сеть";
- установить на электронном секундомере ноль, для чего последовательно нажать кнопки "Выкл.", "Уст. О", "Вкл. 2";
- переключатель "Нагрузка" установить в крайнее против часовой стрелки положение;
- установить заданное напряжение на входе источника питания рукоятками на нем;
- указатель поворота установить в положение "Левое";
- нажать на кнопку "Контроль тока" и отметить величину тока;
- нажать на кнопку "Пуск" на секундомере и отсчитать по счетчику число миганий за одну минуту.

Исследование проводить при изменении напряжения в диапазоне 9...14 В. Результаты исследований свести в табл. 1.

Таблица 1

Напряжение питания $U$ , В	Ток нагрузки $I_n$ , А	Частота миганий $n$ , мин <sup>-1</sup>

Построить график зависимости  $n = F(U)$  аппроксимирующей зависимости  $n = a + b U$ .

3.3.2. Исследование влияния нагрузки на частоту мигания реле РС-950.

- подготовить стенд по п. 3.3.1; указатель поворота включить в положение "Левое";

- переключая количество подсоединенных ламп переключателем "Нагрузка" при постоянном напряжении питания 12 В, снять зависимость частоты мигания от мощности подключенных ламп. Результаты замеров свести в табл. 2.

Таблица 2

Мощность подключенных ламп $P$ , Вт	Ток нагрузки $I_n$ , А	Частота миганий $n$ , мин <sup>-1</sup>

Построить графики зависимости  $n = F(P)$  и аппроксимационной зависимости  $n = a + b U$ .

3.3.3. Проконтролировать влияние нагрузки на реле поворота РС-950 А автомобиля КамАЗ:

- включить источник питания на 28 В;

- подключить выносной стенд контроля;

- переключая тумблер "Лев. - Прав." и включая рукоятку аварийной сигнализации, на слух отметить изменение частоты мигания;

- сделать вывод о качестве реле поворота автомобиля КамАЗ.

3.3.4. Произвести сглаживание результатов эксперимента и представить результаты в виде  $n = a + bU$  и  $n = a + bP$ .

#### 4. Содержание отчета

В отчете по результатам лабораторной работы должны быть проведены следующие данные:

- цель и задание работы;

- краткое теоретическое содержание: принципиальная схема реле

приведена на стенде контроля;

- таблицы замеров;

- графики;

- результаты математической обработки результатов измерений;

- аппроксимация зависимости  $n = f(E)$  и  $n = f(P)$  по линейному закону  $n = a + b U$  и  $n = a + b P$ ;
- определение абсолютной и относительной погрешностей аппроксимации;
- выводы.

## 5. Контрольные вопросы

1. Объяснить характер зависимости частоты мигания от напряжения и нагрузки.
2. Каков принцип действия контактно - транзисторного реле поворота?
3. Назначение и принцип действия переключателя аварийного состояния.
4. Принцип действия электронной защиты в реле поворота РС-951А.

Примечание: Техническая атмосфера = 98.0665 кПа.

## Лабораторная работа № 6

### ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

#### 1. Организационная часть

Цель работы: ознакомление с устройством и электрическими характеристиками генератора постоянного тока с электромагнитным возбуждением, встроенным выпрямителем и регулятором напряжения, а так же с методикой проверки генераторов переменного тока и реле-регулятором.

Время работы: 2 часа для студентов дневного отделения;

4 часа для студентов контрактной формы обучения.

#### 2. Теоретическая часть

При подготовке к работе студент должен изучить:

1. Назначение и устройство генераторов переменного тока с электромагнитным возбуждением.
2. Электрические характеристики генераторов переменного тока с электромагнитным возбуждением.
3. Способы проверки генераторов.
4. Принцип действия и особенности работы реле регулятора РР-350.

#### Общие сведения

При работающем двигателе питание потребителей электрической энергии, а так же заряд аккумуляторной батареи обеспечивает генератор. В тех случаях, когда мощности генератора недостаточно для питания всех подключенных потребителей, недостающую энергию отдает батарея. Мощность генератора выбирают таким образом, чтобы не было чрезмерного разряда аккумуляторной батареи.

Обычно генераторы устанавливают в передней части двигателя на специальных кронштейнах, а привод осуществляют клиноременной передачей от коленчатого вала. Поэтому частота вращения ротора генератора пропорциональна частоте вращения коленчатого вала двигателя и изменяется в значительных пределах. Большой диапазон изменения частоты вращения генератора вызывает изменение в широких пределах его напряжения. А так как потребители рассчитаны на работу при изменении напряжения в определенных пределах и то же требование предъявляется к напряжению заряда аккумуляторной батареи, в схемы генераторов включают устройство, обеспечивающее его стабилизацию - регулятор напряжения. Вместе генератор и регулятор напряжения образуют генераторную установку.

В качестве генераторов на современных автомобилях применяются синхронные машины переменного тока с электромагнитным возбуждением. Так как для питания и в особенности для заряда аккумуляторной батареи необходим постоянный ток, в генераторы встраивают выпрямители выполненные на полупроводниковых диодах.

До недавнего времени на автомобилях применялись генераторы постоянного тока. Их замена генераторами переменного тока произошла благодаря развитию электроники и возможности применения дешевых и надежных выпрямителей. Достоинство генераторов переменного тока по сравнению с генераторами постоянного тока: расширение рабочего диапазона частот вращения, большой срок службы, меньшая масса при той же отдаваемой мощности, уменьшение трудоемкости технического обслуживания. Генераторы постоянного тока необходимо было защищать от перегрузки и разряда аккумуляторной батареи через его обмотки, для чего устанавливались ограничитель тока и реле обратного тока. Генераторы переменного тока обладают свойством самоограничения максимальной силы тока, а встроенный выпрямитель препятствует разряду батареи через его обмотки.

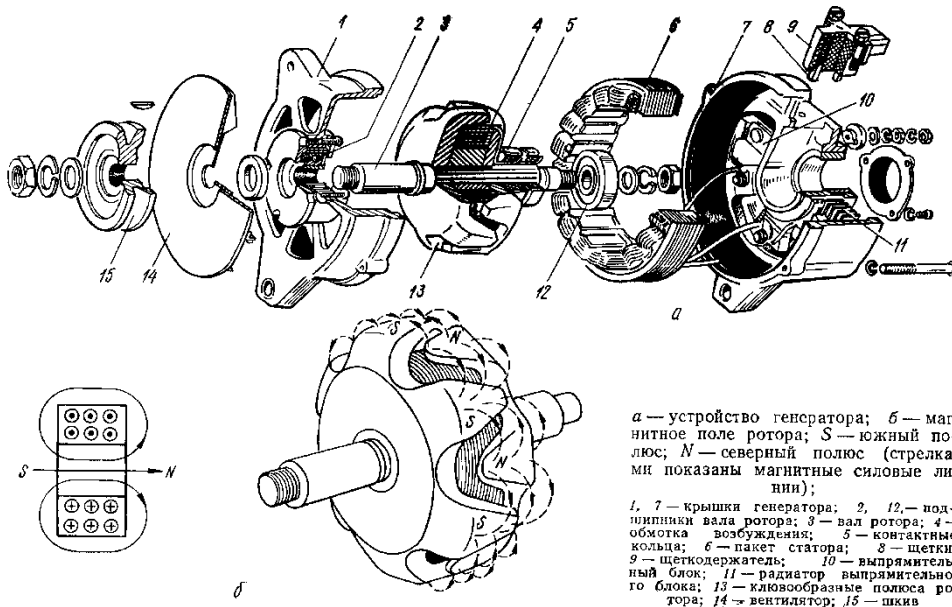
Напряжение генераторной установки выбирают исходя из того, чтобы не было перезаряда и повышенного разряда аккумуляторной батареи. На величину напряжения, удовлетворяющую данным требованиям, оказывают влияние климатические условия и режим эксплуатации автомобиля, а также место установки аккумуляторной батареи.

Поэтому диапазон изменения напряжения генераторных установок находится в пределах 13,3 - 15,5 В при номинальном напряжении питания потребителей 12 В. В схемах с номинальным напряжением 24 В напряжение генератора в два раза больше.

## Устройство генератора

Основными узлами генератора являются ротор, статор, выпрямительное устройство и щеточный узел.

Ротор генератора (рис.1,а) содержит обмотку возбуждения 4. Она выполнена в виде круглой катушки, намотанной на втулку. Катушка установлена на валу 3 ротора и зажата между двумя клювообразными половинами 13 сердечника ротора. Половины напрессованы на вал ротора. Такой сердечник называют сердечником с явно выраженными полюсами. Клювы одной половины являются северным полюсом магнита, а клювы другой половины - южным. Концы обмотки возбуждения 4 выведены на контактные кольца 5, по которым при вращении ротора скользят щетки 8 щеткодержателя 9. Обычно одна из щеток соединяется с выводом, через который подается питание обмотки возбуждения, а другая щетка соединена с корпусом генератора. Есть генераторы, у которых обе щетки соединены с изолированными проводами.



а — устройство генератора; б — магнитное поле ротора; S — южный полюс; N — северный полюс (стрелками показаны магнитные силовые линии);  
 1, 7 — крышки генератора; 2, 12 — подшипники вала ротора; 3 — вал ротора; 4 — обмотка возбуждения; 5 — контактные кольца; 6 — пакет статора; 8 — щетки; 9 — щеткодержатель; 10 — выпрямительный блок; 11 — радиатор выпрямительного блока; 13 — клювообразные полюса ротора; 14 — вентилятор; 15 — шкив

Рис. 1 Устройство генератора

Статор генератора состоит из сердечника 9, набираемого из изолированных листов магнитомягкой электротехнической стали, и обмотки 12. Внутренняя поверхность сердечника статора имеет равномерно расположенные по окружности зубцы 11. Количество пазов кратно трем. В пазах между зубцами укладываются витки катушек обмотки 12 статора. Изоляция катушек от сердечника осуществляется электротехническим картоном и пропиткой статора в сборе изоляционным лаком. Каждая из трех фаз обмотки статора содержит одинаковое число последовательно соединенных катушек. Этим объясняется кратность числа пазов и катушек трем. Три вывода 10 обмотки статора присоединяются к выпрямительному устройству.

Магнитная цепь генератора (рис. 1,б) образуется стальной втулкой, на которой расположена обмотка возбуждения, двумя половинами сердечника ротора, клювы которых образуют полюсные наконечники, и зубцами сердечника статора.

Обмотка возбуждения генератора получает питание от генератора или аккумуляторной батареи. Небольшой постоянный ток, поступающий в обмотку возбуждения через щетки и контактные кольца, вызывает появление магнитного потока. Магнитный поток в осевом направлении проходит через втулку, затем в радиальном направлении по левой половине сердечника ротора и его полюсному наконечнику (клюву) а через воздушный зазор - в сердечник статора. Выйдя из сердечника статора, магнитный поток через воздушный зазор и полюсный наконечник правой половины б сердечника ротора замыкается через втулку. Так как полюсные наконечники левой и правой половины сердечника ротора смещены в пространстве, происходит соответствующее смещение магнитного потока. Поэтому, входя в статор через один зубец, из статора магнитный поток выходит через другой зубец, при этом пересекая катушки статора. При вращении ротора под каждым зубцом происходит постоянное чередование северного и южного полюсов ротора, приводящее к изменению пересекающего катушки статора магнитного потока по величине и направлению. В результате в ее фазных обмотках наводится переменная ЭДС, имеющая форму синусоиды, которая выпрямительным устройством преобразуется в постоянную ЭДС.

Выпрямительное устройство современных генераторов типа ВПВ состоит из шины, в которую запрессованы диоды обратной проводимости, и шины, в которую запрессованы диоды прямой проводимости. У диодов прямой проводимости отрицательный вывод, а у диодов обратной проводимости положительный вывод припаиваются непосредственно к корпусу диода. Поэтому шина служит положительным, а шины отрицательным выводом выпрямительного устройства и, следовательно, генератора. Положительный вывод каждого отрицательного диода соединяется с отрицательным выводом одного из положительных диодов и выводом одной фазы статора.

### *Характеристики генераторов*

На автомобилях генераторы работают в условиях постоянно изменяющихся частоты вращения и тока нагрузки. При этом должно обеспечиваться в определенных пределах постоянство напряжения генератора.

Генераторы характеризуются прежде всего номинальными данными: напряжением, током, мощностью.

Номинальное напряжение генераторов, работающих в схемах электрооборудования с номинальным напряжением 12 В. Номинальный ток генератора - это максимальный ток нагрузки, который может выработать генератор при частоте вращения ротора 5000 мин<sup>-1</sup> и номинальном

напряжении. Значения номинального напряжения и тока наносятся на крышке генератора. Номинальная мощность определяется как произведение номинального напряжения и номинального тока.

Энергетические возможности генераторов характеризуются токоскоростной характеристикой. Это зависимость тока  $I$ , отдаваемого генератором от частоты вращения ротора  $n$  (рис.2). Характеристика снимается при номинальном напряжении генератора и постоянном обычно номинальном напряжении на обмотке возбуждения.

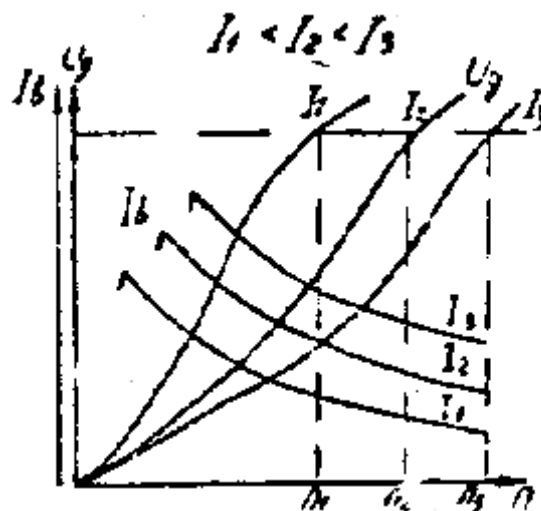


Рис. 2 Скоростная, регулировочная и нагрузочная характеристики

Эта характеристика чрезвычайно важна, так как она показывает возможности генератора при различной частоте вращения ротора. Из рис.2 видно, что без нагрузки напряжение генератора достигает номинальной величины при частоте вращения  $n_0$ , которая у различных генераторов колеблется от 900 до 1200 мин<sup>-1</sup>.

Кривая  $I = f(n)$  имеет характерную форму кривой насыщения, когда при больших частотах вращения значения тока асимптотически приближаются к какому-то постоянному значению, форма кривой  $I = f(n)$  свидетельствует о способности генераторов к самоограничению силы тока. Это происходит по двум основным причинам: вследствие увеличения реакции якоря с увеличением нагрузки и увеличения полного сопротивления обмотки статора при увеличении частоты вращения ротора.

Якорем в синхронной машине является статор. При протекании по обмотке статора тока возникает магнитное поле статора, которое направлено против основного магнитного поля ротора и размагничивает его. При увеличении тока нагрузки возрастает ток обмотки статора, усиливается его магнитное поле, что приводит к увеличению размагничивания магнитного поля ротора. В результате в катушках статора наводится меньшая по



величине ЭДС и ограничивается максимальной силой тока, отдаваемого генератором.

Полное сопротивление  $Z$  обмотки статора, по которой протекает переменный ток, складывается из активного  $R$  и индуктивного  $X_1$  сопротивлений:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_1^2} .$$

Активное сопротивление обмотки статора зависит только от температуры. С увеличением температуры оно повышается. Поэтому с увеличением температуры ток отдачи генератора несколько понижается. Индуктивное сопротивление  $X_1 = \omega L$ , а так как частота переменного тока в обмотке статора связана с частотой вращения ротора  $n$  выражением  $f = n / 30$ . Полученное выражение показывает линейное возрастание индуктивного сопротивления с увеличением частоты вращения ротора. Таким образом, полное сопротивление возрастает с увеличением частоты вращения ротора. Это приводит к увеличению сопротивления всей цепи и при условии поддержания на генераторе номинального напряжения препятствует нарастанию тока генератора с увеличением частоты вращения ротора.

Основные точки характеристики определяют частота вращения  $n_0$ , называемая начальной частотой вращения ротора без нагрузки; частота  $n_n$ , называемая начальной частотой вращения ротора под нагрузкой  $I_n$ , и частота вращения  $5000 \text{ мин}^{-1}$  при максимальной нагрузке генератора  $I_{max}$ .

Начальная частота вращения нормируется паспортными данными на конкретные типы генераторов. Задается она для двух состояний генератора: холодного и горячего. Температура генератора в холодном состоянии должна быть в пределах  $15 - 35 \text{ }^\circ\text{C}$ . Горячее состояние соответствует установившейся температуре генератора, работающего в режиме номинальной мощности.

Указанные характеристики могут задаваться для двух вариантов питания обмотки возбуждения: при питании обмотки возбуждения собственно генератора (самовозбуждение) и при питании от постороннего источника питания (независимое возбуждение). Ток, отдаваемый генератором при самовозбуждении, будет меньше тока, отдаваемого генератором при независимом возбуждении, так как в первом случае часть его идет на питание обмотки возбуждения.

Характеристики начала отдачи тока генератора без встроенных регуляторов напряжения задаются при напряжении питания обмотки возбуждения, равном номинальному, как при независимом возбуждении, так и при самовозбуждении. Наличие встроенного регулятора напряжения обуславливает необходимость подачи такого напряжения, при котором регулятор еще не вступает в работу. Поэтому питание обмотки возбуждения генераторов с встроенными регуляторами напряжения осуществляется при

13 В, и характеристики генераторов с самовозбуждением задаются так же при напряжении на их выводах 13 В.

### *Регулирование напряжения генератора*

Как уже было сказано, в генераторах необходимо поддерживание напряжения в определенных пределах, и эти функции выполняют регуляторы напряжения, включенные в цепь обмотки возбуждения генератора.

Напряжение генератора переменного тока  $U_r$  со встроенным выпрямительным блоком можно выразить зависимостью

$$U_r = E_r - U_0 - Z I_r = C n \Phi - U_0 - Z I,$$

где  $E_r = C n \Phi$  - ЭДС генератора;  $C$  - постоянный коэффициент генератора;  $n$  - частота вращения ротора;  $\Phi$  - магнитный поток;  $U_0$  - падение напряжения на выпрямительном устройстве;  $Z$  - полное сопротивление обмотки статора;  $I_r$  - ток генератора (среднее значение выпрямительного тока).

Без учета остаточного магнитного потока полюсов ротора магнитный поток генератора выражается зависимостью

$$\Phi = I_e / (a + b I_e),$$

где  $I_e$  - ток возбуждения;  $a$  и  $b$  - постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции генератора и применяемых магнитных материалов.

Подставляя последнюю зависимость в выражение для напряжения генератора, получим:

$$U_r = C n I_e / (a + b I_e) - U_0 - Z I.$$

Из полученной зависимости ясно, что постоянства напряжения генераторов при изменении частоты вращения и нагрузки можно добиться, изменяя силу тока возбуждения. Повышение частоты вращения должно сопровождаться уменьшением тока возбуждения, а увеличение нагрузки - увеличением тока возбуждения.

На автомобилях для регулирования напряжения генераторов применяются регуляторы напряжения дискретного типа. В основу работы этих регуляторов положен принцип действия различного рода реле. Рассмотрим работу регулятора на примере простейшего вибрационного (электромагнитного) регулятора напряжения.

Регулятор напряжения модель 201.3702 предназначен для работы с генераторами обеих моделей указанных выше. Электрическая схема его показана на [3, с. 19, рис. 40].

Модификации регуляторов напряжения обеспечивают различный уровень регулируемого напряжения. Так как при подключенной аккумуляторной батарее и частоте вращения ротора генератора 2850-3150

мин<sup>-1</sup> и токе нагрузки 14 А (генератор модели Г 250 И1) и 20 А (генератор модели 32.3701) величина регулируемого напряжения составляет 13.8...14.5 (регулятор 201.3702) и 13.3...14 В (модель 2017.3702).

Работает регулятор следующим образом. При замкнутых контурах выключателей зажигания *S2* [3, с. 19, рис. 40] и массы *S1*, напряжение подается клеммам регулятора "плюс" и "минус". Входной делитель (*R1*, *R2*, *R3*, *R4*) рассчитан таким образом, чтобы напряжение аккумуляторной батареи было недостаточно для открывания транзистора *VT2*.

В этот момент транзисторы *VT2* и *VT4* находятся в закрытом состоянии, а транзисторы *VT6*, *VT7* открываются током, протекающим по цепи:

плюсовая клемма аккумуляторной батареи - указатель тока - выключатель *S2* - плюсовая клемма регулятора - эмиттер - база транзистор *VT6*, резистор *R14*, *R13*, *R12* - клемма "минус" регулятора - корпус автомобиля - клемма "минус" аккумуляторной батареи. При этом разность потенциа-

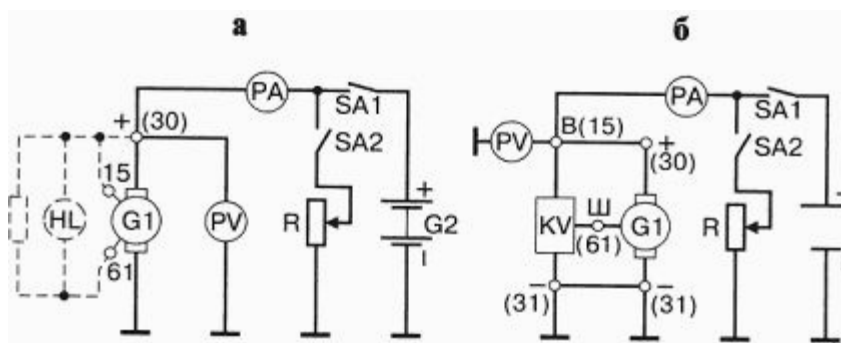


Рис. 3 Схемы проверки генераторных установок на стенде:

а - со встроенным регулятором напряжения;

б - с вынесенным регулятором напряжения.

лов на обкладках конденсатора *C2* близка к нулю, а тока в его цепи нет. Благодаря этому закрыт транзистор *VT3* защиты вывода "Ш" от короткого замыкания с массой.

В этом случае по цепи обмотки возбуждения генератора протекает ток, ограничиваемый только активным сопротивлением обмотки возбуждения и падением напряжения на переходах коллектор - эмиттер насыщенного транзистора *VT7*.

Когда двигатель запущен и повышается частота вращения ротора генератора, уровень напряжения на клеммах "плюс" и "минус" генераторной установки начинает возрастать. В этом случае повышается напряжение, приложенное к входному делителю (*R1*, *R2*, *R3*, *R4*). Когда оно достигает необходимой величины, открываются транзисторы *VT2* и *VT4*.

Напряжения на переходах коллектор-эмиттер транзистора *VT4* резко уменьшается, транзисторы *VT6* и *VT7* закрываются. Вследствие этого на переходах коллектор-эмиттер транзистора *VT7* протекает ток по цепи

конденсатор С2, резистор R9, база-эмиттер транзистора VT3. Этот ток открывает транзистор защиты и обеспечивает форсированное открытие управляющего и запирающие силовых транзисторов. Ток в цепи обмотки возбуждения уменьшается, а значит, уменьшается и напряжение тока, вырабатываемого генератором.

Когда регулируемое напряжение снизится до уровня, при котором закрывается транзистор VT2, закрывается и управляющий транзистор VT4, а транзисторы VT6 и VT7 открываются. В этот момент транзистор защиты VT3 закрывается, а конденсатор С2 разряжается по цепи: диод VD5 - ограничительный резистор R11 - переходы коллектор-эмиттер силового транзистора VT7. К базе управляющего транзистора VT4 через резистор R10 прикладывается положительный потенциал, форсирующий процесс отпирания силового транзистора VT7.

Далее процесс регулирования напряжения протекает аналогично описанному выше. В результате величина напряжения автоматически поддерживается на заданном уровне.

Чтобы снизить влияние пульсаций напряжения электрического тока, вырабатываемого генератором, на уровень регулируемого напряжения между соединением резисторов R3, R4 и эмиттером измерительного транзистора VT2 включен конденсатор С1. Резистор R6 предназначен для повышения частоты переключений регулятора.

В случае короткого замыкания в обмотке возбуждения транзисторы VT3, VT4, VT6 и VT7 образуют релаксационный генератор. Автоколебания, формируемые этим генератором, возникают следующим образом. При открытом транзисторе VT7 и замкнутой обмотке возбуждения в первоначальный момент времени ток в цепи транзистора VT7 ограничивается индуктивным сопротивлением присоединительных проводов. В дальнейшем работа транзистора VT7 переходит в линейный режим усиления, в связи с чем напряжение на его переходах коллектор-эмиттер начинает возрастать, а в цепи конденсатор С2 - резистор R9 - переход база-эмиттер транзистора VT3 - возникает ток, открывающий транзисторы VT3 и VT4. Силовой транзистор VT7 при этом закрывается.

В таком состоянии цепь находится некоторое время. После завершения заряда конденсатора С2 транзисторы VT3 и VT4 закрываются, а силовой транзистор VT7 открывается. При этом конденсатор С2 быстро разряжается через диод VT5, резистор R11 и открытый транзистор VT5.

Далее процесс протекает аналогично описанному выше. В режиме устойчивых автоколебаний через силовой транзистор VT7 протекает импульсный ток, незначительным средним значением которого можно пренебречь, если номинальное значение резистора R9 значительно больше значения резистора R11. После устранения короткого замыкания обмотки возбуждения регулятор включается в работу автоматически.

Во время эксплуатации регулятор напряжения не регулируется. Поэтому вскрывать его не рекомендуется.

Отказ регулятора может произойти вследствие неправильной эксплуатации или скрытого дефекта его элементов. Ремонт регулятора напряжения должен производиться только специалистами.

Характерные неисправности регулятора напряжения и методы их устранения указаны в табл. 1.

Таблица 1

Вероятная причина неисправности	Методы устранения
1	2
Уровень регулируемого напряжения непрерывно возрастает при увеличении частоты вращения ротора генератора	
Пробиты переходы коллектор-эмиттер транзистор силового транзистора КТ 837Х	Заменить
Нарушена целостность монтажа схемы регулятора	Восстановить целостность монтажа
Уровень регулируемого напряжения равен напряжению аккумуляторной батареи и не прерывно уменьшается при включении нагрузки и увеличении оборотов генератора	
Обрыв в цепи эмиттер-коллектор транзистор силового транзистора КТ 837Х	Заменить
Пробиты переходы коллектор – эмиттер транзистора КТ 3107 В	То же
Нарушена целостность монтажа схемы регулятора	Восстановить целостность монтажа
Самопроизвольное уменьшение напряжения стабилизации стабилитрона Д818Б ниже нормы	Заменить стабилитрон

Проверять регулируемое напряжение можно как на специальном стенде, так и непосредственно на автомобиле. Для этого необходимо запустить двигатель, установить среднюю частоту вращения ротора генератора, включить дальний свет фар и отопитель. Измерить напряжение. При этом вольтметр должен быть подключен к выводам "плюс" и "минус" регулятора напряжения.

Запрещается даже кратковременно замыкать выводы регулятора и генератора между собой и на корпус ("проба на искру"). Недопустимо также неправильно присоединять провода к выводам и подключать с обратной полярностью аккумуляторную батарею или другой посторонний источник

электроэнергии, проверять исправность схемы регулятора напряжения при помощи мегомметра.

### *Характеристики индукторных генераторов переменного тока*

Генераторы характеризуются мощностью  $P$ , начальной частотой вращения и максимальной частотой вращения ротора. Мощность ограничивается нагревом обмоток, которые при работе не должны превышать опасной для генератора величины. Максимальная частота вращения ротора ограничивается механической прочностью. Начальная частота вращения ротора при генераторе развивает номинальное напряжение, определяется по скоростной характеристике. На рис. 32 и рис. 34 [3, стр. 16] приведены характеристики самовозбуждения генератора: при холостом ходе.

$$I_n = 0 \quad (I_n = I_{max} \text{ при номинальной нагрузке генератора}).$$

Как видно из этих кривых, напряжение генератора вначале растет очень медленно, пропорционально частоте вращения и только за счет остаточного магнитного потока полюсов. Затем генератор возбуждается и его напряжение при дальнейшем увеличении частоты вращения резко возрастает.

Точки пересечения характеристик самовозбуждения с линией нормального /расчетного/ напряжения  $U_{расч}$  равно 14.0 или 28 В, определяют начальную частоту вращения соответственно  $n_0$ ,  $n_N$  : при холостом ходе и полной нагрузки генератора.

Зависимость начальной частоты вращения от нагрузки дает нагрузочная характеристика  $I_n = f(n)$ , которая может быть получена из характеристик или опытным путем. Эта характеристика изображена на рис. 33 [3, стр. 16]. По оси абсцисс откладываются значения начальной частоты вращения  $n_0$ ,  $n_N$ , по оси ординат соответствующее значение тока нагрузки генератора  $I_n = 0$ ,  $I_n = I_N$ .

У генераторов переменного тока характеристика  $I_n = f(n)$  имеет криволинейный характер и напоминает экспоненту. Криволинейность характеристики объясняется тем, что в генераторе переменного тока напряжение падает в основном за счет индуктивного сопротивления обмотки статора, которое растет с увеличением частоты, последняя же, пропорциональна частоте вращения ротора генератора.

Изменяя количество витков выходной обмотки, можно получить характеристику  $I_n = f(n)$  более полной формы с меньшим значением начальной частоты вращения при холостом ходе.

При такой характеристике значительно лучше обеспечивается зарядка батареи во время городской езды; кроме того, ток генератора с увеличением частоты вращения возрастает медленнее предельное значение намного превышает его номинальную величину.

Размеры генератора должны рассчитываться по режиму, для которого отношение  $P / n$  имеет максимальную величину. Следовательно, режим, соответствующий максимуму кривой  $P / n$ , и является номинальным, соответствующее ему значение тока  $I_N$  и частота вращения  $n_N$  -

номинальным значением тока и частоты вращения, по которым и рассчитывается генератор. Определить точку номинального режима по характеристике  $I_n = f(n)$  можно и без построения кривой соотношения. Для этого нужно из начала координат провести касательную к характеристике  $I_n = f(n)$ , точка касания определяет номинальные величины.

Максимальный ток генератора  $I_{max}$ , работающего с самоограничением отдаваемого тока, больше, чем его номинальный ток однако перегрузка сверх номинального тока, возможна только при большой частоте вращения допустима и не приводит к перегреву, т.к. с увеличением частоты вращения улучшается охлаждение генератора.

### *Техническое обслуживание генераторов*

При обслуживании автомобиля производится контроль работы и техническое обслуживание генератора переменного тока. При осуществляется ЕО и ТО-1 производится контроль генератора по работе электрооборудования автомобиля.

При проведении ТО-2 и сезонного обслуживания, техобслуживание проводится в следующей последовательности:

- осмотр и при необходимости очистка наружной поверхности генератора от пыли, грязи и масла;
- проверка и при необходимости закрепление генератора и отрегулировка натяжение приводного ремня генератора.

После пробега автомобилем 25 - 30 тыс. км при подготовке к зимней эксплуатации: снять с двигателя генератор, при необходимости разобрать его и заменить изношенные детали, продуть внутреннюю полость сжатым воздухом, собрать генератор, затянуть шпильки и гайку креплением шкива. проверить генератор на стенде с номинальной нагрузкой и установить на двигатель.

## 3. Исследовательская часть

### 3.1 Необходимые приборы и приспособления:

- контрольно-испытательный стенд 2214;
- амперметр 5 А;
- генераторная установка переменного тока, включающая генератор, встроенный выпрямитель и регулятор напряжения;
- муфты переходные;

### 3.2 Описание установки.

В качестве установки для исследования реле регуляторов и генераторов используется стенд 2214, состоящий из основания с рабочим столом и панели приборов. В основании расположены датчики тахометра и динамометра, выключатели стартера и электродвигателя по коллектору, что обеспечивает плавное изменение частоты вращения приводного вала в пределах 0-5000 мин.<sup>-1</sup> на первой и 0- 10000 мин.<sup>-1</sup> на второй передачах.

Соединение проверяемого генератора с приводным валом стенда осуществляется с помощью сменных переходных муфт. Проверяемые генератор и стартер крепятся в зажиме.

На панели приборов установлены узлы амперметра, вольтметра и омметра, панели выводов и др.

Узел амперметра включает в себя амперметр, переключатель диапазонов и два шунта на 20А и 50А. Узел вольтметра включает вольтметр.

переключатель диапазонов и добавочное сопротивление. Нагрузочное сопротивление представляет собой реостат ползункового типа, для включения реостата необходимо повернуть его рукоятку против часовой стрелки до упора.

Узел омметр - тахометра включает в себя указательный прибор и схемы омметра и тахометра.

Двух предельный омметр собран по схеме неуравновешенного моста, разорванного сопротивлениями, в диагональ которого включен указательный прибор. Полупроводниковый диод служит для ограничения обратного тока в цепи прибора. Переключение омметра с предела 0-200 Ом осуществляется включением добавочных сопротивлений переключением. Установка нуля омметра производится сопротивлением при короткозамкнутой внешней цепи. Проверяемое сопротивление подключается через розетку.

Тахометр электроимпульсного типа служит для измерения частоты вращения приводного вала стенда. Работа тахометра происходит следующим образом: конденсатор заряжается от источника постоянного напряжения 12 В, когда выступ правого конца датчика тахометра замкнет цепь между щетками (С - В). При дальнейшем повороте приводного вала стенда, выступ левого кольца замкнет щетки (А - Б) и конденсатор будет разряжаться через указательный прибор, который показывает среднее значение тока в цепи, пропорциональное частоте вращения приводного вала стенда. Конденсатор служит для сглаживания пульсации тока. Установка нуля тахометра осуществляется переменным сопротивлением. При работе привода на первой передаче (0 - 5000 мин<sup>-1</sup>) при установке нуля необходимо стрелку совместить с красной риской в конце шкалы. При работе на второй передаче (0 - 10000 мин<sup>-1</sup>) стрелку необходимо совместить с красной риской в середине шкалы, а показания указательного прибора удваивать.

### 3.3 Порядок выполнения работы

3.3.1. Исходное положение рукояток стенда и используемого оборудования:

-установить генератор на стенд. При этом необходимо соблюдать соосности генератора и муфты стенда;

- включить выносной источник постоянного напряжения 12В, блок выпрямителей. При этом на стенде загорится лампа "12 В";



- установить переключатель «вида проверки» в положение "С реле регулятором";
- установить переключатель "Режим работы " в положение "Генератор";
- установить переключатель нагрузки в положение "Выкл.";
- подключить жгутом клеммы генератора к колодке "Генератор", причем клемму "М" генератора к клемме "М" колодки, клемму "В" генератора к клемме "Я" колодки, клемму "Ш" генератора к клемме "минус" амперметра. Plusовую клемму соединить с нагрузочным реостатом, другая клемма которого подключена к клемме "Ш" колодки;
- подключить реле - регулятор к колодке "Реле - регулятор", причем клемму "Ш" реле - регулятора с клеммой "Ш" колодки, клемму "ВЗ" регулятора с клеммой "Я" колодки. Клемма "Я" колодки соединяется перемычкой с клеммой "Б";
- установить переключатель "Омметр-тахометр" в положение "Уст. О" и ручкой "Установка нуля" выставить стрелку измерительного прибора на красную правую крайнюю риску. Установить переключатель "Омметр-тахометр" в положение "Изм".

3.3.2. Снять зависимость выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$ , тока возбуждения 12 В и напряжения на обмотке возбуждения  $U_{\text{возб}}$ . от частоты вращения  $n$  при точках нагрузки 0,10 и 15 А для чего:

- включить напряжение 220В на исследовательском стенде нажатием кнопки "Включено" автомата;
- включить включатель 220В на стенде 2214;
- рукояткой "Обороты двигателя" установить заданную частоту вращения. Направление вращения вала генератора должно быть против часовой стрелки;
- меняя частоту вращения от  $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$  до  $n = 4000 \text{ мин}^{-1}$  снять показания приборов  $U_{\text{вых}}$ ,  $I_{\text{в}}$ ,  $U_{\text{возб}}$ ;
- установить переключатель "Нагрузка", в положение "Включено";
- рукояткой "Нагрузка", расположенной на левой боковине стенда, установить заданный ток нагрузки;
- меняя частоту вращения от  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$  до  $n = 4500 \text{ мин}^{-1}$  снять показания приборов  $U_{\text{вых}}$ ,  $I_{\text{в}}$ ,  $U_{\text{возб}}$ ;
- выключить напряжение "220 В" на исследовательском стенде. Результаты эксперимента свести в табл.2;
- привести график зависимости  $I_{\text{в}} = f(n)$ ,  $U_{\text{возб}} = f(n)$ ,  $U_{\text{вых}} = f(n)$ ;

Таблица 2

Частота вращения $n$ , $\text{мин}^{-1}$	Ток нагрузки, А								
	$I_{\text{н}} = 0$			$I_{\text{н}} = 10 \text{ А}$			$I_{\text{н}} = 15 \text{ А}$		
	$U_{\text{вых}}$	$I_{\text{в}}$	$U_{\text{возб}}$	$U_{\text{вых}}$	$I_{\text{в}}$	$U_{\text{возб}}$	$U_{\text{вых}}$	$I_{\text{возб}}$	$U_{\text{возб}}$

3.3.3. Определить начальные частоты вращения при токах  $I_{\text{н}} = 0 \text{ А}$ ,  $I_{\text{н}} = 10 \text{ А}$ ,  $I_{\text{н}} = 15 \text{ А}$  по результатам п.3.3.2.

3.3.4. Определить максимальную и минимальную величину тока возбуждения по результатам п.3.3.2.

3.3.5. Произвести экспоненциальную аппроксимацию результатов экспериментов  $I_{\text{возб}} = b_0 e^{(b1 n)}$ ;  $U_{\text{возб}} = b_0 e^{(b1n)}$ .

#### 4. Содержание отчета

По результатам лабораторной работы должны быть приведены следующие данные;

- Наименование и цель работы;
- Схема испытаний;
- Краткое содержание работы;
- Опытные данные, сведенные в таблицы;
- Заключение и выводы по работе.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Каково устройство генератора переменного тока с электромагнитным возбуждением?
2. Объясните полученные характеристики.
3. Каков принцип действия и конструкция стенда 2214?

### Лабораторная работа N 7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМЫ БАТАРЕЙНОГО ЗАЖИГАНИЯ

### 1. Организационная часть

#### 1.1. Цель работы:

- ознакомление с конструкцией элементов и контактно-транзисторной системой зажигания;
- изучить способы проверки исправности системы батарейного зажигания;
- изучить возможные неисправности и методы исправления элементов системы зажигания;
- изучить способы, регулировки системы зажигания;
- изучить способы установки угла опережения зажигания на двигателе;
- получить навыки проверки системы зажигания на приборе СПЗ-8М;
- изучить способы и объем технического обслуживания системы зажигания;

Время работы: 2 часа для студентов дневного отделения;

4 часа для студентов контрактной формы обучения.

### 2. Теоретическая часть

2.1. При подготовке к работе студент должен изучить:

1. Назначение и конструкцию катушки зажигания, прерывателя - распределителя, свечей, электронного коммутатора ТК-102.

2. Зависимость вторичного напряжения и первичного тока батарейной системы зажигания от частоты вращения валика распределителя.

3. Способы проверки исправности и методику проведения технического обслуживания приборов батарейного зажигания.

2.2. Назначение, принцип действия и устройство системы.

Батарейным зажиганием называется система, в которой высокое напряжение получается от катушки зажигания, а источником питания служит или аккумуляторная батарея, или генераторная установка.

Принципиальная схема батарейного зажигания представлена на рис.1

Эта схема состоит из следующих основных элементов:

- источника тока (аккумуляторная батарея) *GB*;
- прерывателя *BRZ*;
- распределителя *SA*;
- катушки зажигания *KЗ*;
- свечей *F*; добавочного сопротивления *RK*;
- вакуумного и центробежного регуляторов угла опережения зажигания.

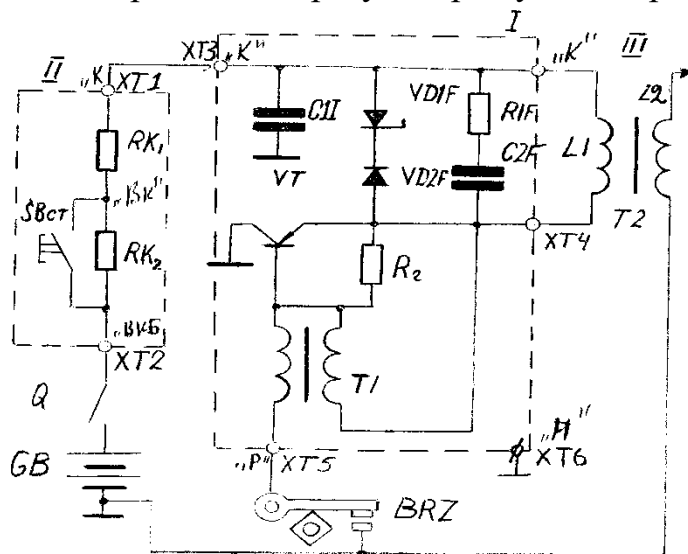


Рис.1 Принципиальная схема батарейного зажигания

Конденсатор, подключенный параллельно контактам, устраняет искрение на контактах, что увеличивает срок их службы и является элементом первичного контура при размыкании контактов.

Добавочное сопротивление применяется для уменьшения перегрева катушки зажигания, в особенности на низких частотах вращения и получения достаточно высокого напряжения при пуске двигателя от стартера. Падение напряжения аккумуляторной батареи при этом частично компенсируется замыканием накоротко добавочного сопротивления с помощью контактов, при этом токи разрыва остаются высокими.

Добавочное сопротивление выполнено из железной проволоки. При протекании больших токов на низких частотах вращения оно нагревается и

его сопротивление увеличивается. Первичный ток, таким образом, ограничивается. При протекании небольших токов на высоких частотах вращения добавочное сопротивление остывает, и сопротивление его уменьшается. Ток стабилизируется, а характеристика вторичного напряжения батарейного зажигания улучшается.

Из уравнения баланса энергии можно получить выражение для максимума вторичного напряжения:

$$U_{2m} = I_p \sqrt{L / (C_1 + C_2 (W_1 / W_2))},$$

где  $C_2$  - емкость вторичной цепи зажигания;

$\eta = 0,75 - 0,85$  - коэффициент, учитывающий уменьшение вторичного напряжения за счет потерь в обоих контурах;  $W_2, W_1$  - количество витков вторичной и первичной обмоток катушки зажигания.

Вторичное напряжение системы в определенной последовательности подается распределителем на свечи двигателя. Искра, проскакивающая между электродами свечей, воспламеняет рабочую смесь в камере сгорания.

Величина вторичного напряжения не будет постоянной при всех режимах работы двигателя.

Зависимость максимального напряжения, развиваемого системой, от частоты вращения коленчатого вала двигателя или валика распределительной колонки называется характеристикой батарейного зажигания.

Примерный вид характеристик зажигания для двигателей с различным числом цилиндров ( $Z_2 > Z_1$ ) и различным шунтирующим сопротивлением представлен на рис. 80 [3, стр. 38].

Из этих кривых следует, что с увеличением частоты вторичное напряжение уменьшается из-за уменьшения тока в момент разрыва. В области средних и высоких частот вращения кривая  $Z_2$  идет выше кривой  $Z_1$ , что объясняется уменьшением времени замкнутого состояния контактов при увеличении числа цилиндров.

Уменьшение напряжения в диапазоне малых частот объясняется возникновением дугового процесса между контактами, так как при этих частотах напряжение на контактах возрастает, чем восстанавливается электрическая прочность межконтактного пространства.

Вторичные напряжения значительно снижаются при загрязненных свечах, а, следовательно, при этом уменьшается и предел бесперебойной работы всей системы.

### 2.2.1. Регулирование угла опережения зажигания

При батарейном зажигании это регулирование производится как вручную (в зависимости от сорта бензина), так и автоматически, в зависимости от частоты вращения вала и нагрузки двигателя.

1. Октан - корректор позволяет изменять первоначальную установку зажигания при переходе от одного сорта бензина на другой. Установка

зажигания при этом осуществляется поворотом корпуса распределительной колонки относительно приводного валика.

2. Центробежный регулятор опережения зажигания служит для изменения угла зажигания в зависимости от частоты вращения валика (коленчатого вала двигателя). С увеличением частоты, начиная с некоторого значения ее, грузики расходятся и смещают подвижную пластину и связанный с ней кулачок против направления вращения валика распределителя, вследствие чего размыкание контактов происходит раньше.

При уменьшении частоты грузики регулятора с помощью возвратных пружин занимают исходное положение.

3. Вакуумный регулятор опережения зажигания регулирует момент зажигания при изменении открытия дроссельной заслонки, т.е. изменении нагрузки двигателя. Когда дроссель открывается, разрежение в месте присоединения трубки вакуумного регулятора к впускному трубопроводу двигателя возрастает. Диафрагма воздействием разности давлений, сжимая пружину, смещается и поворачивает пластину прерывателя против хода вращения кулачка, т.е. происходит опережение зажигания. Наибольшее опережение зажигания достигается при значительно прикрытом дросселе. С увеличением открытия дросселя разрежение во впускном трубопроводе двигателя уменьшается, в результате чего диафрагма под действием выгибается в обратную сторону. Пластина прерывателя поворачивается по ходу вращения кулачка, что вызывает запаздывание зажигания. Установку начального момента зажигания в соответствии с применяемым сортом бензина уточняют на автомобиле при пробном пробеге с грузом.

Корректировать и уточнять установку начального момента зажигания следует на прогревом двигателе при движении автомобиля по ровному участку дороги на прямой передаче с установившейся скоростью 30 км/ч, после чего нужно резко нажать до отказа на педаль управления дроссельной заслонкой и держать ее в таком положении до тех пор, пока скорость возрастает до 60 км/ч, одновременно прислушиваясь к работе двигателя.

При сильной детонации вращения гаек октан-корректора переместить указательную стрелку верхней пластины по шкале в сторону знака "минус" (уменьшение опережения).

При правильной установке начального момента зажигания при разгоне автомобиля будет прослушиваться легкая детонация, которая исчезает при достижении скорости 40 – 50 км/ч.

### 2.2.2. Конструкция приборов батарейного зажигания

*Катушка зажигания* предназначена для преобразования низкого напряжения в высокое, необходимое для пробоя в запальной свече.

Катушка зажигания рис. 2 состоит из сердечника, на который намотаны первичная и вторичная обмотки.

Сердечник, для уменьшения потерь на гистерезис и вихревые токи набран из изолированных друг от друга листов трансформаторного железа.

На сердечник надевается картонная трубка, поверх которой намотана вторичная обмотка 6.

Она состоит из большого числа витков (16000...18000) тонкой проволоки сечением 0.1 мм с эмалевой изоляцией. Обмотка выполнена многослойной, причем для улучшения изоляции каждый слой обмотки отделен от другого бумажной прокладкой. На вторичную обмотку надета картонная трубка, поверх которой наматывается первичная обмотка 5 катушки, имеющая сравнительно небольшое число витков (250 - 300) из проволоки сечением 0.7 - 0.8 мм, покрытой эмалевым лаком. Снаружи первичная обмотка изолируется слоем бумаги и окружается несколькими согнутыми в цилиндр листами трансформаторного железа. Они служат магнитопроводом для замыкания магнитных силовых линий, выходящих из сердечника. На один конец сердечника надевается изолятор и в таком виде катушка вставляется в железный кожух. Кожух закрывается карболитовой крышкой 2, в которой запрессованы две клеммы. Одна - для вывода первичной обмотки, вторая - для вывода вторичной обмотки.

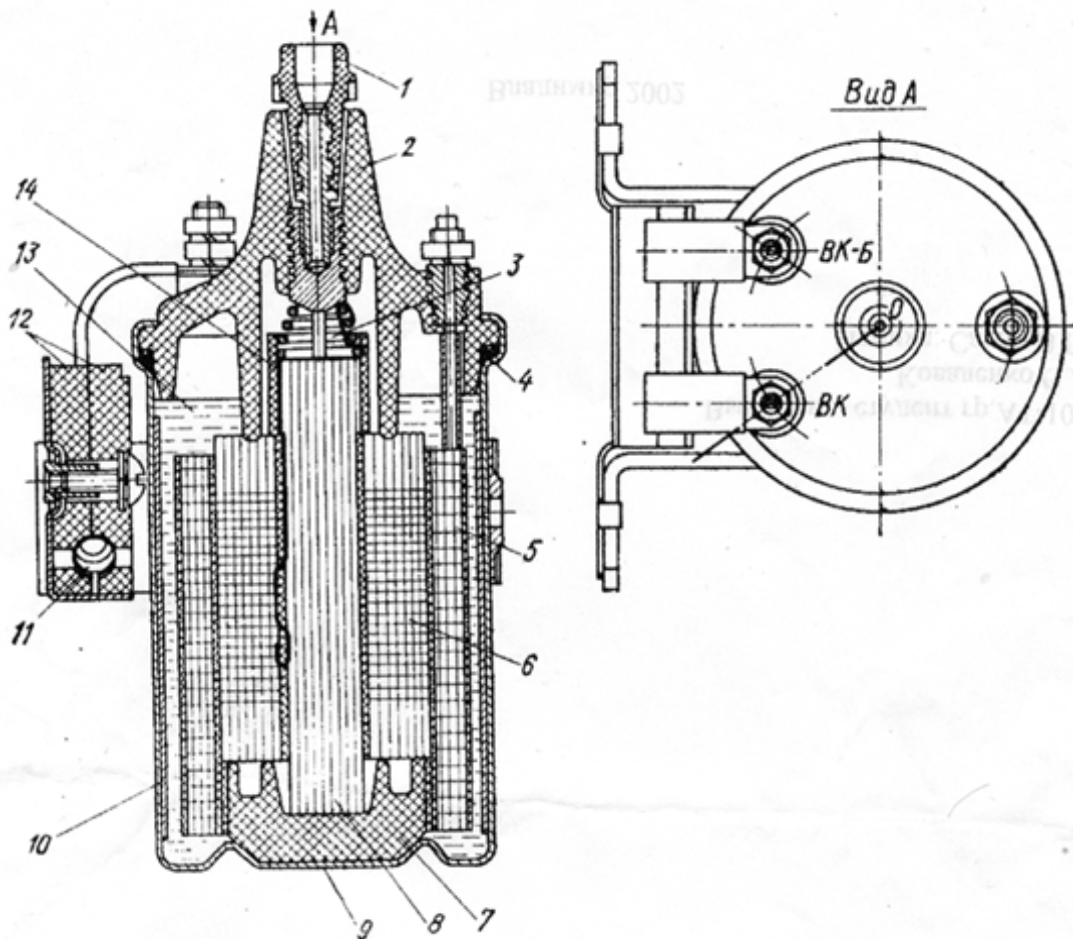


Рис. 2. Катушка зажигания:

1 — зажим высокого напряжения; 2 — крышка; 3 — контактная пружина; 4 — уплотнительная прокладка; 5 — первичная обмотка; 6 — вторичная обмотка; 7 и 12 — изоляторы; 8 — сердечник; 9 — корпус катушки; 10 — наружный магнитопровод; 11 — добавочный резистор; 13 — трансформаторное масло; 14 — контактная пластина высокого напряжения

Добавочное сопротивление (вариатор) 11 монтируется снаружи защитным кожухом. На торце этого кожуха имеются две изолированные клеммы. Концы первичной обмотки выведены к клеммам. Концы добавочного сопротивления также выводятся к клеммам.

Расположение первичной обмотки ближе к кожуху улучшает охлаждение катушки.

В системах зажигания, работающих при высоких температурах, применяются специальные катушки. В этих катушках внутренняя часть кожуха заполняется маслом, для лучшей теплопередачи. Такие катушки называются маслонаполняемыми.

*Прерыватель и распределитель* в системе батарейного зажигания конструктивно выполняются в одном агрегате. В этом приборе монтируются: прерыватель, распределитель, центробежный автомат опережения зажигания, вакуумный автомат.

Прерыватель рис. 3 предназначен для размыкания первичной цепи катушки зажигания с целью получения во вторичной обмотке высокого напряжения.

Прерыватель состоит из подвижного контакта (молоточка) 14 и неподвижного. Изготовлен из текстолита, или стальной пластины с ребром жесткости. На молоточке укреплен вольфрамовый контакт прерывателя, электрически изолированный от массы. На наковальне укрепляется неподвижный вольфрамовый контакт, который соединен с массой, зазор в контактах регулируется перемещением наковальни относительно оси молотка. Это дает возможность, не нарушая пригонки контактов, регулировать зазор. Для регулировки отпускается стопорный винт, а вторым винтом с эксцентрической головкой поворачивается пластина, на которой укреплен наковальня. При набегании грани на пятку молоточка происходит поворот его вокруг оси и тем самым осуществляется размыкание контактов. Если один прерыватель обслуживает все цилиндры четырехтактного двигателя, то число граней кулачка должно быть равно числу цилиндров, а его частота вращения в два раза меньше частоты вращения коленчатого вала. Боковая поверхность кулачка термически обрабатывается и полируется. Пружина, прижимающая молоточек, должна быть достаточно сильна, чтобы в процессе работы пятка молоточка была прижата к боковой поверхности кулачка. Обычно сила прижима контактов друг к другу равна 500 - 800 г. Конденсатор имеет бумажную изоляцию.

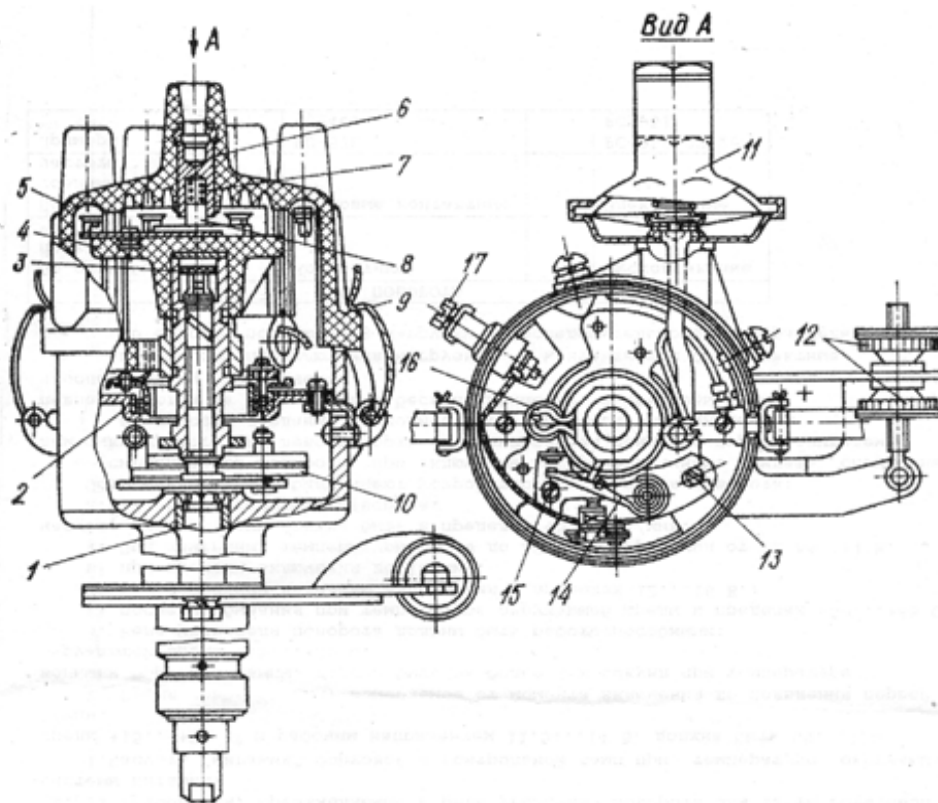


Рис. 3. Прерыватель-распределитель:

1 — ведущий валик; 2 — опорная пластина; 8 — фильц; 4 — ротор; 5 — крышка; 6 — ввод высокого напряжения; 7 — пружина контактного уголька; 8 — контактный уголек; 9 — защелка крышки; 10 — центробежный регулятор; 11 — вакуумный регулятор; 12 — регулировочные гайки октан-корректора; 13 — регулировочный винт (эксцентрик); 14 — рычажок-прерыватель; 15 — винт крепления пластины неподвижного контакта; 16 — фильц смазки кулачка; 7 — зажим прерывателя

*Распределитель* рис. 3 служит для коммутирования высокого напряжения к запальным свечам. Состоит из ротора 4, на котором укреплена контактная пластина крышки.

По внутренней поверхности ее запрессованы сегменты, соединяющие проводами свечи с крышкой распределителя. Ротор надевается на торец кулачка, который имеет специальную лыску для фиксации определенного положения ротора. Высокое напряжение подводится к центральному электроду крышки 5 и через угольный контакт на контрольную пластину ротора, откуда, пробивая воздушный зазор - на соответствующий сегмент крышки и по проводу высокого напряжения к запальной свече.

*Центробежный автомат* 10 рис. 3 служит для увеличения угла опережения зажигания с возрастанием частоты вращения двигателя.

На приводном валике 1 укреплен платформа, на которой имеются два штифта. На них свободно насажены грузики центробежного автомата.



Свободный конец грузиков притягивается к платформе при помощи пружины. На грузиках имеются два цилиндрических выступа.

Кулачок представляет одно целое с фасонной шайбой и свободно насаживается на валик. При этом цилиндрические выступы грузиков входят в пазы фасонных шайб. С увеличением частоты вращения свободные концы грузиков под действием центробежных сил, преодолевая сопротивление пружин, расходятся.

Вследствие этого цилиндрические штифты грузиков доворачивают фасонную шайбу, а следовательно, и кулачок на некоторый угол по направлению вращения валика, увеличивая угол опережения зажигания.

*Вакуумный автомат* 11 рис. 3 изменяет момент зажигания в зависимости от нагрузки двигателя. Корпус автомата состоит из двух чашек, между которыми зажата диафрагма. Диафрагма соединяется тягой с диском, на котором укреплен прерыватель. Этот диск для увеличения чувствительности автомата монтируется в корпусе на шариковых подшипниках.

Правая полость автомата полностью герметизирована и соединена специальной трубкой с задроссельным пространством всасывающей трубы двигателя. В этой же полости находится спиральная пружина, которая прогибает диафрагму. Когда диафрагма прогибается под действием этой пружины, диск с прерывателем поворачивается по направлению вращения кулачка, т.е. в положение позднего зажигания.

При работах на малых частотах дроссель приоткрыт, так как питание двигателя осуществляется по каналам системы холостого хода. В этом случае разрежения в первой полости автомата нет и под действием пружины устанавливается позднее зажигание. Если дроссель приоткрыт, это соответствует повышенной частоте вращения, то скорость воздушного потока будет наибольшая и, следовательно, возникает большое разрежение в герметизированной части автомата. Диафрагма под действием разрежения, преодолевая действие пружины, прогибается и тяга  $\delta$  поворачивает диск с прерывателем и тем самым устанавливается раннее зажигание.

Это изменение момента зажигания на переходной частоте дает возможность сделать более устойчивой работу двигателя в этом режиме.

С увеличением нагрузки дроссель открывается и разрежение в полости падает, поэтому пружина, преодолевая силу разрежения, прогибает диафрагму и диск поворачивается в сторону вращения кулачка, т.е. устанавливается позднее зажигание при большой нагрузке на двигатель.

Центробежный и вакуумный автоматы действуют независимо один от другого. Получаемый угол опережения является алгебраической суммой углов опережения, устанавливаемых каждым из автоматов соответственно частоте вращения и нагрузке двигателя.

Предварительная установка пределов опережения зажигания в зависимости от сорта топлива производится поворотом корпуса распределителя. Октан-корректор чаще всего выполняется в виде поводка, закрепленного на корпусе и фиксируемого стопорными винтами.

Однотранзисторная система зажигания ШРП-300, (применение ГАЗ-53А, ЗИЛ-130) приведена в [12, стр. 195] на рис. 6.7.

Основные элементы: 1 - транзисторный коммутатор 6 типа ТК102;  
2 - блок сопротивлений 4 - 5 СЭ107;  
3 - катушка зажигания В114.

При включении замка зажигания аккумуляторная батарея подключается к схеме. При этом контакты прерывателя могут находиться в замкнутом состоянии. При разомкнутых контактах цепь управления транзистором разомкнута и через первичную обмотку катушки зажигания протекает начальный сквозной ток коллектора, величина которого мала. После замыкания контактов прерывателя к переходу база-эмиттер транзистора прикладывается напряжение в прямом направлении (плюс батареи к эмиттеру, а минус - к базе), и через переход протекает ток управления транзистора (ток базы). Это приводит к открытию перехода эмиттер - коллектор транзистора, и по первичной обмотке катушки зажигания начинает протекать ток эмиттера. Он нарастает по экспоненциальному закону. При изменении тока образуется магнитное поле, в котором аккумулируется определенное количество энергии.

Через некоторое время происходит очередное размыкание контактов прерывателя, ток базы прекращается и транзистор запирается. Приток электрической энергии к первичной обмотке катушки прекращается, а ток резко уменьшается.

При этом во вторичной обмотке  $L_2$  катушки возникает высокое напряжение, которое через обычный распределитель  $S$  поступает к соответствующим свечам  $F$ , вызывая пробой искрового промежутка и воспламенение горючей смеси. Ток, протекающий через контакты прерывателя, равен:

$$I_{ц} = U_{б} (R_{б} \parallel R_{нас.} \parallel R_{б}),$$

где  $I_{п}$  - ток первичной обмотки зажигания, А;  $R_{б}$  - сопротивление база-эмиттер транзистора, Ом;  $R_{нас} = (0,5 - 0,6)$ , Ом - сопротивление перехода коллектор - эмиттер транзистора, Ом.

$I_{ц}$  составляет 10 – 15 % от тока коллектора и не вызывает дугообразования и заметной эрозии контактов прерывателя. Искрогасящий конденсатор не обязателен.

В качестве транзистора VT используется транзистор 1Т701А типа  $p-n-p$  ( $I_{к} = 12 А$ ,  $V = 120 В$ ). VD1 – стабилитрон Д817В, VD2 - диод Д7 В, С1 - 1мкф, С2 - 50мкф, R2- 2 Ом, R1 - 20 Ом, Gв - аккумуляторная батарея на 12 В.

Катушка зажигания включена в эмиттерную цепь транзистора. Контакты BRZ прерывателя - в цепь базы транзистора. При замыкании контакта прерывателя транзистор VT1 находится в режиме насыщения, а при отключении контактов прерывателя в режиме отсечки, в первом случае транзистор полностью открывается, во втором - полностью закрывается.

Трансформатор  $T_1$  обеспечивает форсаж процесса переключения.

Фронт импульса переключения поэтому достаточно мал. Сопротивление  $R_2$  обеспечивает формирование запускающего импульса.

### 2.2.2. Техническое обслуживание приборов системы зажигания

При проведении ТО - 1 проверяется работоспособность системы зажигания при работе двигателя: смазать валик прерывателя - распределителя через нагнетовую масленку и проверить крепление и состояние проводов.

При проведении ТО-2 необходимо:

1. Проверить состояние и при необходимости очистить поверхность катушки зажигания, проводов низкого и высокого напряжения от пыли, грязи и масла.

2. Вывернуть свечи зажигания, проверить их состояние, при необходимости очистить свечи от нагара и отрегулировать зазоры между электродами или заменить свечи.

3. Снять с двигателя и осмотреть прерыватель - распределитель, очистить наружную поверхность его от пыли, грязи и масла; очистить внутреннюю поверхность крышки; проверить состояние контактов и при необходимости отрегулировать зазор между ними; смазать вал, ось рычажка и кулачковой втулки. Установить прерыватель - распределитель на двигатель.

4. При наличии контактно - транзисторной системы зажигания, не снимая прерыватель-распределитель с двигателя, очистить наружную поверхность от пыли, грязи, масла; очистить внутреннюю поверхность крышки, протереть контакты, смазать вал, ось рычажка и кулачковой втулки.

5. После пробега автомобиля 25 - 30 тыс. км при подготовке к зимней эксплуатации снять с двигателя прерыватель-распределитель, разобрать и осмотреть подшипники диска, рычажок прерывателя, валика и кулачка. Собрать прерыватель - распределитель, смазать вал, фальц, ось на рычажке и кулачковой втулки и проверить на стенде угол замкнутого состояния, работу центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания, а затем установить прерыватель - распределитель на двигатель.

Через каждые 60 тыс. км пробега автомобиля необходимо проворачивать наружное кольцо (обойму) шарикового подшипника, вакуумного регулятора опережения зажигания, предупреждая местный износ дорожек качения кольца шариками подшипника. Этот износ происходит от того, что во время работы вакуумного регулятора кольцо подшипника не вращается, а совершает колебательное движение. Местный износ подшипника нарушает точность работы прерывателя - распределителя и работу зажигания в целом. Прерыватель - распределитель снимают с двигателя и проводят следующие операции:

- для сохранения регулировки вакуумного регулятора отмечают рисками его положение на корпусе прерывателя - распределителя;
- отвернув винты, снять регулятор с корпуса;
- отвернув крышку распределителя и отвернув винты, снять пластину прерывателя в сборе с подшипником;
- сняв держатель, отсоединить его от пластины;
- поворотом кольца определить место износа и переместить изношенный участок дорожки качения до устранения люфта в подшипнике;
- добавить смазку в подшипник, смазать оси и пальцы грузиков регулятора;
- собрать прерыватель-распределитель и установить его на двигатель;
- рекомендуется перед установкой проверить прерыватель - распределитель.

### 3. Исследовательская часть

#### 3.1. Необходимое оборудование и приборы:

1. Стенд для проверки приборов системы зажигания автомобилей СПЗ-8М.
2. Источник напряжения 12 В.
3. Промежуточная втулка для установки прерывателя-распределителя.
4. Прерыватель - распределитель.
5. Конденсатор.
6. Катушка зажигания.
7. Штуцер.
8. Выносной вольтметр на 30 В.
9. Выносной амперметр на 10 А.

#### 3. 2. Описание установки.

В состав установки для определения характеристик приборов системы зажигания входят стенд СПЗ-8М, набор конденсаторов и источник питания 12 В.

Стенд СПЗ-8М обеспечивает привод прерывателя, коммутацию измерительных приборов и режимов работы. Измерительными приборами стенда контролируется давление вакуумного регулятора, напряжение питания, скорость вращения приводного валика, угол замкнутого состояния контактов, емкость конденсатора.

Для замера вторичного напряжения используется разрядник, встроенный в стенд, с предварительной ионизацией. Перемещая подвижный электрод разрядника, добиваются бесперебойного искрообразования при максимально возможном расстоянии между электродами. Бесперебойность определяется на глаз и на слух в течение 0,6 мин. После этого по шкале разрядника определяется величина зазора и по таблице находят величину вторичного напряжения.

Диск, укрепленный на электродвигателе стенда, имеет в центре зажим для соединения с хвостовиком распределительной колонки, на краю диска

имеется прорезь. С одной стороны прорези расположена неоновая лампа. В момент разрыва первичной цепи прерывателем высокое напряжение с катушки зажигания, помещенной в стенде, подводится к неоновой лампе и она дает вспышку. Вокруг диска расположен лимб с делениями.

Угол чередования искрообразования, работу вакуумного и центробежного регуляторов опережения зажигания проверяют синхрографом.

Синхрограф состоит из привода, вращающегося диска и лимба с градусной шкалой. Привод обеспечивает синхронное вращение валика прерывателя и диска. На диске синхрографа снизу укреплена неоновая лампа. Вспышки неоновой лампы можно наблюдать через узкую щель в диске, расположенную от края диска к его центру.

Электрическая схема синхрографа состоит из аккумуляторной батареи  $GB$ , катушки зажигания  $T$ , конденсатора  $C$ , валика прерывателя  $П$ , диска  $Д$ , шкалы  $Ш$ , неоновой лампы  $Н$ , искрового разрядника  $BV$  и электродвигателя  $М$ .

При вращении валика прерывателя импульсы высокого напряжения подаются через контактное кольцо, расположенное на оси диска, на неоновую лампу, которая будет вспыхивать в момент размыкания контактов прерывателя. На вращающемся диске будут видны светящиеся риски, количество которых будет соответствовать количеству выступов кулачка прерывателя.

Изменяя частоту вращения валика прерывателя или создавая вакуум в камере вакуумного регулятора, наблюдают за перемещением световых рисок.

Измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя производится по схеме рис. 125 [3, стр. 54].

Перед началом работы переключатель работы  $SA$  ставят в положение "Уст. 0" и потенциометром  $RP$  устанавливают полное отклонение стрелки прибора  $PV$ . Затем переключатель  $SA$  переводят в положение "Изм." и снимают показание прибора при частоте вращения вала  $1500 \text{ мин.}^{-1}$ .

При вращении валика прерывателя через измерительную цепь протекает ток в моменты, когда контакты замкнуты. Так как максимальная величина тока постоянная и частота вращения валика постоянная, то показания прибора будут пропорциональны только углу замкнутого состояния контактов прерывателя.

Полное отклонение стрелки будет соответствовать:

90 град. - при четырех выступах кулачка;

60 град. - при шести выступах кулачка;

45 град. - при восьми выступах кулачка.

### 3.3. Порядок выполнения работы.

3.3.1. По макетам приборов ознакомиться с конструкцией и работой прерывателя - распределителя, катушки зажигания, конденсатора и стенда СПЗ-8М.

Определить марку установленного на стенде прерывателя – распределителя и для него найти: максимальную частоту вращения,

характеристику вакуумного корректора угла опережения зажигания, характеристику центробежного корректора угла опережения зажигания.

3.3.2. Подключить к стенду СПЗ-8М источник постоянного напряжения 12 В, установить прерыватель - распределитель в патрон держателя и отпустить держатель так, чтобы вал прерывателя - распределителя вошел в промежуточную втулку, установленную на ось синхроскопа.

3.3.3. Произвести проверку сопротивления перехода контактов прерывателя:

а) снять крышку прерывателя - распределителя и вынуть ротор подвижного контакта, включить стенд;

б) при замкнутых контактах прерывателя и положения "Калибровка" переключателя "Работа - калибровка" произвести калибровку прибора, для чего установить стрелку показывающего прибора на крайнее правое деление шкалы ручкой "Калибровка";

в) установить переключатель в положение "Работа".

Если стрелка показывающего прибора находится в пределах черной зоны, то сопротивление перехода контактов не превышает предельно допустимой нормы. Если стрелка за черной зоной, то сопротивление превышает норму.

Определить величину превышения нормы и устранить несоответствия. Контакты зачистить или заменить. Установить на место ротор и крышку прерывателя.

3.3.4. Проверить угол замкнутого состояния контактов прерывателя:

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Угол контакта";

б) произвести калибровку по п. 3.3.3. "б";

в) рукояткой "Обороты мотора" установить частоту вращения 1500 мин<sup>-1</sup>;

г) стрелка показывающего прибора должна быть в зоне:

40 ÷ 45 град - для четырехкулачкового прерывателя (коричневая зона);

38 ÷ 43 град - для шестикулачкового прерывателя (зеленая зона);

29 ÷ 33 град - для восьмикулачкового прерывателя (красная зона).

Установить рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение (против часовой стрелки).

Произвести регулировку прерывателя, для чего: вставить отвертку в шлиц винта 1, крепящего контактную стойку 2 и ослабить крепление.

Второй отверткой, не вынимая первой из шлица винта 1, повернуть эксцентрик 3 контактной стойки, наблюдая за изменением угла контакта.

При получении необходимых показаний, завернуть винт 1.

При необходимости операцию повторить.

3.3.5. Проверить угол чередования искрообразования:

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Угол искрообраз.";

б) рукояткой "Обороты мотора" установить частоту вращения 50 - 100 мин<sup>-1</sup>.

в) при установке одной из светящихся рисок с нулевым делением шкалы чередования рисок должно быть для четырехкулачковых - через 90 град, для шестикулачковых - через 60 град, для восьмикулачковых - через 45 град.

Отклонение не должно превышать 2% ( цена деления синхроскопа – 1 град).

Если есть разница в углах, то определить дефектную деталь и устранить неисправность: износ кулачка, погнутость валика и др.;

г) при дальнейшем увеличении частоты вращения в случае появления дополнительных рисок определить неисправность и устранить.

Установить рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение.

Причины: вибрация рычага прерывателя из-за недостаточной упругости пружины, износ втулки рычага, износ оси рычага, качение оси в пластине.

3.3.6. Проверка работы вакуумного автомата опережения зажигания:

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Угол искрообразования";

б) завинтить штуцер в вакуумный автомат и подключить шланг вакуумного насоса;

в) установить максимальную для данного прерывателя частоту вращения вращая рукоятку "Обороты мотора" вправо;

г) установить шкалу синхроскопа так, чтобы одна из светящихся рисок совпала с нулевым делением шкалы;

д) создавая вакуумным насосом разрежение, проследить за изменением угла опережения зажигания. Установить рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение. Заполнить табл.1.

Таблица 1

P, кПа	Угол опережения $\alpha_{оп}$ , град	
	измеренный	паспортный

Примечание: Отметить соответствие паспортным данным.

3.3.7. Проверка работы октан - корректора

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Угол искрообразования";

б) установить минимальную для данного прерывателя частоту вращения, вращая рукоятку "Обороты мотора" вправо. Установить шкалу синхроскопа так, чтобы одна из светящихся рисок совпала с нулевым делением шкалы;

в) поворачивая октан - корректор на угол, отметить изменение угла опережения зажигания  $\alpha_{оп}$ .

Примечание: 1 град =  $\pi / 180$  рад

Установить рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение.

Таблица 2

$\alpha$ , град	-10	-6	-2	0	2	6	10
Угол опережения							
$\alpha_{оп}$ , град							

3.3.8. Снять частотную характеристику приборов и системы зажигания;

1) Снять характеристику центробежного автомата опережения зажигания.

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Угол искрообразования";

б) вращая рукоятку "Обороты мотора" вправо, установить частоту вращения 50 - 100 мин<sup>-1</sup>;

в) установить шкалу синхроскопа на совпадение одной из рисок диска с нулевым делением шкалы;

г) изменить частоту вращения и следить за положением светящейся риски на диске синхроскопа;

д) зафиксировать рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение.

Если данные эксперимента не соответствуют паспортным, то автомат отрегулировать путем изменения натяжения пружины и произвести повторную проверку. Заполнить табл. 3.

Таблица 3

$n$ , мин. <sup>-1</sup>	Угол опережения $\alpha_{оп}$ , град	
	измеренный	паспортный

2) Снять зависимость выходного напряжения от частоты вращения распределителя:

а) надеть на прерыватель ротор распределителя и закрыть крышкой;

б) вставить высоковольтные провода в гнезда крышки распределителя;

в) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Состояние изол. распред.";

г) вращая рукоятку "Обороты мотора" вправо, изменить частоту вращения вала распределителя. Определить длину искрового промежутка по шкале разрядника;

д) выходное напряжение определяется по формуле  $U_2 = 1,5 L$ ,

где  $L$ -длина искрового промежутка, мм;

в) Снять характеристику вариатора.

Установить переключатель стенда СПЗ-8м в положение п.3.3.6"б".



Установить дополнительный переключатель "Доп. вольтм." в положение "ДС". При изменении частоты вращения валика распределителя снять значения напряжения по дополнительному вольтметру доп. на дополнительном сопротивлении и ток в цепи 12 В.

Установить рукоятку "Обороты мотора" крайнее левое положение.

Таблица 4

Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	Величина искрового промежутка $L$ , мм	Напряжение, $U_2$ , кВ

Рассчитать сопротивление при разных значениях частоты. Данные свести в табл. 5

3.3.8. Снять характеристику напряжения на контактах от частоты вращения.

Установить переключатели стенда СПЗ-8М в положение п. 3.3.8"б".

Установить дополнительный переключатель, Доп. вольтметра в положение «Контакты прерывателя». При изменении частоты вращения валика распределителя проверить напряжение на контактах прерывателя по дополнительному вольтметру.

Установить рукоятку "Обороты мотора" в крайнее левое положение.

Таблица 5

Частота вращения,		$U_{\text{доп.}}$ , В	$I$ , А	$R_{\text{доп.}}$ , Ом
$N$ , мин <sup>-1</sup>	$n$ , с <sup>-1</sup>			

3.3.9. Проверить катушку зажигания:

а) установить проверенный прерыватель-распределитель в стенд;

б) подключить исследуемую катушку зажигания к штепсельной вилке "Катушка зажигания" проводом со штепсельной розеткой;

в) соединить высоковольтным проводом проверяемую катушку зажигания с центральным выводом крышки прерывателя - распределителя. Нажать на кнопку "Индикатор".

Горение лампы "Индикатор" показывает на отсутствие обрыва в первичной обмотке и добавочном сопротивлении проверяемой катушки.

При изменении частоты вращения вала распределителя снять зависимость  $U_2 = f(n)$  без дополнительного сопротивления (при подключении проводов питания между клеммами КЗ и ВК катушки зажигания) и с ним (при подключении проводов питания между клеммами КЗ и ВКБ) Заполнить табл.6.

Таблица 6

Частота	Без дополнительного	С дополнительным
---------	---------------------	------------------

вращения вала, $n$ , мин <sup>-1</sup>	сопротивления		сопротивлением	
	Искровой промежуток $L$ мм, кВ	Напряжение $U_2 = 1,5L$ , кВ	Искровой промежуток $L$ , мм	Напряжение $U_2 = 1,5L$ , кВ

По данным таблицы привести совмещенные графики  $U_2 / U_{2m} = f(n)$ .

### 3.3.10. Проверка состояния изоляции конденсатора:

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Проверка конденсатора";

б) нажать на кнопку "Измер. сопр. изол." и при помощи ручки "Компенсация" установить стрелку прибора на крайнее левое деление шкалы;

в) вставить кронштейн проверяемого конденсатора в цепь на передней панели и соединить вывод конденсатора с клеммой "Сопр. изол." проводом;

г) нажать на кнопку "Измер. сопр. изол.".

Стрелка показывающего прибора должна находиться в пределах черной зоны шкалы, соответствующей сопротивлению изоляции не ниже 50 Ом.

### 3.3.11. Проверка емкости конденсатора:

а) Переключатель "Вид проверки" установить в положение "Проверка конденсатора";

б) ручкой "Калибровка" установить стрелку прибора на крайнее правое деление шкалы;

в) проводом со штепселем соединить вывод конденсатора с клеммой "Емкость";

г) стрелка прибора должна располагаться:

- для четырехкулачкового прерывателя (коричневая зона);
- для шестикулачкового прерывателя (зеленая зона);
- для восьмикулачкового прерывателя (красная зона).

### 3.3.12. Проверка контактно - транзисторной системы зажигания:

а) Собрать схему согласно рис.2.

Высоковольтный провод от катушки Б114 вводят в центральный ввод крышки распределителя, установленного на стенде;

б) Установить переключатель рода работ в положение "Состояние изоляции распределителя";

в) Установить частоту вращения 1800...2200 мин<sup>-1</sup>;

г) Установить зазор между острием разрядника на стенде СПЗ-8М 10 мм;

д) При нажатии кнопки "Калибровка" следить за искрообразованием, которое должно быть бесперебойным;

е) Включить электродвигатель стенда;

ж) Поворачивая рукой диск синхроскопа наблюдать за показаниями амперметра, которые должны быть равны при замкнутых контактах прерывателя 7 А, при разомкнутых - 0.

#### П Р И М Е Ч А Н И Е :

1 техническая атмосфера =  $9,80665 \cdot 100$  кПа

1 мм ртутного столба = 133,322 Па

1 оборот в минуту =  $\pi / 30$  рад/с

#### 4. Содержание отчета

В отчете по результатам лабораторной работы необходимо привести следующие данные:

1. Цели и задачи работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Экспериментальные данные.
4. Графики.
5. Выводы.

#### 5. Контрольные вопросы

1. В чем причины изменения зазора между контактами прерывателя и их влияние на характеристику батарейного зажигания?
2. Методика установки момента зажигания.
3. Каковы назначение и принцип действия октан-корректора?
4. Объяснить зависимость вторичного напряжения от:
  - а) частоты вращения коленчатого вала;
  - б) величины шунтирующего напряжения;
  - в) количества цилиндров в двигателе.
5. В чем заключается принцип действия синхроскопа стенда СПЗ-8М?
6. Принцип действия стенда СПЗ-8М.
7. Методика проверки на стенде:
  - а) угла замкнутого состояния контактов прерывателя;
  - б) катушки зажигания;
  - в) конденсатора.
8. Методика регулировки и отыскивания неисправностей:
  - а) вакуумного регулятора;
  - б) центробежного регулятора.
9. Где находится неисправность и как ее можно устранить, если
  - перебой в искрообразовании;
  - перебой в искрообразовании отдельной свечи;
  - увеличен угол опережения зажигания;
  - не работает вакуумный регулятор;
  - двигатель работает только во время пуска.
10. Каким образом из постоянного напряжения 12В создается 18 кВ на свече зажигания?

## Практическое занятие № 1

Тема занятия: Подбор технологического оборудования для кузовных работ.

Цель: Формирование умений подбирать оборудование для кузовных работ

Задание:

- 1 Описать принцип работы рамного стапеля, напольного, подкатного, платформенного.
- 2 Заполнить таблицу основных отличий 4 видов стапелей.
- 3 Описать принцип работы споттера.
- 4 Начертить схему элементарного споттера.
5. Оформить отчет по работе.

## Практическое занятие № 2

Тема занятия: Восстановление геометрических параметров кузовов на стапеле.

Цель: Формирование умений работы с технологическим оборудованием для восстановления деталей кузовов автомобилей.

Задание:

- 1 Рассмотреть и описать виды повреждений кузова, устраняемых на стапеле.
- 2 Зарисовать блок схему выполнения восстановительных параметров кузовов на стапеле
- 3 Составить технологическую карту восстановления геометрии кузова с использованием стапеля
- 4 Оформить отчет по работе

## Практическое занятие № 3

Тема занятия: Замена элементов кузова

Цель: Формирование умений определять содержание работ текущего ремонта кузова автомобиля.

Задание:

- 1 Заполнить технологическую карту на разборочно-сборочные работы передних дверей кузова автомобиля.
- 2 Составить карту на дефекацию передних дверей кузова автомобиля.
3. Оформить отчет по работе

## Практическое занятие № 4

Тема занятия: Проведение рихтовочных работ элементов кузовов

Цель: формирование умений определять причины неисправностей и способы их устранения, формирование умений определять дефекты деталей узлов

Задание:

- 1 Перечислить слесарные инструменты и их назначение, применяемые при рихтовочных работах кузова.
- 2 Составить карту на проведение рихтовочных работ переднего левого крыла автомобиля ВАЗ-2115.
- 3.Оформить отчет по работе.

#### Практическое занятие № 5

Тема занятия: Подбор лакокрасочных материалов для ремонта лакокрасочного покрытия элементов кузовов

Цель: Формирование умений определять тип лакокрасочных материалов для покрытия элементов кузова.

Задание:

1. Заполнить сводную таблицу сравнения 3 типов автомобильных красок.
2. Заполнить сводную таблицу сравнения типов автомобильных шпатлевок
3. Заполнить сводную таблицу сравнения 4 типов автомобильных лаков
4. Оформить отчет по работе.

#### Практическое занятие № 6

Тема занятия: Подготовка элементов кузова к окраске

Цель: Формирование умений определять последовательность действий при подготовке поверхности элементов кузова к окраске.

Задание:

1. Объяснить принцип шпатлевания поверхности, зарисовать схему действий при шпатлевке поверхности.
2. Разработать технологическую карту подготовки металлической поверхности к окраске.
3. Оформить отчет по работе.

#### Практическое занятие № 7

Тема занятия: Окраска элементов кузова

Цель: формирование умений окрасочных работ кузова автомобиля

Задание:

- 1 Перечислите и дайте определение способам окраски по объему проводимых работ.
- 2 Составьте схему 12 этапной окраски автомобиля.

- 3 Разработать карту на окраску кузова автомобиля.
- 4 Оформить отчет по работе.

## Автомобильные эксплуатационные материалы

### Тема 2.1. Введение

1. Лабораторная работа № 1. Изучение эксплуатационных материалов по внешним признакам отличия.

Цель работы: овладеть навыками определения эксплуатационных материалов по внешним признакам.

### Тема 2.2. Основные сведения о производстве топлив и смазочных материалов

1. Лабораторная работа № 2. Физические и химические свойства нефти.

Цель работы: овладеть навыками определения физических и химических свойств нефти.

### Тема 2.3. Автомобильные топлива

1. Лабораторная работа № 3. Определение качества бензинов (фракционный состав, содержание кислот и щелочей, наличие олефинов).

Цель работы: ознакомиться с методом определения фракционного состава бензина и влиянием фракционного состава на эксплуатационные характеристики топлива.

2. Лабораторная работа № 4. Определение качества дизельного топлива (кинематическая вязкость, плотность дизельного топлива).

Цель работы: ознакомиться с основными методами определения качества дизельного топлива, а также влиянием показателей качества дизельного топлива на его эксплуатационные характеристики.

### Тема 2.4. Автомобильные смазочные материалы

1. Лабораторная работа № 5. Определение качества масел (кинематическая вязкость, температура застывания).

Цель работы: ознакомиться с методами определения основных показателей моторного масла, определяющими его качество и влиянием этих показателей на эксплуатационные характеристики масла.

2. Лабораторная работа № 6. Определение качества пластической смазки.

Цель работы: ознакомиться с основными видами пластичных смазок, используемых при эксплуатации автомобильного транспорта, а также с основными свойствами и методами их оценки.

### Тема 2.5. Автомобильные специальные жидкости

1. Лабораторная работа № 7. Определение качества антифриза.

Цель работы: ознакомиться с основными видами антифриза, используемых при эксплуатации автомобильного транспорта, а также с основными свойствами и методами их оценки.

2. Лабораторная работа № 8. Определение качества тормозной жидкости.

Цель работы: ознакомиться с основными эксплуатационными свойствами тормозных жидкостей и методами оценки их качества.

### Тема 2.6. Конструкционно-ремонтные материалы

1. Лабораторная работа № 9. Определение качества лакокрасочных материалов.

Цель работы: ознакомиться с основными эксплуатационными свойствами лакокрасочных материалов и методами оценки их качества.

2. Лабораторная работа № 10. Определение качества резиновых, уплотнительных, обивочных, электроизоляционных материалов и клеев.

Цель работы: ознакомиться с основными эксплуатационными свойствами резиновых, уплотнительных, обивочных, электроизоляционных материалов и клеев и методами оценки их качества.

### Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей

Рекомендации по определению перечня и периодичности выполнения работ по ТО и планово-предупредительному ремонту

Организация выполнения работ технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта имеет целью: повышение безотказности работы подвижного состава на линии; сокращение удельных затрат (по сравнению с проведением ремонта по потребности).

Для обоснования перечня и определения периодичности выполнения работ ТО и планово-предупредительного ремонта необходимо получение следующих данных: наработки на один случай текущего ремонта; коэффициента (или степени) вариации наработки на случай текущего ремонта; трудовых и материальных затрат на планово-предупредительный ремонт и потерь от простоев подвижного состава при его выполнении; трудовых и материальных затрат, связанных с выполнением ремонта по потребности (с учетом дополнительных затрат, связанных с прекращением работы подвижного состава на линии по техническим причинам: на перегрузку грузов, буксировку, штрафы за срыв своевременной доставки грузов и пассажиров).

Работы текущего (планово-предупредительного) ремонта малой трудоемкости, технологически связанные с техническим обслуживанием, рекомендуется выполнять совместно с ним, с отнесением ремонта к конкретному виду обслуживания, выполняемому с установленной периодичностью. При этом соответственно изменяются трудоемкости соответствующего вида технического обслуживания.

С целью грамотного подбора перечня работ студент должен знать конструкцию автомобиля указанного в задании, представлять порядок и условия сборки-разборки его агрегатов, изучить химмотологическую карту автомобиля.

Примерные перечни основных операций технического обслуживания подвижного состава

## 1. Ежедневное техническое обслуживание автомобилей

### 1.1. Контрольные работы

1) Осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп), выявить наружные повреждения и проверить его комплектность; проверить состояние дверей кабины, платформы, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, запорного механизма опрокидывающейся кабины, запоров бортов платформы, капота, крышки багажника, заднего борта автомобиля-самосвала и механизма его запора, рамы, рессор, колес, шин, опорно-сцепного (буксирного) устройств, опорных катков (полуприцепа); убедиться в надежности сцепки прицепного состава.

2) Проверить правильность и целостность опломбирования спидометра и таксометра, действие приборов освещения и световой сигнализации, звукового сигнала, стеклоочистителей, омывателей ветрового стекла и фар, системы отопления и обогрева стекол (в холодное время года), системы вентиляции.

3) Проверить внешним осмотром состояние гидроусилителя рулевого управления, проверить люфт рулевого колеса, состояние ограничителей максимальных углов поворота управляемых колес.

4) Проверить осмотром герметичность гидроусилителя рулевого управления, привода тормозов и механизма выключения сцепления, систем питания, смазки и охлаждения, гидросистемы механизма подъема платформы автомобиля-самосвала; проверить состояние и натяжение приводных ремней.

5) Проверить работу агрегатов, узлов, систем, спидометра, таксометра и других контрольно-измерительных приборов автомобиля на ходу.

Остановить двигатель и на слух проверить работу фильтра центробежной очистки масла.

### 1.2. Уборочные и моечные работы

6) Произвести уборку кабины (кузова) и платформы.

7) Вымыть и высушить автомобиль (прицеп, полуприцеп), а в необходимых случаях подвергнуть его санитарной обработке.

8) Обтереть зеркала заднего вида, фары, подфарники, указатели поворотов, задние фонари и стоп-сигнал, стекла кабины, а также номерные знаки.

### 1.3. Смазочные, очистительные и заправочные работы

9) Проверить уровень масла в картерах двигателя и гидромеханической коробке передач.

10) У автомобилей с дизельным двигателем проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления (ТНВД) и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

11) Проверить уровень жидкости в гидроприводе тормозов и механизма выключения сцепления, в системе охлаждения.



12) При постановке автомобиля на стоянку слить конденсат из водоотделителя, воздушных баллонов пневмопривода тормозов, отстой из топливных фильтров, топливного бака (у автомобилей с дизельными двигателями в холодное время года). При безгаражном хранении в холодное время года слить воду из системы охлаждения двигателя и пускового подогревателя, а перед пуском двигателя заполнить систему охлаждения горячей водой или подключить двигатель к системе подогрева.

13) Дозаправить автомобиль топливом.

14) Заправить водой бачки омывателей ветрового стекла и фар.

#### 1.4. Специфические работы по автобусам

1) Проверить осмотром состояние пола, подножек, поручней, сидений, стекол окон и дверей салона автобуса, проверить исправность механизма открывания крышек потолочных вентиляционных люков.

2) Проверить герметичность пневматической подвески и действие механизмов открывания дверей.

3) У автобусов с гидромеханической коробкой передач проверить частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, при необходимости отрегулировать ее таким образом, чтобы незаторможенный автобус оставался неподвижным на ровной дороге при включенной передаче и отпущенном акселераторе.

4) Проверить действие сигнализации из салона к водителю, приборов освещения в салоне и подножек, габаритных фонарей и маршрутных указателей.

5) Проверить исправность системы вентиляции, а в холодное время года - системы отопления салона.

6) Проверить осмотром состояние основания кузова, пневматических баллонов подвески и рессор, состояние и крепление амортизаторов.

7) У автобусов, работающих без кондуктора, проверить состояние и действие компостеров.

8) Проверить исправность громкоговорящего устройства.

9) Произвести уборку салона, очистить обивку спинок и подушек сидений, а в необходимых случаях подвергнуть его санитарной обработке.

#### 3.1.5. Специфические работы по техническому обслуживанию газобаллонных автомобилей

1) Перед выездом автомобиля на линию проверить внешним осмотром крепление газового баллона к кронштейнам, состояние газового оборудования, газопроводов и герметичность соединений всей газовой системы. Проверить легкость пуска и работу двигателя на газе на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала.

2) После возвращения автомобиля на автотранспортное предприятие внешним осмотром проверить герметичность арматуры газового баллона и расходных вентилей. Проверить, нет ли подтекания бензина в соединениях топливопроводов.

2.1) Очистить снаружи и при необходимости вымыть арматуру газового баллона и приборы газовой и бензиновой системы питания.

2.2) При постановке автомобиля на стоянку закрыть расходные вентили и выработать весь газ, находящийся в системе; слить отстой из газового редуктора, а в холодное время года слить воду из полости испарителя (при заполнении системы охлаждения двигателя водой).

*При работе двигателя на сжатом газе:*

3) Перед выездом автомобиля на линию проверить внешним осмотром крепление газовых баллонов к кронштейнам, а кронштейнов - к продольным брускам платформы.

3.1) Проверить внешним осмотром состояние газового оборудования, газопроводов.

3.2) Открыть вентили передней и задней группы баллонов, открыть магистральный вентиль. Проверить (на слух) герметичность соединений газовой системы.

3.3) Проверить легкость пуска и работу двигателя на газе на холостом ходу и при различной частоте вращения коленчатого вала.

3.4) Проверить работу двигателя на бензине.

4) После возвращения автомобиля на автотранспортное предприятие очистить арматуру баллонов и приборы газового оборудования от пыли и грязи и при необходимости вымыть.

4.1) Проверить герметичность трубопроводов высокого давления и соединений газовых баллонов; герметичность магистрального и расходных вентилях газовых баллонов.

4.2) Проверить, нет ли подтеканий бензина в соединениях топливопроводов, электромагнитного клапана-фильтра.

4.3) Закрыть расходные вентили передней и задней группы баллонов и выработать газ из системы; закрыть магистральный вентиль.

4.4) Слить отстой из газового редуктора низкого давления.

## 2. Первое техническое обслуживание автомобилей

2.1. Контрольные (диагностические), крепежные и регулировочные работы

### *а) Общий осмотр*

1) Осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп). Проверить состояние кабины, платформы, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, запоров бортов платформы, капота, крышки багажника, буксирного (опорно-сцепного) устройства.

2) Проверить действие стеклоочистителя и омывателей ветрового стекла и фар, действие системы отопления и обогрева стекол (в холодное время года), системы вентиляции.

### *б) Двигатель, включая системы охлаждения, смазки*

- 3) Проверить осмотром герметичность систем смазки, питания и охлаждения двигателя (в том числе пускового подогревателя), а также крепление на двигателе оборудования и приборов.
- 4) Проверить состояние и натяжение приводных ремней.
- 5) Проверить крепление деталей выпускного тракта (приемная труба, глушитель и др.)
- 6) Проверить крепление двигателя.
- в) *Сцепление*
- 7) Проверить действие оттяжной пружины и свободный ход педали сцепления. Проверить герметичность системы гидропривода выключения сцепления.
- 8) У автомобилей, оборудованных пневмоусилителем сцепления, проверить крепление кронштейна и составных частей силового цилиндра усилителя.
- г) *Коробка передач*
- 9) Проверить крепление коробки передач и ее внешних деталей.
- 10) Проверить в действии механизм переключения передач на неподвижном автомобиле.
- д) *Гидромеханическая коробка передач*
- 11) Проверить крепление гидромеханической коробки передач к основанию автобуса, крепление масляного поддона и состояние масляных трубопроводов.
- 12) Проверить крепление наконечников электрических проводов.
- 13) Проверить правильность регулировки механизма управления периферийными золотниками.
- е) *Карданная передача*
- 14) Проверить люфт в шарнирных и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников. Проверить крепление фланцев карданных валов.
- ж) *Задний мост*
- 15) Проверить герметичность соединений заднего (среднего) моста.
- 16) Проверить крепление картера редуктора, фланцев полуосей и крышек колесных передач.
- и) *Рулевое управление и передняя ось*
- 17) Проверить герметичность системы усилителя рулевого управления.
- 18) Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек.
- 19) Проверить люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг.
- 20) Проверить затяжку гаек клиньев карданного вала рулевого управления.
- 21) Проверить люфт подшипников ступиц колес.
- к) *Тормозная система*
- 22) Проверить компрессор: визуально внешнее состояние, работу на слух и создаваемое давление по штатному манометру.

- 23) Проверить состояние и герметичность трубопроводов и приборов тормозной системы.
- 24) Проверить эффективность действия тормозов на стенде.
- 25) Проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, величины хода штоков тормозных камер, свободного и рабочего хода педали тормоза.
- 26) Проверить и при необходимости устранить неисправности тормозного крана пневматического привода тормозов.
- 27) Проверить состояние и герметичность главного цилиндра, усилителя, колесных цилиндров и их соединений с трубопроводами.
- 28) Проверить исправность привода и действие стояночного тормоза.  
*л) Рама, подвеска, колеса*
- 29) Проверить осмотром состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного и опорно-сцепного устройств. Проверить состояние и действие механизма подъема опорных катков (полуприцепа).
- 30) Проверить крепление стремянок и пальцев рессор, крепление колес.
- 31) Проверить герметичность пневматической подвески.
- 32) Проверить состояние шин и давление воздуха в них: удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе и между спаренными колесами.  
*м) Кабина, платформа (кузов) и оперение*
- 33) Проверить состояние и действие запорного механизма, упора-ограничителя и страхового устройства опрокидывающейся кабины.
- 34) Проверить состояние и действие замков, петель и ручек дверей кабины.
- 35) Проверить крепление платформы к раме автомобиля, держателя запасного колеса; у полуприцепа проверить состояние и крепление средней стойки.
- 36) Проверить крепление крыльев, подножек, брызговиков. Осмотреть поверхности кабины и платформы; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.  
*н) Система питания*
- 37) Проверить осмотром состояние приборов системы питания, их крепление и герметичность соединений.
- 38) У автомобилей с дизельными двигателями проверить действие привода насоса высокого давления.
- 39) Проверить и при необходимости отрегулировать содержание окиси углерода (СО) в отработавших газах карбюраторных двигателей.  
*п) Специфические работы по техническому обслуживанию системы питания газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном газе*
- 40) Проверить внутреннюю герметичность расходных вентилях и наружную герметичность арматуры газового баллона (перед постановкой автомобиля на пост или линию технического обслуживания закрыть расходные вентили, выработать газ из системы; при необходимости удалить газ из баллона). В случае негерметичности арматуры газового баллона

автомобиль не может быть допущен на пост (линию) технического обслуживания до устранения выявленных неисправностей.

41) Проверить осмотром состояние, крепление и герметичность газового оборудования и газопроводов.

42) Проверить состояние и крепление газового баллона к кронштейнам.

43) Проверить состояние, крепление и герметичность приборов бензиновой системы питания двигателя.

44) Смазать резьбы штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилей; снять, очистить и установить на место фильтрующий элемент магистрального фильтра и сетчатый фильтр газового редуктора.

45) После проведения технического обслуживания проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом. Проверить пуск и работу двигателя на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала; проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах двигателя.

*р) Специфические работы по системе питания автомобилей, работающих на сжатом газе*

46) Перед постановкой автомобиля на пост (линию) технического обслуживания необходимо проверить герметичность трубопроводов высокого давления и арматуры газовых баллонов (не реже одного раза в 3 месяца проверить работоспособность предохранительного клапана газового редуктора высокого давления). Закрыть расходные вентили передней и задней группы баллонов и выработать газ из системы (до остановки двигателя). Закрыть магистральный вентиль и перейти на работу двигателя на бензине. При необходимости удалить газ из баллонов. Проверить осмотром герметичность электромагнитных запорных клапанов-фильтров газовой и бензиновой систем.

47) Проверить состояние и крепление газовых баллонов к кронштейнам и кронштейнов к продольным брускам платформы.

48) Проверить состояние и крепление расходных и магистрального вентилей, а также газопроводов.

49) Проверить состояние и крепление газовых редукторов высокого и низкого давления, карбюратора-смесителя, подогревателя и подводящих газопроводов.

50) Смазать резьбы штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилей.

51) Снять, очистить и установить на место фильтры редукторов высокого и низкого давления и фильтрующий элемент магистрального фильтра.

52) Слить отстой из газового редуктора низкого давления.

53) Проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом (азотом).

54) Проверить осмотром герметичность бензиновой системы питания.

55) Проверить пуск и работу двигателя на газе на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала.

56) Проверить пуск и работу двигателя на бензине на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала.

57) Проверить работу электромагнитных запорных клапанов на газе и на бензине.

58) Проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах при работе двигателя на газе, а затем на бензине. Перед проверкой работы двигателя на бензине необходимо закрыть расходные вентили, выработать газ из системы питания (до остановки двигателя) и закрыть магистральный вентиль.

*с) Электрооборудование*

59) Очистить аккумуляторную батарею от пыли, грязи и следов электролита; прочистить вентиляционные отверстия, проверить крепление и надежность контакта наконечников проводов с выводными штырями; проверить уровень электролита.

60) Проверить действие звукового сигнала, ламп щитка приборов, освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и переключателя света, а в холодное время года приборов электрооборудования системы отопления и пускового подогревателя.

61) Проверить крепление генератора и стартера и состояние их контактных соединений.

62) Проверить крепление прерывателя-распределителя; протереть контакты прерывателя полотняной тканью.

*т) Спидометровое оборудование*

63) Проверить надежность крепления гибкого вала к спидометру с механическим приводом и к коробке передач, а также целостность оболочки гибкого вала (в креплении наконечников оболочки гибкого вала не должно быть зазора).

64) Проверить состояние и крепление привода спидометра с электрическим приводом и датчика. Провода привода спидометра и датчика не должны иметь повреждений и должны быть закреплены.

65) Проверить правильность опломбирования спидометра и его привода в соответствии с действующей инструкцией.

*у) Смазочные и очистительные работы*

66) Смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бачках гидроприводов в соответствии с химмотологической картой; проверить уровень жидкости в гидроприводе тормозов и выключения сцепления, жидкости в бачках омывателей ветрового стекла и фар, а в холодное время года и в предохранителе от замерзания (в тормозном приводе).

67) Прочистить сапуны коробки передач и мостов.

68) Промыть воздушные фильтры гидровакуумного (вакуумного) усилителя тормозов.

69) Спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов.

70) Очистить от пыли и грязи сетки забора воздуха на картере гидротрансформатора.

71) У автомобилей с дизельным двигателем слить отстой из топливного бака и корпусов фильтров тонкой и грубой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

72) При работе в условиях большой запыленности заменить масло в поддоне картера двигателя, слив отстой из корпусов масляных фильтров, и очистить от отложений внутреннюю поверхность крышки корпуса фильтра центробежной очистки масла; промыть поддон и фильтрующий элемент воздушных фильтров двигателя и вентиляции его картера, фильтр грубой очистки (если не проворачивается его рукоятка).

*ф) Проверка автомобиля после обслуживания*

73) Проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов и приборов автомобиля на ходу или посту диагностирования.

## 2.2. Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам

1) Проверить осмотром состояние надрамника, брусьев надрамника и шарнирных соединений устройства подъема платформы, опорно-сцепного и буксирного устройств.

2) Проверить состояние и герметичность соединений маслопроводов, шлангов, действие устройства подъема платформы, состояние предохранительного упора платформы. Работы производить, предусмотрев меры, исключающие самопроизвольное опускание кузова.

3) Проверить состояние заднего борта и действие его запорного устройства.

4) Проверить осмотром состояние и крепление коробки отбора мощности, крышек осей опрокидывающейся платформы, соединений штока и цилиндра устройства подъема платформы.

5) Проверить уровень масла в бачке механизма подъема платформы; при необходимости долить или заменить его (по графику).

## 3.2.3. Специфические работы по автобусам и легковым автомобилям

1) Проверить осмотром состояние каркаса, пола, обивки сидений, запоров окон и люков, поручней, кронштейнов.

2) Проверить состояние, крепление и действие габаритных фонарей, ламп освещения указателя маршрута и маршрутного номера.

3) Проверить осмотром состояние дверей и механизмов их открывания; проверить действие стеклоподъемников, замков дверей, капота, крышки багажника; проверить состояние панели приборов, обивки кузова (для легковых автомобилей); проверить действие сигнализации из салона к водителю.

4) Проверить исправность пневматической подвески и работу регуляторов положения кузова.

5) Проверить осмотром состояние ферм, лонжеронов основания кузова.

б) Проверить действие и крепление компостеров.

### 3. Второе техническое обслуживание

#### 3.3.1. Контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы

##### *а) Общий осмотр автомобиля*

1) Осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп). Проверить состояние кабины, платформы (кузова), зеркал заднего вида, оперения, номерных знаков, исправность механизмов открывания дверей, запоров бортов платформы, капота и крышки багажника, а также буксирного и опорно-сцепного устройств.

2) Проверить действие контрольно-измерительных приборов, омывателей ветрового стекла и фар, а в холодное время - устройств для обогрева и обдува стекол.

##### *б) Двигатель, включая системы охлаждения, смазки*

3) Проверить осмотром герметичность системы охлаждения двигателя, системы отопления и пускового подогревателя.

4) Проверить состояние и действие привода жалюзи (шторки), радиатора, термостата, сливных кранов.

5) Проверить крепление радиатора, его облицовки, жалюзи, капота.

6) Проверить крепление вентилятора, водяного насоса и крышки распределительных шестерен (цепи, ремня).

7) Проверить состояние и натяжение приводных ремней.

8) Проверить осмотром герметичность системы смазки.

9) Проверить крепление головок цилиндров двигателя и стоек осей коромысел.

10) Проверить зазоры между стержнями клапанов и коромыслами.

11) Проверить крепление трубопроводов глушителя.

12) Проверить крепление поддона картера двигателя, регулятора частоты вращения коленчатого вала.

13) Проверить состояние и крепление опор двигателя.

##### *в) Сцепление*

14) Проверить крепление картера сцепления.

15) Проверить действие оттяжной пружины, свободный и полный ход педали, работу сцепления и усилителя привода.

##### *г) Коробка передач*

16) Проверить осмотром состояние и герметичность коробки передач.

17) Проверить действие механизма переключения передач; при необходимости закрепить коробку передач и ее узлы; проверить состояние, действие и крепление привода механизма переключения передач.

##### *д) Гидромеханическая коробка передач*

18) Проверить крепление крышек подшипников и картера гидротрансформатора к картеру коробки передач.

19) Проверить правильность регулировки режимов автоматического переключения передач.



20) Проверить давление масла в системе.

21) Проверить исправность датчика температуры масла.

22) Проверить состояние и крепление датчика спидометра.

*е) Карданная передача*

23) Проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников.

24) Проверить крепление фланцев карданных валов.

*ж) Задний мост*

25) Проверить осмотром герметичность соединений и состояние картера заднего моста.

26) Проверить состояние и крепление редуктора заднего моста и колесных передач.

27) Проверить крепление гайки фланца ведущей шестерни главной передачи (при снятом карданном вале).

28) Закрепить фланцы полуосей.

*и) Рулевое управление и передняя ось*

29) Проверить состояние и правильность установки балки передней оси.

30) Проверить герметичность системы усилителя рулевого управления.

31) Проверить и при необходимости отрегулировать углы установки передних колес; при необходимости провести статическую и динамическую балансировку колес.

32) Проверить крепление картера рулевого механизма, рулевой колонки и рулевого колеса.

33) Проверить люфт рулевого управления, шарниров рулевых тяг и шкворневых соединений, проверить крепление сошки.

34) Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев и рычагов поворотных цапф, крепление гаек шкворней.

35) Проверить состояние и крепление карданного вала рулевого управления.

36) Проверить состояние цапф поворотных кулаков и упорных подшипников, состояние подшипников ступиц передних колес и сальников ступиц, крепление клиньев шкворней.

*к) Тормозная система*

37) Проверить работу компрессора и создаваемое им давление.

38) Проверить состояние и герметичность соединений трубопроводов тормозной системы.

39) Проверить крепление компрессора, тормозного крана и деталей его привода, главного тормозного цилиндра, усилителя тормозов.

40) Проверить крепление воздушных баллонов.

41) Проверить состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, накладок, пружин и подшипников колес (при снятых ступицах).

42) Проверить крепление тормозных камер, их кронштейнов и опор разжимных кулаков, опорных тормозных щитов передних и задних колес.

43) У автомобилей с пневматическим приводом тормозов проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер, отрегулировать свободный и рабочий ход педали тормоза и зазоры между накладками тормозных колодок и барабанами колес.

44) У автомобилей с гидравлическим приводом тормозов проверить действие усилителя тормозов, величину свободного и рабочего хода педали тормоза; при необходимости долить жидкость в главные тормозные цилиндры; отрегулировать зазоры между накладками тормозных колодок и тормозными барабанами колес; при попадании воздуха в гидравлическую систему привода удалить воздух из системы.

45) Проверить исправность привода и действие стояночного тормоза.

46) Проверить состояние, крепление и действие привода моторного тормоза.

*л) Рама, подвеска, колеса*

47) Проверить правильность расположения (отсутствие перекосов) заднего (среднего) моста, состояние рамы, буксирного устройства, крюков, подвески, шкворня опорно-сцепного устройства.

48) Проверить крепление хомутов, стремянок и пальцев рессор, амортизаторов, реактивных штанг и оси балансирной подвески. Проверить герметичность амортизаторов, состояние и крепление их втулок. Проверить состояние и действие механизмов подъема опорных катков полуприцепа; при необходимости заменить втулки.

49) Отрегулировать подшипники ступиц колес.

50) Проверить состояние колесных дисков и крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них; удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе; проверить крепление запасного колеса.

*м) Кабина, платформа (кузов) и оперение*

51) Проверить состояние и крепление узлов и деталей опрокидывающейся кабины.

52) Проверить состояние систем вентиляции и отопления, а также уплотнителей дверей и вентиляционных люков.

53) Проверить крепление кабины, платформы, крыльев, подножек, брызговиков.

54) Проверить состояние поверхностей кабины, кузова, оперения; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

*н) Система питания бензиновых карбюраторных двигателей*

55) Проверить крепление и герметичность топливных баков, соединений трубопроводов, карбюратора и топливного насоса.

56) Проверить действие привода, полноту открывания и закрывания дроссельной и воздушной заслонок.

57) Проверить работу топливного насоса без снятия с двигателя.

58) Проверить уровень топлива в поплавковой камере карбюратора.

59) Проверить легкость пуска и работу двигателя, содержание СО в отработавших газах. Отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода.

*n) Система питания автомобилей, работающих на сжиженном газе*

60) Перед проведением технического обслуживания автомобиля сжиженный газ из баллона должен быть слит, баллон дегазирован инертным газом или азотом.

61) Проверить состояние и крепление газового оборудования и газопроводов; крепление кронштейнов газового баллона к лонжеронам рамы.

62) Проверить давление в первой и второй ступенях редуктора, ход штока и герметичность клапана второй ступени редуктора, герметичность разгрузочного устройства.

63) Проверить состояние и действие привода воздушной и дроссельной заслонок смесителя.

64) Проверить установку угла опережения зажигания при работе двигателя на газе.

65) Проверить работу датчика уровня сжиженного газа.

66) Проверить состояние элементов системы питания двигателя бензином и герметичность топливопроводов.

67) Проверить крепление карбюратора к впускному патрубку и впускного патрубка к смесителю. Снять дозирующее экономайзерное устройство и проверить его работу.

68) Проверить герметичность и при необходимости прочистить газовую и водяную полости испарителя.

70) Снять и очистить фильтрующий элемент магистрального фильтра и сетчатый фильтр газового редуктора.

71) Смазать резьбовые части штоков магистрального, наполнительного и расходного вентиля.

72) Слить отстой из газового редуктора.

73) Снять и промыть воздушный фильтр смесителя. Залить в ванну свежее масло.

74) Снять стакан фильтра-отстойника бензина, промыть и продуть сжатым воздухом фильтрующий элемент.

75) Проверить герметичность всей газовой системы азотом или сжатым воздухом.

76) Снять с карбюратора пламегаситель, промыть сетки и продуть сжатым воздухом.

77) Проверить работу двигателя на газе, а затем на бензине при различной частоте вращения коленчатого вала. Отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода. Проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах.

*p) Система питания автомобилей, работающих на сжатом газе*

78) Перед постановкой автомобиля на пост (линию) выполнить операции, аналогичные операциям, выполняемым перед постановкой автомобиля на ТО-1. При необходимости удалить газ из баллонов.

79) Проверить состояние и регулировку редуктора высокого давления.

80) Проверить состояние и регулировку редуктора низкого давления.

81) Проверить состояние и крепление газовых баллонов к кронштейнам и крепление кронштейнов к продольным брускам платформы. Проверить исправность привода управления карбюратора - смесителя.

82) Проверить осмотром состояние и крепление газового оборудования и газопроводов.

83) Проверить работу манометров высокого и низкого давления.

84) Проверить состояние и работу подогревателя.

85) Очистить фильтрующий элемент магистрального фильтра.

86) Смазать резьбы магистрального, наполнительного и расходных вентилей.

87) Проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом или азотом.

88) Проверить работу электромагнитных клапанов-фильтров.

89) Проверить пуск и работу двигателя на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала; отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала и содержание СО в отработавших газах.

*с) Система питания дизелей*

90) Проверить крепление и герметичность топливного бака, соединений трубопроводов, топливных насосов, форсунок, фильтров, муфт привода.

91) Через одно ТО-2 снять и проверить форсунки на специальном приборе.

92) Проверить исправность механизма управления подачей топлива.

93) Проверить действие останова двигателя.

94) Проверить циркуляцию топлива и при необходимости опрессовать систему.

95) Проверить надежность пуска двигателя и отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала в режиме холостого хода.

96) Проверить работу двигателя, топливного насоса высокого давления, регулятора частоты вращения коленчатого вала, определить дымность отработавших газов.

97) Через одно ТО-2 проверить угол опережения впрыска топлива.

*т) Аккумуляторная батарея*

98) Проверить состояние аккумуляторной батареи по плотности электролита и напряжению элементов под нагрузкой.

99) Проверить состояние и крепление электрических проводов, соединяющих аккумуляторную батарею с массой и внешней цепью, действие выключателя аккумуляторной батареи, а также ее крепление в гнезде.

*у) Генератор, стартер, реле-регулятор*

100) Осмотреть и при необходимости очистить наружную поверхность генератора, стартера и реле-регулятора от пыли, грязи и масла.

101) Проверить крепление генератора, стартера и реле-регулятора.

102) Проверить крепление шкива генератора.

*ф) Приборы зажигания*

103) Проверить состояние и при необходимости очистить поверхность катушки зажигания, проводов низкого и высокого напряжения от пыли, грязи и масла.

104) Вывернуть свечи зажигания и проверить их состояние.

105) Проверить состояние и при необходимости снять с двигателя прерыватель-распределитель; очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла; очистить внутреннюю поверхность распределителя, проверить состояние контактов прерывателя и при необходимости отрегулировать угол замкнутого состояния контактов; смазать вал, ось рычажка и втулку кулачка. Установить прерыватель-распределитель на двигатель.

106) При наличии контактно-транзисторной системы зажигания, не снимая прерыватель с двигателя, очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла, протереть внутреннюю поверхность крышки распределителя, протереть контакты, смазать вал, ось рычажка и втулку кулачка.

*х) Приборы освещения и сигнализации*

107) Проверить крепление и действие подфарников, задних фонарей и стоп-сигнала, указателей поворотов, ламп щитка приборов и звукового сигнала.

108) Проверить установку, крепление и действие фар; отрегулировать направление светового потока фар.

109) Очистить от грязи поверхность и клеммы ножного переключателя света и включателя стоп-сигнала.

*ц) Спидометровое оборудование*

110) Проверить правильность монтажа гибкого вала привода спидометра, который должен быть закреплен скобками и не иметь крутых изгибов, особенно вблизи его концов.

111) Проверить вращение барабанчика с цифрами-указателями пробега и правильность показаний скорости по одной точке (выполняется при наличии диагностического оборудования). Проверка работоспособности спидометров производится методом сравнения показаний его с показаниями прибора, установленного на диагностическом стенде. Проверить правильность опломбирования спидометра и его привода в соответствии с действующей инструкцией.

*ч) Смазочные и очистительные работы*

112) Смазать узлы трения автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

113) Проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

114) Слить отстой из корпусов масляных фильтров.

115) Очистить и промыть клапан вентиляции картера двигателя.

116) Промыть фильтрующий элемент воздушного фильтра двигателя и компрессора; заменить в них масло.

117) Заменить (по графику) масло в картере двигателя, промыть при этом фильтрующий элемент фильтра грубой очистки и заменить фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки масла или очистить центробежный фильтр.

118) Снять и промыть фильтры насоса гидроусилителя рулевого управления и фильтр усилителя тормозов.

119) Прочистить сапуны и долить или заменить (по графику) масло в картерах агрегатов и бачках гидропривода автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

120) Снять и промыть топливный фильтр-отстойник и фильтр тонкой очистки топлива. У автомобилей с дизельным двигателем снять и промыть корпуса фильтров предварительной и тонкой очистки топлива и заменить фильтрующие элементы.

121) Осмотреть и при необходимости очистить отстойник топливного насоса от воды и грязи.

122) Промыть фильтрующие элементы влагоотделителя.

123) Слить конденсат из баллонов пневматического привода тормозов.

124) У автомобилей с дизельным двигателем слить отстой из топливного бака.

*ш) Проверка автомобиля после обслуживания*

125) Проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов и приборов автомобиля на ходу или на диагностическом стенде.

3.3.2. Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам

1) Проверить действие подъемного устройства платформы, а также исправность ее предохранительного упора.

2) Проверить состояние и крепление надрамника, коробки отбора мощности и других узлов и деталей крепления платформы и ее подъемного устройства.

3) Проверить состояние заднего борта платформы и действие его запорного устройства.

4) Проверить состояние трубопроводов, шлангов и герметичность соединений гидравлической системы подъемного устройства платформы.

5) Слить отстой из корпуса гидроподъемника, промыть фильтрующий элемент масляного бака, проверить уровень масла в нем и при необходимости долить или заменить (по графику) масло.

6) У автомобилей-тягачей проверить состояние и крепление деталей опорно-сцепного или буксирного устройств; смазать эти устройства.

3.3. Специфические работы по автобусам и легковым автомобилям

1) Проверить состояние и крепление деталей основания кузова, шпангоутов, боковин, облицовки салона, перегородок, дверей, ступенек подножек, пола, рам окон, сидений, потолочных вентиляционных люков и поручней. Проверить состояние специальных противокоррозионных покрытий и окраски кузова. При необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

2) Проверить состояние сиденья водителя и механизма регулировки его положения, дверки люка маршрутного указателя, капота или двери моторного отсека.

3) Проверить состояние и действие приборов освещения салона, а также системы вентиляции и отопления.

4) Проверить состояние и действие механизмов открывания дверей; при необходимости снять их для проверки состояния деталей.

5) Проверить крепление узлов и деталей пневматической подвески и стабилизатора поперечной устойчивости.

6) Проверить состояние и действие замков и петель капота и крышек багажника.

7) Произвести (по графику) дезинфекцию салона и мойку теплой водой с моющим составом стен, потолка, поручней, окон, дверей, подушек и спинок сидений.

#### 4. Сезонное обслуживание

4.1. Кроме работ, предусмотренных вторым техническим обслуживанием, выполнить следующее:

1) Промыть систему охлаждения двигателя.

2) Проверить состояние и действие кранов системы охлаждения и сливных устройств в системах питания и тормозов.

3) Снять аккумуляторную батарею для подзарядки и откорректировать плотность электролита.

4) Промыть топливный бак и продуть топливопроводы (осенью).

5) Промыть радиаторы отопителя кабины (кузова) и пусковой подогреватель.

6) Снять карбюратор и топливный насос, промыть и проверить состояние и работу на стенде (осенью).

7) Снять топливный насос высокого давления, промыть и проверить состояние и работу на стенде (осенью).

8) Снять прерыватель-распределитель, очистить, проверить состояние и при необходимости отрегулировать на стенде.

9) Снять генератор и стартер, очистить, продуть внутреннюю полость; при необходимости разобрать, заменить изношенные детали и смазать подшипники.

10) Заменить смазку гибкого вала механического привода спидометра и цилиндрических шестерен электрического спидометра. Проверить правильность опломбирования спидометра и его привода.

11) Проверить исправность датчика включения муфты вентилятора системы охлаждения и датчиков аварийных сигнализаторов температуры жидкости в системе охлаждения и давления масла в системе смазки.

12) Проверить плотность закрытия и полноту открывания шторок радиатора.

13) Произвести сезонную замену масел в соответствии с химмотологической картой.

14) Проверить состояние уплотнений дверей и окон, установить утеплительные чехлы.

#### 4.2. Специфические работы по автомобилям, работающим на сжиженном газе

- 1) Перед проведением сезонного технического обслуживания газ из баллонов слить, а баллон дегазировать инертным газом.
- 2) Проверить давление срабатывания предохранительного клапана газового баллона.
- 3) Продуть газопроводы сжатым воздухом.
- 4) Проверить работу ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.
- 5) Провести контрольную проверку манометра с регистрацией результатов в журнале контрольных проверок.
- 6) Продуть топливопроводы сжатым воздухом.
- 7) Один раз в год при подготовке автомобилей к зимней эксплуатации: снять с автомобиля газовый редуктор, смеситель газа, испаритель, магистральный вентиль и магистральный газовый фильтр; разобрать, промыть, собрать и отрегулировать на стенде; при необходимости устранить неисправности и проверить герметичность; снять крышки вентиля расходных, наполнительного и контроля максимального наполнения, проверить состояние деталей; снять предохранительный клапан, отрегулировать на стенде и опломбировать; проверить манометр, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.
- 8) Один раз в 2 года: освидетельствовать газовый баллон с арматурой; провести гидравлические и пневматические испытания; произвести окраску баллона и нанести клеймо со сроком следующего освидетельствования.

#### 4.3. Специфические работы по автомобилям, работающим на сжатом газе

- 9) Перед проведением сезонного обслуживания газ из баллонов удалить, а баллоны дегазировать инертным газом.
- 10) Продуть газопроводы сжатым воздухом.
- 11) Проверить давление срабатывания предохранительного клапана редуктора высокого давления.
- 12) Провести контрольную проверку манометров высокого давления с регистрацией результатов в журнале контрольных проверок.
- 13) Проверить работу ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.
- 14) Проверить работу топливного насоса.
- 15) Продуть топливопроводы сжатым воздухом.
- 16) Один раз в год, при подготовке к зимней эксплуатации автомобилей: снять редуктор высокого давления, разобрать, устранить неисправности. После сборки отрегулировать и проверить герметичность; снять редуктор низкого давления, разобрать, устранить неисправности. После сборки отрегулировать давление газа в первой и во второй ступенях; проверить герметичность; снять крышки наполнительного и расходных вентилях (не вывертывая корпусов из газового баллона); проверить состояние деталей;



снять электромагнитные запорные клапаны, очистить и проверить работоспособность; после сборки проверить герметичность; проверить фильтрующие элементы магистрального газового фильтра, бензинового клапан-фильтра, фильтра редукторов высокого и низкого давления; снять карбюратор-смеситель и переходник смесителя, а также топливный насос; промыть, проверить состояние и работу на стенде; проверить состояние и крепление топливного бака; слить отстой и промыть топливный бак; проверить манометры высокого и низкого давления, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.

17) Один раз в 2 года: снять газовые баллоны для освидетельствования; провести гидравлические и пневматические испытания баллонов; провести окраску баллонов и нанести клеймо со сроком следующего освидетельствования.

Техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей

### Лабораторная работа №1

#### Оценка герметичности камеры сгорания

Цель работы: Изучить перечень операций по оценке герметичности камеры сгорания двигателя автомобиля и применяемое технологическое оборудование, получить практические навыки проведению работ.

Внеаудиторная подготовка к работе:

- 1) Изучить конструкцию бензинового двигателя и дизеля уделяя внимание цилиндропоршневой группе
- 2) Проанализировать возможные места утечек сжатого воздуха из камеры сгорания двигателя
- 3) Изучить возможные методы контроля компрессии двигателя
- 4) Изучить принципы работы тестеров утечек воздуха из надпоршневого пространства
- 5) Проанализировать поведение автомобиля с низкой компрессией в цилиндрах

Теоретические основы

Герметичность надпоршневого пространства (один из основных показателей механического состояния двигателя) определяется по падению давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр через свечное отверстие (на бензиновом двигателе) или отверстие для форсунки или свечу накала (на дизеле).

Компрессия - давление топливовоздушной смеси (в бензиновых двигателях) или воздуха (в дизелях) в конце такта сжатия.

Компрессия зависит от:

1) наполнения цилиндра перед началом сжатия - зависит от оборотов двигателя и пропускной способности впускных каналов;

2) степени сжатия - соотношения объема цилиндра непосредственно перед сжатием (когда поршень в нижней мертвой точке) и объема в конце такта сжатия (когда поршень в верхней мертвой точке). Степень сжатия является расчетной величиной и закладывается при конструировании двигателя, в процессе эксплуатации она не меняется;

3) герметичности надпоршневого пространства. Герметичность надпоршневого пространства определяется механическим состоянием двигателя. Основные места негерметичности - клапана, поршневые кольца, прокладка головки блока.

Для того, чтобы знать первоначальные стандартные цифры компрессии в цилиндрах, определенные производителем, вам понадобится Руководство именно для вашего типа двигателя.

С целью определения герметичности надпоршневого пространства применяют компрессометр и пневмотестер.

Недостатки работы компрессометра.

1) зависимость показаний от оборотов двигателя. При этом обороты при прокрутке стартером (250-350 об/мин) существенно отличаются даже от оборотов в режиме холостого хода (700-900 об/мин), не говоря уже о режимах частичных и полных нагрузок.

2) недостаточная информативность теста для выявления не только проблемных цилиндров, но и первопричины недостаточного давления.

- невозможность проведения теста на демонтированном двигателе, частично разобранном двигателе или двигателе с неработающим стартером.

Достоинства использования пневмотестеров:

1) анализируется непосредственно герметичность надпоршневого пространства (обороты не оказывают никакого влияния на измерения, так как коленчатый вал при проведении теста неподвижен)

2) имеется возможность локализации неисправностей

3) имеется возможность проведения теста на снятом или частично разобранном двигателе или на двигателе с неработающим стартером

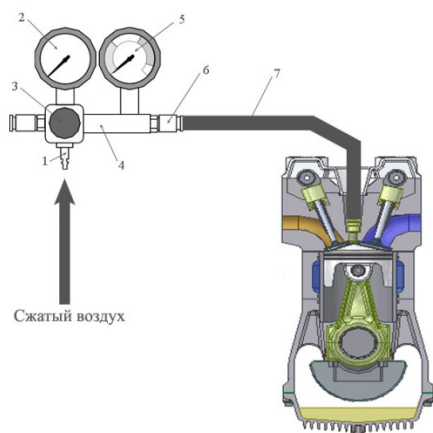
4) показания пневмотестера более наглядны и, соответственно, понятны не только диагносту, но и владельцу автомобиля.

Фиксация адаптеров на двигателе:

1) для бензиновых двигателей – фиксация производится прижатием обрезиненного наконечника адаптера к свечному отверстию или посредством использования адаптера с резьбовым наконечником под соответствующий диаметр резьбы свечного отверстия

2) для дизелей – адаптер подсоединяется через резьбовое отверстие свечи накала или через отверстие демонтированной форсунки через систему фиксации аналогичную фиксации форсунки.

#### Описание лабораторного стенда (проверка тестером утечек)



1 - входной штуцер, в который подается сжатый воздух с давлением 6-10 Атм;

2 - манометр для измерения давления подаваемого воздуха;

3 - регулятор давления подаваемого воздуха;

4 - обратный клапан;

5 - манометр для измерения давления в надпоршневом пространстве цилиндра, равного давлению подаваемого воздуха за минусом утечек (манометра контроля утечек);

6 - выходной штуцер;

7 - шланг и адаптер для подключения к свечному отверстию.

#### Состав лабораторного стенда

1. Пневмотестер

2) Комплект адаптеров

3) шланг со штуцером

#### Технические характеристики

Габаритные размеры	195 x 135 x 70 мм
Масса	0,4 кг
Максимальное выходное давление	6,5 кг см <sup>2</sup>
Выходное давление от компрессора	4-6 кг см <sup>2</sup>
Рабочие пределы регулировки давления	0-6 кг см <sup>2</sup>
Рабочий диапазон	-10 +40 град С

Порядок выполнения работы (тестером утечек):

1. Прогреть двигатель до рабочей температуры, заглушите и выключите зажигание.

2. Вывернуть свечи.

3. Установите поршень проверяемого цилиндра в ВМТ в такте сжатия (впускной и выпускной клапан закрыты).

4. Зафиксируйте коленчатый вал - для автомобилей с механической коробкой передач включите высшую передачу и затяните ручной тормоз, для автомобилей с автоматической коробкой удерживайте коленчатый вал двигателя специальным стопором или ключом.

5. Подключите шланг пневмотестера (при необходимости с соответствующим адаптером) к свечному отверстию проверяемого цилиндра (на бензиновом двигателе) или к отверстию для форсунки (на дизеле), но не подключайте пока его к самому пневмотестеру.

6. Установить регулятор давления подаваемого воздуха (левый манометр) на минимальную величину (для избежания выхода из строя манометров при подаче воздуха).

7. Подключите пневмотестер через входной штуцер к источнику сжатого воздуха (компрессору или пневмосети) давлением 4-6 бар.

8. С помощью регулятора давления плавно увеличивайте давление. Если рабочее давление прибора установлено в документации на прибор (как правило, 4-6 бар) - установите рабочее давление. В общем случае надо повышать давление подаваемого воздуха до того момента, пока показания правого манометра не уменьшатся до нуля. Не увеличивайте давление подаваемого воздуха больше указанной величины - это может привести к выходу манометров из строя.

9. Подсоедините шланг, соединенный с тестируемым цилиндром, к пневмотестеру и снимите показания давления в цилиндре по второму манометру. Его шкала отградуирована в процентах утечки от заданной величины давления подачи воздуха. На шкалу нанесены цветные сектора, показывающие области хорошего, удовлетворительного состояния цилиндра и область критической утечки.

3. Установите поршень проверяемого цилиндра в НМТ в такте выпуска (впускной и выпускной клапан закрыты) и повторите предыдущие операции для этого положения

10. При индикации критической утечки проведите дополнительные исследования для выявления места утечки (см. далее).

11. Перед отсоединением пневмотестера от цилиндра или от источника сжатого воздуха обязательно установите регулятор давления подаваемого воздуха на минимальную величину (для избежания выхода из строя манометров).

12. Отсоедините пневмотестер от свечного отверстия и повторите процедуру измерений для всех цилиндров.

#### Оценка показаний пневмотестера

Величина утечки, %	Зона шкалы	Вывод о герметичности камеры сгорания
10-40%	Зеленая	Хорошее состояние - утечка минимальная, соответствует допуску для нового двигателя или двигателя с очень хорошим техническим состоянием
40-70%	Желтая	Удовлетворительное состояние - величина утечки достаточно велика, необходимо более детальное исследование для выявления места утечки, рекомендуется проведение ремонтных работ
70-100%	Красная	Критическая утечка - в цилиндре присутствуют неисправности, наличие которых с максимальной вероятностью влечет необходимость капитального ремонта
100%	Красная	Полная утечка - такая ситуация может быть только если пневмотестер не подключен к двигателю или какая либо из частей, влияющих на герметичность надпоршневого пространства полностью разрушена (клапан, поршень и пр.)

#### Анализ возможных утечек воздуха при использовании тестера утечек

Если величина утечки превышает 40-60% рекомендуется провести дополнительные исследования для выявления мест утечки. Для этого:

1. Откройте крышку радиатора и расширительного бачка, крышку маслозаливной горловины, выньте масляный щуп, снимите крышку воздушного фильтра или отсоедините входной патрубок впускного коллектора.

2. Установите давление на входном манометре 4 атм.

3. По шуму выходящего воздуха или визуально определите место или места выхода воздуха:

Утечка воздуха	Возможная
----------------	-----------

	неисправность
Через впускной коллектор	не герметичности в паре: впускной клапан - седло клапана (наиболее вероятная проблема - прогар или неправильная работа клапанного механизма).
Через выпускной коллектор (глушитель)	не герметичность в паре: выпускной клапан - седло клапана (наиболее вероятная проблема - прогар или неправильная работа клапанного механизма).
Через отверстие под маслоизмерительный стержень или маслозаливное отверстие	не герметичность пары цилиндр-поршень (проблема с поршневыми кольцами) или о разрушении поршня.
через горловину расширительного бачка или радиатора (появление воздушных пузырьков или резкое увеличение уровня жидкости), через соседнее свечное отверстие	негерметичность прокладки головки (нарушение герметичности стыков: головка блока-прокладка-блок цилиндров)

Описание лабораторного стенда



### Порядок выполнения работы (проверка компрессии)

- 1) Полностью зарядить аккумуляторную батарею
- 2) Убедиться в исправности стартера
- 3) Прогореть двигатель до рабочей температуры (80-90 град) (В этом случае достигается минимальная вязкость моторного масла, и уменьшаются зазоры между подвижными деталями поршневой группы, если запуск двигателя затруднён, то проверка давления осуществляется на холодном двигателе);
- 4) отключаем возможность подачи топлива в двигатель;
- 5) Выкрутить все свечи зажигания,
- 6) открываем на полную: воздушную заслонку и дроссель;
- 6) отключить высоковольтную часть системы зажигания
- 7) наконечник компрессометра вставляется в отверстие для свечи зажигания первого цилиндра.
- 8) Стартером начинаем проворачивать коленвал до момента, пока в цилиндре не перестанет увеличиваться давление.
- 9) записав показания прибора, сбрасываем показания на 0 нажав обратный клапан, и проводим аналогичные операции с остальными цилиндрами.
- 9) Оценить показания компрессии по цилиндрам
- 10) В цилиндр с низкой компрессией залить 20 мл моторного масла для бензинового двигателя или 10 мл для дизеля, и снова провести проверку давления в этом цилиндре.
- 11) Оценить показания компрессометра (величина компрессии осталась прежней, почти со стопроцентной уверенностью можно сказать, что повреждена прокладка ГБЦ или неплотное прилегание клапанов к сёдлам. Увеличение давления по сравнению с первым показателем говорит об износе поршневых колец)

Анализ показаний компрессометра:

1) Динамика нарастания компрессии говорит о том, что если при первом такте сжатия давление низкое 3-4 атм, а затем идёт по нарастающей вверх, например до 8 атм, то причиной может быть: износ колец, поршневых канавок, стенок цилиндра;

2) Компрессия не увеличивается, то это свидетельствует о выходе воздуха через повреждения деталей (сёдла клапанов) головки блока цилиндров;

3) При полностью открытой заслонке изменение параметров компрессии указывает на такие неисправности, как: задиры на поверхности цилиндров двигателя, деформация клапанов, прогар клапанов или поршня, закоксовывание колец и т.д.;

4) При закрытой заслонке изменение компрессии может указывать на трещины в стенке камеры сгорания, прогар прокладки ГБЦ, зависание клапанов и т.д.

5) Для бензиновых двигателей компрессия должна быть 10-12 атм, в дизелях 17-24 атм, причем компрессия в разных цилиндрах не должна отличаться более чем на 1 атм для бензиновых двигателей и 2 атм для дизелей.

Требования к отчету

- 1) Составить ведомость технологического оборудования
- 2) Разработать технологическую карту обслуживания
- 3) Составление химмотологической карты обслуживания
- 4) Указать 20 причин утечки воздуха из камеры сгорания

## Лабораторная работа №2

Цель работы: Ознакомится с принципом работы газоанализаторов

Описание лабораторного стенда

- 1) Тестовы автомобиль
- 2) Газоанализатор
- 3) Зонд

Состав лабораторного стенда





### Технические характеристики

Название	Ед. измер.	Значение
Диапазон измерения содержания углеводорода CH	млн <sup>-1</sup>	0-3000
Пределы допускаемой погрешности CH. Абсолютная погрешность	млн <sup>-1</sup>	±20
Пределы допускаемой погрешности CH. Относительная погрешность	%	±6
Диапазон измерения содержания оксида углерода CO	%	0-7
Пределы допускаемой погрешности CO. Абсолютная погрешность	%	±0,2
Пределы допускаемой погрешности CO. Относительная погрешность	%	±6
Диапазон измерения частоты оборотов	мин <sup>-1</sup>	0-8000
Расход анализируемого газа не менее	л/ч	60
Время установления показаний не более	сек.	30
Время установления рабочего режима не более	мин.	30
Электропитание через БП от сети переменного тока	В	220±22
Электропитание от сети постоянного тока (бортовой сети автомобиля)	В	12,6±2
Мощность потребляемая, не более	Вт	20
Диапазон рабочих температур	°С	0-40
Буквенно-цифровой дисплей 2x16 знаков с подсветкой		1
Автоматическая эвакуация конденсата		нет
Автоматическое отключение пробы		нет

Автоматическая коррекция чувствительности по опорному каналу 3,9 мКм		нет
Встроенный термопринтер		нет
Порт RS-232		да
Работа со специализированным ПО «АВТОТЕСТ»		да
Работа с ЛТК и мотортестерами		да
Средний срок службы не менее	лет	4
Средняя наработка на отказ не менее	час	10000
Габаритные размеры не более	мм	330x100x290
Масса не более	кг	4,5
Габаритные размеры упаковки	мм	340x160x450

### Порядок выполнения работы

- 1) Оценить температуру в рабочем помещении
- 2) оценить состояние фильтрующего элемента (грязно-зеленый цвет говорит о необходимости его замены)
- 3) оценить наличие конденсата в фильтре отстойнике (при необходимости слить его)
- 4) оценить герметичность газового тракта от зонда к прибору
- 4) установить прибор в горизонтальное положение  $\pm 20$  град.
- 4) подключить индуктивный датчик оборотов к высоковольтному проводу свечи зажигания
- 4) Включить газоанализатор и прогреть его до рабочей температуры (кнопка Вкл) в течении 30 мин.
- 5) зафиксировать автомобиль стояночной тормозной системой)
- 5) Завести двигатель автомобиля и прогреть его до рабочей температуры
- 6) Провести коррекцию нуля на газоанализаторе (кнопка кор 0). При этом зонд держать в руке
- 7) Вставить зонд в выхлопную трубу автомобиля и зафиксировать
- 7) Включить насос газоанализатора (кнопка проба)
- 8) снять показания прибора при оборотах холостого хода (800-1000 об/мин)
- 9) снять показания прибора при повышенных оборотах (2000 об/мин)

### Лабораторная работа №3 Карбюратор

Цель работы: изучить конструкции основных систем карбюраторов; приобрести навыки эксплуатации, осмотра и оценки состояния; освоить методы проверки работоспособности узлов и систем карбюраторов.

Внеаудиторная подготовка к работе:

- 1) Изучить конструкцию и принцип работы карбюраторов типа Соллекс и Озон
- 2) Изучить принцип работы карбюраторов автомобилей ЗИЛ и ГАЗ
- 3) Проанализировать возможные неисправности карбюраторов

Теоретические основы

Процесс превращения жидкого топлива в пары и смешивания с воздухом называется карбюрацией, а прибор, в котором совершается этот процесс – карбюратором.

При пуске холодного двигателя горючая смесь, приготавливаемая в карбюраторе, должна быть богатой, так как к моменту воспламенения часть паров бензина сконденсируется, осаждаясь на холодных стенках впускного трубопровода и цилиндров, и состав рабочей смеси окажется наилучшим для воспламенения от искры, появляющейся между электродами свечи зажигания.

При малой нагрузке (работа на холостом ходу) для устойчивой работы двигателя горючая смесь должна быть обогащенной. Объясняется это малым коэффициентом наполнения цилиндров горючей смесью и наличием в них значительного количества остаточных отработавших газов, что при нормальном составе горючей смеси не обеспечивает ее воспламенения.

При средней нагрузке (дроссельная заслонка открыта до 85%), когда от двигателя не требуется полной мощности, горючая смесь должна быть обедненной, что обеспечивает экономичную работу двигателя. Некоторое снижение мощности при работе двигателя на этой смеси не имеет значения, поскольку нагрузка на двигатель неполная.

При полной нагрузке (дроссельная заслонка открыта более 85%), когда от двигателя требуется максимальная мощность, горючая смесь должна быть обогащенной. Эта смесь обладает наибольшей скоростью сгорания (30–35 м/с) и обеспечивает получение максимальной мощности. При этом из-за недостатка воздуха (по сравнению с теоретически необходимым) часть топлива, содержащегося в смеси, полностью не сгорает и, следовательно, не обеспечивается экономичная работа двигателя, т.е. расход топлива увеличивается.

Выпускаемые заводами карбюраторы имеют различные принципиальные схемы; однако несмотря на различное конструктивное исполнение, они всегда имеют:

- а) основную топливодозирующую систему (главная дозирующая);
- б) дополнительные топливодозирующие системы:  
система холостого хода;

пусковая система;  
ускорительный насос;  
экономайзер мощностных режимов;  
переходную систему;  
эконостат.

Для работы основных и дополнительных топливодозирующих систем в конструкцию карбюратора включают:

- а) поплавковую камеру;
- б) воздушный патрубок;
- в) смесительную камеру;
- г) ограничитель максимальных чисел оборотов, обычно устанавливаемый на грузовых автомобилях. Карбюраторы с одними и теми же системами могут быть выполнены с:
  - а) опускающимся потоком (падающим);
  - б) поднимающимся (характеризуется более высокой степенью испарения топлива и следовательно меньшими износами двигателя);
  - в) горизонтальным.

#### Описание лабораторного стенда



Пневмогидравлический аппарат для проверки карбюраторов КАРАТ-4 применяется для автономного использования в обстановках гаражей и авторемонтных участков для контроля карбюраторов автомобилей..

Параметры оборудования.

- герметичность топливного клапана,
- уровень топлива в поплавковой камере,
- производительность ускорительного насоса

Для создания этого давления применяется стандартный шинный насос.

Возможно подключение прибора к магистрали сжатого воздуха через редуцирующий клапан.

Состав лабораторного стенда

- 1) Тестовый карбюратор
- 2) набор слесарного инструмента
- 3)

Технические характеристики

Давление подачи бензина 0,02-0,03 МПа

Производительность ускорительного насоса 1-100 см<sup>2</sup>

Габаритные размеры 580x450x380 мм

Точность измерения 3 %.

тип- пневматический переносной

Масса 8 кг

Порядок выполнения работы

- 1) Получить от преподавателя карбюратор
  - 1) Изучить конструкцию карбюраторов. Определить расположение, назначение и механизм работы всех систем карбюраторов.
  - 2) Разобрать карбюратор и оценить его техническое состояние
  - 3) Провести проверку карбюратора на стенде КАРАТ -4
  - 4) Провести регулировку уровня топлива в поплавковой камере.
  - 5) Провести проверку производительности ускорительного насоса.
  - 6) Провести регулировку качество смеси на холостом ходе.

Требование к отчету:

- 1) Составить ведомость технологического оборудования
- 2) Разработать технологическую карту обслуживания карбюратора автомобиля
- 3) Составление химмотологической карты обслуживания

Контрольные вопросы

- 1) назовите основные составные части карбюратора
- 2) назовите основные неисправности и принципы проверки игольчатого клапана
- 3) назовите основные неисправности и принципы проверки поплавка
- 4) назовите принципы регулировки уровня топлива в поплавковой камере
- 5) назовите основные неисправности и принципы проверки воздушных и топливных жиклеров

6) назовите назначение, основные неисправности и принципы обслуживания корпуса карбюратора

7) назовите назначение, основные неисправности и принципы проверки ускорительного насоса

#### Лабораторная работа №4

Проверка и регулировка тепловых зазоров между носком коромысла и торцом стержня клапана

Регулировку тепловых зазоров между носком коромысла и торцом стержня клапана производите на холодном двигателе или, если двигатель работал, не ранее чем через 30 мин после остановки. Установите коленчатый вал последовательно в положения I, II, III, IV, которые определяются поворотом коленчатого вала относительно начала впрыска топлива в первом цилиндре на угол, указанный в табл. 1. При каждом положении регулируются одновременно зазоры клапанов двух цилиндров в порядке их работы.

Таблица 1

Параметры	Значение параметров			
	I	II	III	IV
Угол поворота, град	60	240	420	600
Цилиндр регулируемого клапана	1; 5	4; 2	6; 3	7; 8

Выключите подачу топлива, затем снимите крышки головок цилиндров.

Проверьте и при необходимости затяните болты крепления головок цилиндров. Установите фиксатор маховика в нижнее положение, как показано на рис. 1б. Снимите крышку 1 люка картера сцепления (рис. 3).

Вставляя ломик в отверстия 2 на маховике, проворачивайте коленчатый вал по ходу вращения до тех пор, пока фиксатор под действием пружины не войдет в за-

цепление с маховиком.

Проверьте положение меток на торце корпуса муфты опережения впрыска топлива и фланце ведущей полумуфты привода топливного насоса высокого давления

(рис. 2). Метки должны совпадать и находиться в верхнем положении.

Если метки находятся внизу, выведите фиксатор из зацепления с маховиком, поверните коленчатый вал еще на 1 оборот; при этом фиксатор снова должен войти в зацепление с маховиком.

Установите фиксатор, как показано на рис. 1а, в верхнее положение.

Проверните коленчатый вал по ходу вращения (против часовой стрелки, если смотреть со стороны маховика) на угол  $60^\circ$  (поворот маховика на угловое расстояние между двумя соседними отверстиями соответствует повороту коленчатого вала на  $30^\circ$ ), то есть в положение I. При этом клапаны 1-го и 5-го цилиндров закрыты (штанги клапанов легко поворачиваются от руки). Проверьте динамометрическим ключом момент затяжки гаек крепления стоек коромысел регулируемых клапанов (

Замерьте щупом зазор между носком коромысел и торцом стержней клапанов

1-го и 5-го цилиндров. Щуп толщиной 0,30 мм для впускного и 0,40 мм для выпускного клапанов должен входить свободно, щуп толщиной 0,35 мм для впуск-

ного и 0,45 мм для выпускного – с усилием. При необходимости величину требуемого зазора установите следующим образом:

ослабьте гайку 2 (рис. 4) регулировочного винта 1, используя приспособление для регулирования клапанов или ключ и отвертку; вставьте щуп нужной толщины и, вращая винт отверткой, установите требуемый зазор;

придерживая винт отверткой, затяните гайку и проверьте величину зазора.

Момент затяжки гайки регулировочного винта должен быть равен 4,2 – 5,4 кгс·м. Дальнейшее регулирование тепловых зазоров в механизме газораспределения произ-

ведите попарно на цилиндрах, указанных в табл. 1, проворачивая коленчатый вал на  $180^\circ$ .

Пустите двигатель и проверьте его работу: при правильно отрегулированных зазорах стука в клапанном механизме не должно быть.

Установите крышки люка картера сцепления и головок цилиндров.

Контрольные вопросы

К каким последствиям при работе двигателя может привести неправильно установленные (отрегулированные) тепловые зазоры между носком коромысел и торцом стержней клапанов?

Назовите основные неисправности механизма газораспределения, их характерные признаки и причины.

Расскажите о возможных способах обнаружения и устранения неисправностей механизма газораспределения двигателя.