

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра “Автомобильный транспорт и автосервис”

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания  
к выполнению лабораторных  
работ для студентов специальностей  
150100, 150200, 230100, 030500.15

Курган 2004

Кафедра “Автомобильный транспорт и автосервис”

Дисциплина:

“Электрооборудование автомобилей” (150200, 030500.15)

“Электрооборудование автомобилей и тракторов” (150100)

“Электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин” (230100)

Составил: канд.техн.наук, доцент Семейкин В.И.

Утверждены на заседании кафедры

“4 декабря” 2003 г.

Рекомендованы редакционно-издательским советом  
университета

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ “ 2004 г.

# Лабораторная работа № 1

## Аккумуляторные батареи

### 1 Цель работы

Изучить конструкцию, принцип работы, химические реакции, режим и методы зарядки стартерных аккумуляторных батарей, а также научиться проверять техническое состояние, подключать на зарядку, вести наблюдение в процессе зарядки.

### 2 Оборудование

2.1	Аккумуляторные батареи.....	2 шт.
2.2	Детали и узлы батареи.....	1 компл.
2.3	Нагрузочная вилка.....	1 шт.
2.4	Ареометр (денсиметр).....	1 шт.
2.5	Термометр со шкалой до 70 <sup>0</sup> С.....	1 шт.
2.6	Резиновая груша.....	1 шт.
2.7	Стеклянная трубка.....	1 шт.
2.8	Раствор нашатырного спирта (10%)..	1 шт.
2.9	Зарядный выпрямитель.....	1 шт.

### 3 Общие сведения об аккумуляторных батареях

Стартерные аккумуляторные батареи являются химическим источником тока и служат для питания стартера при запуске двигателя и всех потребителей электрической энергии в тех случаях, когда двигатель автомобиля не работает, а также для питания потребителей при перегрузках генератора.

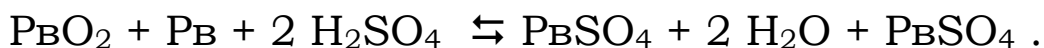
В соответствии с ГОСТ 9590-76 стартерные аккумуляторные батареи должны удовлетворять следующим требованиям:

- 3.1 Отдавать большой разрядный ток  $J = 3C_{20}$  А при малом внутреннем падении напряжения ( $C_{20}$  - номинальная емкость при 20 - часовом заряде).
- 3.2 Обладать высокой механической прочностью.
- 3.3 Обладать большой емкостью при малом весе и малом размере.
- 3.4 Быстро восстанавливать емкость при зарядке на автомобиле.
- 3.5 Быть долговечной и иметь невысокую стоимость.

В свинцовых стартерных аккумуляторах применяются пластины решетчатого типа. Решетки отливаются из чистого свинца с небольшой примесью (1...2%) сурьмы для увеличения

механической прочности. В решетки впрессовывают активную массу, которая готовится для положительных пластин до 75% свинцового сурика и свинцового глета, а у отрицательных пластин больше свинцового глета. Активная масса замешивается на крепкой серной кислоте до кашеобразного состояния. Положительные пластины имеют красноватый оттенок, отрицательные - серый. Одноименные пластины собираются в полублоки, а затем в блоки. Отрицательных пластин в блоке на одну больше. Напряжение одного аккумуляторного элемента равно приблизительно 2В. Для получения аккумуляторной батареи на 12В в моноблок собирают по 6 элементов. В стартерных свинцовых аккумуляторах электролитом служит серная кислота (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Активная масса положительных пластин в заряженном виде состоит из перекиси свинца PbO<sub>2</sub>, а активная масса отрицательных пластин - из губчатого свинца Pb. Химические реакции во время зарядки и разрядки протекают по уравнению:



При разрядке на пластинах образуется сернокислый свинец, из электролита расходуется серная кислота, поэтому плотность электролита понижается. При зарядке - наоборот.

Аккумуляторные батареи имеют маркировку, которая содержит число последовательно соединенных аккумуляторов (б), назначение - СТ (стартерная), номинальную емкость при 20 - часовом режиме разряда и обозначения основных материалов батареи: моноблока - "Э" (эбонит), "П" (пластмасса), "Т" (термопласт), сепараторов "М" (мипласт), "Р" (мипор), "С" (стекловолокно).

Пример: 6СТ-50ЭМС - стартерная сухозаряженная аккумуляторная батарея с шестью аккумуляторами, номинальной емкостью 50 А·ч. и т.д.

#### 4 Выполнение работы

- 4.1 Изучить назначение, устройство, химические реакции, маркировку и требования к аккумуляторным батареям.
- 4.2 Провести проверку технического состояния аккумуляторных батарей в соответствии с таблицей 1.1.

Таблица 1.1 – Сведения по техническому состоянию аккумуляторных батарей

№	Контролируемые параметры	Порядковый номер элемента аккумулятора					
		1	2	3	4	5	6
1	Уровень электролита над пластинами, мм						
2	Плотность электролита, г/см <sup>3</sup>						
3	Температура электролита						
4	ЭДС аккумулятора, В						
5	Напряжение под нагрузкой, В а) в начале замера б) через 5 секунд						
6	Степень разряда батареи по плотности электролита						
7	Неисправность, обнаруженная осмотром						
8	Заключение						

Уровень электролита проверяют стеклянной трубкой, которую опускают вертикально в аккумулятор до упора в предохранительный щиток. Верхний конец трубки плотно зажимают пальцем и приподнимают ее над отверстием. Высота столбика электролита должна находиться между рисками.

Плотность электролита замеряют ареометром (денсиметром). Величина ЭДС покоя по плотности определяется по формуле:

$$E = 0,84 + \gamma,$$

где  $\gamma$  - плотность электролита, г/см<sup>3</sup>.

Напряжение на аккумуляторе измеряется нагрузочной вилкой.

Степень разряда по плотности определяется по формуле:

$$Y = ((\gamma - \gamma_{\times}) / (\gamma - \gamma_{\square})) * 100\%,$$

где  $\gamma$  - плотность электролита заряженного аккумулятора (1,25 - 1,30 г/см<sup>3</sup>), таблица 1.2.

$\gamma_{\times}$  - измеренная плотность электролита;

$\gamma_{\square}$  - плотность электролита полностью разряженного аккумулятора.

Таблица 1.2 – Плотность электролита

Районы эксплуатации автомобилей	Плотность электролита АБ		
	Заряженной батареи	Разряженной на 50%	Разряженной полностью
Крайние северные зимой летом	1,31	1,23	1,15
	1,27	1,19	1,11
С умеренным климатом средняя полоса (до - 40°C)	1,29	1,21	1,13
С температурой до - 30°C	1,27	1,19	1,11
С жарким климатом	1,25	1,17	1,09

#### 4.3 Приготовление электролита

В соответствии с таблицей 1.2 и 1.3 приготовление электролита производится из серной кислоты (ГОСТ 667-73) и дистиллированной воды (ГОСТ 6709 - 72). Для приготовления электролита используется кислотостойкая посуда: керамическая, эбонитовая, свинцовая, в которую заливается сначала вода, а затем кислота. После этого электролит охлаждается до 25°C и заливается в аккумулятор с помощью груши или стеклянной воронки.

#### 4.4 Зарядка аккумуляторной батареи

Новые аккумуляторные батареи ставятся на зарядку после 3 часового отстаивания с электролитом.

При зарядке положительную клемму аккумуляторной батареи соединяют с положительной клеммой источника тока, отрицательную - с отрицательной, при этом аккумуляторные батареи соединяют последовательно в группы и несколько групп – параллельно.

Необходимо рассчитать количество аккумуляторных батарей, которые одновременно можно зарядить от предлагаемого зарядного устройства по формуле:

$$n = k * U_c / 2,7m,$$

где  $U_c$  - напряжение сети;

$k$  - количество параллельных ветвей в соединении аккумуляторных батарей;

$$k = J_{\max} / J_3 ;$$

$m = 6$  – количество элементов в одной аккумуляторной батарее;

$J_{\max}$  – максимальный ток зарядного устройства;

$J_3 = 0,1 C_{20}$  – ток зарядки одной ветви аккумуляторной батареи;

$C_{20}$  – номинальная емкость одной батареи.

Зарядку следует продолжать до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение (“кипение”) во всех аккумуляторных элементах, а напряжение и плотность электролита стабилизируются в течение 2 - 3 часов.

Таблица 1.3 – Расход компонентов на 1л электролита

Плотность электролита при 25 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup>	1-й вариант		2-й вариант	
	Вода, л	Кислота плотностью 1,83 г/см <sup>3</sup> при 25 <sup>0</sup> С, л	Вода, л	Раствор плотностью 1,40 г/см <sup>3</sup> при 25 <sup>0</sup> С, л
1,20	0,859	0,200	0,534	0,466
1,22	0,839	0,221	0,484	0,516
1,24	0,819	0,242	0,433	0,567
1,26	0,800	0,263	0,383	0,617
1,28	0,781	0,285	0,327	0,673
1,40	0,650	0,423	0,000	1,000

## 5 Оформление отчета

Отчет оформляется в порядке вопросов, поставленных в работе.

При этом можно описать цель работы, оборудование, назначение, химические реакции, приготовление электролита, зарядку аккумуляторных батарей, таблицу технического состояния с оформлением схем устройства АБ и их зарядки.

## Лабораторная работа № 2

### Автомобильные генераторы

#### 1 Цель работы

Изучение устройства, методов и приборов определения технического состояния автомобильных генераторов.

#### 2 Оборудование

- 2.1 Генераторы разных типов, исправные.
- 2.2 Неисправные генераторы с характерными дефектами.
- 2.3 Контрольно-испытательный стенд Э - 211.

#### 3 Общие сведения о генераторах

Генераторы постоянного тока длительное время были единственным типом источников электрической энергии, применявшихся для питания потребителей и заряда аккумуляторной батареи на автомобиле.

Применение генераторов постоянного тока в традиционной схеме автомобильного электрооборудования было обусловлено тем, что в ней имеется аккумуляторная батарея - для ее зарядки требуется постоянный ток.

Однако генераторы постоянного тока обладают серьезными недостатками, которые не позволяют повышать главный показатель генератора – удельная мощность (мощность на единицу массы генератора). Поэтому их и не стали использовать на автомобилях.

В генераторах переменного тока этих недостатков почти нет ввиду того, что обмотка, в которой индуктируется переменный ток, у них расположена на неподвижном статоре, и поэтому ток из обмотки выводится через контактные зажимы. Ток возбуждения подводится к обмотке ротора через контактные кольца и щетки, но так как эти кольца осуществляют лишь скользящий контакт, а не коммутацию тока, щетки на них работают без искрения. Вследствие отсутствия коммутации скорость вращения ротора генератора переменного тока может быть значительно большей, чем у генератора постоянного тока, так как она зависит только от надежности и износа подшипников и приводного ремня.



По изложенным выше причинам генераторы переменного тока имеют большую надежность и значительно меньшую массу и объем, чем генераторы постоянного тока такой же мощности.

В последнее время стали все чаще устанавливать на автомобиль бесщёточные генераторы переменного тока, их называют бесконтактными. У этих генераторов обмотка возбуждения располагается неподвижно, поэтому щетки и кольца отсутствуют. Надежность таких генераторов еще больше поднимается.

#### 4 Конструкция автомобильного генератора переменного тока

Генератор переменного тока (см. плакат) представляет собой трехфазную синхронную электрическую машину с электромагнитным возбуждением и встроенными выпрямителями и регулятором напряжения (интегрального типа).

Статор с обмотками имеет две крышки с шариковыми подшипниками, в которых вращается вал ротора. Ротор состоит из вала, обмотки возбуждения и двенадцати клювообразных полюсов, которые создают магнитный поток. На валу ротора установлены два или три изолированных контактных кольца, через которые в обмотку возбуждения подается электрический ток.

Статор представляет собой пакет пластин, набранный из листовой электротехнической стали. В пазы пакета уложены обмотки, концы которых присоединены к выпрямительному блоку. Выпрямительный блок служит для выпрямления переменного электрического тока, индуктируемого в обмотках статора. Выпрямительный блок состоит из трех секций. В теплоотводах каждой секции смонтировано по два диода с разной полярностью.

На задней крышке установлен щеткодержатель со щетками, которые соприкасаются с контактными кольцами ротора.

На валу ротора установлен шкив с центробежным вентилятором для охлаждения генератора.

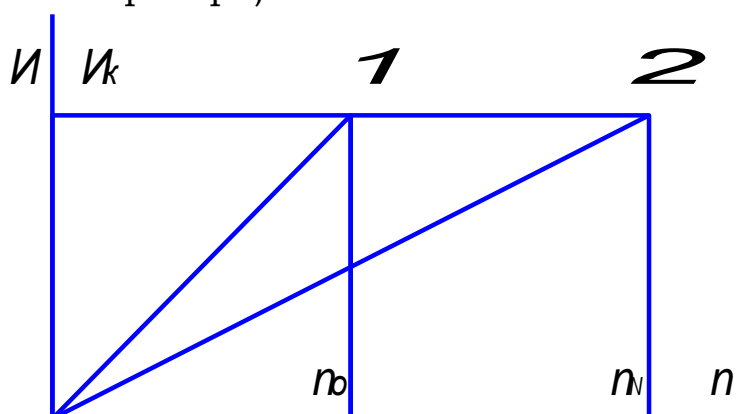
Генератор имеет выводы “+”, “-” и “Ш”.

Бесконтактные генераторы переменного тока имеют неподвижную обмотку возбуждения, расположенную на диске статора. На валу размещен клювообразный сердечник, который при вращении создает в обмотке статора переменное магнитное поле.

## 5 Характеристика возбуждения генераторов

Начальное число оборотов, при котором генератор развивает нормальное напряжение, называется началом отдачи и определяется по характеристике возбуждения, которая представляет собой зависимость напряжения  $U$  от частоты вращения  $n$  при холостом ходе или при номинальной нагрузке генератора.

На рисунке 1 приведены две характеристики генератора: при холостом ходе ( $I_r = 0$ ) и при номинальной (полной) нагрузке генератора  $I_r = I_N$  (здесь  $I_r$  - ток генератора,  $I_N$  - номинальный ток генератора).



точка I - начало отдачи, точка II - полная отдача генератора  
Рисунок 1 – Характеристики генератора

У генераторов переменного тока питание обмотки возбуждения начинается сразу от аккумуляторной батареи, а затем от генератора, и напряжение сразу поднимается интенсивно.

Точки пересечения характеристик напряжения с линией нормального (расчетного) напряжения  $U_k$ , равного 12,5 В или 25 В, определяют начальную частоту вращения  $n_0$ ,  $n_N$ , соответственно, при холостом ходе и полной нагрузке генератора.

Обычно в технические данные генератора и приводят эти два значения начальной частоты вращения:  $n_0$  - холостого хода и  $n_N$  - при полной нагрузке генератора.

## 6 Испытание автомобильных генераторов

Испытание генератора осуществляется в следующем порядке:

Испытание без разборки на стенде Э - 211:

определение неисправностей внешним осмотром;

проверка генератора в режиме холостого хода (начало отдачи);

проверка генераторов (на полную отдачу) под нагрузкой.

### 6.1 Проверка генератора на начало отдачи и на полную отдачу

На начало отдачи генератор проверяется в режиме холостого хода  $J_r = 0$ , а на полную отдачу - при номинальной нагрузке ( $J_r = J_N$ ).

Установить генератор на стенде, соединив его с приводом стенда с помощью переходной звездочки. Произвести подключение генератора к клеммам правой панели. У генератора клеммы “+”, “Ш”, “М” подсоединены соответственно к клеммам “Я”, “Ш”, “М” правой панели стенда.

Переключатель рода проверок установить в положение “Ген”.

Переключатель батарей в зависимости от номинального напряжения проверяемого генератора установить в положение “12” или “24”. Переключатель омметра-тахометра установить в положение “об/мин x 1000”. Включить выключатель сети и выключатель двигателя. Плавно поворачивая рукоятку регулировки частоты вращения электродвигателя стенда в направлении требуемого вращения ротора генератора, увеличивать частоту вращения до тех пор, пока напряжение генератора не будет равно номинальному: 12,5; 25. Снять показание тахометра и сравнить с техническими условиями, таблица 2.1.

Для проверки генератора на полную отдачу, не останавливая вращения и плавно поворачивая рукоятку реостата нагрузки по часовой стрелке, нагрузить генератор. Регулируя величину нагрузки и частоту вращения якоря генератора, установить по амперметру номинальный ток нагрузки  $J_r = J_N$ , таблица 2.1, при номинальном напряжении генератора: 12,5; 25. Снять показания тахометра и сравнить с техническими условиями, таблица 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики некоторых генераторов

Марка генератора	Без нагрузки		С нагрузкой			Сопротивление обмотки возбуждения (ОМ)
	напряжение, В	частота вращения, мин <sup>-1</sup>	напряжение, В	ток нагрузки, А	частота вращения, мин <sup>-1</sup>	
Г - 250	12,5	900	12,5	28	2000	3,7
Г - 286	12,5	650	12,5	60	1650	3,7
17.3701	12,5	950	12,5	24	2000	3,7
32.3701	13	1250	13	32	2250	3,7

Результаты испытаний генератора заносятся в журнал испытаний, таблица 2.2.

Таблица 2.2 – Журнал испытаний генератора

Основные данные	Должно быть по техническим условиям	Результаты испытаний
Мощность, Вт Ток, потребляемый обмоткой возбуждения, А Испытание без нагрузки: напряжение, В Частота вращения, при которой достигнуто указанное напряжение, должна быть не более, мин <sup>-1</sup> Испытание генератора, работающего на аккумуляторную батарею и нагрузку: общий ток нагрузки, А напряжение, В Частота вращения, при которой достигнуто указанное напряжение, должна быть не более, мин <sup>-1</sup>		
Заключение:		

## 6.2 Проверка генератора на симметричность фаз

Переключатель рода проверок устанавливают в положение “сим. фаз”, а остальные переключатели в те положения, как и при проверке генератора под нагрузкой.

Включают контрольные провода в гнезда розетки  $\sim U$  и поочередно подключают их к двум выводам обмотки статора, при этом каждый раз по вольтметру замеряют переменное напряжение между фазами обмотки до выпрямителя на одинаковой частоте вращения ротора генератора. Например если между 1-й и 2-й фазой вольтметр показал 12 В, а между 2-й и 3-й, и между 1-й и 3-й - 8 В, то неисправна обмотка 3-й фазы статора (межвитковое замыкание). При обрыве обмотки напряжение равно нулю.

Если испытания генератора на стенде не дали положительных результатов, то следует генератор разобрать и произвести проверку отдельных его элементов.

## 7 Оформление отчета

Работа оформляется в такой последовательности, как поставлены вопросы в задании.

Выполненная работа должна содержать: описание устройства генераторов и возможных неисправностей с приведением соответствующих схем и эскизов; описание порядка испытания генераторов с построением зависимости  $U = f(n)$ ; заполненный журнал испытания генераторов с заключением о техническом состоянии генератора (таблица 2.2); заключение о техническом состоянии генераторов.

## Лабораторная работа № 3

### Автомобильные регуляторы напряжения

#### 1 Цель работы

Изучение назначения, принципов действия, конструкции регуляторов напряжения, определение и регулировка напряжения поддерживаемого регулятором.

#### 2 Оборудование и инструмент

- 2.1 Контрольно-испытательный стенд Э-211.
- 2.2 Реле-регуляторы разных типов, плакаты.
- 2.3 Исправные генераторы, Г-250, Г-221 и др.
- 2.4 Разрегулированные реле-регуляторы РР-380, РР-362.
- 2.5 Пластинчатые щупы - 1 комплект, ключи специальные, отвертки, волосяная щетка, шкурка зернистостью 100+140.
- 2.6 Регуляторы напряжения РР-350, РР-362, Я-112, Я-120.

#### 3 Общие сведения о регуляторах напряжения

Регуляторы напряжения выполняют функцию регулирования напряжения автомобильных генераторов в заданных пределах при изменении частоты вращения ротора и тока нагрузки генератора.

Принцип автоматического регулирования напряжения заключается в следующем.

Если в первом грубом приближении пренебречь падением напряжения в статоре генератора переменного тока, то можно считать, что напряжение на его зажимах определяется формулой:

$$U \approx E = c n \Phi. \quad (1)$$

Таким образом, для того, чтобы напряжение оставалось постоянным, нужно при увеличении частоты вращения  $n$  уменьшать магнитный поток  $\Phi$ .

Изменение магнитного потока  $\Phi$  осуществляется изменением тока  $I_B$  в цепи обмотки возбуждения, который изменяют изменением сопротивления цепи возбуждения. Напряжение, поддерживаемое вибрационным регулятором напряжения:

$$I = c \cdot \frac{c_0}{W_0} \delta \sqrt{Fnp} . \quad (2)$$

Из выражения 2 следует, что если пренебречь изменением сопротивления обмотки регулятора  $c$  от температуры и считать его постоянным, то регулируемое напряжение генератора зависит только от величины воздушного зазора  $\delta$  и натяжения пружины  $F$  пр, т.е. от регулировки регулятора. Следовательно, при неизменной регулировке регулятора (неизменных  $\delta$  и  $F$  пр) регулируемое напряжение генератора при изменении его числа оборотов и нагрузки будет сохранять постоянную величину. Для изменения же напряжения, поддерживаемого регулятором, нужно изменить либо натяжение пружины  $F$  пр (основной способ регулировки), либо воздушный зазор. Основным недостатком вибрационных регуляторов является то, что они пропускают весь ток возбуждения через контакты, поэтому они быстро подгорают и стабильность напряжения нарушается. Это особенно заметно у генераторов переменного тока, поэтому у этих генераторов практически используются в основном контактно-транзисторные, бесконтактные регуляторы напряжения и интегральные.

#### 4 Выполнение работы

Изучить устройство, принцип действия и неисправности регуляторов напряжения. Произвести проверку РН.

##### 4.1 Проверка вибрационного регулятора напряжения

Таблица 3.1 – Журнал испытаний регулятора напряжения РР 380

Основные данные	Должно быть по техническим условиям	Результаты испытаний до регулировки	Результаты испытаний после регулировки
1	2	3	4
Регулятор напряжения Зазор между якорьком и сердечником при замкнутых контактах, мм	1,4 - 1,5		
Регулируемое напряжение, В	13,8 - 14,5		

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4
Величина тока при регулировке напряжения, А	30		
Частота вращения якоря генератора при регулировке напряжения, мин <sup>-1</sup>	3000		
Допустимое отклонение напряжения при изменении частоты вращения генератора в диапазоне 1550-7500 мин <sup>-1</sup> , В	0,5		

4.1.1 Снять крышку и очистить реле-регулятор от пыли чистой белой тканью, смоченной бензином.

4.1.2 Ознакомиться с конструкцией реле-регулятора и произвести его внешний осмотр, обратив внимание на состояние рабочей поверхности контактов, на надежность соединения выводных проводников, на прочность креплений витков подвески якорька и на состояние изоляции обмотки.

4.1.3 Окислившиеся и обгоревшие контакты зачистить стеклянной шкуркой зернистостью 100+140. Поверхности контактов должны быть параллельны друг к другу и плотно прилегать. При большом износе (высота контакта менее 0,5 мм) контакты заменяют.

4.1.4 Положительные контакты регуляторов напряжения изготавливают из серебра, а отрицательные - из вольфрама.

4.1.5 Оси контактов должны совпадать. Изоляция всех токоведущих частей должна быть испытана на пробой напряжением 220 В.

Перед испытанием следует проверить и при необходимости отрегулировать требуемые зазоры.

В регуляторах напряжения проверить и отрегулировать:

1 Зазор между якорьком и сердечником при замкнутом состоянии контактов. Для регулировки зазора следует освободить винты, проходящие через овальные отверстия



ограничителя, и переместить его вверх или вниз в зависимости от того, требуется уменьшить или увеличить зазор.

2 Проверить зазор между контактами при упоре якорька в сердечник. Величина зазора регулируется осторожным подгибанием ограничителя с фибровым упором. После регулировки все винты должны быть закреплены. Все проверяемые зазоры должны быть в пределах, указанных в журналах испытаний.

#### 4.2 Составление отчета

Отчет должен содержать: краткое изложение процесса регулировочных и испытательных работ, схемы соединений приборов при испытании реле-регулятора; журнал испытаний; перечень неисправностей, обнаруженных и устраненных в процессе проведения работы; заключение о состоянии испытуемого реле-регулятора.

Таблица 3.2 – Характеристики некоторых реле-регуляторов

№	Характеристики	Марка регуляторов		
		РР-380	РР-362	РР-350
1.	Напряжение, поддерживаемое регулятором напряжения, В	13,8-14,5	13,8-14,6	13,2-14,6
2.	Максимальный ток, А	30 ± 1		

## Лабораторная работа № 4

### Стартеры

#### 1 Цель работы

Изучение устройства стартера, регулирования механизма привода, испытание и регулировка реле включения и самого стартера в двух проверочных режимах.

#### 2 Оборудование

- 2.1 Стенд Э240
- 2.2 Стартер
- 2.3 Детали стартера
- 2.4 Контрольная лампа
- 2.5 Тахометр
- 2.6 Прибор ППЯ

#### 3 Общие положения

Система электрического пуска ДВС предназначена для подготовки двигателя к пуску и вращения коленчатого вала с пусковой частотой, 50 об/мин карбюраторного двигателя и 150 ÷ 250 об/мин дизельного.

В систему пуска входят: стартер, аккумуляторная батарея, подводящие провода и все средства облегчения пуска. Для дистанционного управления электродвигателем стартера используется реле стартера.

В качестве электродвигателя стартера используется серийный, у которого силовая обмотка якоря и обмотка возбуждения подключены последовательно или со смешанным возбуждением. Такие электродвигатели допускают токи короткого замыкания (полного торможения) и имеет хорошие тяговые свойства, высокий крутящий момент. Для проверки исправности таких электродвигателей используют две точки на электромеханической характеристике, точки холостого хода 1 и полного торможения 2 (рисунок 1).

#### 4 Выполнение работы

- 4.1 По учебнику изучить устройство стартеров, возможные неисправности, их устранение.

#### 4.2 Проверить техническое состояние стартера и произвести его регулировку.

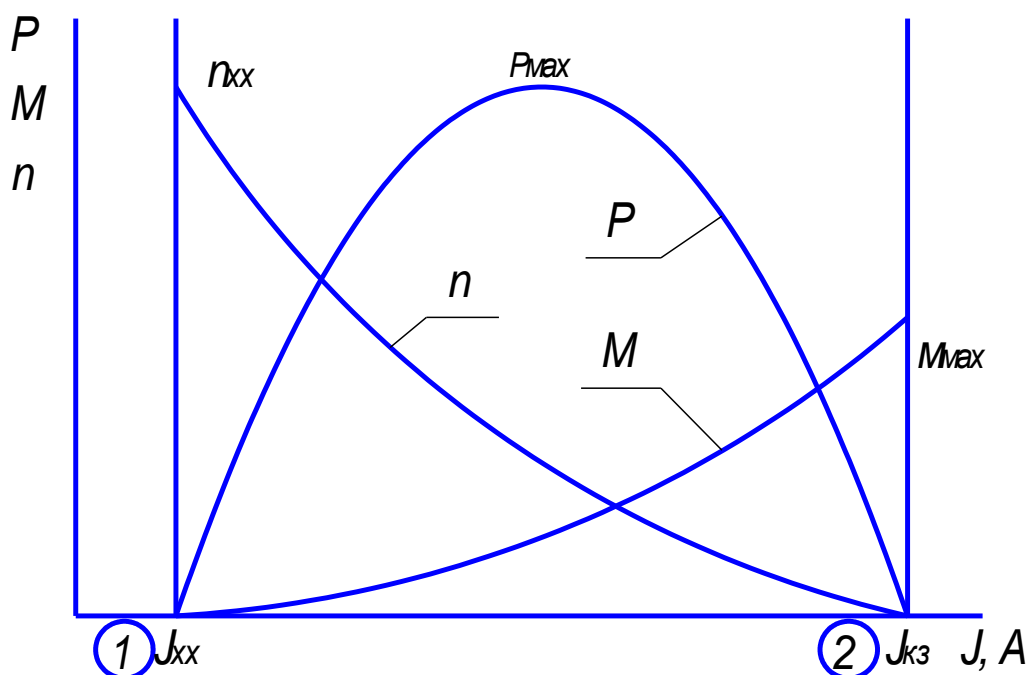


Рисунок 1 – Характеристики стартера

Внешним осмотром проверить состояние выводных клемм, состояние коллектора, щеток, шестерни и рычагов привода. Проверить состояние контактного диска и контактов тягового реле, давление пружин на щетки.

Произвести проверку состояния якоря на приборе Э-202 (ППЯ).

Регулировка стартера производится винтом 4 (рисунок 2), при этом устанавливают шестерню 5 в исходное положение, которое контролируется расстоянием А. Для определения момента замыкания цепи нужно включить две контрольные лампы 1 между стартером и аккумуляторной батареей. Лампа, подключенная к зажиму Ка, должна включаться немного раньше или одновременно с другой лампой. При загорании ламп зазор Б должен быть в пределах, указанных в таблице 1. При необходимости отрегулировать винтом 7.

Проверка тягового реле и его регулировка производится на стенде Э-240.

Подключить стартер к стенду.

Установить переключатели в следующие положения:

S 4 - 12 В или 24 В; S 5 - 300В; S 6 - 1; S 7 - 75 А; S10 - 6.

Нажать на кнопку S 12 “Пуск”. Тяговое реле должно выдвинуть шестерню привода до упора, контакты главной цепи должны замкнуться, при этом показание вольтметра должно быть равно нулю. Если вольтметр показывает любое значение напряжения, следует произвести регулировку винтом 7.

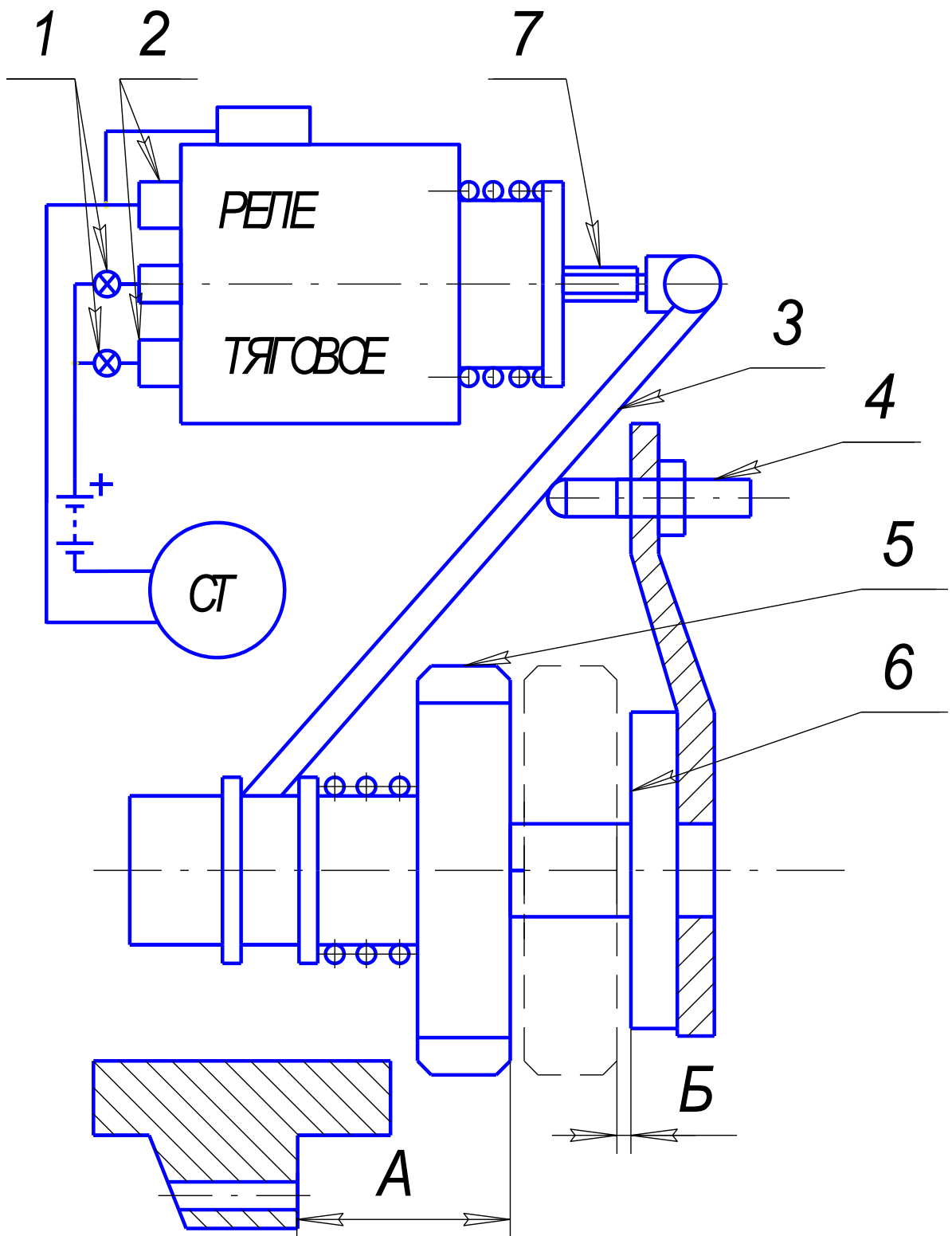


Рисунок 2 – Схема регулировки стартера

### 4.3 Испытание стартера

Испытание стартера производится в двух режимах: холостого хода и полного торможения (короткого замыкания).

#### 4.3.1 Проверка стартера в режиме холостого хода

Установить стартер в зажиме стенда и подключить его проводами к зажимам стенда.

Установить переключатели стенда в следующие положения:

S 1 - 3; S 4 - 12 В или 24 В; S 5 - 300а; S 6 - 1; S10 - 4.

Нажать на кнопку S 12 “Пуск”.

Ручным тахометром измерить частоту вращения якоря стартера. Показания амперметра и тахометра сравнить с данными таблицы 4.2.

Повышенный ток или уменьшенная частота вращения якоря указывает на механические повреждения или замыкание витков в обмотке якоря.

#### 4.3.2 Проверка стартера в режиме полного торможения

Установить стартер в зажимное устройство. Отрегулировать тормозное устройство так, чтобы шестерня стартера свободно входила в зацепление с зубчатым колесом тормозного устройства при включении привода стартера. При этом зубчатое колесо по модулю должно соответствовать модулю шестерни стартера.

Для измерения тормозного момента на валу стартера переключатель S 11 установить в следующие положения по модулю: “2,5 × 9” (○ = 2,11 и ○ = 2,5); “3 × 11” (○ = 3; ○ = 3,175); “4,25 × 10” (○ = 4,25 и ○ = 4,5).

Переключатель S1 установить в одно из положений: 1 (при крутящем моменте меньше 25 Н.м.) или П (при крутящем моменте больше 25 Н.м.).

Переключатель S5 - в положение 1000 А.

Нажать на кнопку S12 “Пуск”.

Плавно нажать на рукоятку тормозного устройства и следить за амперметром. Как только стрелка остановится, записать показания.

Записать показания крутящегося момента и силы тока.

Сравнить показания с данными таблицы 4.2 и сделать заключение о состоянии стартера.

В том случае, если модуль и число зубьев проверяемого стартера отличаются от указанных на стенде (2,5 × 9; 3 × 11; 4,25 × 10), то значение тормозного (крутящегося) момента

необходимо умножить на нормированный коэффициент, приведенный в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Поправочные коэффициенты

Положение переключателя	Модуль и число зубьев		Поправочный коэффициент
	шестерни стартера	зубчатого колеса	
“2,5 × 9”	2,11 × 11	2,11 × 84	8,5
	2,5 × 8	2,5 × 72	5,3
	3,5 × 9	2,5 × 72	
“3 × 11”	3 × 9	3 × 57	7,6
	3 × 11	3 × 57	9,3
	3,175 × 9	3 × 57	8,4
	3,75 × 10	3,75 × 45	11,2
“4,25 × 10”	4,25 × 10	4,25 × 37	13,0
	4,25 × 11	4,25 × 37	14,3
	4,5 × 11	4,5 × 34	15,5

Таблица 4.2 – Технические данные некоторых типов стартеров

Параметры	СТ-23С А,Б,К	СТ-221	СТ-117А	СТ-142	СТ-108	СТ-130
1	2	3	4	5	6	7
1 Номинальное напряжение, В	12	12	12	24	24	12
2 Номинальная мощность, кВт	1,0	1,3	1,2	7,9	6,0	1,1
3 Размеры А/Б, мм	34/3+5	223/21 5	32- 35/3+5	-/0,5+2	-/11,7	32- 35/3+5
4 Режим холостого хода: сила потребляемого тока (А) не более	85	85	85 19	130	110	80
частота вращения вала (мин <sup>-1</sup> ) не менее	4000	5000	3800	-	5000	3500

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
5. Режим полного торможения: сила потребляемого тока не более, А	530	500	550	800	825	650
вращающий момент (Н·м), не менее	22,5	14	16	50	60	30
6.Высота щеток	14(6) <sup>+</sup>	16(12)	14(10)	20(13)	20(15)	14(6)
7.Давление пружин на щетки, Н	8,50-14,00	9,00-11,00	12,00-15,00	15,00-20,00	12,50-17,50	8,50-14,00
8.Применяется на автомобиле	ГАЗ-24 ГАЗ-53 ГАЗ-66 ЗИЛ-130	ВАЗ	Москвич	КамАЗ	МАЗ КРАЗ	ЗИЛ-130

## 5 Оформление отчета

Коротко описать назначение и устройство стартера. Нарисовать схемы регулировок стартера. Построить характеристики стартера. Описать точки, по которым производится проверка стартера. Сделать заключение о техническом состоянии стартера.

## Лабораторная работа № 5

### Батарейная система зажигания

#### 1 Цель работы

Изучение устройства и принципа действия системы.  
Проверка технического состояния узлов батарейного зажигания.  
Снятие рабочих характеристик системы.

#### 2 Оборудование и системы

- 2.1 Контрольно-испытательный стенд.
- 2.2 Аккумуляторная батарея.
- 2.3 Катушки зажигания.
- 2.4 Прерыватели-распределители.
- 2.5 Транзисторные коммутаторы.
- 2.6 Блоки дополнительных сопротивлений.
- 2.7 Контрольная лампа на 12 В.
- 2.8 Пластинчатый щуп - 1 комплект.

#### 3 Основные положения

Воспламенение рабочей смеси в камере сгорания карбюраторного двигателя осуществляется посредством электрического разряда между электродами свечи.

Бесперебойное искрообразование между электродами свечи происходит при высоком напряжении (12000 В и более). Преобразователем напряжения в системе зажигания автомобильных карбюраторных двигателей, как правило, является индукционная катушка зажигания. Прерыватель обеспечивает изменение первичного постоянного тока для его трансформации катушкой зажигания. Распределитель распределяет вторичное напряжение по цилиндрам в соответствии с порядком работы двигателя.

При изучении принципа работы системы зажигания обратить внимание на то, что трансформация вторичного напряжения происходит как раз в момент размыкания контактов прерывателя и при содействии конденсатора.



## 4 Выполнение работы

4.1 Изучить устройство и принцип действия классической контактной, контактно-транзисторной и бесконтактной систем зажигания.

4.2 Ознакомиться с контрольно-испытательным стендом и приборами, необходимыми для выполнения работы.

4.3 Проверить состояние индукционной катушки зажигания, при этом обратить внимание на состояние карболитового изолятора (крышки) и обмоток первичной и вторичной. Обмотки проверить на обрыв и измерить их сопротивление (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Основные данные некоторых катушек

Тип катушки	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		Дополнительное сопротивление	
	число витков	сопротивление (Ом)	диаметр проволоки, мм	число витков	диаметр провода, мм	материал провода, мм	сопротивление (Ом)
Б1	321	1,55-1,70	0,77	18000	0,09	Никель НП2	1,35÷1,45
Б115	330	1,90-2,00	0,72	22500	0,07	-//-	1,00÷1,10
Б117	308	3,00-3,30	0,57	21035	0,07	-	-
Б114	180	0,42	1,25	41000	0,06	Константан	1,0÷1,1
Б118	260	0,75-0,85	1,04	30000	0,06	-//-	1,0÷1,1

### 4.4 Снять рабочие характеристики катушек зажигания

Катушки зажигания испытываются на бесперебойность искрообразования. Для этого необходимо установить катушку на стенд КИ-968 и закрепить ее.

Для испытания необходимо:

- соединить выводы первичной обмотки катушки с гнездами 10 и 11 левой панели, а вывод высокого напряжения - с разрядником;
- установить переключатель напряжения 1 в положение 12 В;
- штекер 42 установить в положение “масса”;
- переключатель 19 поставить в положение “напряжение генератора”;

- рукояткой 2 произвести включение синхронографа и вала прерывателя;
- установить рукоятку 39 в положение “1-я ступень”;
- рукоятку 24 установить в положение “испытание катушки зажигания”;
- рукоятку переключателя 37 установить в положение “Батарея”.

Испытание катушки провести в такой последовательности:

Включить электродвигатель стенда кнопкой 41 и рукояткой 40, установить число оборотов, равное 200 об/мин. При этом на искровом разряднике добиться его положения, при котором начинает исчезать искра. Замерить ток в первичной цепи и размер разрядника в мм. Эти сведения занести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Сведения по испытанию катушки

№ замеров	Число оборотов кулачка прерывателя об/мин	Ток первичной цепи, А	Зазор между электродами	Вторичное напряжение, В
1	200			
2	400			
	2000			

Установить число оборотов электродвигателя  $n = 400$  об/мин и повторить предыдущее испытание. Последующие замеры производить также через 200 оборотов и довести максимальные обороты валика прерывателя (двигателя стенда) до 2000 об/мин.

Включить шунтирующее сопротивление, эквивалентное сопротивлению нагара свечи, и полностью повторить испытание при тех же числах оборотов.

Определить вторичное напряжение в разряднике, при этом нужно каждый миллиметр разрядника считать соответствующим 1500 В.

Установить на стенд прерывателя 8 цилиндрового двигателя и сравнить показания по вторичному напряжению на разряднике с предыдущими.

4.5 Произвести проверку технического состояния прерывателя-распределителя и снять его характеристики в следующей последовательности:

Проверить состояние контактов прерывателя.

Установить зазор в контактах в пределах 0,3-0,45 мм, при этом проверить его величину на всех выступах кулачка.

Таблица 5.3 – Характеристика центробежного регулятора Р-482

Частота вращения кулачка прерывателя, об/мин	400	800	1200	1600	2000
Угол опережения (град.)	2	6	8	10	12

Таблица 5.4 – Характеристика вакуумного регулятора Р-482

Разряжение в камере регулятора (мм рт. ст.)	180	240	300	400
Угол опережения (град.)	3	5	7	8

#### 4.6 Проверить угол замкнутого состояния контактов

Определение угла замкнутого состояния контактов производить на стенде при помощи контрольной лампочки, подключенной параллельно контактам прерывателя.

Прерыватель-распределитель устанавливают на стенде, провода высокого напряжения не подсоединяют и подключают контрольную лампочку.

После включения цепи низкого напряжения медленно поворачивают вручную привод вала прерывателя-распределителя и наблюдают одновременно за положением острия вращающегося разрядника на диске синхрографа и за контрольной лампочкой. В момент начала свечения лампочки фиксируется в градусах, отмеченных на диске синхрографа, начало замыкания контактов.

При замыкании контактов прерывателя лампочка перестает гореть. Количество градусов, на которое повернулся вращающийся разрядник при негорящей лампочке, равно углу замкнутого состояния контактов.

Результаты испытаний вносим в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты проверки прерывателя

Замеряемые величины	Положение кулачков					
	1	2	3	4	5	6
Угол замкнутого состояния контактов						
Чередование искр, град.						
Отклонение (асинхронизм), град.						

Если регулировка зазора между контактами была произведена правильно, угол замкнутого состояния контактов должен находиться в соответствии с техническими условиями.

Проверяют угол замкнутого состояния контактов по шкале прибора ИУК. Для четырех, шести и восьмикулачковых прерывателей отсчет производится по соответствующим шкалам.

Подсоединить вывод прерывателя с гнездом 9 “прерыватель-распределитель” левой панели стенда. Штекер переключателя полярности установить в положение “масса”, штекер переключателя напряжения - в положение 12 В. Установить включатели 10 и 9 в положение “включено”, включатель 8 - в положение “испытуемый”.

Включить привод синхронографа, вытянув рукоятку 3 до отказа. Включить привод стенда на 1-й передаче с выключенным редуктором и установить скорость вращения вала распределителя 1500 об/мин. Нажать кнопку прибора ИУК и произвести установку “нуля”. Отпустить кнопку и отсчитать угол замкнутого состояния контактов. Значение угла занести в протокол испытаний.

#### 4.7 Испытать центробежный регулятор опережения зажигания

Схема подсоединения остается без изменения. Включить привод стенда на 1 передаче с включенным редуктором и установить минимальные обороты. Установить лимб синхронографа так, чтобы одна из рисок совпадала с нулем лимба. Плавно увеличивая скорость вращения валика распределителя, наблюдать за положением искры на диске синхронографа.

Как только вступит в действие центробежный регулятор, риски начнут смещаться. По тахометру стенда определить число оборотов, при котором вступил в действие регулятор. Увеличить скорость вращения валика до 550-600 об/мин (путем включения редуктора). Произвести замер смещения искры. Последующие замеры производить через 200 об/мин до достижения скорости вращения 1700-1900 об/мин. Результаты испытаний занести в протокол испытания.

Если результаты испытаний не отвечают техническим условиям, необходимо отрегулировать центробежный регулятор изменением натяжения пружин.

Изменение натяжения пружин регулятора достигается подгибанием кронштейнов крепления пружин грузиков. После

регулировки центробежного регулятора производится повторение испытания.

#### 4.8 Испытать вакуумный регулятор опережения зажигания

Схема соединения остается без изменений. Резиновым шлангом соединить штуцер вакуумного регулятора со штуцером вакуумной системы стенда. Включить привод стенда и установить максимальные обороты (1700-1900 об/мин). Переключатель 9 установить в положение “включено”. Создавая вакуумным насосом разряжение, производить одновременные замеры разряжения по вакуумметру и положение искры на синхрографе. Замеры производить при разряжении 180,240, 300 и 400 мм рт. ст.

Результаты опыта заносятся в протокол испытаний.

При неудовлетворительных результатах испытаний производят регулировку натяжения пружины вакуумного регулятора путем изменения толщины прокладки под гайкой, упирающейся в пружину. После регулировки испытания повторяются.

Герметичность системы вакуумного регулятора определяют по утечке воздуха, которая заметна по падению разрежения при неподвижной рукоятке вакуумного насоса. Согласно техническим условиям утечка воздуха в вакуумном регуляторе не должна снижать разряжение более, чем на 25 мм рт. ст. за одну минуту при начальном разряжении в 250 мм рт. ст.

Неудовлетворительные результаты испытаний будут указывать на плохую герметичность вакуумного регулятора и необходимость его ремонта.

Характеристику вакуумного регулятора строить на основании данных протокола испытаний.

### 5 Составление отчета

Отчет должен содержать: краткое содержание проведенных испытаний с указанием обнаруженных дефектов и способов их устранения, монтажные схемы соединения приборов, результаты испытаний, занесенные в протокол испытаний, характеристики центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания, заключение по работе с анализом снятых характеристик.

## Лабораторная работа № 6

### Транзисторные системы зажигания

#### 1 Цель работы

Изучение устройства и принципов действия систем.  
Проверка технического состояния узлов транзисторных систем зажигания. Снятие характеристик систем.

#### 2 Оборудование и инструмент

- 2.1 Контрольно-испытательный стенд.
- 2.2 Катушки зажигания.
- 2.3 Прерыватели-распределители.
- 2.4 Датчики импульсов распределители.
- 2.5 Транзисторные коммутаторы.
- 2.6 Блоки дополнительных сопротивлений.

#### 3 Основные положения

Транзисторные системы зажигания бывают контактно-транзисторные и бесконтактные транзисторные.

Контактно-транзисторные системы отличаются от обычных батарейных систем зажигания тем, что в них используются транзисторные коммутаторы, которые разгружают контакт прерывателя. В них прерыватель остается, и он служит для управления состоянием транзисторного коммутатора, а питание первичной обмотки катушки зажигания производится через транзисторный коммутатор, минуя контакт прерывателя.

В бесконтактных системах зажигания прерыватель отсутствует совсем. Вместо него устанавливают датчик импульсов, который, как и прерыватель, приводится во вращение от распределительного вала.

Датчик импульсов выполняется в блоке с распределителем. Сам датчик служит для управления состоянием транзисторного коммутатора в соответствии с рабочим циклом двигателя внутреннего сгорания. Катушка механическая получает питание через транзисторный коммутатор.

Датчики импульсов применяются двух типов: магнитоэлектрические (генераторные) и датчики на эффекте Холла. Первые применяются, как правило, на восьмицилиндровых ДВС, а вторые на четырехцилиндровых.

## 4 Выполнение работы

- 4.1 Изучить устройство и принцип действия контактно-транзисторной и бесконтактной систем зажигания.
- 4.2 Ознакомиться со стендом, приборами и узлами систем зажигания.
- 4.3 Проверить состояние транзисторного коммутатора и снять характеристику контактно-транзисторной системы зажигания. Проверить состояние датчика-распределителя бесконтактной системы.
- 4.4 Проверка состояния транзисторного коммутатора.

Проверяемый коммутатор, катушку и резистор подключить к стенду по схеме, рисунок 1.

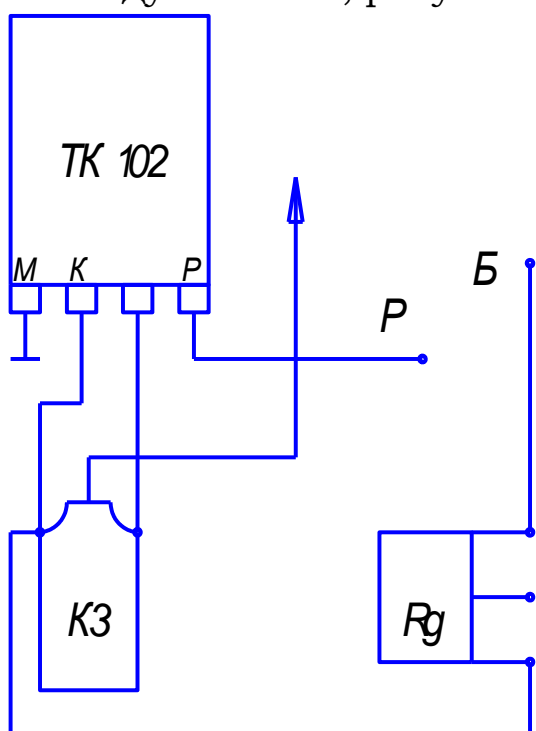


Рисунок 1 – Схема подключения транзисторного коммутатора ТК

Высоковольтный провод от катушки соединяют с выводом распределителя или на разрядник стенда. Клемму М транзисторного коммутатора и корпус катушки соединить с корпусом стенда. Прерыватель-распределитель, установленный на стенде, не должен иметь конденсатора.

Выключают стенд, изменяя частоту вращения валика прерывателя. Наблюдают за искрообразованием в разряднике. Транзисторный коммутатор считается исправным, если при частоте вращения  $2000 \text{ мин}^{-1}$  в разряднике наблюдается устойчивая искра при зазоре не менее 10 мм.

- 4.5 Проверка генераторного датчика импульсов - распределителя (типа 24.3706)

Снимают крышку и ротор распределителя и осматривают их. Если на поверхности имеются сколы, трещины или прогары, ротор и крышка заменяются. Осматривают ротор и статор датчика, обращая внимание на крепление клемм выводов обмотки статора. С помощью омметра проверяют обмотку статора на обрыв и витковое замыкание, а с помощью лампы

напряжения 220В - на замыкание с корпусом (состояние изоляции).

Датчик-распределитель устанавливают на стенд, закрепляют и подключают к клеммам датчика вольтметр или осциллограф, включают электродвигатель и при частоте вращения 500 мин<sup>-1</sup> и 2000 мин<sup>-1</sup> измеряют напряжение датчика. Датчик считается исправным, если величина напряжения будет соответственно равна 25 В и 50 В. При проверке на осциллографе коммутатор считается исправным, если на экране высвечивается синусоидальная кривая.

Датчик-распределитель можно проверить на бесперебойность искрообразования с исправным коммутатором, катушкой и резистором соответствующих типов. Для этого необходимо собрать схему аналогично схеме системы на автомобиле, подключив высоковольтными проводами катушку или распределитель с разрядником стенда. Включить стенд и на различных частотах вращения (200...2000 мин<sup>-1</sup>) проверить систему с испытываемым датчиком на искрообразование. Датчик работает нормально, если величина искрового зазора не менее 10 мм.

Проверка центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания осуществляется аналогично проверке этих устройств в прерывателях контактных систем зажигания. При этом полученные данные сравнить с данными таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Данные по углу опережения

Центробежный регулятор				
Угол опережения, град.	1	4,5	9,5	14,5
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	200	500	1000	1500
Вакуумный регулятор				
Угол опережения, град.	1	3,5	8,5	
Разряжение, мм рт. ст.	100	200	280	

При сравнении показаний допускается отклонение от данных таблицы на величину  $\pm 1,5$  град.

#### 4.6 Проверка датчика-распределителя типа Холла

Снимают крышку и ротор распределителя и производят внешний осмотр, обращая особое внимание на крепление деталей и отсутствие люфтов в валике.

Основным узлом датчика-распределителя является микропереключатель ДХП - 2, состоящий из стабилизатора,



датчика Холла, усилителя, релейного элемента (триггера Шмитта) и выходного транзистора, залитых в едином блоке. Проверить работоспособность датчика можно с помощью вольтметра или осциллографа.

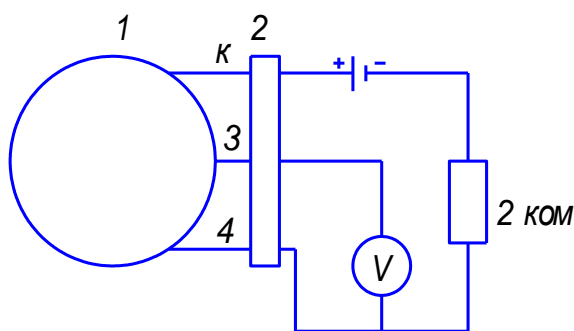


Рисунок 2 – Схема подключения вольтметра

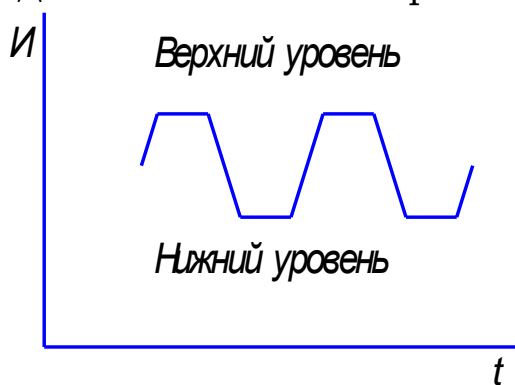


Рисунок 3 – Изменение напряжения датчика Холла

Для проверки датчик-распределитель устанавливают на стенд. При проверке вольтметром его подключают к датчику по схеме рисунка 2, где 1 - датчик - распределитель, 2 - разъем датчика-распределителя.

Вращают валик датчика и снимают показания вольтметра. Верхний уровень импульса должен быть не более чем на 3 В меньше напряжения питания, а нижний - не превышать 0,4 В.

При проверке на осциллографе, его подключают к датчику. Включают стенд и наблюдают картину изменения сигнала датчика на экране осциллографа (рисунок 3).

Верхний уровень импульса должен быть не более чем на 3 В меньше напряжения питания, а нижний - не должен превышать 0,4 В.

## 5 Оформление отчета

Работа оформляется в последовательности выполнения разделов.

Отчет должен содержать: схемы соединения узлов и приборов; графики зависимости, полученные в результате опытов; заключения о состоянии узлов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 1995. - 287 с.
2. Чижков Ю.П. и др. Электрооборудование автомобилей.- М.: Изд-во "За рулем", 1999. – 334 с.

**Семейкин Виталий Иванович**

## Электрооборудование автомобилей

Методические указания к выполнению  
лабораторных работ для студентов  
специальностей 150100 150200 230100 030500.15

Редактор

Компьютерный набор Е.А. Войтеховская

---

Подписано к печати			Бумага тип. № 1
Формат 60x84 1/16	Усл.п.л. 2,25		Уч. изд. л. 2,25
Заказ	Тираж 100		Цена свободная

---

Издательство Курганского государственного университета,  
640669 г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Курганский государственный университет, ризограф.