

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»**

**В. А. Бондаренко, Ю. В. Перчаткин**

# **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Утверждено редакционно-издательским советом  
Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ  
в качестве учебного пособия*



**Орск 2011**

УДК 629.113.004.58

ББК 39.808

Б26

## Научный редактор

*Миркитанов В. И., доктор технических наук, профессор  
кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*

## Рецензенты:

*Якунин Н. Н., доктор технических наук, профессор  
кафедры автомобильного транспорта  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»;*

*Дрючин Д. А., кандидат технических наук, доцент  
кафедры автомобильного транспорта  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*

**Б26 Бондаренко, В. А. Системы электрооборудования автомобилей : учебное пособие / В. А. Бондаренко, Ю. В. Перчаткин. – Орск : Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2011. – 187 с. – ISBN 978-5-8424-0611-1.**

*В пособии приведены сведения по устройству, принципам действия, техническим характеристикам электрооборудования автотранспортных средств. Лабораторный практикум включает в себя цикл лабораторных работ по изучению устройства и диагностике систем электрооборудования автотранспортных средств. Приведено также описание применяемого диагностического оборудования.*

*Учебное пособие предназначено студентам, обучающимся по направлению подготовки дипломированных специалистов 190600 – Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования.*

ISBN 978-5-8424-0611-1

© Бондаренко В. А., 2011

© Перчаткин Ю. В., 2011

© Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2011

# Содержание

Введение .....	4
1 ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	6
1.1 Система электроснабжения.....	6
1.2 Система пуска двигателя внутреннего сгорания .....	18
1.3 Система электроискрового зажигания .....	25
1.4 Система освещения и световой сигнализации .....	35
1.5 Датчики электрических приборов .....	50
1.6 Магнитоэлектрические указатели .....	55
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ .....	58
2.1 Аккумуляторный денсиметр.....	58
2.2 Плотномер.....	58
2.3 Аккумуляторный пробник Э107.....	59
2.4 Нагрузочно-диагностический прибор Н-2001.....	60
2.5 Контрольно-испытательный стенд Э242 .....	62
2.6 Комплекс автодиагностики КАД400.....	70
2.7 Прибор для проверки свечей зажигания Э203-П.....	77
2.8 Цифровой мультиметр М890G .....	78
2.9 Прибор для проверки и регулировки внешних световых приборов ОПК.....	80
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.	85
3.1 Общие требования безопасности .....	85
3.2 Требования безопасности при работе с контрольно-диагностическими стендами.....	87
4 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ.....	90
Лабораторная работа 1 – Диагностирование и техническое обслуживание аккумуляторных батарей.....	90
Лабораторная работа 2 – Диагностирование генераторных установок на стенде Э242 ....	99
Лабораторная работа 3 – Проверка технического состояния приборов и аппаратов системы пуска.....	115
Лабораторная работа 4 – Проверка технического состояния приборов и аппаратов контактной системы зажигания .....	128
Лабораторная работа 5 – Диагностика первичных цепей контактных и контактно- транзисторных систем зажигания комплексом автодиагностики КАД400 .....	136
Лабораторная работа 6 – Диагностирование вторичных цепей систем зажигания комплексом автодиагностики КАД400 .....	148
Лабораторная работа 7 – Диагностирование коммутационных реле и реле-прерывателей .....	159
Лабораторная работа 8 – Диагностирование приборов освещения и световой сигнализации прибором ОПК .....	164
Лабораторная работа 9 – Проверка контрольно-измерительных приборов.....	173
Библиографический список .....	182
Приложение А Параметры генераторов переменного тока.....	183
Приложение Б Параметры проверки регуляторов напряжения .....	184
Приложение В Параметры автомобильных стартеров.....	185
Приложение Г Параметры приборов и аппаратов систем зажигания .....	186
Приложение Д Ток срабатывания реле-прерывателей.....	187

## Введение

Парк автомобилей, эксплуатирующихся в России, за два последних десятилетия претерпел существенное обновление. Наряду с изделиями отечественного автомобилестроения, появилось большое количество автомобилей зарубежного производства различных моделей. Сами автомобили стремительно усложняются за счет введения в их конструкцию новых систем, улучшающих безопасность, комфортабельность, а также основные технико-экономические характеристики. Развитие таких систем, в свою очередь, повышает требования к системам электрооборудования автомобилей. Производители автомобильной техники в борьбе за конкурентоспособность своих изделий постоянно модернизируют и расширяют состав электрооборудования.

Электрооборудование автомобиля представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных электротехнических и электронных систем, приборов и устройств, обеспечивающих надежное функционирование двигателя, трансмиссии, ходовой части, систем обеспечения безопасности движения, автоматизацию рабочих процессов автомобиля и комфортные условия для водителя и пассажиров.

Автомобильное электрооборудование включает в себя следующие системы и устройства:

- систему электроснабжения;
- систему электростартерного пуска двигателя;
- систему освещения, световой и звуковой сигнализации;
- электронные системы управления агрегатами автомобиля;
- систему информации и контроля технического состояния автомобиля и его агрегатов;
- систему электропривода;
- систему подавления радиопомех;
- коммутационные, защитные устройства и электропроводку.

От качества функционирования данного оборудования во многом зависят основные потребительские качества автомобиля: ком-

фортабельность, топливная экономичность, работоспособность и надежность автомобиля в целом.

Опережающее развитие электрических и электронных систем является одной из тенденций современного автомобилестроения.

Все это повышает уровень требований к персоналу, занимающемуся техническим обслуживанием и ремонтом электрооборудования автомобилей, в том числе и к инженерно-техническому персоналу, подготовка которого осуществляется в высшем учебном заведении. В процессе обучения будущие инженеры должны глубоко изучить устройство систем электрооборудования, принципы его работы, а также получить практический опыт в данной области. Для достижения этих целей предусмотрен лабораторный практикум по дисциплине «Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин», состав и порядок выполнения которых составляет основное содержание данного учебного пособия.

Теоретический материал, изложенный в пособии, представлен в объеме, необходимом для подготовки к лабораторному практикуму, и не охватывает те разделы курса, которые не сопровождаются выполнением изложенных лабораторных работ.

# 1 ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

## 1.1 Система электроснабжения

В систему электроснабжения современного автомобиля входят: необслуживаемая или монолитная кислотная аккумуляторная батарея (АКБ) и генератор (Г) трехфазного переменного тока с мощным полупроводниковым выпрямителем (В) и электронным регулятором напряжения (Р), которые вмонтированы в конструкцию генератора. АКБ подключена встречно-параллельно и непосредственно к выходным клеммам генератора. Эта система обеспечивает электроэнергией все бортовые электропотребители.

Применение новых типов аккумуляторных батарей и генератора переменного тока вместо генератора постоянного тока с многоламельным коллекторно-щеточным механизмом, применявшимся ранее совместно с вибрационными реле-регуляторами, позволило значительно повысить качество напряжения и надежность системы бортового электроснабжения. Ее габаритно-весовые параметры также улучшились.

Автомобильная аккумуляторная батарея выполняет следующие функции:

- запуск автомобильного двигателя;
- питание некоторых электрических устройств при неработающем двигателе (например, габаритных огней, охранной сигнализации);
- питание электрических устройств автомобиля при неисправном генераторе или когда он не справляется с нагрузкой.

Аккумуляторная батарея состоит из нескольких аккумуляторов. Аккумуляторы являются вторичными химическими источниками тока, которые могут использоваться многократно. Активные материалы, израсходованные в процессе разряда, восстанавливаются при последующем заряде.

Химический источник тока представляет собой совокупность реагентов (окислителя и восстановителя) и электролита. Восстановитель (отрицательный электрод) электрохимической системы в процессе токообразующей реакции отдает электроны и окисляется, а окислитель (положительный электрод) восстанавливается. Электролитом, как правило, является жидкое химическое соединение, обладающее хорошей ионной и малой электронной проводимостью.

В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют диоксид свинца  $PbO_2$  (окислитель) положительного электрода, губчатый свинец  $Pb$  (восстановитель) отрицательного электрода и электролит (водный раствор серной кислоты  $H_2SO_4$ ). Активные вещества электродов представляют собой относительно жесткую пористую электропроводящую массу с диаметром пор 1,5 мкм у  $PbO_2$  и 5-10 мкм у губчатого свинца. Объемная пористость активных веществ в заряженном состоянии – около 50%.

Часть серной кислоты в электролите диссоциирована на положительные ионы водорода  $H^+$  и отрицательные ионы кислотного остатка  $SO_4^{2-}$ . Губчатый свинец при разряде аккумулятора выделяет в электролит положительные ионы двухвалентного свинца  $Pb^{2+}$ . Избыточные ионы отрицательного электрода по внешнему участку замкнутой электрической цепи перемещаются к положительному электроду, где восстанавливают четырехвалентные ионы свинца  $Pb^{4+}$  до двухвалентного свинца  $Pb^{2+}$ . Положительные ионы свинца  $Pb^{2+}$  соединяются с отрицательными ионами кислотного остатка  $SO_4^{2-}$ , образуя на обоих электродах сернокислый свинец  $PbSO_4$  (сульфат свинца).

При подключении аккумулятора к зарядному устройству электроны движутся к отрицательному электроду, нейтрализуя двухвалентные ионы свинца  $Pb^{2+}$ . На электроде выделяется губчатый свинец  $Pb$ . Отдавая под влиянием напряжения внешнего источника тока по два электрона, двухвалентные ионы свинца  $Pb^{2+}$  у положительного электрода окисляются в четырехвалентные ионы  $Pb^{4+}$ . Через про-

межуточные реакции ионы  $Pb^{4+}$  соединяются с двумя ионами кислорода и образуют двуокись свинца  $PbO_2$ .

Химические реакции в свинцовом аккумуляторе описываются уравнением:



Содержание в электролите серной кислоты и плотность электролита уменьшаются при разряде и увеличиваются при заряде. По плотности электролита судят о степени разряженности свинцового аккумулятора:

$$\Delta C_p = \frac{100 (\rho_3 - \rho_{25})}{\rho_3 - \rho_p}, \quad (1.2)$$

где  $\Delta C_p$  – степень разряженности аккумулятора, %;

$\rho_3, \rho_p$  – плотность электролита соответственно полностью заряженного и полностью разряженного аккумулятора при температуре  $25^\circ C$ ;

$\rho_{25}$  – измеренная плотность электролита, приведенная к температуре  $25^\circ C$ .

Расход кислоты у положительных электродов больше, чем у отрицательных. Если учитывать количество воды, образующейся у положительных электродов, то количество кислоты, необходимое для них в течение разряда, в 1,6 раза больше, чем для отрицательных. Таким образом, при разряде происходит незначительное увеличение объема электролита, а при заряде – уменьшение (около  $1 \text{ см}^3$  на  $1 \text{ А}\cdot\text{ч}$ ). На  $1 \text{ А}\cdot\text{ч}$  электрической емкости расходуется: при разряде – 3,86 г свинца, 4,44 г диоксида свинца, 3,67 г серной кислоты; при заряде – 0,672 г воды, 11,6 г сульфата свинца.

Различные типы стартерных аккумуляторных батарей имеют свои конструктивные особенности, однако в их устройстве много

общего. По конструктивно-функциональному признаку выделяют батареи обычной конструкции – в моноблоке с ячеечными крышками и межэлементными перемычками над крышками; батареи в моноблоке с общей крышкой и межэлементными перемычками под крышкой; батареи необслуживаемые – с общей крышкой, не требующие ухода в эксплуатации.

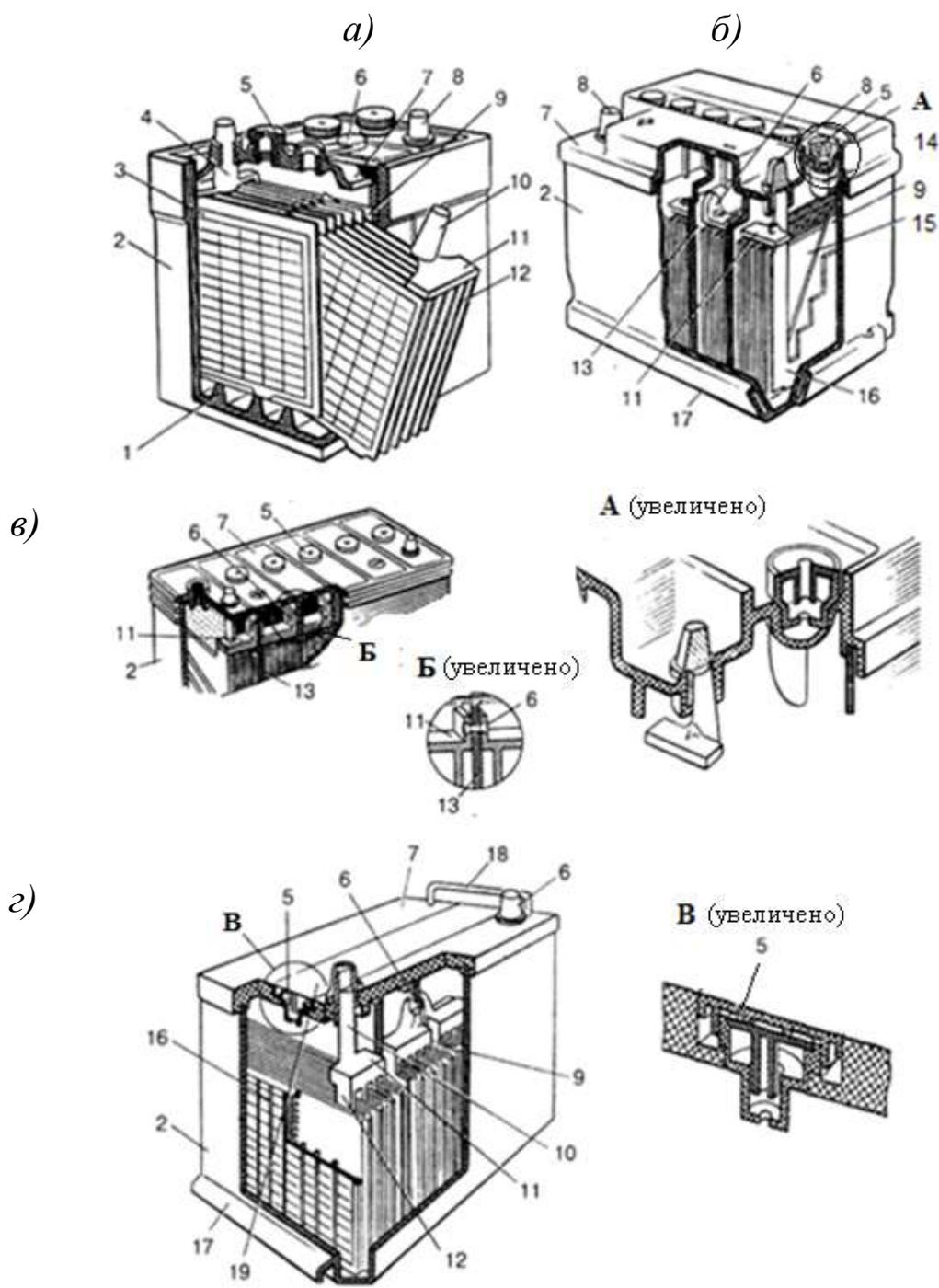
Свинцовый аккумулятор (рис. 1.1), как обратимый химический источник тока, состоит из блока разноименных электродов, помещенных в сосуд, заполненный электролитом. Стартерная батарея в зависимости от требуемого напряжения содержит несколько последовательно соединенных аккумуляторов.

В стартерных батареях собранные в полублоки 3 и 12 (рис. 1.1) положительные 15 и отрицательные 16 электроды (пластины) аккумуляторов размещены в отдельных ячейках моноблока (корпуса) 2. Разнополярные электроды в блоках разделены сепараторами 9. Батареи обычной конструкции выполнены в моноблоке с ячеечными крышками 7. Заливочные отверстия в крышках закрыты пробками 5.

Межэлементные перемычки 6 расположены над крышками. В качестве токоотводов предусмотрены полюсные выводы 8.

Кроме того, в батарее может быть размещен предохранительный щиток. В конструкции батареи предусматривают и дополнительные крепежные детали.

Электродвижущая сила (ЭДС) аккумулятора представляет собой разность электродных потенциалов, измеренную при разомкнутой внешней цепи. Электродный потенциал при разомкнутой внешней цепи состоит из равновесного электродного потенциала и потенциала поляризации. Равновесный электродный потенциал характеризует состояние электрода при отсутствии переходных процессов в электрохимической системе.



1 – опорные призмы моноблока; 2 – моноблок; 3 – полублок отрицательных электродов; 4 – баретка; 5 – пробка; 6 – межэлементная перемычка; 7 – крышка; 8 – полюсный вывод; 9 – сепаратор; 10 – борн; 11 – мостик; 12 – полублок положительных электродов; 13 – перегородка моноблока; 14 – индикатор уровня электролита; 15 – положительный электрод; 16 – отрицательный электрод; 17 – выступ моноблока; 18 – ручка; 19 – планка

Рисунок 1.1 – Аккумуляторные батареи:

а) аккумуляторные батареи в моноблоке с ячеечными крышками и межэлементными перемычками над крышками; б, в, г) аккумуляторные батареи с межэлементными перемычками через перегородки

Потенциал поляризации определяется как разность между потенциалом электрода при заряде и разряде и его потенциалом при разомкнутой внешней цепи. Электродная поляризация сохраняется в аккумуляторе и при отсутствии тока после отключения нагрузки от зарядного устройства. Это связано с диффузионным процессом выравнивания концентрации электролита в порах электродов и пространстве аккумуляторных ячеек. Скорость диффузии невелика, поэтому затухание переходных процессов происходит в течение нескольких часов и даже суток в зависимости от температуры электролита. Учитывая наличие двух составляющих электродного потенциала при переходных режимах, различают равновесную и неравновесную ЭДС аккумулятора.

Равновесная ЭДС свинцового аккумулятора зависит от химических и физических свойств активных веществ и концентрации их ионов в электролите. На величину ЭДС влияет плотность электролита и очень незначительно температура. Изменение ЭДС в зависимости от температуры составляет менее  $3 \times 10^{-4}$  В/град. Зависимость ЭДС от плотности электролита в диапазоне 1,05-1,30 г/см<sup>3</sup> описывается формулой:

$$E = 0,84 + \rho, \quad (1.3)$$

где  $E$  – ЭДС аккумулятора, В;

$\rho$  – приведенная к температуре 5°С плотность электролита, г/см<sup>3</sup>.

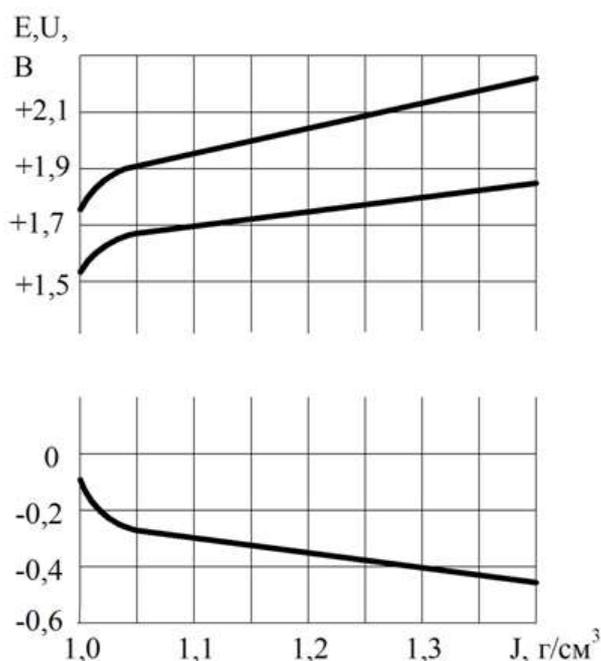
С повышением плотности электролита ЭДС возрастает (рис. 1.2).

При рабочих плотностях электролита 1,07-1,30 г/см<sup>3</sup> ЭДС не дает точного представления о степени разряженности аккумулятора, так как ЭДС разряженного аккумулятора с электролитом большей плотности будет выше.

ЭДС не зависит от количества заложенных в аккумулятор активных материалов и от геометрических размеров электродов, но увеличивается пропорционально числу последовательно включенных аккумуляторов.

Плотность электролита в порах электродов и в моноблоке одинакова у аккумуляторов, находящихся в состоянии покоя. Этой плот-

ности соответствует ЭДС покоя. Вследствие поляризации пластин и изменения концентрации электролита в порах электродов относительно концентрации электролита в моноблоке, ЭДС при разряде меньше, а при заряде больше ЭДС покоя. Основной причиной изменения ЭДС в процессе разряда или заряда является изменение плотности электролита, участвующего в электрохимических процессах.



1 – ЭДС; 2 – потенциал положительного электрода;  
3 – потенциал отрицательного электрода

Рисунок 1.2 – Изменение равновесной ЭДС (E) и электродных потенциалов (U, V) свинцового аккумулятора от плотности электролита

Плотность электролита в порах электродов и в моноблоке одинакова у аккумуляторов, находящихся в состоянии покоя. Этой плотности соответствует ЭДС покоя. Вследствие поляризации пластин и изменения концентрации электролита в порах электродов относительно концентрации электролита в моноблоке, ЭДС при разряде меньше, а при заряде больше ЭДС покоя. Основной причиной изменения ЭДС в процессе разряда или заряда является изменение плотности электролита, участвующего в электрохимических процессах.

Электрическая емкость аккумуляторной батареи характеризует количество электричества, которое способна отдать батарея при дли-

тельном режиме разряда. Электрическая емкость батареи определяется либо при 20-часовом разряде, либо в режиме резервной емкости.

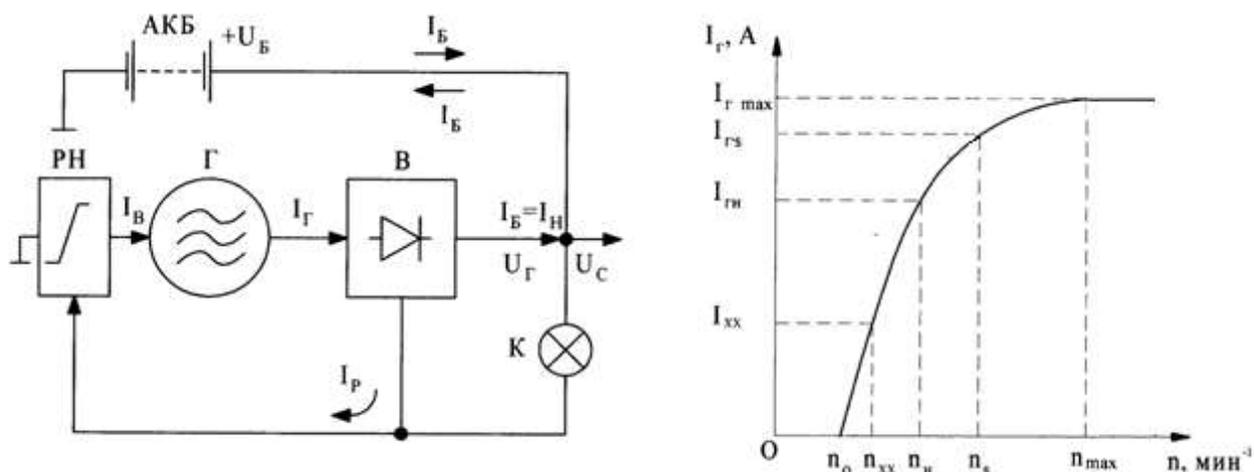
Номинальная электрическая емкость  $C_{20}$  – это емкость 20-часового разряда аккумуляторной батареи. Именно ее регламентируют в большинстве нормативных документов отечественных и европейских производителей и указывают на этикетке батареи.

Для определения номинальной емкости батарею непрерывно разряжают при температуре  $+25^{\circ}\text{C}$  током, равным  $0,05C_{20}$  ( $0,05$  от величины номинальной емкости, указанной производителем при 20-часовом режиме разряда). Например, для аккумуляторной батареи емкостью  $60 \text{ А}\cdot\text{ч}$  ток разряда составляет  $3 \text{ А}$ , а для батареи, емкостью  $90 \text{ А}\cdot\text{ч}$  –  $4,5 \text{ А}$ . При определении номинальной емкости разряд прекращается при напряжении  $10,5 \text{ В}$  (на 12-вольтовой батарее).

Система электроснабжения автомобиля (рис. 1.3) работает следующим образом.

Когда ротор генератора  $\Gamma$  не вращается, напряжение  $U_c$  бортовой сети равно напряжению АКБ ( $U_c = U_B$ ), и потребители запитываются током батареи. При этом регулятор напряжения РН питается от АКБ через контрольную лампу К. После запуска двигателя переменный ток генератора  $I_G$  преобразуется диодным выпрямительным блоком В в постоянный ток. Если после пуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) напряжение  $U_G$  меньше напряжения  $U_B$  батареи (при частотах вращения ротора  $0 < n < n_o$ ), бортовые потребители будут запитываться только от АКБ ( $U_c = U_B, I_B = I_n$ ), а ток генератора будет оставаться близким нулю. На токоскоростной характеристике (рис. 1.3, б) это соответствует диапазону частот вращения до  $n = n_o$ .

В точке  $n = n_o$  напряжение  $U_G$  генератора станет почти равным напряжению  $U_B$  батареи, а следовательно, и напряжению  $U_c$  бортовой сети ( $U_G = U_B = U_c$ ). При встречно-параллельном включении двух источников электроэнергии с одинаковыми напряжениями обмена током между ними не происходит, то есть ток  $I_3$  заряда АКБ пока еще нулевой ( $I_3 = 0$ ).



АКБ – аккумуляторная батарея; РН – регулятор напряжения; Г – генератор; В – выпрямительный блок; К – контрольная лампа заряда АКБ

Рисунок 1.3 – Схема системы электроснабжения:

а) схема системы электроснабжения; б) токоскоростная характеристика системы электроснабжения

Регулятор  $РН$  начинает потреблять ток  $I_p$  от генератора, а бортовые электропотребители получают электроэнергию от обоих источников ( $I_n = I_\Gamma + I_B$ ). Частота  $n_o$  вращения ротора генератора несколько ниже частоты холостого хода  $n_{xx}$  прогретого ДВС. Поэтому передаточное отношение между шкивами двигателя и генератора выбирается таким образом, чтобы на минимальных оборотах холостого хода электроэнергией от генератора обеспечивались по крайней мере основные бортовые потребители (система зажигания, впрыск топлива, габаритные огни в ночное время). Тогда после запуска ДВС коленчатый вал развивает обороты холостого хода и наступает состояние, при котором  $n_{xx} > n_o$ , а напряжение генератора становится больше напряжения  $U_B$  аккумуляторной батареи ( $U_\Gamma > U_B$ ). Ток генератора при этом  $I_\Gamma = I_{xx}$ . Контрольная лампа К гаснет, так как напряжение на ней будет около 1 В.

При дальнейшем увеличении частоты вращения  $n$  генератор обеспечивает электроэнергией все бортовые потребители и начинает заряжать АКБ.

Ток генератора ( $I_G = I_n + I_3 + I_p$ ) становится почти линейной функцией частоты вращения  $n$ , а напряжение  $U_c$  бортовой сети – равным напряжению  $U_G$  генератора ( $U_c = U_G$ ) и полностью определяется регулятором напряжения  $RH$  (вплоть до состояния  $n = n_n$ ).

На повышенных оборотах ДВС напряжение  $U_G$  генератора перестает увеличиваться и даже может несколько падать из-за размагничивающего действия токов статора под большой нагрузкой, но ток  $I_G$  генератора все еще может возрастать, приближаясь к самоограничению. Явление самоограничения наступает при большом токе  $I_G$  генератора и при высокой частоте вращения ротора, как следствие насыщения этим током магнитных цепей генератора. Частота вращения ротора  $n_s$  соответствует началу самоограничения тока генератора. При этом магнитный поток, связывающий магнитное поле ротора с витками обмотки статора, частично компенсируется противодействующим (наведенным) током  $I_G$  магнитным полем статора. Ток  $I_G$  перестает быть функцией от частоты вращения  $n$  и становится постоянным по величине.

В современных генераторах переменного тока максимальное значение тока  $I_G$  является рабочим и для генераторов автомобилей представительского класса с мощным ДВС может достигать значений до 100 А.

Генератор переменного тока проще по конструкции, надежнее в работе, меньше по размерам и массе по сравнению с генератором постоянного тока. Поэтому в настоящее время на автомобилях получили наиболее широкое распространение именно генераторы переменного тока.

Генератор переменного тока представляет собой трехфазную двенадцатиполюсную синхронную электрическую машину с блоком полупроводниковых выпрямителей и кремниевых диодов, преобра-

зующих переменный ток в постоянный. Ротор генератора приводится во вращение от шкива коленчатого вала двигателя при помощи ременной передачи.

Рассмотрим конструкцию генератора переменного тока с контактными кольцами 37.3701 (рис. 1.4), устанавливаемого на автомобилях ВАЗ-2108. Генератор имеет мощность 750 Вт и рассчитан на номинальное напряжение 14 В и номинальный ток 55 А.

Генератор (рис. 1.4, *a*) состоит из статора 11, ротора 10, крышки 14 со стороны привода, крышки 4 со стороны контактных колец с выпрямительным блоком 2 и шкива с вентилятором 17.

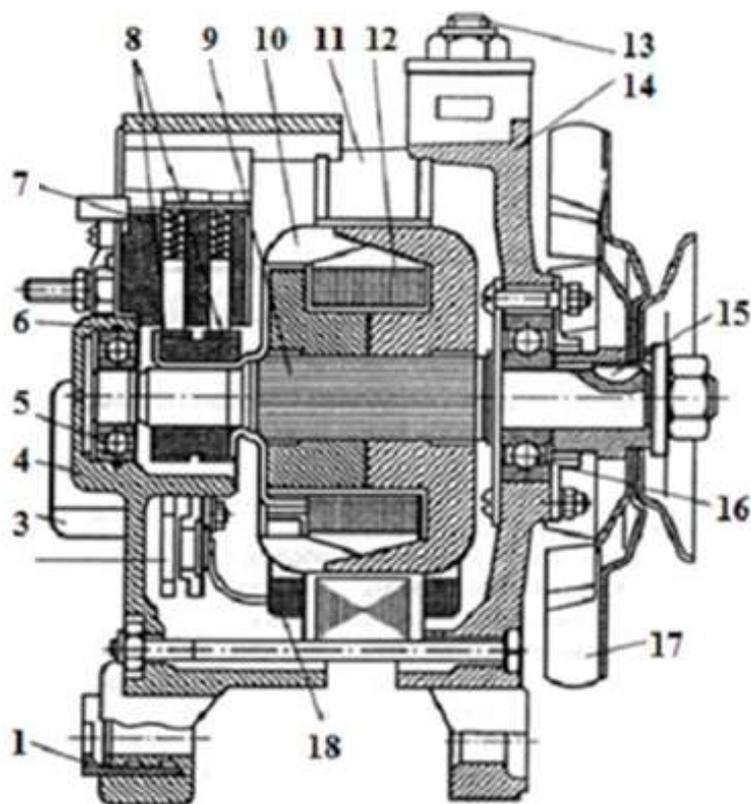
Пакет статора набран из пластин электротехнической стали толщиной 1 мм, соединенных при помощи сварки в четырех точках. Трехфазная обмотка 18 статора расположена в пазах полуоткрытой формы.

Фазовые обмотки соединены в двойную «звезду».

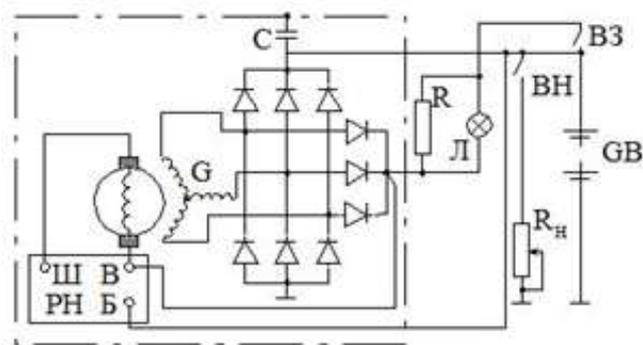
Ротор включает в себя вал 9, обмотку возбуждения 12, клювообразные полюсы и контактные кольца 8. Обмотка возбуждения изолирована от полюсов пластмассовым каркасом. Концы обмотки возбуждения припаяны к контактным кольцам. Для предотвращения проворачивания и междувиткового замыкания обмотка пропитана лаком, а ротор в сборе для снижения вибрации сбалансирован в двух плоскостях.

Крышки генератора 4 и 14 литые, выполнены из алюминиевого сплава. В крышках установлены шарикоподшипники 5 и 16, причём в канавке крышки со стороны контактных колец для предотвращения проворачивания наружной обоймы шарикоподшипника установлено резиновое кольцо 6. Крышки имеют вентиляционные окна. Со стороны привода крышка имеет стальной болт 13 крепления натяжной планки генератора и армированную стальную втулку в крепежной лапе генератора.

a)



б)



1 – втулка; 2 – блок кремниевых диодов выпрямителя; 3 – конденсатор; 4 – задняя крышка; 5, 16 – шарикоподшипники; 6 – уплотнение подшипника; 7 – щеткодержатель; 8 – контактные кольца; 9 – вал ротора; 10 – ротор; 11 – статор; 12 – обмотка возбуждения; 13 – шпилька; 14 – передняя крышка; 15 – шпонка; 17 – вентилятор; 18 – трехфазная обмотка статора; РН – регулятор напряжения; Ш, В, Б – выходы регулятора напряжения; GB – аккумуляторная батарея; G – обмотки статора; C – конденсатор; R – резистор (шунт контрольной лампы); Л – контрольная лампа заряда аккумуляторной батареи; B3 – выключатель напряжения

Рисунок 1.4 – Генератор 37.3701:  
 а) конструкция; б) схема электрическая

В крепежной лапе со стороны контактных колец вставлена резиновая армированная втулка 1, позволяющая выбирать осевой зазор при креплении генератора на двигателе.

На крышке со стороны контактных колец расположены щеткодержатель 7 с двумя щетками, конструктивно объединенный с интегральным регулятором напряжения, выпрямительный блок с тремя дополнительными диодами для питания обмотки возбуждения, помехоподавительный конденсатор 3, подсоединенный к генератору с помощью флажкового штекера.

Интегральный регулятор напряжения и конденсатор имеют герметичное исполнение. Протяжная вентиляция генератора осуществляется центробежным вентилятором 17, насаженным через сегментную шпонку 15 на вал ротора.

Электрическая схема генератора 37.3701 показана на рис. 1.4, б.

## **1.2 Система пуска двигателя внутреннего сгорания**

Современная система электростартерного пуска – это совокупность электростартера, бортовой аккумуляторной батареи и стартерных электроцепей. Элементом системы пуска является также венечная шестерня маховика ДВС. Для автомобилей в северном исполнении в систему пуска ДВС иногда включают средства для облегчения пуска.

При пуске автомобильного двигателя его коленчатому валу необходимо сообщить определенную частоту вращения, при которой в карбюраторе образуется горючая смесь надлежащего состава, затем происходит наполнение цилиндров смесью, сжатие ее и воспламенение. Для карбюраторного двигателя эта частота вращения коленчатого вала составляет 50-100 об/мин, а для дизельного двигателя – 80-200 об/мин.

Блок-схема электрической системы пуска ДВС современного легкового автомобиля приведена на рис. 1.5.

Главным агрегатом такой системы является электростартер – устройство, в котором конструктивно совмещены четыре функциональных узла: электродвигатель ЭД постоянного тока, электромагнитное тяговое реле ТР, дополнительный понижающий редуктор Р1

и муфта свободного хода МСХ с шестерней зацепления. Шестерня зацепления образует с венечной шестерней маховика ДВС основной понижающий редуктор Р2 с передаточным числом не более 18. Дополнительный планетарный редуктор Р1 применяется в современных электростартерах с быстроходным электродвигателем. Его передаточное число не более 4 и определяется следующим образом:

$$i_p = 1 + Z_p/Z_k, \quad (1.4)$$

где  $Z_p$  – число зубцов планетарной шестерни;

$Z_k$  – число зубцов шестерни на оси якоря электродвигателя.

Пуск стартера осуществляется посредством включения ключа зажигания (ВЗ), который через реле стартера (РС) подает напряжение аккумуляторной батареи (АКБ) на тяговое реле (ТР). Реле (ТР) выполняет две функции: подключает электродвигатель стартера непосредственно к АКБ и механически сочленяет шестерню зацепления муфты свободного хода (МСХ) с венечной шестерней маховика ДВС (то есть включает на время пуска механический редуктор Р2).

Муфта МСХ и электрическое управление стартером современного автомобиля устроены таким образом, что как только ДВС запускается, то сначала редуктор Р2, а затем и электродвигатель (ЭД) включаются.

Внутри стартера в постоянно включенном состоянии находится дополнительный планетарный редуктор. Он располагается соосно с электродвигателем и муфтой свободного хода.

Планетарный редуктор, который называют также редуктором Джемса, может иметь два варианта исполнения: с неподвижной планетарной шестерней и с вращающимся водилом, на котором установлены сателлитные шестерни, а также с вращающейся планетарной шестерней и с неподвижными сателлитами.

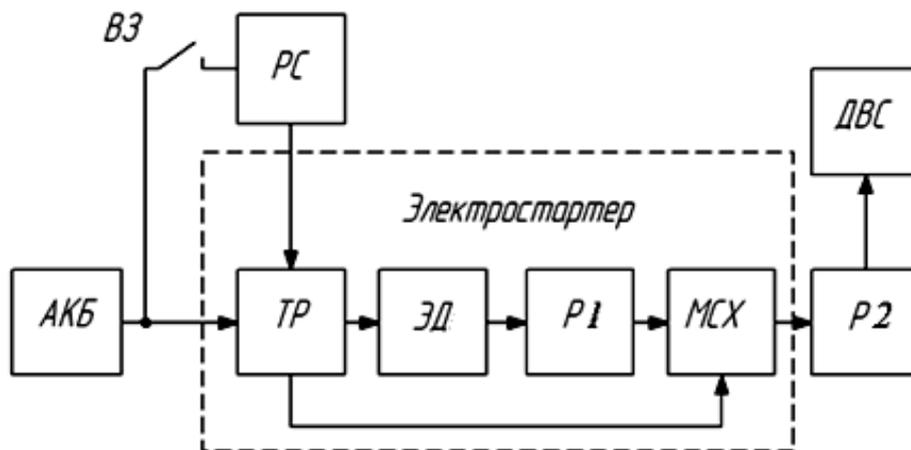


Рисунок 1.5 – Блок-схема системы пуска двигателя

Электродвигатель стартера – это электрическая машина постоянного тока, преобразующая электрическую энергию от АКБ в механическую энергию вращения якоря. Принцип действия электродвигателя основан на использовании закона электромагнитной индукции, согласно которому механическая сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитное поле, определяется как произведение величин индукции магнитного поля, длины проводника и силы тока в нем. Направление действия этой силы определяется по правилу левой руки.

Рассмотрим устройство и работу стартера СТ130-А3, устанавливаемого на двигателе автомобиля ЗИЛ-431410. Стартер 130-А3 (рис. 1.6) с электромагнитным приводом и дистанционным управлением, четырехполюсный, получает питание от аккумуляторной батареи напряжением 12 В.

Он состоит из корпуса 18 с полюсами 3 и катушками обмотки возбуждения 2, якоря 19 с коллектором 21, пакетом пластин и обмоткой якоря 7, механизма привода с электромагнитным тяговым реле, муфтой свободного хода 15 и шестерней 14, крышек 12 (со стороны привода) и 22 (со стороны коллектора), щеточного узла со щеткодержателями, щетками и щеточными пружинами.

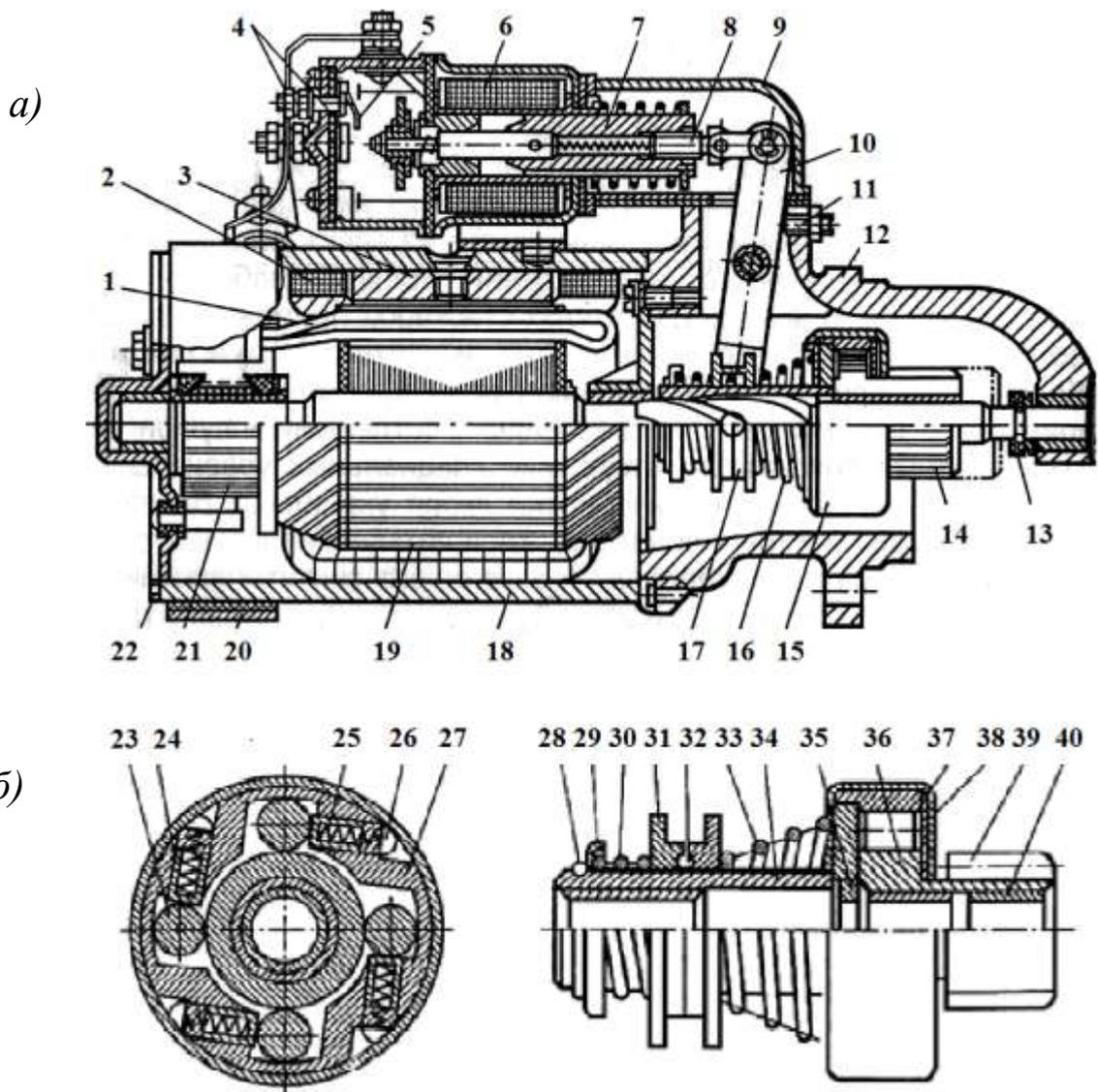
Корпус 18 стартера является частью магнитной системы электродвигателя, служит несущей конструкцией для крышек, воспринимает вращающий момент и передает его элементам крепления стартера на двигателе.

Корпус выполняют из цельнотянутой трубы или стальной полосы с последующей сваркой стыка. К корпусу винтами прикреплены полюсы; на стартере их четыре. Полюсы состоят из магнитопровода и полюсных наконечников. Для обеспечения постоянного воздушного зазора по окружности между полюсами и якорем полюсы растачивают.

На полюсах располагаются катушки обмотки возбуждения. Число катушек равно числу полюсов. Для намотки последовательной обмотки возбуждения используют неизолированный медный провод прямоугольного сечения. Между витками проложен электроизоляционный картон толщиной 0,2...0,4 мм. Внешняя изоляция представляет собой хлопчатобумажную ленту, которую для повышения электрической и механической прочности пропитывают лаком.

Катушки в стартерах с последовательным возбуждением могут быть соединены последовательно, попарно-параллельно или параллельно. Катушки параллельной обмотки в стартерах смешанного возбуждения обычно соединяют последовательно. Между собой катушки соединены контактной сваркой или заклепками с последующей пайкой. Для экономии меди и уменьшения массы стартеров иногда применяются алюминиевые провода. В этом случае катушки соединяют методом холодной сварки.

Якорь 19 стартера имеет шихтованный сердечник в виде пакета стальных пластин толщиной 1,0...1,2 мм, что уменьшает потери на вихревые токи. Крайние пластины пакета из электроизоляционного картона предохраняют от повреждения изоляцию лобовых частей обмотки якоря. В электродвигателях стартеров применяют простые волновые и петлевые обмотки с одно- и двухвитковыми секциями.



1 – обмотка якоря; 2 – обмотка возбуждения; 3 – полюс; 4 – контакты тягового реле; 5 – контакт включения добавочного резистора; 6 – обмотки тягового реле; 7 – якорь тягового реле; 8 – регулировочный винт-тяги; 9 – защитный кожух; 10 – рычаг; 11 – винт регулировки хода шестерни; 12 – крышка со стороны привода; 13 – упорное кольцо; 14 – шестерня; 15 – муфта свободного хода; 16 – пружина; 17 – поводковая муфта; 18 – корпус; 19 – якорь; 20 – защитная лента; 21 – коллектор; 22 – крышка со стороны коллектора; 23 – ролики; 24 – плунжер; 25 и 33 – соответственно прижимная и буферная пружины; 26 – упор пружины; 27 и 36 – соответственно наружная ведущая и ведомая обжимы; 28 и 32 – замковые кольца; 29 – чашка; 30 – пружина; 31 – втулка отвода; 34 – шлицевая направляющая втулка; 35 – центрирующее кольцо; 37 – металлическая пластина; 38 – кожух муфты; 39 – шестерня привода; 40 – вкладыш

Рисунок 1.6 – Стартер СТ130-А3 с электромагнитным приводом и дистанционным управлением: а) конструкция стартера; б) привод стартера с плунжерной роликовой муфтой свободного хода

Большее распространение получили волновые обмотки, обладающие рядом преимуществ по сравнению с петлевыми: лучшие массовые и габаритные показатели, отсутствие специальных уравнивательных соединений. Лобовые части обмотки якоря укрепляют бандажами из нескольких витков проволоки, хлопчатобумажного шнура или стекловолокнистого материала, пропитанного синтетическими смолами. Лобовые части секций изолируют одну от другой электроизоляционным картоном или полимерными трубками. Концы секций обмотки якоря укладывают в прорези коллекторных ламелей, чеканят и соединяют с коллекторными ламелями пайкой.

Коллектор 21, составленный из медных ламелей, является наиболее ответственным узлом электродвигателя. В стартерах применяют сборные цилиндрические коллекторы на металлической втулке (стартеры большой мощности), а также цилиндрические и торцовые с пластмассовым корпусом.

На отечественных автомобилях применяются стартеры с принудительным вводом шестерни в зацепление. Для предотвращения разноса якоря после пуска ДВС на валу стартера устанавливают муфту свободного хода, которая передает усилие от якоря к шестерне 14 и проскальзывает, когда шестерня вращается маховиком двигателя.

Приводные механизмы электростартеров с принудительным перемещением шестерни имеют роликовые, фрикционные или храповые муфты свободного хода, которые передают вращающий момент от вала стартера к коленчатому валу ДВС во время пуска и, работая в режиме обгона, автоматически разъединяют стартер и ДВС после пуска. Наибольшее распространение получили приводные механизмы с роликовыми муфтами свободного хода, в которых заклинивание роликов происходит благодаря возникновению сил трения в сопряженных деталях.

В плунжерных роликовых муфтах (рис. 1.6, б) при увеличении частоты вращения (в режиме обгона после пуска ДВС) действующая

на ролики 23 центробежная сила возрастает, а момент трения между роликами и ведомой обоймой 36 уменьшается. Под действием центробежной силы ролики, преодолевая сопротивление прижимных пружин 25, перемещаются в широкую часть клиновидного пространства. При этом ведомая обойма 36 муфты проскальзывает и предохраняет стартер от разноса. Однако при неустойчивом пуске, когда возникают пропуски воспламенения в отдельных цилиндрах ДВС, создаются значительные ускорения. При этом действующие на ролики центробежные силы достигают больших значений и могут превысить создаваемые прижимными пружинами усилия, что вызывает динамическую пробуксовку муфты.

Общее взаимодействие элементов конструкции стартера при запуске двигателя следующее.

Якорь 7 тягового реле, втягиваясь магнитным полем обмоток 6, перемещает рычаг 10 и связанную с ним муфту 17 привода. При этом шестерня 14 стартера входит в зацепление с венцом маховика двигателя. Подвижной контакт тягового реле замыкает цепь «батарея – стартер», и якорь последнего начинает вращаться. Если шестерня не вошла в зацепление с венцом маховика (зубья шестерни стартера не совпали с впадинами зубчатого венца маховика), то рычаг 10 будет продолжать перемещаться, сжимая пружину 16. Как только якорь начнет вращаться, шестерня повернется и под действием пружины 16 ее зубья войдут во впадины между зубьями венца маховика.

В случае если шестерня привода не вышла из зацепления с венцом маховика после пуска двигателя, срабатывает муфта свободного хода 15 и вращение от двигателя не передается на якорь, что предохраняет его от разноса.

### 1.3 Система электроискрового зажигания

Для создания искрового разряда между электродами свечи зажигания необходимо высокое напряжение (15000-30000 В), так как газы, находящиеся в цилиндре, не проводят ток низкого напряжения.

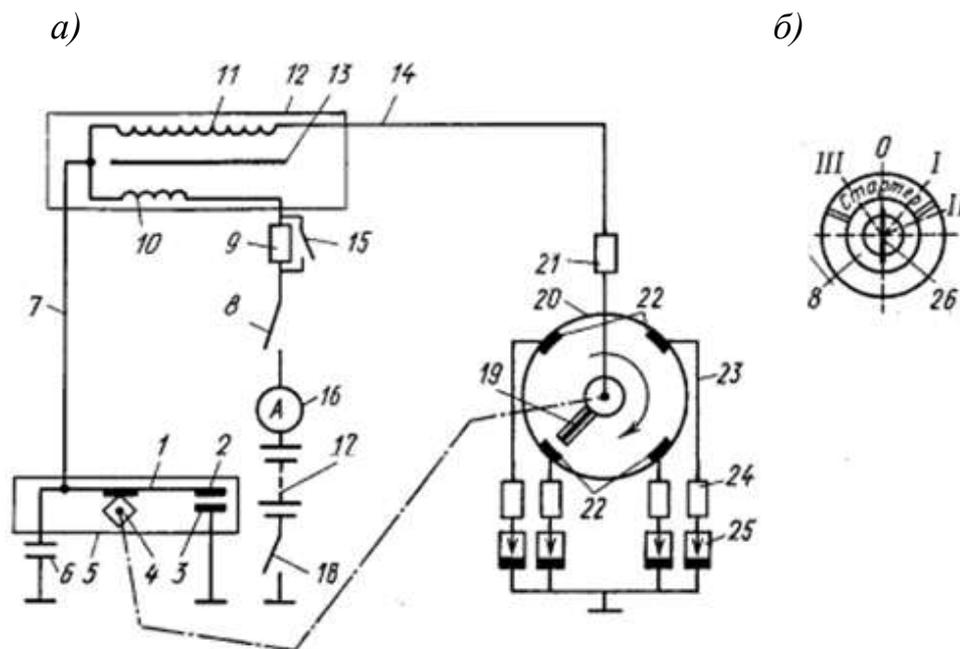
В контактную систему батарейного зажигания (рис. 1.7) входят следующие элементы: аккумуляторная батарея 17, катушка зажигания 12, прерыватель 5 низкого напряжения с конденсатором 6, распределитель импульсов высокого напряжения 20, свечи зажигания 25, выключатель зажигания 8, амперметр 16. Прерыватель 5 имеет два контакта: неподвижный 3, соединенный с массой; подвижный 2, расположенный на рычажке 1 и соединенный проводом 7 с первичной обмоткой 10 катушки зажигания.

В прерывателе установлен вращающийся валик с кулачком 4, при помощи которого размыкаются контакты. В качестве источника электрического тока используется генератор переменного тока.

При замыкании контактов прерывателя ток от аккумуляторной батареи проходит по первичной обмотке катушки зажигания, создавая вокруг нее магнитное поле. Цепь низкого напряжения: положительный вывод аккумуляторной батареи 17 – амперметр 16 – выключатель зажигания 8 – добавочный резистор 9 – первичная обмотка 10 – провод 7 – подвижный контакт 2 – неподвижный контакт 3 – масса – выключатель 18 цепи аккумуляторной батареи – отрицательный вывод аккумуляторной батареи.

При размыкании контактов прерывателя обесточивается первичная обмотка катушки зажигания и резко уменьшается магнитное поле. Магнитный поток исчезающего поля пересекает витки вторичной и первичной обмоток, при этом индицируется ЭДС высокого напряжения во вторичной обмотке и ЭДС самоиндукции в первичной обмотке. Возникающие во вторичной обмотке импульсы высокого напряжения подводятся к свечам зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Вращающийся ротор 19 сво-

им электродом распределяет импульсы высокого напряжения по электродам крышки распределителя. Частота вращения ротора в два раза меньше частоты вращения коленчатого вала и, таким образом, совпадает с частотой вращения кулачка прерывателя. Положение пластины ротора (напротив каждого из электродов крышки распределителя) соответствует разомкнутому состоянию контактов прерывателя.



1 – рычажок прерывателя; 2 – подвижный контакт; 3 – неподвижный контакт; 4 – кулачок; 5 – прерыватель низкого напряжения; 6 – конденсатор; 7, 14 и 23 – провода; 8 – выключатель зажигания; 9 – добавочный резистор; 10 – первичная обмотка; 11 – вторичная обмотка; 12 – катушка зажигания; 13 – магнитопровод; 15 – выключатель добавочного резистора; 16 – амперметр; 17 – аккумуляторная батарея; 18 – выключатель цепи аккумуляторной батареи; 19 – ротор с электродом; 20 – распределитель; 21 и 24 – подавительные резисторы; 22 – электроды; 25 – свеча зажигания; 26 – ключ выключателя зажигания

Рисунок 1.7 – Схема контактной системы батарейного зажигания:  
а) схема электрическая; б) положения ключа выключателя зажигания

Цепь высокого напряжения: вторичная обмотка 11 – провод 14 высокого напряжения – подавительный резистор 21 – электрод ротора 19 – один из электродов крышки распределителя 20 – провод 23 – подавительные резистор 24 – свеча зажигания 25 – центральный электрод свечи – боковой электрод свечи – масса – выключатель 18

цепи аккумуляторной батареи – отрицательный вывод аккумуляторной батареи 17 – положительный вывод аккумуляторной батареи 17 – амперметр 16 – выключатель зажигания 8 – добавочный резистор 9 – первичная обмотка 10 – вторичная обмотка катушки зажигания 12.

В первичной обмотке ток самоиндукции возникает при замыкании и размыкании контактов прерывателя. Ток самоиндукции замедляет процесс исчезновения тока в первичной обмотке, что нежелательно, так как при размыкании контактов увеличивается период искрообразования между ними, снижаются эффективность и надежность системы зажигания. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор 6. В момент размыкания цепи низкого напряжения конденсатор заряжается током самоиндукции, а затем при разомкнутых контактах разряжается через первичную обмотку.

Выключатель зажигания 8 используется для остановки работающего двигателя размыканием первичной обмотки катушки зажигания. Он используется и для включения зажигания перед пуском двигателя. Ключ 26 выключателя зажигания может занимать четыре положения: 0 – зажигание выключено; I – зажигание включено; II – включены зажигание и стартер; III – подведено питание к радиоприемнику. В положении «0» ключ можно вставить и вынуть из замка зажигания. После пуска двигателя ключ выключателя зажигания переводят в положение I.

Выключатель 18 цепи аккумуляторной батареи используется для отключения батареи от массы при выполнении электротехнических работ и для остановки автомобиля на длительное время. Выключатель 18 защищает электрооборудование от короткого замыкания или от пожара при неисправной проводке, а также позволяет отключить батарею от всех потребителей электрической энергии, непосредственно не отсоединяя провода, отходящие от нее. В этом случае остается включенным аварийное освещение, плафон кабины и розетка переносной лампы.

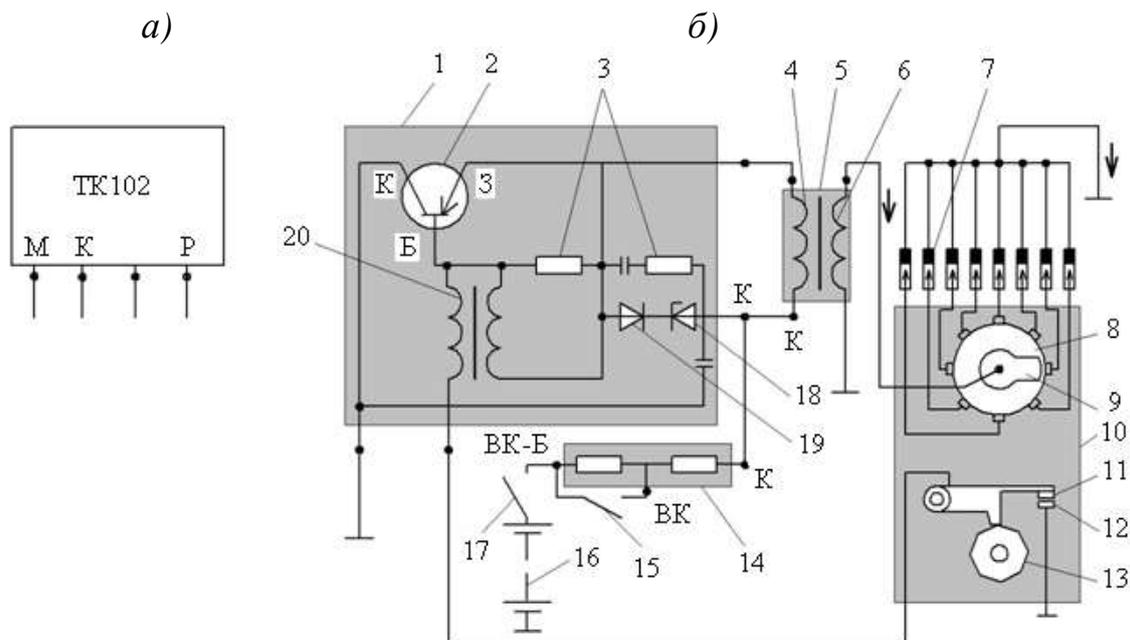
При эксплуатации форсированных автомобильных двигателей выявились существенные недостатки контактной системы батарейного зажигания: быстро обгорают и изнашиваются контакты прерывателя, так как через них проходит ток значительной силы; увеличивается зазор между контактами прерывателя, а следовательно, и угол опережения зажигания, что снижает надежность работы системы зажигания; резко уменьшается ток в цепи низкого напряжения, вследствие чего снижается и ток в цепи высокого напряжения; возникают перебои с воспламенением рабочей смеси; затрудняется пуск двигателя; снижаются экономичность и мощность двигателя. Вследствие этого в настоящее время широкое распространение получила контактно-транзисторная система зажигания, а также бесконтактно-транзисторная система зажигания.

Преимущества контактно-транзисторной системы зажигания по сравнению с батарейной системой следующие:

- через контакты прерывателя проходит небольшой ток управления транзистора, а не ток первичной обмотки катушки зажигания, поэтому исключаются эрозия и износ контактов;

- возрастают ток высокого напряжения и энергия искрового разряда, что позволяет увеличить зазор между электродами свечи зажигания, тем самым облегчается пуск и улучшается экономичность двигателя.

На рис. 1.8 представлена контактно-транзисторная система зажигания двигателя ЗИЛ-508. Катушка зажигания 5 модели Б114 – маслонаполненная; выполнена по трансформаторной схеме, то есть ее первичная и вторичная обмотки не соединены между собой и между ними существует только магнитная связь. Первичная обмотка катушки зажигания имеет два вывода, расположенные на карболитовой крышке. Один вывод обозначен буквой К, другой не имеет обозначения. Один вывод вторичной обмотки присоединен к корпусу, а другой соединен с проводом высокого напряжения, укрепленным в центральном отверстии крышки. При установке катушки зажигания ее надежно соединяют с массой так, чтобы не было зазоров, окалины и т. д.



1 – транзисторный коммутатор ТК102; 2 – германиевый транзистор; 3 – резисторы блока защиты транзистора; 4 – первичная обмотка; 5 – катушка зажигания; 6 – вторичная обмотка; 7 – свечи зажигания; 8 – крышка; 9 – ротор с электродом; 10 – распределитель зажигания; 11 – подвижный контакт; 12 – неподвижный контакт; 13 – кулачок прерывателя; 14 – добавочные резисторы; 15 – выключатель добавочного резистора; 16 – аккумуляторная батарея; 17 – выключатель зажигания; 18 – стабилитрон; 19 – диод; 20 – импульсный трансформатор; К, Б и Э – электроды транзистора (коллектор, база и эмиттер)

Рисунок 1.8 – Схема контактно-транзисторной системы зажигания двигателя ЗИЛ-508:

- а)* расположение выводов на транзисторном коммутаторе ТК-102;  
*б)* общая схема системы зажигания

Одним из основных элементов данной системы зажигания является транзистор.

Транзистор – это трехэлектродный прибор, изменяющий сопротивление от нескольких сот Ом (транзистор закрыт) до нескольких долей Ом (транзистор открыт).

В контактно-транзисторной системе зажигания транзистор работает в режиме переключения (режим ключа).

Добавочные резисторы СЭ107, выполненные в виде двух спиралей, установлены в отдельном кожухе и имеют три вывода: ВК-Б, ВК и К. Спирали изготовлены из константановой проволоки, сопро-

тивление которой при нагреве не изменяется, и таким образом в первичной обмотке катушки зажигания поддерживается постоянное напряжение.

Транзисторный коммутатор ТК102 состоит из транзистора 21, импульсного трансформатора 20 и блока 3 защиты транзистора. В блок защиты входят резисторы 2, диод 19, стабилитрон 18 и конденсатор. Все приборы коммутатора размещены в алюминиевом корпусе, имеющем ребра для лучшего отвода теплоты. У транзисторного коммутатора имеются четыре вывода, обозначенные буквами М, К, Р и один без обозначения. Вывод М соединяют с массой автомобиля многожильным неизолированным проводом; вывод К – с концом первичной обмотки катушки зажигания; вывод без обозначения – со вторым концом первичной обмотки катушки зажигания; вывод Р – с подвижным контактом прерывателя. Первичная обмотка катушки зажигания включена в цепь эмиттера Э, а контакты прерывателя – в цепь базы Б транзистора.

Если выключатель зажигания 17 включен, а контакты прерывателя разомкнуты, то транзистор 21 заперт, так как ток в его цепи управления отсутствует. Ток не проходит и между эмиттером и коллектором на массу, так как сопротивление этого перехода очень большое. При замыкании контактов прерывателя в цепи управления транзистора (эмиттер-база) проходит ток, в результате транзистор открывается. Сила тока управления невелика (около 0,8 А) и уменьшается до 0,3 А с увеличением частоты вращения кулачка прерывателя.

В контактно-транзисторной системе зажигания имеются две цепи низкого напряжения: цепь управления транзистора и цепь рабочего тока.

Цепь управления транзистора: положительный вывод аккумуляторной батареи 16 – выключатель зажигания 17 – выводы добавочных резисторов 14 – первичная обмотка 4 катушки зажигания 5 – вывод транзисторного коммутатора 1 – электроды перехода эмиттер-база транзистора 21 – первичная обмотка импульсного трансформатора 20 – вывод Р – контакты 11 и 12 прерывателя – масса – отрицательный

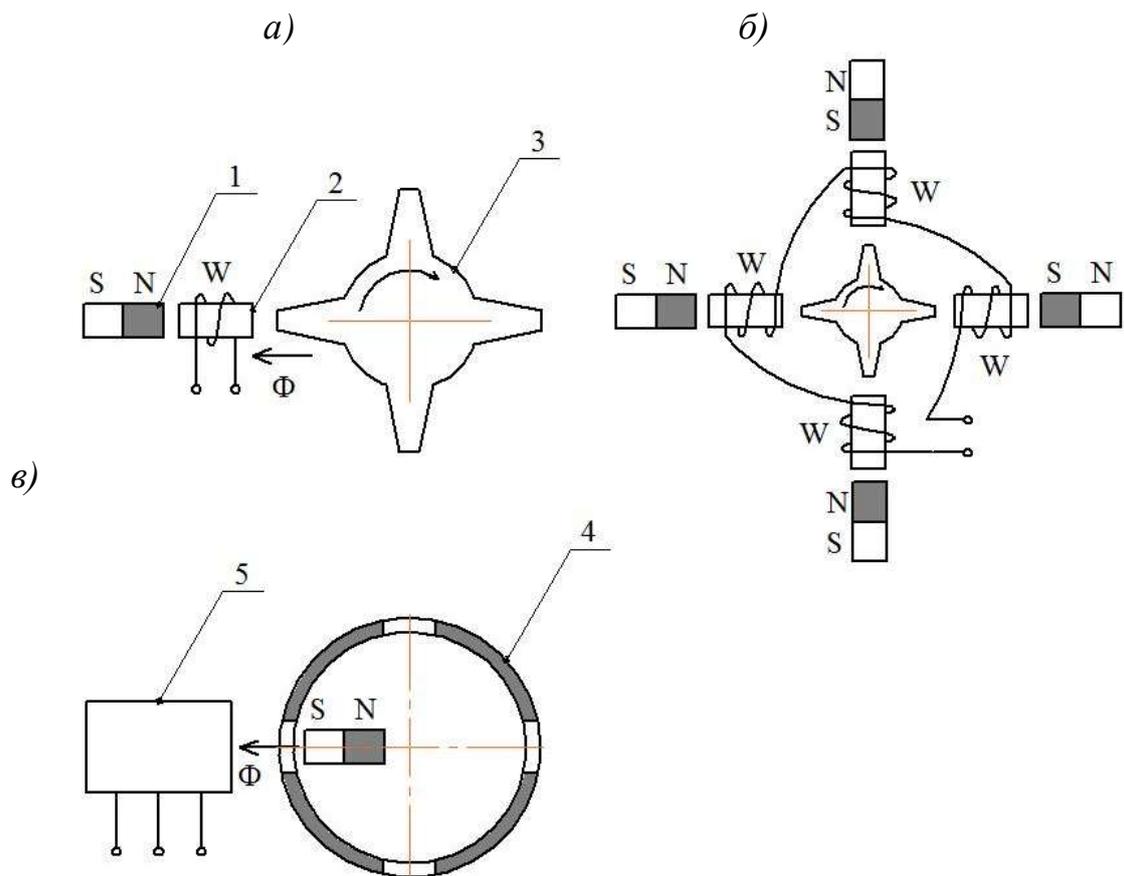
вывод аккумуляторной батареи. При прохождении тока управления через переход эмиттер-база значительно уменьшается сопротивление перехода эмиттер-коллектор, и транзистор открывается, включая цепь рабочего тока (7-8 А).

Цепь рабочего тока низкого напряжения: положительный вывод аккумуляторной батареи 16 – выключатель зажигания 17 – выводы ВК-Б и К добавочных резисторов 14 – первичная обмотка 4 катушки зажигания 5 – выход транзисторного коммутатора 1 – электроды перехода эмиттер-коллектор транзистора 21 – вывод М – отрицательный вывод аккумуляторной батареи. При размыкании контактов прерывателя прекращается ток в цепи управления транзистора и значительно возрастает его сопротивление. Транзистор закрывается, включая цепь рабочего тока низкого напряжения. Магнитный поток изменяющегося поля пересекает витки катушки зажигания, индуцируя во вторичной обмотке ЭДС, в результате чего во вторичной обмотке возникает высокое напряжение (около 30000 В), а в первичной обмотке – ЭДС самоиндукции (80-100 В).

Цепь высокого напряжения: вторичная обмотка 6 катушки зажигания 5 – ротор 9 распределителя 10 – свечи зажигания 7 (в соответствии с порядком работы двигателя) – масса – вторичная обмотка 6 катушки зажигания 5.

Импульсный трансформатор необходим для быстрого запираания транзистора. При размыкании контактов прерывателя во вторичной обмотке импульсного трансформатора индуцируется ЭДС самоиндукции, направление которой противоположно направлению рабочего тока на переходе база-эмиттер. Благодаря этому быстро исчезает магнитное поле и ток в первичной обмотке 4 катушки зажигания 5.

Диод 19 и стабилитрон 18 предохраняют транзистор от пробоя ЭДС самоиндукции. Они включены параллельно первичной обмотке 4 катушки зажигания 5, а между собой соединены последовательно, со встречным направлением проводимостей. Диод 19 препятствует прохождению тока через стабилитрон 18 в прямом направлении – мимо первичной обмотки катушки зажигания.



1 – магнит; 2 – катушка W с сердечником; 3 – зубчатый ротор; 4 – экран; 5 – микросхема с датчиком Холла;  $\Phi$  – магнитный поток

Рисунок 1.9 – Датчики бесконтактных систем зажигания:  
 а) магнитоэлектрический датчик коммутационного типа;  
 б) магнитоэлектрический генераторный датчик; в) датчик Холла

В электронных системах зажигания контактный прерыватель заменен бесконтактными датчиками. В качестве датчиков используются оптоэлектронные датчики, датчики Виганда, но наиболее часто – магнитоэлектрические датчики (МЭД) и датчики Холла (ДХ).

Конструктивно МЭД выполняются коммутационного (рис. 1.9, а) и генераторного (рис. 1.9, б) типа. В МЭД коммутационного типа вращается зубчатый ротор из магнитомягкого материала, а магнит неподвижен. ЭДС в катушке наводится за счет изменения величины ее магнитного потока при совпадении и расхождении выступов статора и ротора. В генераторном датчике вращается постоянный магнит, помещенный внутрь клювообразного магнитопрово-

да. При этом в катушке, надетой на клювообразный магнитопровод, наводится ЭДС.

Недостатком МЭД является зависимость величины выходного сигнала от частоты вращения, а также значительная величина индуктивности катушки, вызывающая запаздывание в прохождении сигнала.

От этих недостатков избавлен датчик Холла (рис. 1.9, в). Его особенность состоит в том, что ЭДС, снимаемая с двух граней чувствительного элемента, пропорциональна произведению силы тока, подводимого к двум другим граням, на величину индукции магнитного поля, пронизывающего датчик.

Магнитное поле создается неподвижным магнитом, который отделен от датчика магнитомягким экраном с прорезями. Если между магнитом и чувствительным элементом попадает стальной выступ, магнитный поток им шунтируется и на датчик не попадает, ЭДС на выходе чувствительного элемента отсутствует. Прорезь беспрепятственно пропускает магнитный поток, и на выходе элемента появляется ЭДС. Обычно датчик Холла совмещают с микросхемой, стабилизирующей ток его питания и усиливающей выходной сигнал. В реальном датчике эта схема инвертирует сигнал, то есть напряжение на его выходе появляется, когда выступ экрана проходит мимо чувствительного элемента.

Среди бесконтактных систем зажигания наиболее простой в схемном и функциональном исполнении является система с нерегулируемым временем накопления энергии. Такая система принципиально отличается от контактно-транзисторной только тем, что в ней контактный прерыватель заменен бесконтактным датчиком. На рис. 1.10 приведена схема системы с коммутатором 13.3734-01.

Сигнал с обмотки L магнитоэлектрического датчика через диод VD2, пропускающий только положительную полуволну напряжения, и резисторы R2, R3 поступает на базу транзистора VT1. Транзистор открывается, шунтирует переход база-эмиттер транзистора VT2, ко-

торый закрывается. Закрывается и транзистор VT3. Ток в первичной обмотке катушки зажигания прерывается, и на выходе вторичной обмотки возникает высокое напряжение.

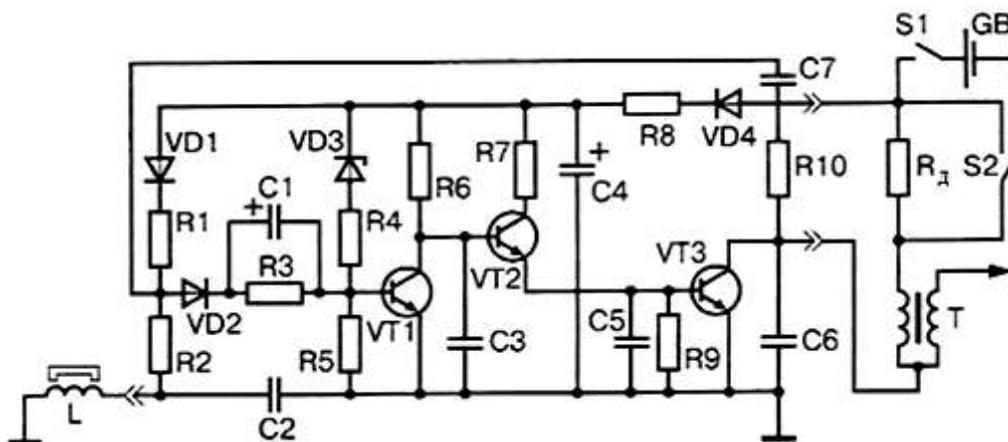


Рисунок 1.10 – Бесконтактная система зажигания с коммутатором 13.3734-01

В отрицательную полуволну напряжения транзистор VT1 закрыт, открыты транзисторы VT2 и VT3, и ток начинает протекать через первичную обмотку катушки возбуждения. Очевидно, что число пар полюсов датчика должно соответствовать числу цилиндров двигателя.

Цепь R3-C1 осуществляет фазосдвигающие функции, компенсирующие фазовое запаздывание протекания тока в базе транзистора VT1 из-за значительной индуктивности обмотки датчика L, чем снижается погрешность момента искрообразования.

Стабилитрон VD3 и резистор R4 защищают схему коммутатора от повышенного напряжения в аварийных режимах, так как, если напряжение в бортовой цепи превышает 18 В, цепочка начинает пропускать ток, транзистор VT1 открывается и закрывается выходной транзистор VT3. Цепями защиты от опасных импульсов напряжения служат конденсаторы C3, C4, C5, C6. Диод VD4 защищает схему от изменения полярности бортовой сети. Установка угла опережения зажигания по частоте вращения коленчатого вала и нагруз-

ке двигателя осуществляется так же, как в контактной системе зажигания.

Форма и величина выходного напряжения магнитоэлектрического датчика изменяются с частотой вращения, что влияет на момент искрообразования.

## **1.4 Система освещения и световой сигнализации**

Система освещения и световой сигнализации предназначена для освещения дороги, передачи информации о габаритных размерах автомобиля, предполагаемом или совершаемом маневре, для освещения номерного знака, кабины, салона кузова, контрольно-измерительных приборов, багажника, подкапотного пространства и т. д. От состояния и характеристик световых приборов зависит безопасность движения автомобилей, особенно в темное время суток.

Автомобильные световые приборы должны обеспечивать хорошую видимость и необходимую информативность в широком диапазоне расстояний и в различных погодных условиях, не вызывая ослепления водителей в темное время суток.

На автомобилях устанавливают различные по назначению, конструкции, электрическим и светотехническим параметрам световые приборы. В комплект световых приборов для автомобилей входят фары дальнего и ближнего света, по два габаритных огня и по два указателя поворота спереди и сзади, два световозвращателя и фонарь освещения номерного знака, расположенные сзади, контурные огни, боковые повторители указателей поворота, опознавательные знаки автопоезда, боковые световозвращатели, огни преимущественного проезда. Автотранспортные средства оборудуются также противотуманными фарами, фарами-прожекторами, прожекторами-искателями, задними противотуманными фонарями, фонарями заднего хода, боковыми габаритными и стояночными огнями.

Автомобильные световые приборы делятся на осветительные и светосигнальные. Световой пучок осветительного прибора воспринимается после отражения от дороги или объекта на дороге, а световой поток светосигнального прибора наблюдатель воспринимает непосредственно. Фары и фонари заднего хода можно считать и осветительными, и светосигнальными приборами. Водитель автомобиля, на котором они установлены, воспринимает их световой пучок после отражения от дороги и наблюдаемых объектов, а другие участники дорожной обстановки – непосредственно.

Оптическая система светового прибора, обеспечивающая необходимую структуру и спектр светового пучка, включает лампу, отражатель и рассеиватель. Лампа является источником света. Отражатель, обычно в виде параболоида вращения, концентрирует световой поток, испускаемый лампой, в требуемом телесном угле. Рассеиватель, выполненный из прозрачного материала, перераспределяет световой поток в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью линз и призм на его внутренней поверхности и, при необходимости, меняет цвет излучаемого света.

Основными светотехническими параметрами световых приборов являются активная поверхность оптической системы, световое отверстие, телесный и плоский углы охвата, углы излучения и рассеивания, фокус и фокусное расстояние оптической системы, коэффициент отражения для отражателей и коэффициент пропускания и поглощения для рассеивателей.

Активной поверхностью оптической системы является зеркальная поверхность отражателя. Ее проекция на плоскость, перпендикулярную оптической оси, называется световым отверстием. Оптическая ось светового прибора – это ось его симметрии. Лучи, падающие на активную поверхность отражателя параллельно оптической оси, собираются в фокусе. В реальных оптических системах с фокусом совмещают центр тела накала источника света. Отрезок оптиче-

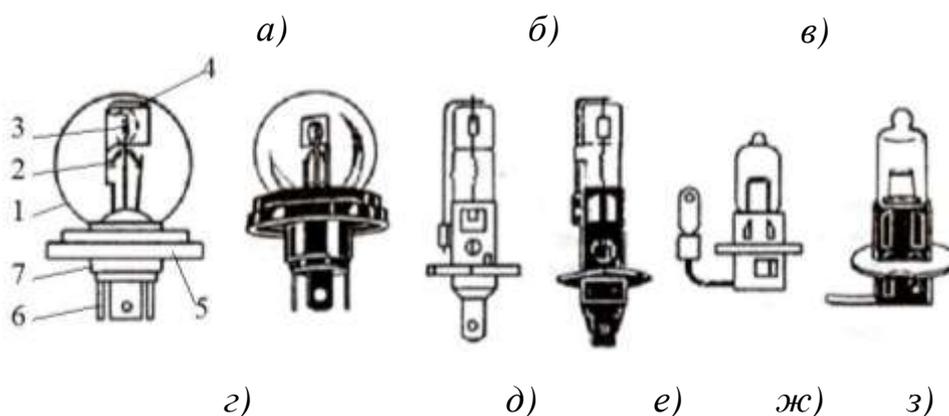
ской оси фокуса до вершины отражателя называется фокусным расстоянием.

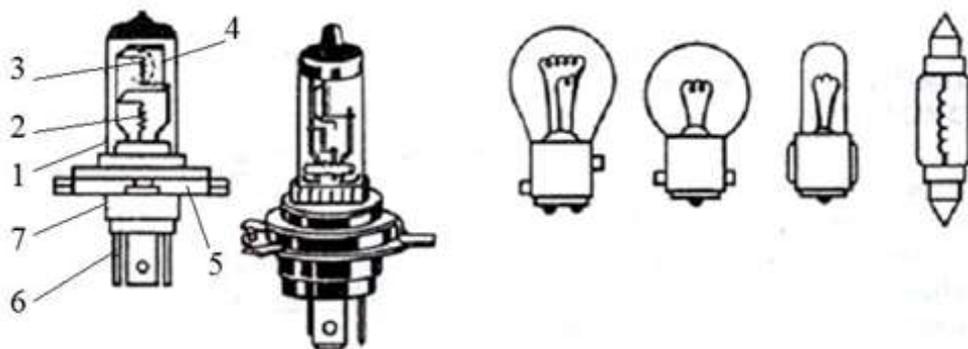
В качестве источника света в автомобильных световых приборах используют электрические лампы накаливания. Требования к их параметрам и применимости нормируются Правилами № 37 ЕЭК ООН.

Автомобильная лампа состоит из колбы 1 (рис. 1.11), одной или двух нитей накала 2 и 3, цоколя 7 с фокусирующим фланцем 5 или без него и выводов 6.

Колба лампы представляет собой стеклянный сосуд шаровидной, каплевидной, грушевидной или цилиндрической формы, в котором размещены нити накала. Нити накала в двухнитевых лампах имеют различное функциональное назначение.

Цоколь лампы служит для крепления лампы в патроне светового прибора и подведения тока от источника энергии к электродам, соединяющим контакты цоколя с нитями накала. Автомобильные лампы имеют штифтовые и фланцевые цоколи различной конструкции. В лампе со штифтовым цоколем трудно обеспечить точное расположение нити накала относительно штифтов. Штифтовый цоколь не позволяет надежно фиксировать лампу в патроне. Поэтому лампы со штифтовыми цоколями применяются в основном в световых приборах, к которым не предъявляются жесткие требования в отношении светотехнических характеристик.





1 – колба; 2 – нить дальнего света; 3 – нить ближнего света; 4 – экран;  
5 – фокусирующий фланец; 6 – выводы; 7 – цоколь

Рисунок 1.11 – Автомобильные лампы накаливания:

- а)* для фар головного освещения с европейской асимметричной системой светораспределения; *б)* галогенная категории Н1; *в)* галогенная категории Н3; *г)* галогенная категории Н4; *д)* двухнитевая штифтовая; *е)* однонитевая штифтовая; *ж)* пальчиковая; *з)* софитная

Для точной фиксации нитей накала относительно фокуса параболического отражателя лампы автомобильных фар снабжают фокусирующим фланцевым цоколем. Конструкция фланца позволяет устанавливать лампу в оптический элемент лишь в одном определенном положении.

При прохождении электрического тока нить накала лампы нагревается и при определенной температуре начинает излучать свет. Энергия светового излучения, воспринимаемого человеческим глазом, составляет только небольшую часть потребляемой лампой электрической энергии. Большая часть электрической энергии выделяется в виде теплового излучения.

Нить накала должна выдерживать высокие температуры, иметь малые размеры. Ее изготавливают из тонкой вольфрамовой проволоки, свитой в цилиндрическую спираль. Спираль крепится к электродам и обычно имеет форму прямой линии или дуги окружности. Тугоплавкий вольфрам имеет температуру плавления  $3380^{\circ}\text{C}$  и позволяет нагревать спираль до  $2300\text{-}2700^{\circ}\text{C}$ . С повышением температуры спирали увеличивается яркость и световая отдача лампы. Однако при температуре нити накала свыше  $2400^{\circ}\text{C}$  вольфрам интенсивно испа-

ряется и, оседая на стенках стеклянной колбы, образует темный налет, уменьшающий световой поток лампы.

Вольфрам интенсивнее испаряется в вакуумных лампах. Поэтому лампы мощностью свыше 2 Вт заполняют смесью инертных газов (аргона и азота или криптона и ксенона). Благодаря большему давлению инертных газов в колбе газонаполненной лампы допускается более высокая температура нагрева спирали, что позволяет увеличить световую отдачу до 14-18 лм/Вт при сроке службы 125-200 ч.

Повышение температуры нити накала до 2700-2900°C достигается в лампах с галогенным циклом. Это обеспечивает на 50-60% большую световую отдачу лампы. Колба галогенной лампы также заполняется инертным газом и дополнительно – небольшим количеством паров йода или брома. В лампах с йодным циклом частицы вольфрама, осевшие на стенках колбы после испарения нити накала, соединяются с парами йода и образуют йодистый вольфрам. При температуре колбы из жаростойкого кварцевого стекла 600-700°C йодистый вольфрам испаряется, диффундирует в зону высокой температуры вокруг нити накала и распадается на вольфрам и йод. Вольфрам оседает обратно на нить, а пары йода остаются в газовом пространстве колбы, участвуя в дальнейшей реализации йодистого цикла.

Галогенные лампы отличаются от обычных ламп накаливания меньшими размерами колбы, повышенной яркостью нити накаливания. Так как вольфрам не оседает на поверхности колбы, она остается прозрачной в течение всего срока службы лампы. Галогенный цикл дает положительный эффект лишь при точной дозировке йода или брома. Это создает определенные технологические трудности при изготовлении галогенных ламп. Практически использование галогенов не дает существенного увеличения срока службы лампы, так как вольфрам испаряется и оседает на поверхности спирали неравномерно, что неизбежно приводит к уменьшению ее толщины на отдельных участках и перегоранию.

Галогенная лампа представляет собой малогабаритную цилиндрическую колбу из кварцевого стекла, внутри которой располагается

тело накала. Выводы выполняются из молибдена, коэффициент расширения которого близок к коэффициенту расширения кварца.

Двухнитевая галогенная лампа категории Н4 устанавливается в фарах головного освещения. Специальный цоколь Р431/38 исключает установку лампы в не предназначенный для нее оптический элемент. Нити дальнего и ближнего света лампы категории Н4 имеют форму цилиндров и расположены вдоль оптической оси.

Однонитевые галогенные лампы категорий Н1, Н2 и Н3 применяются в противотуманных фарах, фарах-прожекторах и фарах рабочего освещения. Кроме того, они могут быть использованы в четырехфарных системах головного освещения.

Сила тока, потребляемого лампой от источника электроэнергии, световой поток и световая отдача зависят от напряжения. Отечественная промышленность выпускает лампы с номинальным напряжением 6, 12 и 24 В. Расчетное напряжение ламп выше и составляет соответственно 6,3-6,75, 12,6-13,5 и 28 В. При повышении напряжения относительно расчетного значения увеличиваются сила тока, температура спирали, световой поток и световая отдача, но резко сокращается срок службы лампы. При понижении напряжения нить накала нагревается меньше, поэтому световой поток и световая отдача уменьшаются. При снижении напряжения на 50-60% лампа практически не излучает света.

Отечественная промышленность выпускает двухнитевые галогенные лампы АКГ 12-60+55 и АКГ 24-75+70 (категория Н4) для головных фар с европейским светораспределением и однонитевые лампы АКГ 12-55, АКГ 24-70 (категория Н1) и АКГ 12-55-1, АКГ 24-70-1 (категория Н3) для прожекторов и противотуманных фар.

Светосигнальные фонари обеспечивают необходимые светотехнические характеристики при силе света от единиц до 700 кд. Номинальная мощность ламп светосигнальных фонарей не превышает 21 Вт. Для сигналов торможения и указателей поворота выпускают лампы А 12-21-3 и А 24-21-2 с штифтовым цоколем ВА 15s/19. Двухнитевая лампа А 12-21+5 с цоколем ВАУ 15d предназначена для фо-

нарей, совмещающих функции габаритного огня и сигнала торможения. В габаритные фонари устанавливают односторонние лампы А 12-5-2 и А 24-5-2 с цоколем W 2,1x9,5d.

В темное время суток при высоких скоростях движения необходимо освещать дорогу и обочину перед автомобилем на расстоянии 50-250 м. Это позволяет водителю своевременно оценивать дорожную обстановку и избегать столкновений с препятствиями. Для освещения дороги на автомобилях и других транспортных средствах устанавливают фары и прожекторы. Распределение света фары на дороге зависит от конструкции оптического элемента и установленной в нем лампы.

Световой пучок фары может быть сформирован прожекторным или проекторным методом. Наиболее распространенный прожекторный метод обеспечивает концентрацию светового потока источника света отражателем и его перераспределение в соответствии с заданным режимом освещения рассеивателем. Для концентрации светового пучка при таком методе формирования используется параболический отражатель с круглым или прямоугольным (усеченным) отверстием.

Отраженные от параболического отражателя лучи идут узким пучком параллельно оптической оси, если в фокусе  $F$  (рис. 1.12) отражателя помещен точечный источник света. Вследствие того, что нить накала лампы имеет конечные размеры, технологически невозможно обеспечить точную геометрическую форму параболического отражателя, и у него вместо фокуса имеет место фокальная область. Поэтому в фарах отраженные лучи представляют собой слабо расходящийся пучок света.

Световой поток источника света распространяется в пределах телесного угла  $4\pi$ . На отражатель падает световой поток, расходящийся в телесном угле  $\omega_1$ , которому соответствует плоский угол охвата  $2\varphi$ . После отражения этот поток собирается в малом телесном угле  $\omega_2$ , при сечении которого меридиональной плоскостью получают плоский угол излучения  $2\gamma$ . Даже при некотором уменьшении отраженного светового потока из-за потерь на поглощение света концентрация пучка отраженных лучей в малом телесном угле  $\omega_2$  позволяет

во много раз увеличить силу света в нем по сравнению с силой света нити накала лампы.

Параболоидные отражатели автомобильных фар увеличивают силу света лампы в нужном направлении в 200÷400 раз и тем самым обеспечивают необходимую освещенность дороги на значительно больших расстояниях.

Отражатели в оптических элементах автомобильных фар и прожекторов предохраняют от воздействия окружающей среды защитными стеклами.

В фарах головного освещения защитные стекла-рассеиватели осуществляют вторичное распределение светового потока в вертикальной и горизонтальной плоскостях, обеспечивая требуемый уровень освещенности на различных участках дорожного полотна. При изготовлении в пресс-формах на внутренней поверхности рассеивателя формируют линзы и призмы.

Сферические линзы позволяют получить световой пучок, одинаково рассеянный в обеих плоскостях. При эллипсоидных линзах получают различные углы рассеивания светового пучка во взаимно перпендикулярных плоскостях. В случае использования призм добиваются изменения распространения части светового потока в результате соответствующей ориентации ее преломляющей грани.

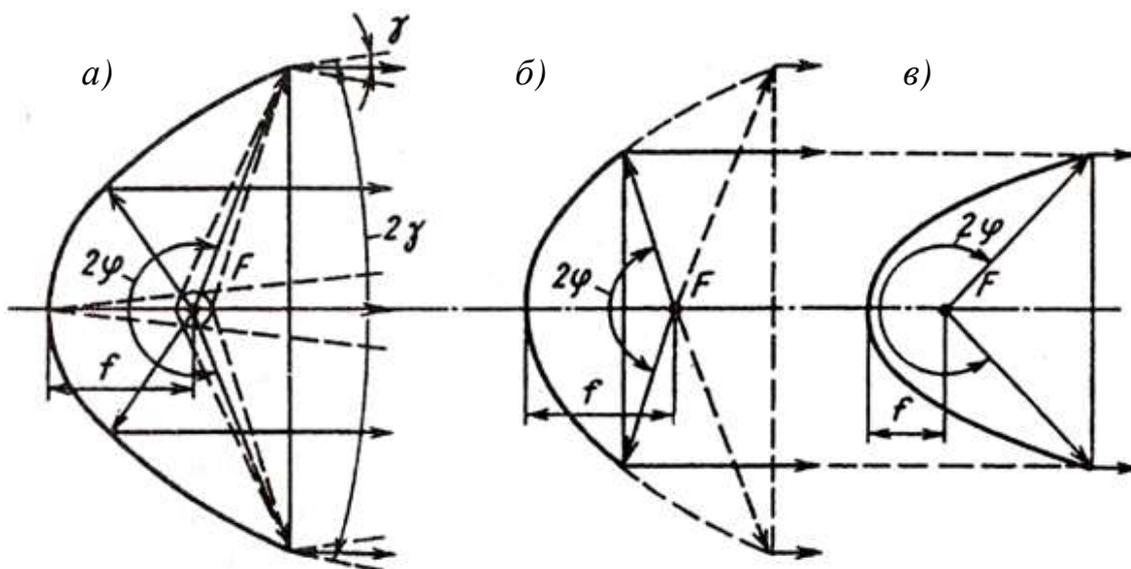


Рисунок 1.12 – Параметры параболического отражателя:

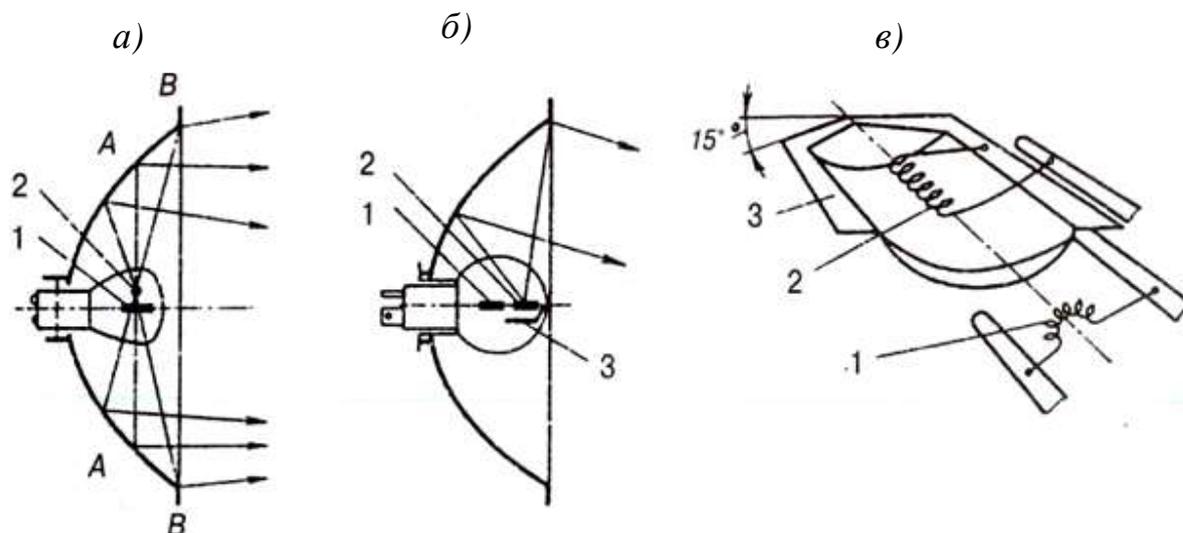
- а) распределение светового потока при расположении тела накала в фокусе;  
 б) мелкая фара; в) глубокая фара

Дальний свет фар предназначен для освещения дорожного полотна перед автомобилем при отсутствии встречного транспорта. Ближний свет обеспечивает освещение дороги перед автомобилем при движении в населенных пунктах или при разезде со встречным транспортным средством на шоссе. Ближний свет значительно снижает ослепление участников дорожного движения при достаточном уровне освещенности дороги и правой стороны обочины. Фары головного освещения должны обеспечивать необходимую видимость дороги и объектов на ней при дальнем и ближнем свете.

Для получения дальнего и ближнего света в двухфарных системах освещения используют двухнитевые лампы накаливания. Современные автомобили оборудуют фарами головного освещения с американской и европейской системами асимметричного светораспределения ближнего света. Асимметричный пучок света обеспечивает лучшую освещенность той стороны дороги, по которой движется автомобиль, и уменьшает ослепление водителей встречного транспорта.

В лампах фар с американской и европейской системами светораспределения нить накала дальнего света располагают в фокусе отражателя. Пучок дальнего света с малым углом рассеивания может

быть получен при минимальных размерах спирали, выполняемой в виде дуги, лежащей в горизонтальной плоскости. Большие линейные размеры нити дальнего света по горизонтали обуславливают большее рассеивание светового пучка в горизонтальной плоскости.



1 – нить дальнего света; 2 – нить ближнего света; 3 – экран

Рисунок 1.13 – Автомобильные фары с различными системами распределения ближнего света:

а) американская система; б) европейская система; в) расположение экрана под нитью ближнего света

В фарах с американской системой светораспределения нить 2 ближнего света (рис. 1.13, а) в виде спирали цилиндрической формы смещена несколько вверх и вправо относительно фокуса, если смотреть на отражатель со стороны светового отверстия. Спираль ближнего света расположена поперек оптической оси.

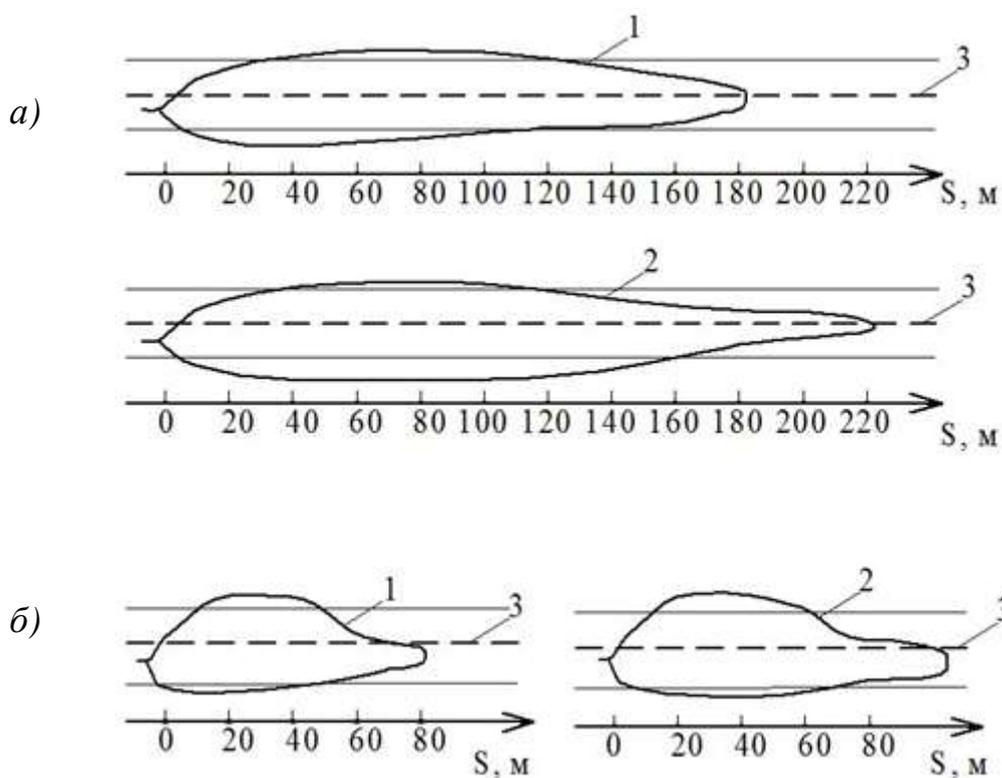
Если источник света выведен из фокуса, отраженный параболом пучок света отклоняется от оптической оси. При этом пучок света разделяется на части. Одна часть светового пучка, попадающая на внутреннюю поверхность отражателя от вершины до фокальной плоскости АА, отражается вправо относительно оптической оси. Остальная часть светового пучка, отражаемая внешней частью парабола между фокальной плоскостью АА и плоскостью светового отверстия ВВ, направлена влево и вверх и попадает в глаза водителя встречного автомобиля.

В фарах с европейской системой светораспределения нить 2 ближнего света (рис. 1.13, б) цилиндрической формы выдвинута вперед по отношению к нити 1 дальнего света и расположена чуть выше и параллельно оптической оси.

Лучи от нити ближнего света, попадающие на верхнюю половину отражателя, отражаются вниз и освещают близлежащие участки дороги перед автомобилем. Непрозрачный экран 3, расположенный под нитью 2 ближнего света, исключает попадание световых лучей на нижнюю половину отражателя, поэтому глаза водителя встречного транспортного средства находятся в теневой зоне. Одна сторона экрана 3 отогнута вниз на угол  $15^\circ$  (рис. 1.19, в), что позволяет увеличить площадь активной поверхности левой половины отражателя и освещенность правой обочины и правой полосы движения автомобиля. На рисунке 1.14 показано распределение зоны освещения в зависимости от расстояния от фары S в автомобильных фарах с различными системами распределения ближнего света.

Световой пучок фар с европейской системой светораспределения при их работе в режиме ближнего света имеет четко выраженную светотеневую границу (рис. 1.15), что обеспечивает четкое разделение на освещенную зону и зону неслепящего действия. Линиями на рис. 1.15 показаны зоны с одинаковой силой света I. Фары европейской системы, предназначенные для правостороннего движения, при освещении ближним светом вертикального экрана должны создавать на нем светотеневую границу (рис. 1.15, б), имеющую с левой стороны горизонтальный участок, а с правой – участок, направленный под углом  $15^\circ$  к горизонтали.

На автомобиле установлено большое число светосигнальных приборов при ограниченном пространстве для их размещения.



1 – с обычной лампой накаливания категории R2; 2 – с галогенной лампой категории H4; 3 – осевая линия дороги

Рисунок 1.14 – Автомобильные фары с различными системами распределения ближнего света:  
 а) дальний свет; б) ближний свет

Отдельным считается световой прибор с одним или несколькими параллельно включенными источниками света и одной светящейся поверхностью, собранный в отдельном корпусе. Комбинированный световой прибор имеет один источник света (или несколько параллельно включенных и одновременно светящихся источников света), один корпус, но две или несколько светящихся поверхностей. Совмещенный световой прибор имеет разные источники света или один источник света, работающий в разных режимах, одну светящуюся поверхность и один корпус. Двухнитевая лампа в совмещенном световом приборе, объединяющем функции заднего габаритного фонаря и сигнала торможения, принимается за два источника света.

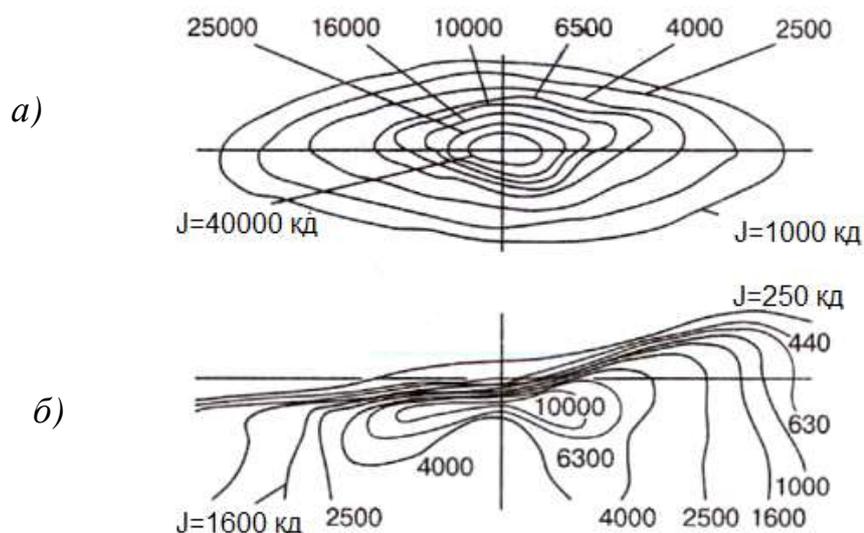


Рисунок 1.15 – Светораспределение фар европейской системы:  
 а) дальний свет; б) ближний свет

Сгруппированный световой прибор объединяет в одном корпусе несколько самостоятельных световых приборов с отдельными источниками света и отдельными светящими отверстиями. Каждый из сгруппированных вместе световых приборов может иметь несколько источников света и несколько светящих отверстий. В группированном световом приборе сигнальные фонари могут располагаться горизонтально и вертикально.

Выносные фонари широко используют на грузовых автомобилях. Их крепят к кронштейнам или другим деталям кузова.

Светосигнальные приборы должны быть хорошо опознаваемы, что достигается изменением силы света, цветности сигналов, а также проблесковым режимом их работы. В автомобильных светосигнальных приборах в основном используют красный, белый и оранжевый (автожелтый) цвета.

Максимальная сила света светосигнальных приборов ограничена ввиду возможного ослепления водителей в темное время суток, а минимальная обусловлена способностью человека различать световой сигнал в солнечный день. В темное время суток светосигнальные приборы хорошо видны при силе света  $2 \div 12$  кд. Для обеспечения ви-

димости световых сигналов в солнечный день силу света необходимо увеличивать до 200-700 кд.

Требования к количеству, цвету, расположению на автотранспортном средстве и углах видимости приборов освещения и световой сигнализации установлены Правилами ЕЭК ООН № 48.

Цвета огней, излучаемые фарами: фары дальнего и ближнего света – белый; передняя противотуманная фара – белый или желтый; дневной ходовой огонь – белый.

Задние габаритные и стояночные фонари, световозвращатели, сигналы торможения, контурные огни – красного цвета. При одновременном включении габаритных фонарей и сигналов торможения последние отличаются яркостью. Красный цвет лучше воспринимается периферическим зрением, лучше заметен ночью на фоне огней другого цвета и сохраняет монохроматичность при любой интенсивности.

Передние габаритные фонари, контурные огни, светоотражатели, огонь заднего хода, фонари стояночного света имеют белый цвет; проблесковые сигналы передних и задних указателей поворота, боковые габаритные фонари и световозвращатели – оранжевый. Оранжевый цвет лучше распознается ночью на фоне включенных фар головного освещения и передних габаритных фонарей.

Каждое автотранспортное средство должно иметь два передних и два задних указателя поворота, устанавливаемых на одной высоте (400-1500 мм) и на равном расстоянии от продольной плоскости симметрии автомобиля.

Для автотранспортных средств длиной более 6 м обязательна установка боковых габаритных огней. Правила их расположения заключаются в следующем: один боковой габаритный огонь должен быть установлен на средней трети транспортного средства, причем крайний спереди боковой габаритный огонь должен находиться на расстоянии не более 3 м от передней оконечности автотранспортного средства; в случае прицепов – с учетом длины сцепного устройства. Расстояние между смежными боковыми габаритными огнями не должно превышать 3 м. Расстояние между крайним сзади боко-

вым габаритным огнем и задней оконечностью автотранспортного средства не должно превышать 1 м.

Повышенная заметность светового сигнала поворота достигается усилением силы света и работой в проблесковом режиме. Частота мигания сигнала указателя поворота 1-2 с<sup>-1</sup>. При меньшей частоте сигнал может быть не замечен вовремя участниками движения. Сигнал с частотой мигания более 2 с<sup>-1</sup> не воспринимается как мигающий. Сила света передних указателей поворота – 175-700 кд, а задних – 50-200 кд. Сила света задних двухрежимных указателей – 175-700 кд днем и 40-120 кд ночью.

Боковые повторители указателей поворота обязательны для автомобилей всех категорий и располагаются на расстоянии не менее 1,8 м от их передней оконечности (не менее 2,5 м для категорий М<sub>1</sub> и N<sub>1</sub>). Сила света их в переднем направлении – 175-700 кд, а в заднем – 0,3-200 кд.

Одновременное включение всех указателей поворота является аварийным сигналом, то есть сигналом об особой опасности, которую представляет в данный момент автотранспортное средство для других участников дорожного движения.

Два задних сигнала торможения автомобиля включаются при срабатывании тормозных систем и сигнализируют о замедлении движения или остановке автомобиля.

Дополнительные сигналы торможения у задних стекол салона легкового автомобиля видны водителю, едущему сзади, при загрязнении основных сигналов торможения, а также водителям нескольких следующих друг за другом легковых автомобилей, что обеспечивает их своевременную реакцию на изменение дорожной ситуации.

Контурные огни – огни, смонтированные как можно выше у крайней точки габаритной ширины автотранспортного средства и предназначенные для точного указания его габаритной ширины. Эти огни дополняют передние и задние габаритные огни, привлекая особое внимание к габаритам автотранспортного средства.

Светоотражающие устройства предназначены для сигнализации нахождения автотранспортного средства путем отражения света, излучаемого источником, не связанным с этим автотранспортным средством (например, другим автомобилем). Задние светоотражающие устройства, как правило, треугольной формы; передние и боковые – нетреугольной формы.

Правила расположения светоотражающих устройств аналогичны правилам расположения габаритных фонарей.

Специфической формой светоотражающих устройств является маркировка автотранспортного средства с улучшенными светоотражающими характеристиками.

Данная маркировка заключается в наклейке на автотранспортное средство сзади и сбоку специальной светоотражающей ленты.

Маркировка может быть полной контурной (наклейка производится по контуру), частичной контурной и линейной (наклейка производится вдоль автотранспортного средства).

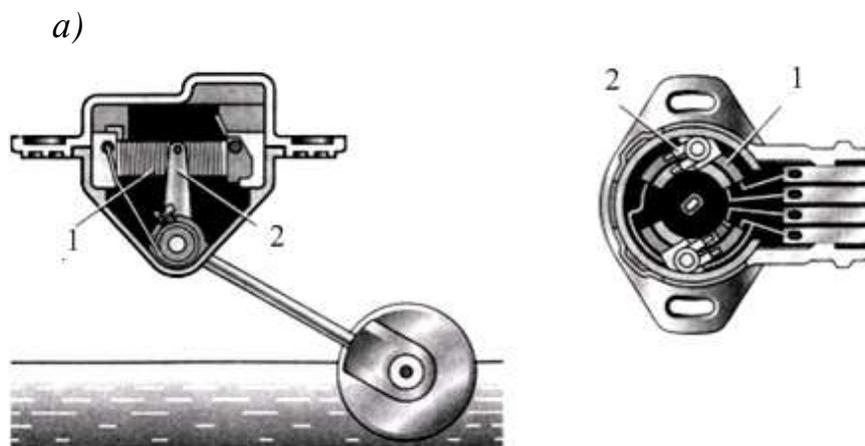
Требования к техническому состоянию приборов освещения и световой сигнализации содержатся в ГОСТ Р51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки».

## **1.5 Датчики электрических приборов**

Электрические измерительные приборы состоят из датчика и указателя (приемника), соединенных между собой проводами. Датчик устанавливается в месте измерения и преобразует измеряемую физическую величину в электрический сигнал. В приемнике этот сигнал испытывает обратное преобразование с помощью стрелки и шкалы, отградуированной в единицах измеряемой физической величины.

Реостатные датчики применяются там, где в электрической части измерительной системы используется для замеров метод сопротивлений. По этому методу величина сопротивления на выходе реостата изменяется в связи с изменением измеряемой величины.

По своей сути реостатный датчик является датчиком перемещения (рис. 1.16) – сопротивление на выходе реостатного датчика изменяется с перемещением его ползунка.

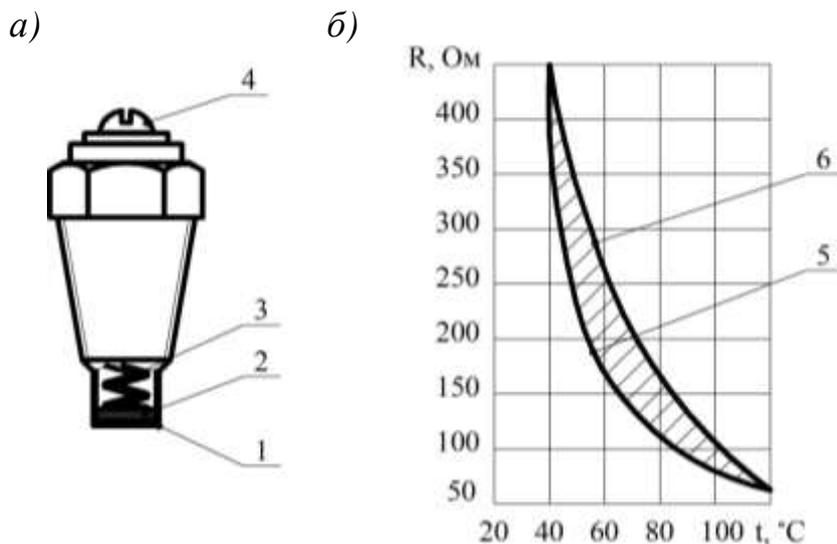


1 – сопротивление реостата; 2 – ползунок

Рисунок 1.16 – Реостатный датчик:  
а) с проволочной навивкой; б) намазной

Ранее реостатные датчики выполнялись исключительно намоткой провода с высоким удельным сопротивлением (нихром, константан) на каркас (рис. 1.16, а). Однако такое исполнение датчика приводит к наличию на его выходе зоны нечувствительности при перемещении ползунка в пределах диаметра провода. Поэтому в настоящее время реостатные датчики выполняются намазными из проводящих паст на подложке (рис. 1.16, б). Реостатный датчик может быть выполнен не обязательно с изменением выходного сопротивления по линейному закону; нелинейность обеспечивается созданием соответствующего профиля проводящей дорожки.

Обычно реостатный датчик совмещают с датчиком, преобразующим измеряемую величину в перемещение ползунка. Например, мембрана датчика давления перемещает ползунок, и на выходе датчика возникает электрический сигнал в соответствии с измеряемым давлением. Недостатком реостатного датчика является возникновение в нем дополнительной погрешности при изменении температуры окружающей среды.



1 – корпус; 2 – полупроводниковый резистор; 3 – пружина; 4 – винт; 5, 6 – графики изменения сопротивления при повышении и понижении температуры соответственно

Рисунок 1.17 – Терморезистивный датчик ТМ100А:

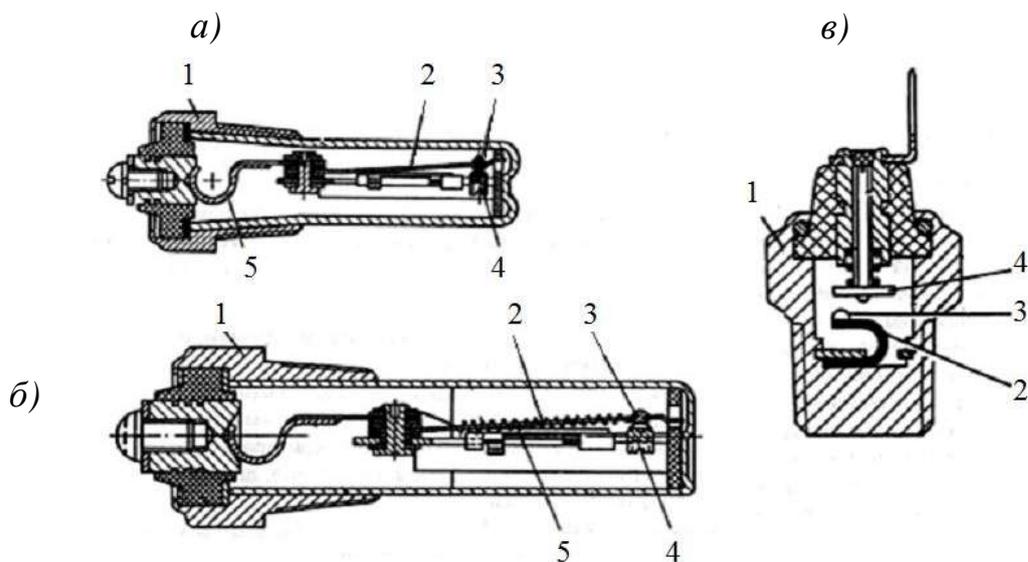
а) конструктивное исполнение; б) зависимость сопротивления датчика от температуры

Чувствительным элементом терморезистивного датчика является полупроводниковое термосопротивление, отличительная особенность которого состоит в том, что изменение температуры вызывает изменение его сопротивления. Конкретная связь температуры и сопротивления зависит от материала и размеров чувствительного элемента, поэтому величина сопротивления при заданной температуре имеет довольно широкий разброс (рис. 1.17, б). Терморезистивный датчик выполняется в виде латунного баллона с резьбой и шестигранником под ключ для ввертывания в место измерения (рис. 1.17, а).

Таблетку терморезистора прижимает к основанию баллона пружина, осуществляющая одновременно подвод напряжения к таблетке. Пружина изолируется от стенок баллона изоляционной втулкой, конец ее соединен с выводом датчика. Внутренняя полость баллона герметизирована, что делает конструкцию датчика неразборной.

Термобиметаллические датчики применяются как в сигнализирующих, так и указывающих приборах импульсной системы.

Основной частью термобиметаллического датчика является тонкая двухслойная пластинка (термопара), выполненная из двух слоев металлов с разными значениями температурного коэффициента линейного расширения, соединенных методом плакирования. Активный слой имеет больший коэффициент линейного расширения и выполняется обычно из инвара; пассивный, с меньшим коэффициентом линейного расширения, – из хромоникелевой или молибденовой стали.



1 – корпус; 2 – термобиметалл; 3 – подвижный контакт; 4 – неподвижный контакт; 5 – нагревательная спираль

Рисунок 1.18 – Термобиметаллические датчики:

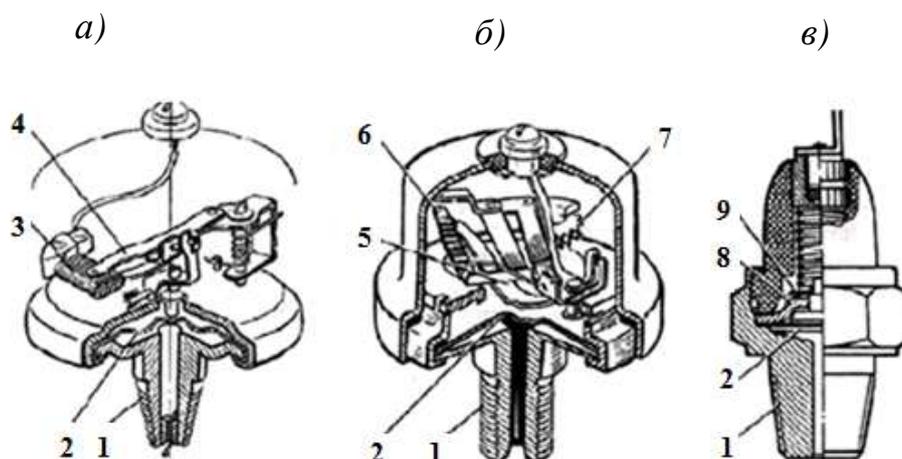
*а)* с плоским термобиметаллом; *б)* со спиралью; *в)* с фигурным термобиметаллом

При нагреве биметаллическая пластинка прогибается в сторону пассивного слоя тем сильнее, чем больше температура окружающей среды. При этом может замыкаться или размыкаться контактная пара, подвижный контакт которой закреплен на конце пластины. Устройство термобиметаллических датчиков представлено на рис. 1.18.

Датчики допускают регулировку температуры срабатывания винтом перемещения неподвижных контактов. Термобиметаллический датчик указывающих приборов снабжен нагревательной спиралью, включенной последовательно с контактами датчика (рис. 1.18, *б*).

Срабатывание датчика зависит от суммарной температуры окружающей среды и развиваемой нагреваемой спиралью, то есть

от величины силы тока, протекаемого в спирали. Такие датчики применяются только с указателями импульсной системы.



1 – штуцер; 2 – мембрана; 3 – реостат; 4 – ползунок; 5 – упругая пластина с неподвижным контактом; 6 – термобиметалл со спиралью и подвижным контактом; 7 – регулятор; 8 – неподвижный контакт; 9 – подвижный контакт

Рисунок 1.19 – Мембранные датчики давления:

а) реостатный датчик; б) датчик импульсной системы; в) датчик сигнализатора

Обязательным элементом датчика давления (рис. 1.19) является мембрана – плоская или гофрированная пластина, выполненная из бронзы или какого-либо иного эластичного материала, жестко зажатая по краям. Герметичная полость, расположенная под мембраной, должна соединяться через штуцер с полостью измерения давления. В большинстве случаев мембрану снабжают жестким центром, на котором укрепляют устройство, связывающее мембрану с передающим механизмом. С изменением давления мембрана прогибается и ее жесткий центр перемещается.

Отличие датчиков давления друг от друга в основном состоит в том, как в них перемещение жесткого центра преобразуется в электрический сигнал. Это зависит от системы измерения, в которой используется датчик. На рис. 1.19, а изображен датчик давления масла, снабженный реостатным датчиком. Толкатель, закрепленный в жестком центре мембраны, через качалку воздействует на ползунок реостата, который при этом поворачивается вокруг своей оси.

Возвратное движение ползунка происходит под действием пружины. Дроссель, запрессованный в штуцер датчика, создает большое сопротивление протеканию масла и препятствует возникновению колебаний ползунка реостата при резком изменении давления.

Ползунок соединен с массой датчика, и изменение сопротивления реостата происходит между его выводом и «массой».

В датчике импульсной системы (рис. 1.19, б) на жесткий центр мембраны опирается выступом упругая пластина с контактом, соединенным с «массой». Другой контакт закреплен на плече П-образной биметаллической пластины с навитой на нем спиралью; один конец спирали приварен к пластине, другой соединен через упругий токовод с выводом датчика.

Датчик сигнализатора аварийного давления (рис. 1.19, в) имеет более простую конструкцию. На жесткий центр мембраны опирается рычаг выключателя, который и замыкает контакты, если давление превышает заданные пределы, или, в зависимости от назначения датчика, если давление падает ниже допустимого предела.

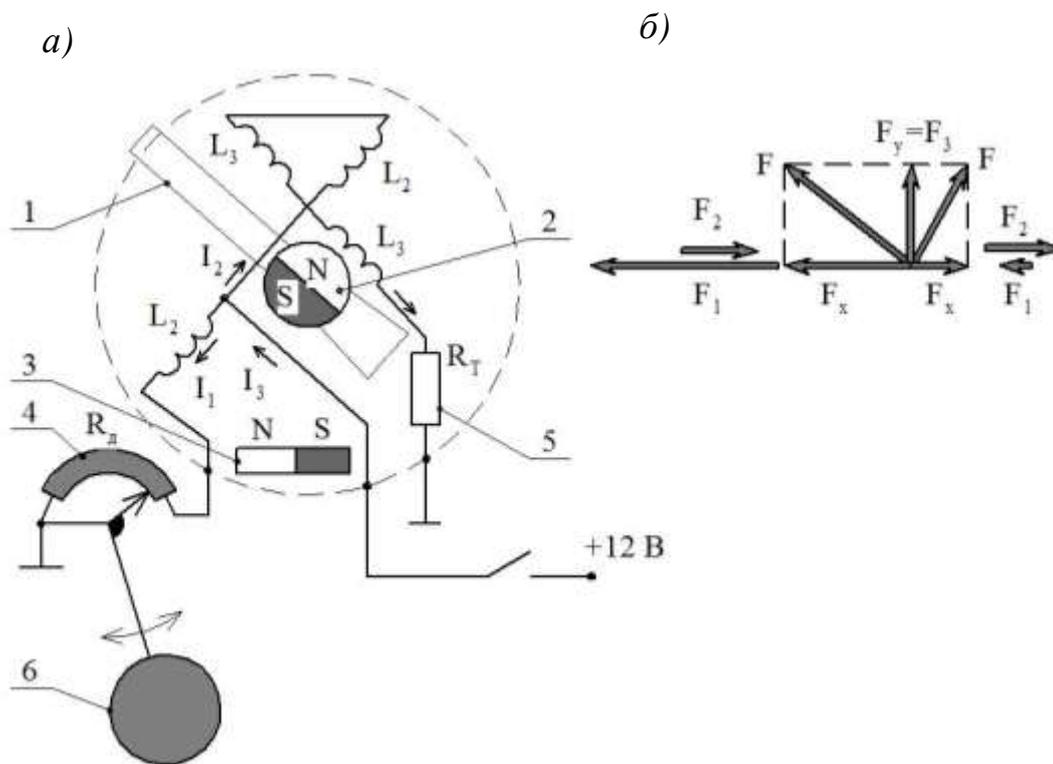
## 1.6 Магнитоэлектрические указатели

На автомобилях применяются указатели трех систем – магнитоэлектрической, электромагнитной и импульсной. В современных автомобилях в основном применяются только магнитоэлектрические указатели.

В качестве магнитоэлектрических указателей наиболее распространены трехобмоточные логометрические указатели (рис. 1.20). Логометр имеет две обмотки  $L_1$  и  $L_2$ , расположенные соосно, но намотанные встречно. Третья обмотка  $L_3$  перпендикулярна первым двум (рис. 1.20, а). Применение трех обмоток позволяет повысить точность логометра, так как расширяет пределы его шкалы до 120-160°.

Рядом с обмотками располагается постоянный магнит, способный поворачиваться на своей оси. Он устанавливается в направлении

действия суммарной магнитодвижущей силы всех трех обмоток. Магнит соединен со стрелкой прибора.



1 – стрелка; 2 – подвижный магнит; 3 – неподвижный магнит; 4 – реостат датчика уровня топлива; 5 – термокомпенсирующий резистор; 6 – поплавок

Рисунок 1.20 – Логометрический указатель:

а) электрическая схема; б) векторная диаграмма магнитодвижущих сил обмоток

Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  равны произведению сил тока соответствующих обмоток на число витков обмоток. МДС по вертикальной оси  $F_y$  создается только обмоткой  $L_3$ , при этом  $F_y = F_3$ .

МДС по горизонтальной оси  $F_x$  определяется разностью МДС  $F_1$  и  $F_2$ , так как эти обмотки включены встречно:

$$F_x = F_1 - F_2 \quad (1.5)$$

Магнитодвижущая сила  $F$ , по направлению которой устанавливается постоянный магнит, равна геометрической сумме  $F_y$  и  $F_x$ . На рис. 1.20, б представлена векторная диаграмма МДС для случаев, когда  $F_1 > F_2$  (сопротивление датчика  $R_d$  мало, ток  $I_1$  велик) и  $F_2 > F_1$ .

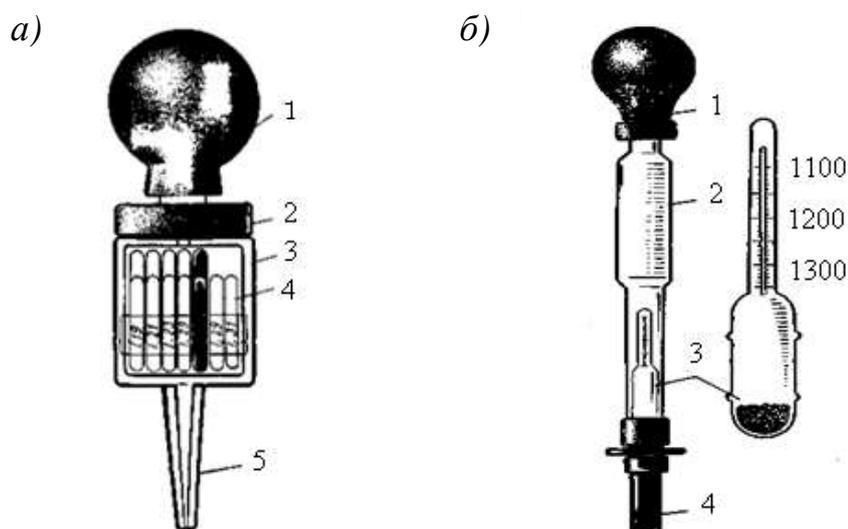
По векторным диаграммам видно, что вектор суммарной магнитодвижущей силы  $F$  поворачивается относительно горизонтальной оси в зависимости от величины сопротивления датчика.

К достоинствам логометра следует отнести независимость его показаний от величины напряжения питания, так как с ростом напряжения растут токи всех обмоток (следовательно, и их МДС возрастают пропорционально), но и суммарная МДС остается прежней.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

### 2.1 Аккумуляторный денсиметр

Аккумуляторный денсиметр с пипеткой (рис. 2.1, *а*) предназначен для измерения плотности электролита аккумуляторных батарей. Денсиметр 3 помещен в стеклянной пипетке 2, на которую надета резиновая груша 1. Денсиметр имеет шкалу 190...1300 кг/м<sup>3</sup>.



1 – резиновая груша; 2 – пипетка; 3 – денсиметр; 4 – трубка

Рисунок 2.1 – Приборы для измерения плотности электролита:  
*а*) денсиметр; *б*) плотномер

Денсиметр проградуирован при температуре 298°К (25°С), поэтому показания денсиметра будут соответствовать действительным значениям плотности только при этой температуре. При измерении плотности электролита, имеющего другую температуру, показания денсиметра будут иметь погрешность соответственно 0,7 кг/м<sup>3</sup> на каждый градус изменения температуры.

### 2.2 Плотномер

Плотномер (рис. 2.1, *б*) состоит из резиновой груши 1, крышки 2, пластмассового прозрачного корпуса 3 с трубкой 5 и семи пласт-

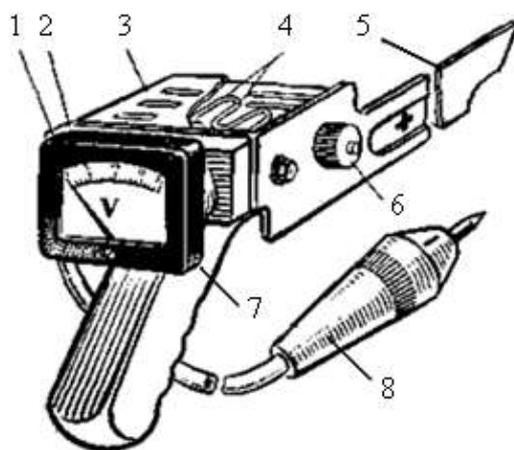
массовых поплавков 4 с различными массами и коэффициентами расширения.

Применение таких поплавков позволяет исключить погрешность измерения плотности при изменении температуры электролитов. Поплавок, регистрирующий плотность  $1,27 \text{ г/см}^3$ , окрашен. На корпусе против каждого поплавка выполнена надпись наименьшей плотности, при которой всплывает поплавок. Величину плотности определяют по тому всплывшему поплавку, против которого выполнена надпись с большей цифрой.

Определение плотности производят по положению поплавков через некоторое время после заполнения корпуса электролитом, что необходимо для выравнивания температуры электролита и поплавков.

### 2.3 Аккумуляторный пробник Э107

Аккумуляторный пробник Э107 предназначен для проверки работоспособности аккумуляторных батарей емкостью 55...190 А·ч со скрытыми межаккумуляторными соединениями, а также для измерения напряжения в автомобильных электроцепях напряжением до 12 В (рис. 2.2).



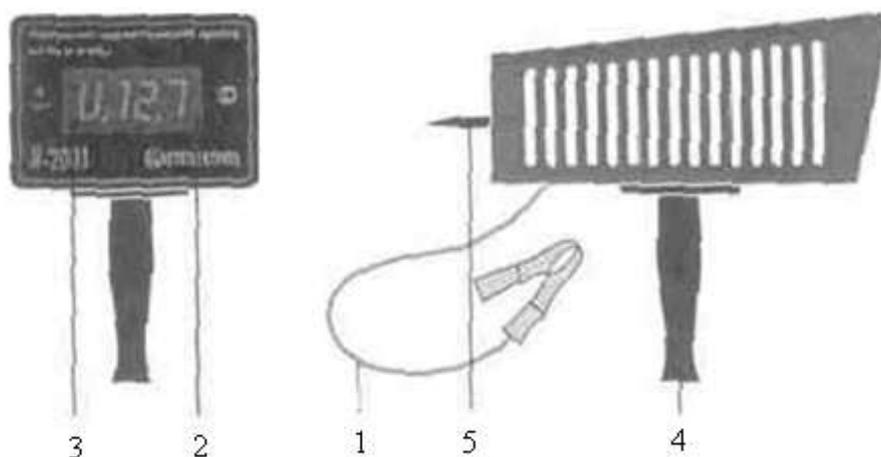
1 – вольтметр; 2 – кронштейн; 3 – кожух; 4 – нагрузочные резисторы;  
5 – контактная ножка; 6 – контактная гайка; 7 – рукоятка; 8 – щуп

Рисунок 2.2 – Аккумуляторный пробник Э107

В кожухе 3 установлены два нагрузочных резистора 4, выполненных в виде спиралей из нихрома. К кронштейну 2 крепится по одному концу каждого резистора, проводник от щупа 8 и вольтметр 1. Резисторы 4 подключаются к ножке 5 при помощи контактной гайки 6. Сопротивление двух параллельно соединенных резисторов 0,1 Ом. На шкале вольтметра выполнена отметка на значении 8,9 В, что облегчает отсчет напряжения.

## 2.4 Нагрузочно-диагностический прибор Н-2001

Нагрузочно-диагностический прибор Н-2001 (рис. 2.3) предназначен для проверки работоспособности генераторов, реле-регуляторов, стартеров на автомобиле, аккумуляторных батарей номинальной емкости 29-32 А·ч со скрытыми межэлементными соединениями и номинальным напряжением 12 В.



1 – провод с зажимом " – "; 2 – индикационное окно; 3 – индикатор превышения температуры (STOP); 4 – ручка; 5 – щуп " + "

Рисунок 2.3 – Общий вид прибора Н-2001

Прибор позволяет проверить работоспособность батареи путем контроля напряжения на ее выходах при расчетной нагрузке, создаваемой нагрузочным резистором.

Прибор предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от  $-9^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , атмосферном давлении 700-760 мм рт. ст. и относительной влажности до 80%.

Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики прибора Н-2001

Наименование показателей	Значение показателей
Питание	от аккумуляторной батареи автомобиля
Максимальное измеряемое напряжение, В	19,9
Емкость АКБ, А·ч	29-32
Продолжительность испытания разрядки, с	5
Ток нагрузки, А	200
Индикатор превышения температуры	STOP
Габаритные размеры, мм	200x19x195
Масса, кг, не более	1,1

При пользовании прибором необходимо выполнять следующие требования:

- проверка АКБ прибором должна производиться при завернутых пробках у всех аккумуляторных батарей;
- в момент измерения напряжения батареи с включенной нагрузкой не рекомендуется касание рукой оголенных частей щупа;
- не допускать искрообразования;
- строго соблюдать полярность подключения;
- при загорании красного индикатора (STOP) прекратить работу.

Порядок работы при проверке генераторов следующий:

- проверка должна проводиться при частоте вращения коленчатого вала 2000-2500 об/мин;
- подсоединить провод с зажимом 1 к клемме "-" АКБ, а щупом 5 осуществить контакт на клемме "+" без нажатия на нее;
- наблюдать за индикацией напряжения в индикационном окне 2;
- если показания прибора ниже 13,6 В при полностью включенной нагрузке на автомобиле (дальний свет, отопитель салона, обогрев заднего стекла), причиной этого может быть неисправность реле-регулятора или неисправность диодного моста, межвитковое замыкание, или замыкание на массу обмоток ротора или статора;

- если показания прибора между 13,6 В и 14,5 В при включенной нагрузке и поддерживаются стабильно в этих пределах, значит, генератор работает нормально;
- если показания превышают 14,5 В, это означает, что регулятор напряжения неисправен.

## **2.5 Контрольно-испытательный стенд Э242**

Контрольно-испытательный стенд модели Э242 предназначен для контроля технического состояния и регулировки снятого с автомобилей и других транспортных средств электрооборудования в условиях автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания автомобилей.

Стенд позволяет выполнить:

- испытание стартеров с номинальным напряжением 12 и 24 В мощностью до 11 кВт в режиме холостого хода и в режиме полного торможения;
- испытание генераторов постоянного и переменного тока мощностью до 6,5 кВт в режиме холостого хода и под нагрузкой до 3 кВт; генераторы постоянного тока также могут быть испытаны в режиме двигателя;
- проверку и регулировку реле-регуляторов;
- проверку на работоспособность реле-прерывателей указателей поворотов, тяговых реле стартеров и коммутационных реле;
- проверку электродвигателей вспомогательных механизмов автомобиля;
- проверку обмоток якорей;
- измерение сопротивлений;
- контроль изоляции цепей низкого напряжения;
- проверку исправности полупроводниковых приборов.

Стенд предназначен для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми условиями при температуре окружающего

воздуха от 9 до 35°C, относительной влажности до 80% при 25°C и атмосферном давлении от 650 до 800 мм рт. ст.

Основные параметры стенда приведены в табл. 2.2.

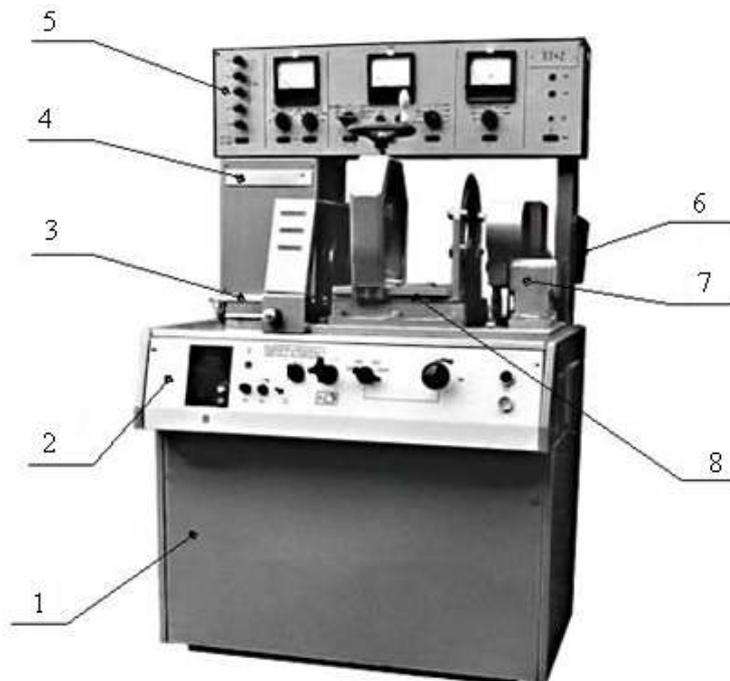
Таблица 2.2 – Технические характеристики стенда Э242

Наименование показателей	Значения показателей
<i>1</i>	<i>2</i>
Тип конструкции	стационарный
Питание	от трехфазной сети переменного тока 380 В ±9% частотой 50 Гц
Диапазон показаний при измерении частоты вращения, об/мин	0-10000
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения частоты вращения в диапазонах 2000-9000 об/мин	±3% от верхнего значения диапазона показаний
Диапазоны показаний при измерении постоянного тока, А	0-5, 0-50, 0-150, 0-500, 0-1500
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения постоянного тока в диапазонах измерений 0-5 А, 0-40 А, 0-120 А	±2,5% от верхних значений диапазонов показаний (5, 50, 150) А
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения постоянного тока в диапазонах измерений 0-300 А и 0-1000 А	±4% от верхних значений диапазонов показаний (500, 1500) А
Диапазон показаний при измерении напряжения, В	0-20, 12-16, 0-40, 24-32
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения в диапазонах измерений 4-16 В и 8-32 В	±1,5% от верхних значений диапазонов показаний (20, 40) В
Пределы допускаемой основной погрешности на отметках шкалы 13, 14, 15 В в диапазоне показаний 12-16 В	±0,1 В
Пределы допускаемой основной погрешности на отметках шкалы 26, 28, 30 В в диапазоне показаний 24-32 В	±0,2 В
Диапазоны показаний при измерении крутящего момента, Н·м	0-25, 0-100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения крутящего момента в диапазонах измерений 9-20 и 20-80 Н·м	±9% от верхних значений диапазонов показаний (25, 90) Н·м
Диапазоны измерения сопротивления постоянному току, Ом	1-100, 10-1000, 100-10000, 1000-100000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении сопротивления постоянному току в диапазонах измерений	±4% от длины рабочей части шкалы

<i>1</i>	<i>2</i>
Потребляемая мощность, кВА, не более	20
Габаритные размеры, мм:	
– длина;	1000
– ширина;	800
– высота	1530
Масса, кг, не более	400
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	1000

Общий вид стенда показан на рис. 2.4.

Основание стенда выполнено сварным из гнутых профилей и закрывается легкоъемными крышками.



1 – крышка силового источника питания стенда; 2 – панель управления; 3 – устройство для крепления генератора; 4 – кронштейн для реле-регуляторов и реле; 5 – панель приборов; 6 – стробоскоп; 7 – тормозное устройство; 8 – устройство для установки стартера

Рисунок 2.4 – Стенд контрольно-испытательный Э242

Внутри основания расположены: силовой источник питания, источник питания цепей контроля, управления, измерения и сигнализации, блок нагрузки, приводной электродвигатель, автоматический выключатель сети.

Сверху на основании установлены: натяжное устройство 3 для крепления проверяемых генераторов, промежуточный привод и тормозное устройство 7 для установки и проверки стартеров.

Для подъема и транспортирования стенда в плите стола тормозного устройства имеется резьбовое отверстие под рым-болт.

С правой стороны стенда установлен реостат R3, который служит для ограничения тока при проверке стартеров в режиме полного торможения и включается последовательно со стартером. Конструктивно реостат состоит из четырех шин из сплава с высоким омическим сопротивлением, по которым скользит ползун. Положение ползуна определяет сопротивление реостата – при движении ползуна вправо сопротивление реостата уменьшается.

Панель приборов 5 крепится на двух стойках.

На правой стойке вверху установлена розетка разъема осветителя строботаксметра, внизу – розетка разъема датчика силы XS6, а на крышке – карман для укладки осветителя во время эксплуатации стенда. На левой стойке имеются штыри для установки площадки под реле-регуляторы.

Подробное изображение панели управления приведено на рис. 2.5.

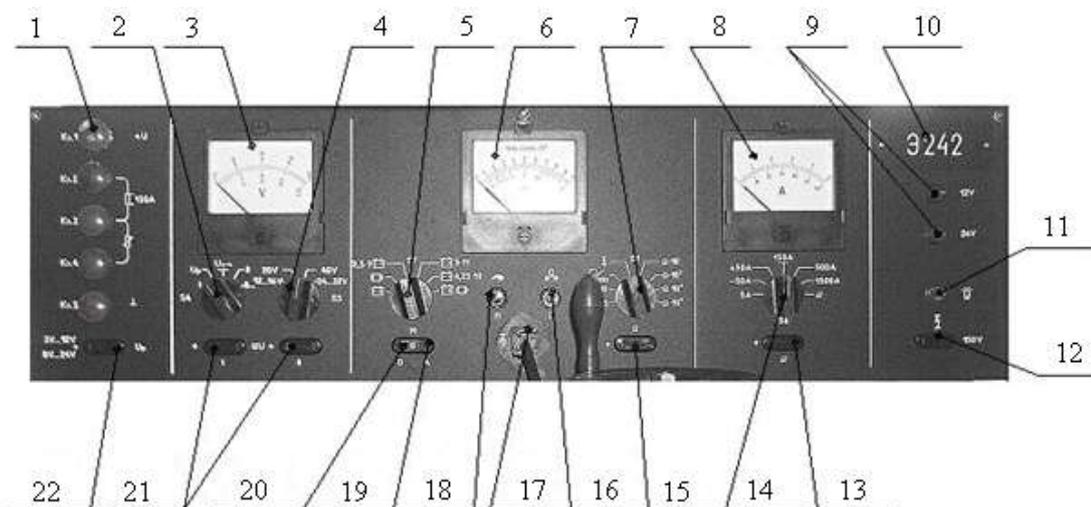
Управление работой стенда осуществляется с панели управления питанием, изображенной на рис. 2.6.

Стол тормозного устройства может перемещаться в горизонтальном направлении, что позволяет совместить шестерню проверяемого стартера при его проверке в режиме полного торможения с зубчатым сектором тормоза. Фиксация стола – болтами.

Конструкция тормозного устройства стенда показана на рис. 2.7.

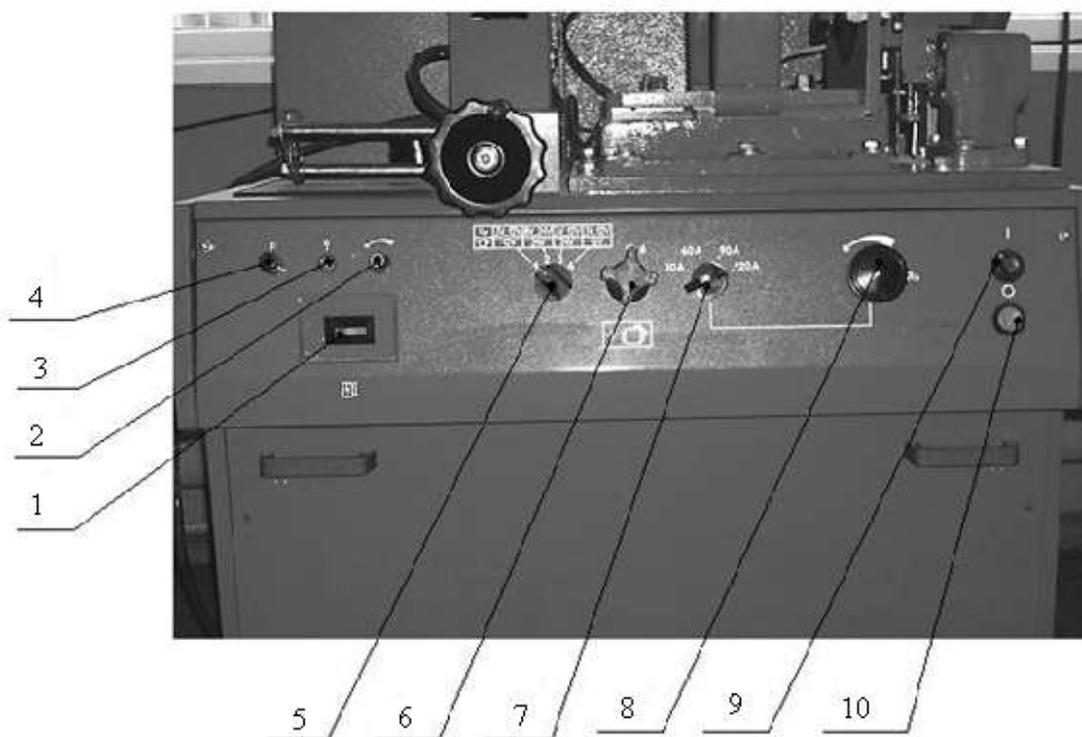
При проверке в режиме полного торможения шестерня стартера входит в зацепление с зубчатым сектором 4. Момент, развиваемый стартером, передается через рычаг 3 на шток пружинного датчика силы 2 и через зубчатую передачу «рейка-колесо» передает вращение на ось резистора 1, сигнал с которого поступает в измерительную схему стенда и регистрируется измерительным прибором. Регу-

лировка положения зубчатого сектора по высоте для обеспечения нормального зацепления с шестерней проверяемого стартера осуществляется винтом 5.



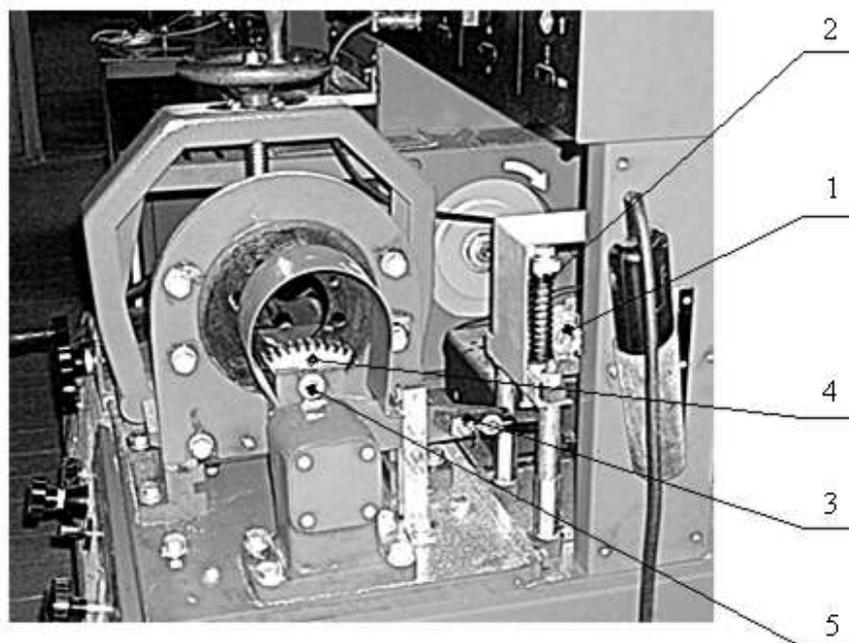
1 – клеммы для подключения проверяемого электрооборудования Кл1...Кл5;  
 2 – переключатель вольтметра S4; 3 – вольтметр; 4 – переключатель пределов измерения вольтметра S5; 5 – переключатель режимов работы стенда S7; 6 – комбинированный прибор (омметр, тахометр, измеритель крутящего момента, индикатор короткого замыкания витков) P1; 7 – переключатель режимов работы комбинированного прибора S1; 8 – амперметр P3; 9 – лампы индикации режима работы стенда; 10 – контрольные гнезда XS7...XS12; 11 – розетка для контроля изоляции XS14; 12 – индикатор контроля изоляции HL1; 13 – розетка для подключения амперметра 8 в качестве индикатора разности напряжений (разбаланса) при настройке сдвоенных регуляторов напряжения XS15; 14 – переключатель пределов измерения амперметра S6; 15 – розетка омметра XS13; 16 – резистор установки «нуля» омметра R1; 17 – розетка для включения устройства проверки якорей XS4; 18 – резистор установки «Грубо» частоты вспышек лампы осветителя строботахометра K13; 19 – подстроечный резистор для установки «нуля» измерителя крутящего момента (балансировки моста) R3; 20 – подстроечный резистор для калибровки измерителя крутящего момента R1; 21 – розетка вольтметра XS17, XS18; 22 – розетка для вывода регулируемого напряжения постоянного тока с источника питания XS16

Рисунок 2.5 – Панель управления стенда Э242



1 – автоматический выключатель питания; 2 – регулятор выходного напряжения; 3 – контрольная лампа включения питания; 4 – предохранитель; 5 – переключатель режимов работы S2; 6 – клемма для питания стартеров; 7 – переключатель нагрузки S3; 8 – реостат нагрузки; 9, 10 – кнопки «Пуск» и «Стоп»

Рисунок 2.6 – Панель управления питанием стенда Э242

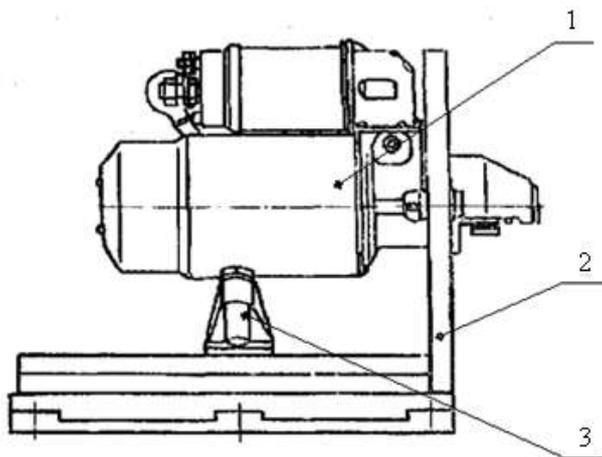


1 – ось резистора; 2 – шток датчика силы; 3 – рычаг; 4 – зубчатый сектор; 5 – винт

Рисунок 2.7 – Тормозное устройство стенда Э242

Проверяемые стартеры 1 (рис. 2.8) крепятся на тормозном устройстве двумя способами: за фланец болтами к вертикальной стойке 2 или на регулируемых призмах зажимной скобой.

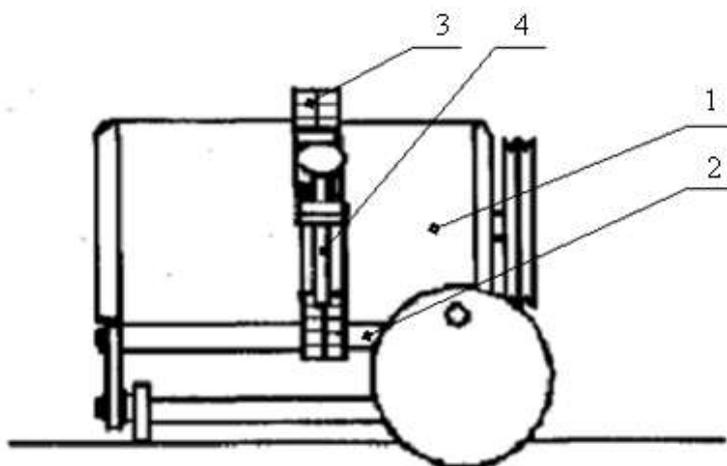
Для надежной фиксации стартера применяют регулируемую подставку 3. Диски из комплекта принадлежностей предназначены для жесткой центровки стартера относительно тормоза.



1 – стартер; 2 – стойка; 3 – регулируемая подставка

Рисунок 2.8 – Установка стартера в тормозном устройстве стенда Э242

Тормоз стенда обеспечивает проверку стартеров как левого, так и правого вращения, для этого пружинный датчик переустанавливается штоком вверх или вниз.



1 – генератор; 2 – каретка натяжного устройства; 3 – цепь;  
4 – шпилька натяжного устройства

Рисунок 2.9 – Зажим для установки генераторов

Для его позиционирования на направляющих шпильках используется длинная втулка, которая при установке штоком вверх (для проверки стартеров левого вращения) устанавливается сверху на фланец датчика.

Проверяемые генераторы на каретке натяжного устройства крепятся зажимом (рис. 2.9).

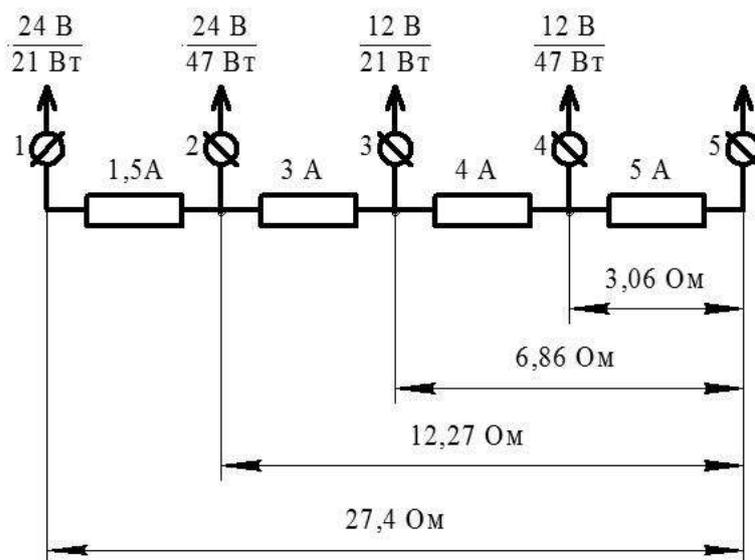


Рисунок 2.10 – Схема резистора Э242.08.04.000

При необходимости под генератор с целью исключения задевания шкива генератора за гайку натяжного устройства подкладываются подставки-призмы из комплекта принадлежностей.

Комплект принадлежностей стенда предназначен для использования при проверках электрооборудования. В комплект входят набор соединительных проводов с зажимами для коммутации и резистор Э242.08.04.000 (рис. 2.10).

Основное назначение резистора Э242.08.04.000 – использование в качестве имитатора нагрузки, соответствующей мощности ламп накаливания проблескового указателя поворота при проверке реле указателей поворотов и прерывателей сигналов. Нагрузкой являются спирали, выполненные из сплава высокого омического сопротивления.

## 2.6 Комплекс автодиагностики КАД400

Комплекс предназначен для проверки технического состояния четырехтактных бензиновых двигателей с контактными, контактно-транзисторными, бесконтактно-транзисторными, микропроцессорными системами зажигания и их электрооборудования.

Комплекс обеспечивает проверку двигателей отечественных автомобилей с электронными блоками управления (ЭБУ).

Комплекс регистрирует результаты измерений на печатающем устройстве (принтере).

Системный блок комплекса имеет CD-ROM-накопитель и 4-входовой мультиплексор входов COM-port.

При соответствующей комплектации комплекс позволяет также:

- диагностировать системы впрыска топлива четырехтактных дизельных двигателей и их электрооборудования;
- диагностировать автомобили зарубежного производства, оснащенные электронными блоками управления двигателями;
- подключить газоанализатор двухкомпонентный ИНФРАКАР 1.01-UREx или четырехкомпонентный ИНФРАКАР 10.01-UREx, или любой другой газоанализатор, имеющий протокол обмена UREx;
- выполнять другие функции, предусмотренные вновь разработанными модулями.

Основные технические характеристики комплекса приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики комплекса автодиагностики КАД400

Наименование показателей	Значения показателей
<i>1</i>	<i>2</i>
Габаритные размеры, мм:	
– длина (без учета вылета поворотной стрелы);	620
– вылет поворотной стрелы;	1000
– ширина;	670
– высота (с поворотной стрелой)	1890
Масса комплекса, кг, не более	105

1	2
Время установления рабочего режима комплекса, мин., не более	15
Диапазон измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	$(100-6000) \pm 5$
Диапазон измерения угла замкнутого состояния контактов прерывателя, град.	$(0-180) \pm 0,3$
Диапазон измерения времени накопления, мс	$(1-100) \pm 0,05$
Диапазон измерения максимального изменения угла замкнутого состояния контактов прерывателя за рабочий цикл двигателя, град.	$(0-360) \pm 0,3$
Диапазон измерения асинхронизма искрообразования, град.	$(0-180) \pm 0,3$
Диапазон измерения угла опережения зажигания со стробоскопом, град.	$(0,5-60) \pm 0,5$
Диапазон измерения длительности искрового разряда на свече, мс	$(0-10) \pm 0,3$
Диапазон измерения напряжения искрового разряда на свече, кВ	$\pm 5 \pm 0,5$
Диапазон измерения вторичного электрического напряжения, кВ	$\pm 25 \pm 4$
Диапазон измерения напряжения на клеммах аккумуляторной батареи, В	$(0-40) \pm 0,3$
Диапазон измерения напряжения на клеммах катушки зажигания, подключаемой к батарее, В	$(0-40) \pm 0,3$
Диапазон измерения напряжения на клеммах катушки зажигания, подключаемой к прерывателю, В	$(0-15) \pm 0,1$
Диапазон измерения постоянного тока, А	0-600
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения тока, А: – в диапазоне 0-100 А; – в диапазоне 100-600 А	$\pm 5$ $\pm 25$
Диапазон измерения сопротивления постоянному току, кОм	0-100
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления постоянному току, Ом: – в диапазоне 0-100 Ом; – в диапазоне 100-500 Ом; – в диапазоне 0,5-100 кОм	$\pm 0,2$ $\pm 2$ $\pm 0,5$
Диапазон измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	$(100-6000) \pm 5$
Диапазон измерения угла опережения начала подачи топлива, град.	$(0,5-60) \pm 0,5$
Напряжение питания, В	$220 \pm 22$
Потребляемая мощность (без учета потребляемой мощности печатающего устройства), ВА, не более	250

Комплекс обеспечивает:

а) для автомобилей с бензиновым двигателем: вывод на экран монитора следующих осциллограмм:

- пульсации тока стартера в режиме пуска;
- пульсации выпрямленного напряжения на аккумуляторной батарее;
- первичной цепи;
- прерывателя;
- вторичной цепи;
- вторичной цепи (дуга);

б) для автомобилей с дизельным двигателем: вывод на экран монитора следующих осциллограмм:

- пульсации выпрямленного напряжения на аккумуляторной батарее;
  - характера изменения давления топлива в топливопроводе;
- в) для автомобилей с электронными блоками управления (ЭБУ):
- считывание и отображение кодов неисправностей;
  - считывание и отображение текущих и установленных значений параметров;
  - стирание кодов неисправностей.

Комплекс обеспечивает работу в режиме осциллографа с выводом на экран монитора осциллограмм и характеристик:

а) для автомобилей с бензиновым двигателем:

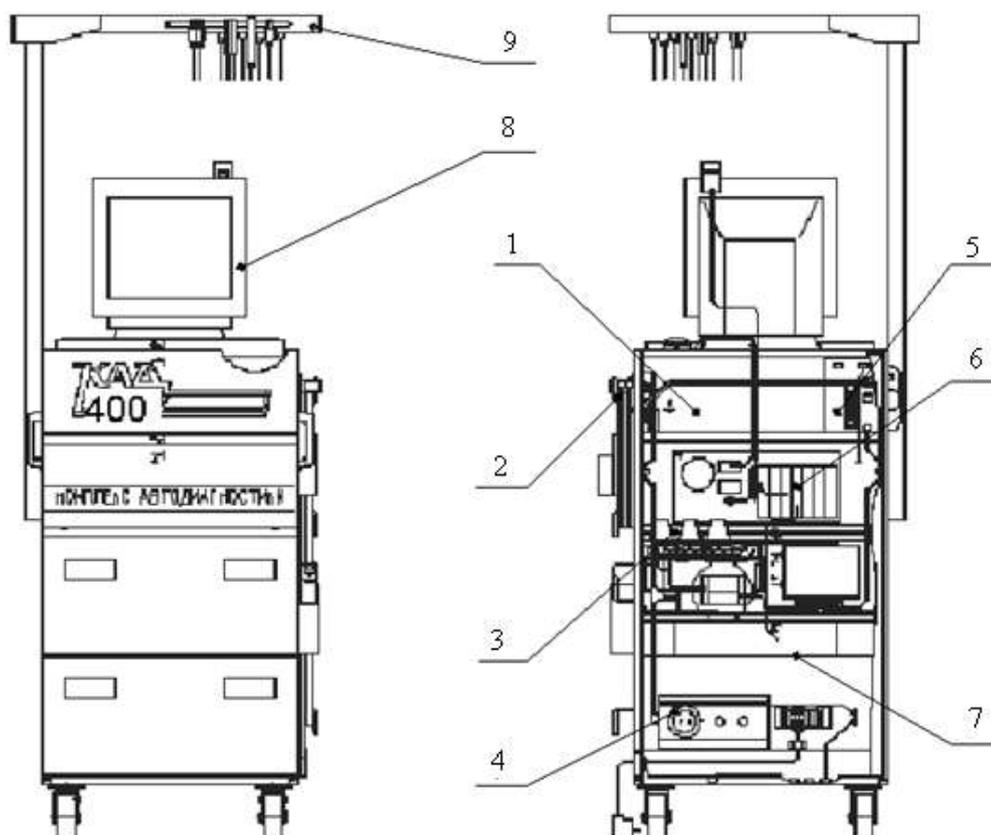
- пульсации тока стартера в режиме пуска;
- пульсации выпрямленного напряжения на аккумуляторной батарее;
- первичной цепи;
- прерывателя;
- вторичной цепи;
- вторичной цепи (дуга);

б) для автомобилей с дизельным двигателем:

- пульсации выпрямленного напряжения на аккумуляторной батарее;

- характера изменения давления топлива в топливопроводе;
- в) для автомобилей с электронными блоками управления (ЭБУ):
- считывание и отображение кодов неисправностей;
- считывание и отображение текущих и установленных значений параметров;
- стирание кодов неисправностей.

Общий вид комплекса представлен на рис. 2.11.



1 – место для газоанализатора; 2 – переключатель сетевой; 3 – сетевые розетки; 4 – блок зажимов с сетевым шнуром; 5 – блок согласования осциллографический; 6 – модуль системный; 7 – принтер; 8 – монитор; 9 – поворотная стрела с комплектом жгутов и датчиков

Рисунок 2.11 – Комплекс автодиагностики КАД400

Комплекс представляет собой сварную передвижную конструкцию и состоит из стойки, поворотной стрелы, устройств индикации и управления (дисплей, клавиатура и пульт дистанционного управления) и комплекта жгутов и датчиков.

Корпус разбит на четыре отсека: две полки и два выдвижных ящика. Сзади корпус закрыт дверью с замком, обеспечивающей доступ к присоединительным жгутам.

На верхней полке расположен блок согласования 5.

На второй полке находится системный модуль 6.

На нижней панели расположены блок фильтров и блок зажимов с сетевым шнуром.

В первом выдвижном ящике размещается принтер 7, во втором – комплект принадлежностей.

На правой по отношению к оператору стенке расположены: сетевой переключатель, держатель для адаптеров сканеров, карман для стробоскопа, четыре кронштейна для укладки кабеля стробоскопа и трубки пробозаборного зонда газоанализатора.

На задней стенке блока согласования размещается разъем для подключения стробоскопа («□⚡»).

С наружной стороны в нижней части корпуса имеется бобышка для присоединения комплекса к шине заземления.

Управление комплексом может осуществляться с клавиатуры или с пульта дистанционного управления.

Кроме клавиатуры, для управления комплексом служит кнопка «» («СТОП») – аварийная остановка двигателей диагностируемого автомобиля с бензиновым двигателем, – расположенная за верхней передней крышкой стойки на блоке согласования.

На верхней плоскости стойки размещается дисплей (монитор). На лицевой стороне дисплея, под нижним краем экрана, находятся органы управления, обеспечивающие регулировку изображения на экране и позволяющие изменить размер, яркость, контрастность и местоположение изображения. Их назначение понятно из сделанных на корпусе монитора гравировок. Индикатор POWER засвечивается при включении монитора.

Для подключения комплекса к автомобилю служат поворотная стрела и комплект жгутов и датчиков (рис. 2.12).

На поворотной стреле находятся разъемы, которые имеют следующее назначение:

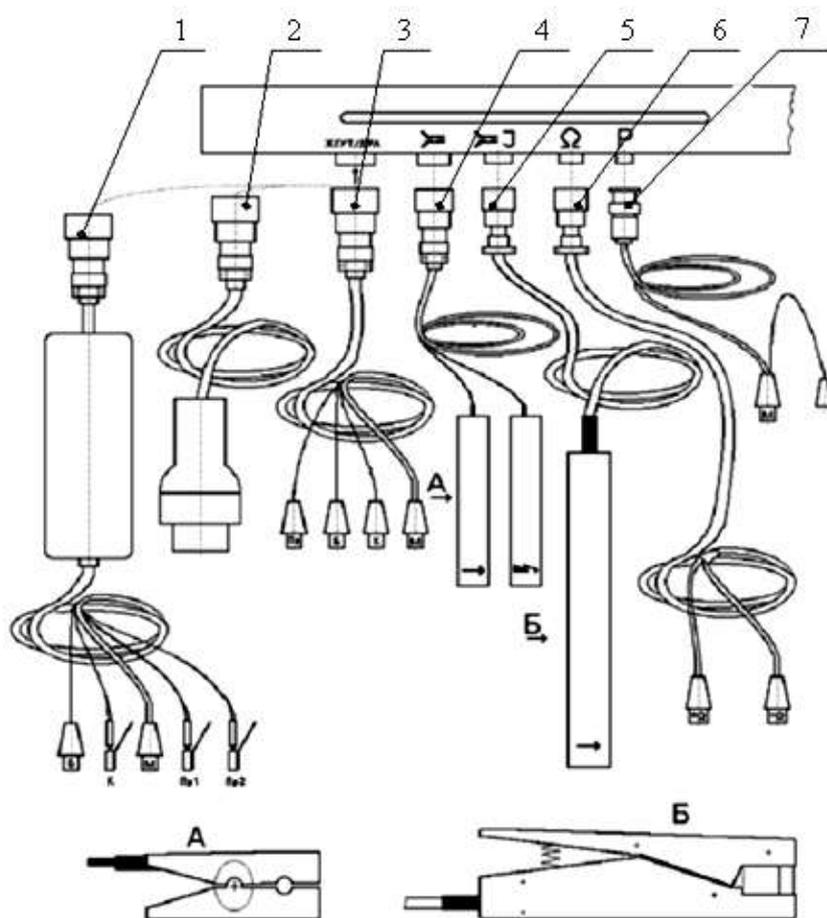
– разъем «ЖГУТ/ДРА» – для подключения адаптера микропроцессорной системы зажигания 1, жгута диагностической колодки 2 или жгута 3;

– разъем « $\nabla$ » – для подключения жгута вторичной цепи 4;

– разъем « $\nabla\downarrow$ » – для подключения датчика тока 5;

– разъем « $\Omega$ » – для подключения жгута омметра 6;

– разъем «P» – для подключения кабеля датчика давления (датчики поставляются по отдельному заказу).



1 – адаптер микропроцессорной системы зажигания; 2 – жгут диагностической колодки; 3 – жгут; 4 – жгут вторичной цепи; 5 – датчик; 6 – жгут омметра; 7 – кабель датчика давления

Рисунок 2.12 – Жгуты диагностические и измерительные

Датчик первого цилиндра « $\downarrow$ » и датчик высокого напряжения « $\downarrow$ » жгута вторичной цепи 4, датчик тока « $\downarrow$ » 5, датчик давления –

накладного типа. Это позволяет производить подключение к двигателю автомобиля без разъединения проводов системы зажигания, электрооборудования и топливопроводов.

Пружинные зажимы помещены в резиновые втулки и имеют соответствующие обозначения.

Жгут адаптера микропроцессорной системы зажигания 1 объединяет пять проводов и заканчивается двумя зажимами с обозначениями: «Б» и «М», тремя клеммами: «К», «Пр1» и «Пр2». Жгут адаптера предназначен для подключения к батарее и разъемам катушек зажигания микропроцессорной системы зажигания автомобиля. Сборку клемм находят хвостовые наконечники, предназначенные для присоединения штатных проводов катушек зажигания микропроцессорной системы зажигания при подключении жгута адаптера.

Жгут диагностической колодки 2 заканчивается вилкой для подключения к диагностическому разъему автомобиля (ДРА) с восемью сигнальными выводами.

Жгут 3 объединяет четыре провода и заканчивается четырьмя зажимами с обозначениями: «Б», «М», «К», «Пр».

Аналогично выполнен жгут омметра 6, объединяющий два провода с соответствующими обозначениями на клеммах зажимов: «+» и «-».

Для подключения к двигателям с ЭБУ служат кабели ГАЗ М, ДСТ-2, ВАЗ и ОВД-II, входящие в комплект мотор-тестера МТ-2Е. Выбранный кабель подключается к адаптеру КR-2Е (разъем К-line), другой конец вставляется в диагностический разъем автомобиля.

Комплекс позволяет производить измерение параметров электрооборудования автомобиля с помощью подключаемых к автомобилю жгутов и датчиков в соответствии с инструкциями рабочей программы.

Принцип работы комплекса КАД400 заключается в измерении электрических параметров на автомобиле с включенным двигателем, работающим в режимах, задаваемых рабочей программой и оператором.

Входные сигналы передаются на измерительные зажимы или датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорцио-

нальные измеряемым величинам. Сигналы с датчиков и измерительных зажимов после необходимых преобразований обрабатываются рабочей программой, и результаты измерений выводятся на экран или принтер в заданной форме.

При диагностике двигателей с ЭБУ комплекс отображает в удобном для оператора виде цифровые сигналы, поступающие с ЭБУ.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями с целью повышения безопасности диагностирования предусмотрен режим аварийного отключения зажигания двигателя.

## **2.7 Прибор для проверки свечей зажигания Э203-П**

Прибор для проверки искровых свечей зажигания Э203-П (рис. 2.13) позволяет проводить проверку свечи на герметичность и на бесперебойность искрообразования при заданном давлении в испытательной камере. Давление создается ручным насосом, а искрообразование инициируется встроенным источником высокого напряжения. Для удобства пользования на панели прибора имеется таблица значений испытательного давления в зависимости от зазора между электродами свечи.



Рисунок 2.13 – Прибор для проверки свечей зажигания Э203-П

В комплект входят комбинированный щуп от 0,6 до 1 мм (через 0,1 мм) и специальный ключ для регулировки искрового промежутка свечей.

Обслуживаемые свечи зажигания:

– резьба на корпусе М14х1,25/М18х1,5;

– длина резьбовой части 12-19 мм

Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики прибора Э203-П

Наименование показателей	Значения показателей
Диапазон измерений давления, атм.	0-16
Искровой промежуток контрольного разрядника, мм	12
Давление пневмопитания, атм	4-6
Напряжение электропитания, В	220
Габаритные размеры, мм	350×260×105
Масса, кг	7

## 2.8 Цифровой мультиметр М890G

Цифровой мультиметр М890G (рис. 2.14) – электронный измерительный прибор, объединяющий в себе функции вольтметра, амперметра, омметра и др. Прибор имеет жидкокристаллический дисплей.

Дисплей прибора показывает 3 полноценных разряда после запятой. Прибор может давать показания в пределах от 0,000 до 0,999. При выходе измеряемой величины за эти пределы прибор автоматически переключается на более высокий диапазон измерений.

На приборе имеется вращающийся переключатель, с помощью которого выбирается тип осуществляемого измерения. С помощью переключателя можно делать выбор как измеряемой величины (напряжение, сопротивление, сила тока), так и диапазона измерения для каждой из вышеперечисленных измеряемых характеристик.



Рисунок 2.14 – Цифровой мультиметр M890G

Мультиметр комплектуется измерительными щупами, соединяемыми с прибором штекерами. Для присоединения щупов в приборе имеется семь розеток. Розетка COM является общей для большинства измерений. Для измерения температуры, частоты и емкости имеются специальные розетки. Специальная розетка применяется и для проверки исправности транзисторов.

Цифровой мультиметр выполняет следующие функции:

- измерение действующего значения переменного напряжения в пределах до 750 В в диапазоне частот 45÷400 Гц с погрешностью  $\pm 1,2\%$  (входное сопротивление на всех пределах измерения 10 МОм);
- измерение постоянного напряжения до 1000 В с погрешностью не более  $\pm 0,8\%$  (входное сопротивление на всех пределах 10 МОм);
- измерение переменного тока до 20 А с погрешностью не более  $\pm 3\%$ ;
- измерение постоянного тока до 20 А с погрешностью не более  $\pm 2\%$ ;
- измерение сопротивления постоянному току до 200 МОм с погрешностью не более  $\pm 5\%$ ;
- измерение емкости конденсаторов до 20 мкФ с погрешностью не более  $\pm 5\%$ ;

- измерение температуры в пределах от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+1000^{\circ}\text{C}$  с помощью выносного датчика и погрешностью не более  $\pm 2\%$ ;
  - измерение частоты сигнала (звукового спектра) в диапазоне до 20 кГц с погрешностью не более  $\pm 1\%$ ;
  - проверку диодов;
  - защиту от перегрузки с помощью встроенного предохранителя.
- Питание прибора осуществляется от батареи типа «Крона» (импортные аналоги 1604 или 6F22).

## **2.9 Прибор для проверки и регулировки внешних световых приборов ОПК**

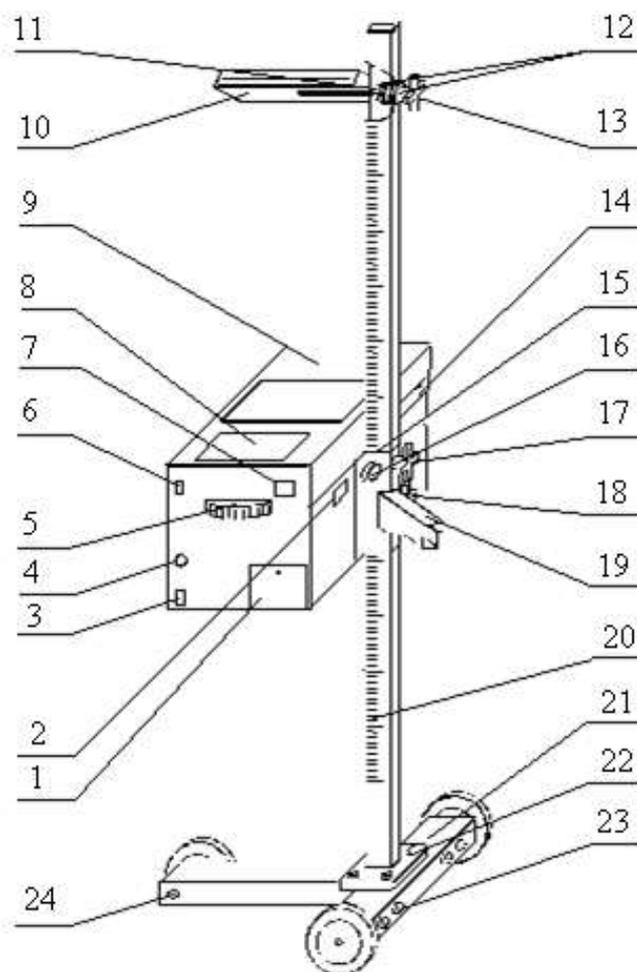
Прибор предназначен для проверки и регулировки, а также для измерения силы света фар автотранспортных средств (АТС) с высотой установки фар от 250 до 1600 мм в соответствии с требованиями ГОСТ Р51709-2001 в условиях автотранспортных предприятий, станций технического обслуживания и в составе линий инструментального контроля технического состояния АТС. Прибор позволяет регулировать углы наклона и контролировать силу света фар ближнего и дальнего света, противотуманных фар и прочих световых приборов, а также силу света и частоту следования проблесков указателей поворотов.

Прибор имеет выход для информационного обмена с ЭВМ по интерфейсу RS232.

Общий вид прибора приведен на рис. 2.15.

Прибор состоит из основания 21 на колесах, стойки 20, установленной на основании вертикально, оптической камеры 9 и ориентирующего устройства 10.

Оптическая камера (в дальнейшем – камера) представляет собой корпус, в котором установлены линза, пузырьковый уровень, смотровое стекло, подвижный экран, перемещающийся по вертикали при помощи отсчетного лимба 5.



1 – крышка элемента питания; 2 – пузырьковый уровень; 3 – разъем для подключения ЭВМ; 4 – разъем зарядного устройства; 5 – лимб; 6 – клавиша включения; 7 – индикатор включения прибора; 8 – приборная панель; 9 – оптическая камера; 10 – ориентирующее устройство; 11 – упорная гайка; 12 – шайба; 13 – ручка; 14, 15 – кронштейны фиксатора; 16 – ось винта; 17 – упорный винт; 18 – ручка; 19 – фиксатор; 20 – стойка; 21 – основание; 22 – стойка; 23 – платформа; 24 – ось колеса

Рисунок 2.15 – Общий вид прибора ОПК

На крышке камеры расположена приборная панель 8 (рис. 2.16).

На подвижном экране камеры установлены фотоэлементы для измерения силы света (рис. 2.17) в соответствии с ГОСТ Р51709-2001.

На задней стенке камеры расположены: клавиша 6 для включения питания прибора либо для включения режима заряда аккумулятора прибора, разъем для подключения компьютера 3, разъем для подключения зарядного устройства 4, отсчетный лимб 5 и крышка 1, за которой располагается элемент питания.

Перемещение камеры по стойке производится при ослабленном упорном винте 17 (против часовой стрелки до упора) и при нажатом рычаге фиксатора 19. При этом камера поддерживается за ручку, расположенную с противоположной стороны камеры. Фиксация камеры на необходимой высоте осуществляется при отпуске рычага фиксатора 19 и закручивании упорного винта 17 по часовой стрелке до упора. Высота установки контролируемой фары определяется по шкале, нанесенной на стойку, в миллиметрах по верхнему краю кронштейна 15 фиксатора.



1 – жидкокристаллический индикатор; 2 – индикаторы режима измерения;  
3 – справочная таблица; 4 – клавиши управления прибором

Рисунок 2.16 – Приборная панель

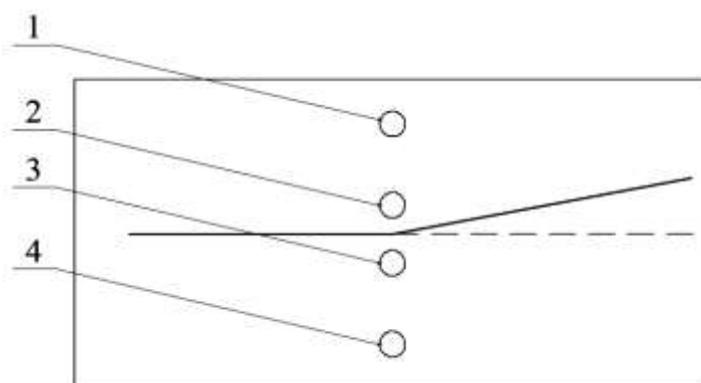
Установка оптической оси прибора в горизонтальной плоскости производится по пузырьковому уровню поворотом оптической камеры относительно оси винта 16 и фиксируется ручкой 18.

Горизонтальное положение горизонтальной линии экрана камеры обеспечивается вращением оси 24.

Ориентирующее устройство щелевого типа предназначено для установки оптической оси прибора параллельно оси АТС. Ориентирующее устройство 10 устанавливается в одно из трех отвер-

стей стойки через упорную гайку 11, две шайбы 12 и фиксируется ручкой 13.

Проверка фар должна проводиться в помещении, исключающем воздействие прямых солнечных лучей на оптическую систему прибора.



1, 4 – фотоэлементы для измерения силы света противотуманной фары в теневой и световой области светового пучка; 2, 3 – фотоэлементы для измерения силы света фары ближнего света в теневой и световой области светового пучка, силы света фары дальнего света и силы света всех остальных световых приборов

Рисунок 2.17 – Расположение фотоэлементов на подвижном экране оптической камеры

Рабочая площадка, на которой размещают АТС и прибор, должна быть горизонтальной, неровности площадки должны быть не более 3 мм на 1 м.

Проверку фар необходимо проводить при неработающем двигателе, за исключением АТС, имеющих пневматическую подвеску.

Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 2.5.

В перерывах между работой оптическую камеру необходимо закрывать непрозрачным чехлом во избежание попадания солнечных лучей на линзу и фотоэлементы.

Таблица 2.5 – Основные технические характеристики прибора ОПК

Наименование показателей	Значения показателей
Диапазон измерения угла наклона светотеневой границы, угл. мин	0-140
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла наклона светотеневой границы, угл. мин	$\pm 15$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ориентирующего устройства, угл. мин	$\pm 30$
Диапазон измерения силы света внешних световых приборов, кд	1-100000
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении силы света, %	$\pm 15$
Диапазон измерения частоты следования проблесков указателей поворотов, Гц	0,5-3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении частоты следования проблесков указателей поворотов, Гц	$\pm 0,1$
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	$12 \pm 10\%$
Габаритные размеры, мм	665×590×1770
Масса, кг, не более	35

## **3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Лабораторные работы должны выполняться в специально оборудованной лаборатории.

К выполнению лабораторных работ допускается персонал (преподаватели, лаборанты и студенты), изучивший устройство и принцип работы диагностического оборудования, прошедший инструктаж по технике безопасности.

### **3.1 Общие требования безопасности**

Перед выполнением лабораторной работы необходимо:

- застегнуть одежду и обшлага рукавов;
- проверить отсутствие свисающих концов одежды;
- заправить волосы под головной убор;
- проверить соответствие рабочего места требованиям безопасности;
- проверить наличие и исправность средств общей и индивидуальной защиты.

Рабочие места в лаборатории должны быть оборудованы верстакami, надежно закрепленными на полу. Одна половина верхней части верстака должна быть покрыта листовой сталью, а другая – любым не проводящим электрический ток материалом (линолеумом, текстолитом и т. д.).

Верстак должен иметь свободно выдвигающиеся ящики для хранения инструментов. Со стороны, обращенной к проходам, рабочим местам и окнам, верстаки должны иметь защитную металлическую сетку. Установленное на них оборудование должно быть надежно закреплено.

Все корпуса стенов, электродвигателей и другое электрооборудование лаборатории должно быть надежно заземлено или иметь зануление согласно действующим «Правилам устройства электро-

установок». Использование электроустановок без заземления или зануления запрещается.

Запрещается применять рубильники открытого типа или с кожухами, имеющими щель для рукоятки.

Контрольно-регулирующие работы, выполняемые на автомобилях при работающем двигателе, необходимо проводить на посту, оборудованном местным отсосом отработавших газов.

При снятии стартеров с автомобиля необходимо пользоваться приспособлениями, облегчающими выполнение этой операции. Для транспортирования агрегатов электрооборудования, имеющих значительный вес, следует пользоваться тележками со стойками и упорами, предохраняющими агрегаты от возможного падения.

Инструмент для выполнения работ должен быть исправным. Гаечные ключи должны иметь строго параллельные губки, без трещин на поверхности, быть чистыми и незамазанными.

При работе гаечными ключами надо подбирать их по размеру гаек или болтов. Запрещается применять прокладки между зеvom ключа и гранью гайки или болта.

Приржавевшие и трудноотворачиваемые гайки необходимо предварительно смочить специальной жидкостью («жидкий ключ», WD40 и др.), обстучать легкими ударами молотка, после чего отворачивать.

Запрещается отворачивать приржавевшие гайки при помощи зубила, ударом молотка по гаечному ключу или пользоваться дополнительными рычагами.

Молотки должны быть надежно насажены на деревянные ручки, изготовленные из древесины вязких пород (дуб, рябина, береза и т. п.). Напильники, ножовки, шаберы должны иметь хорошо укрепленные деревянные ручки с металлическим кольцом, исключающим возможность их раскалывания. Поверхность ручек инструментов должна быть гладкая, без заусенцев и трещин.

Ударный инструмент не должен иметь на бойках наклепов и заусенцев.

При осмотре автомобиля нужно пользоваться переносной электрической лампой напряжением не более 36 В. Лампа должна иметь предохранительную сетку для защиты от механических повреждений и отражатель.

Выпрессовывать втулки, подшипники и другие детали нужно при помощи съемников и прессов; при запрессовке и выпрессовке деталей на прессе не разрешается придерживать деталь рукой. При работе на сверлильном станке нельзя держать обрабатываемую деталь в руках; для этой цели на каждом станке необходимо иметь комплект зажимных приспособлений (тиски, кондукторы, призмы и т. д.).

Паять и лудить можно только в специально отведенных местах, оборудованных местной вентиляцией, удаляющей пыль и газы непосредственно от места их образования. Для этого целесообразно применять специальные устройства типа вытяжного шкафа, внутри которого размещается ванна с расплавленным припоем.

Исполнитель, выполняющий паяльные работы, должен иметь защитные очки и резиновый фартук.

### **3.2 Требования безопасности при работе с контрольно-диагностическими стендами**

Не допускается работа на стендах при снятых или открытых защитных кожухах.

Во время проверки генераторов, стартеров и прерывателей-распределителей на контрольно-испытательном стенде необходимо правильно центрировать и надежно закреплять эти агрегаты в зажимных устройствах, во избежание поломки механизмов и травм работающих.

При перерыве в работе стенд должен быть отключен от сети.

Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к электрической сети.

Меры безопасности при работе со стендом Э242 заключаются в следующем.

К работе со стендом допускается персонал, прошедший инструктаж и имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

При контроле изоляции электрооборудования необходимо использовать только безопасные провода с подпружиненными щупами из комплекта принадлежностей.

При перерыве в работе стенд должен быть отключен от сети.

Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

*Меры безопасности при работе с комплексом КАД400* заключаются в следующем.

Перед эксплуатацией комплекс необходимо подключить к контуру заземления с помощью соответствующих заземляющих зажимов проводом не менее 1,5 мм<sup>2</sup>. Работа на комплексе с неисправным заземлением запрещается.

При регулировании и настройке измерительных каналов персонал, работающий с комплексом, должен находиться на резиновом коврике.

При подготовке к использованию, испытаниях, эксплуатации и всех видах технического обслуживания комплекса запрещается:

- работать без заземления или с неисправным заземлением;
- производить при включенном напряжении монтаж и ремонт комплекса;
- отключать во время работы кабели, соединяющие между собой отдельные составные части комплекса;
- работать при открытых дверях стойки управления;
- оставлять комплекс под напряжением без надзора;
- передвигать комплекс во включенном состоянии;

– подключать комплекс к автомобилю с работающим двигателем.

Работы, не связанные с электрическими схемами комплекса, должны производиться после отключения от общей электрической сети.

Помещение, в котором установлен комплекс, должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения.

При работе с комплексом необходимо строго следовать инструкциям и предупреждениям, выдаваемым программой на экран монитора.

Не реже одного раза в год необходимо производить проверку и измерение сопротивления изоляции согласно требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

## 4 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Лабораторная работа 1 – Диагностирование и техническое обслуживание аккумуляторных батарей

#### 1.1 Цель работы:

– изучение способов и приобретение практических навыков проверки технического состояния аккумуляторных батарей.

#### 1.2 Содержание работы:

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- внешний осмотр батареи;
- измерение уровня и плотности электролита;
- определение ЭДС аккумуляторов и батареи;
- определение степени разряженности аккумуляторов и батареи;
- измерение напряжения под нагрузкой.

#### 1.3 Оборудование:

- аккумуляторные батареи различной емкости;
- стеклянная трубка диаметром 5-6 мм;
- денсиметр с пипеткой со шкалой 1100...1300 кг/м<sup>3</sup>;
- плотномер;
- термометр со шкалой 0...+100°С;
- вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой 0...15 В и ценой деления 0,2 В;
- аккумуляторный пробник Э107;
- нагрузочное устройство Н-2001;
- 10%-й раствор пищевой соды или нашатырного спирта;
- резиновая груша;
- приспособление для переноски батарей;
- резиновые фартуки, перчатки, ветошь.

#### 1.4 Внешний осмотр

Визуально определить состояние моноблока, крышек, пробок, мастики, выводов батарей, обратить внимание на уровень электроли-

та. Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи и следов электролита и не иметь трещин.

Загрязненные крышки и мастику протереть тканью, смоченной 10%-м раствором пищевой соды или нашатырного спирта. Если моноблок и крышки имеют трещины, то батарея подлежит ремонту. Проверить и при необходимости прочистить вентиляционные отверстия в пробках.

Трещины в мастике устраняются оплавлением мастики, нагретой стамеской или паяльником. Покачиванием выводов определить плотность их крепления в крышках. Окисленные выводы зачищаются шкуркой или специальной щеткой и смазываются техническим вазелином или моторным маслом.

Наблюдая за поверхностью электролита, обратить внимание на выделение пузырьков газа. Наличие пузырьков свидетельствует об ускоренном саморазряде из-за загрязнения электролита посторонними веществами. Но при этом необходимо учитывать, что выделение газа происходит и при заряде батареи, поэтому вывод об ускоренном саморазряде можно сделать только тогда, когда прошло продолжительное время после заряда батареи или после снятия ее с автомобиля. При наличии саморазряда из-за загрязнения электролит заменить. Перед этим батарею необходимо разрядить током, равным 0,1 емкости батареи до напряжения 1,2 В на одном аккумуляторе (или до 7,2 В на зажимах батареи). Слить электролит, предварительно замерив его плотность. Затем в аккумуляторы залить чистый электролит той же плотности, которую имел загрязненный электролит после разряда, и зарядить батарею.

### **1.5 Измерение уровня электролита**

Уровень электролита в аккумуляторах должен быть на 10-15 мм (у аккумуляторной батареей 6СТ-55 на 5-10 мм) выше предохранительного щитка.

Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой (рис. 4.1), которая опускается в аккумулятор до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается.

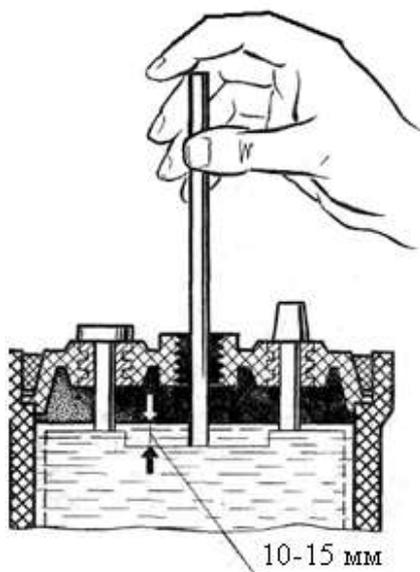


Рисунок 4.1 – Проверка уровня электролита в аккумуляторе

Если уровень электролита ниже нормального, то в аккумуляторы следует залить дистиллированную воду, если выше, то электролит отбирают резиновой грушей во избежание его расплескивания при эксплуатации.

Доливку воды в аккумуляторы производить непосредственно перед зарядом батареи, а на автомобиле – при работающем двигателе.

Несоблюдение этого требования может вызвать замерзание воды в аккумуляторах и ускоренный саморазряд из-за разной плотности электролита в верхней и нижней частях аккумулятора.

Необходимо помнить, что после доливки воды без заряда плотность электролита замерить невозможно.

Нельзя повышать уровень доливкой в аккумуляторы электролита, так как это приведет к повышению его плотности. Электролит доливают только в случае вытекания (например, при опрокидывании батареи). По цвету электролита в измерительной трубке можно судить о его загрязненности. Электролит бурого цвета свидетельствует об осыпании активного вещества «плюсовых» электродов аккумулятора.

## 1.6 Измерение плотности электролита

Плотность электролита в каждом аккумуляторе измеряют денсиметром или плотномером. При выполнении лабораторной работы рекомендуется пользоваться денсиметром, так как он имеет меньшую погрешность измерений.

Для измерения плотности электролита (рис. 4.2) необходимо с помощью резиновой груши несколько раз (для удаления пузырьков воздуха со стенок пипетки) набрать электролит в пипетку до всплытия денсиметра. Не вынимая пипетку из аккумулятора и не допуская касания денсиметром стенок пипетки по нижней части мениска электролита в пипетке, по шкале денсиметра определяют плотность электролита. Допускается отклонение плотности электролита в аккумуляторах одной батареи не более чем на  $10 \text{ кг/м}^3$  ( $0,01 \text{ г/см}^3$ ). При большем отклонении батарею нужно зарядить.

Для определения величины температурной поправки измерить температуру электролита батарей.

Снижение плотности электролита на  $10 \text{ кг/м}^3$  по отношению к плотности полностью заряженного аккумулятора соответствует разряду аккумулятора примерно на 6%.

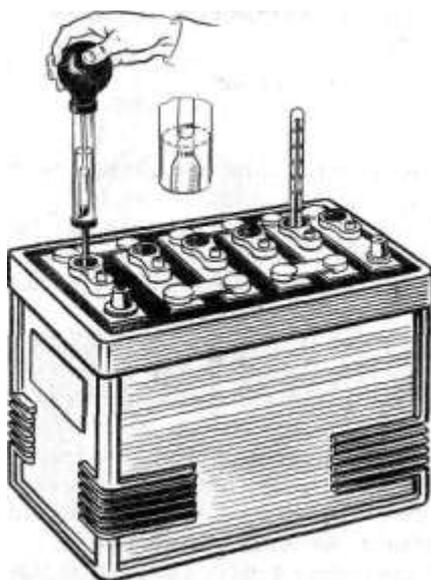


Рисунок 4.2 – Измерение плотности электролита денсиметром

Определение степени разряженности батареи в целом определяется по степени разряженности аккумулятора, имеющего самую низкую плотность электролита.

Батареи, имеющие степень разряженности более 25% зимой и 50% летом, должны сниматься с эксплуатации и заряжаться.

Необходимо учитывать, что снижение плотности электролита в аккумуляторах может происходить не только в результате разряда, но и в результате его неисправностей (сульфатация, замыкание электродов).

Для того чтобы определить эти неисправности и подтвердить подсчитанную степень разряженности, необходимо измерить ЭДС и напряжение аккумулятора под нагрузкой.

### **1.7 Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром**

ЭДС аккумулятора определяется по уравнению:

$$E_o = 0,84 + \gamma_{25} \cdot 10^{-3}, \quad (4.1)$$

где  $\gamma_{25}$  – плотность электролита в г/см<sup>3</sup> при 25°C.

Величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки (рис. 4.3) по формуле:

$$U_a = E_o - I_a R_a, \quad (4.2)$$

где  $U_a$  – показания вольтметра;

$I_a$  – сила тока, потребляемая вольтметром;

$R_a$  – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Так как величины  $I_a$  и  $R_a$  малы, то практически величина  $I_a R_a$  близка нулю, и вольтметр показывает величину  $E_o$ , то есть  $U_a = E_o$ . Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей батареи.

Если  $U_a = E_o$ , то ЭДС, посчитанная по плотности, соответствует действительной.

Если  $U_a = 0$ , то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо измерить напряжение батареи.

Если  $U_a$  значительно меньше  $E_o$ , например,  $U_a = (0,5 \pm 1,5 \text{ В})$ , в аккумуляторе имеет место частичное замыкание электродов.

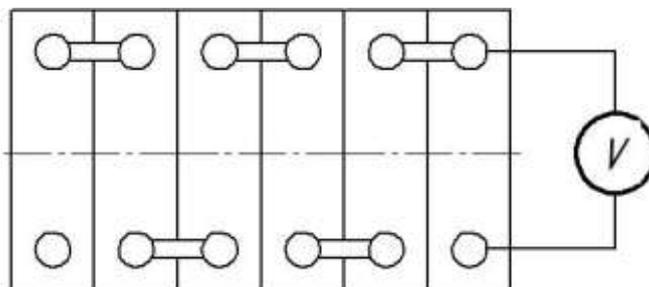


Рисунок 4.3 – Измерение ЭДС аккумулятора вольтметром

У аккумуляторных батарей со скрытыми межэлементными соединениями замеряется ЭДС всей батареи, а ЭДС по плотности подсчитывается как сумма  $E_o$  всех аккумуляторов. Если при измерении вольтметром ЭДС батареи равна нулю, то в цепи одного или нескольких аккумуляторов имеется обрыв. Если напряжение батареи, замеренное вольтметром, равно 10 В, то в одном аккумуляторе полное или в нескольких – частичное короткое замыкание. Частичное замыкание электродов можно устранить промывкой аккумулятора дистиллированной водой. При полном коротком замыкании батарею нужно ремонтировать.

С помощью измерения и подсчета ЭДС невозможно выявить наличие таких неисправностей, как уплотнение активного вещества и разрушение электродов. Определить эти неисправности, а также выявить общую пригодность аккумуляторных батарей к эксплуатации позволяет измерение напряжения под нагрузкой.

### **1.8 Измерение напряжения под нагрузкой аккумуляторным пробником Э-107**

При проверке под нагрузкой аккумуляторной батареи со скрытыми межаккумуляторными перемычками пробником Э107 завернуть до упора контактную гайку. Затем острие контактной ножки плотно

прижать к плюсовому выводу проверяемой батареи, а штырь щупа с проводом – к минусовому (рис. 4.4). Измерение проводится в течение 5 с. Батарея, напряжение которой будет меньше 8,9 В, к эксплуатации непригодна и должна заряжаться или ремонтироваться.

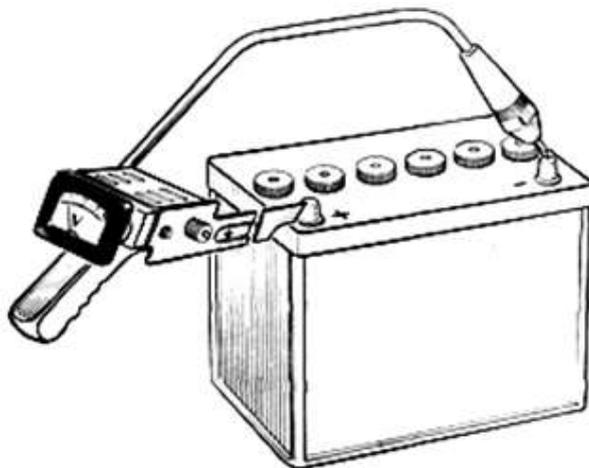


Рисунок 4.4 – Измерение напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой пробником Э107

### **1.9 Измерение напряжения без нагрузки нагрузочным устройством Н-2001**

Чтобы проверить степень заряженности АКБ, включить фары автомобиля на 2 мин., выключить их, подождать 1 мин. и проверить АКБ.

Подсоединить провода с зажимом (рис. 4.5) к клемме АКБ, затем осуществить контакт щупом 5 на клемму «+» без нажатия на нее.

В индикаторном окне прибора появится индикация уровня напряжения АКБ. При отсутствии индикации на табло напряжение АКБ ниже 4 В.

Степень заряженности АКБ определяют по табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Степень заряженности аккумуляторных батарей

Напряжение, В	Уровень зарядки, %
12,72	100
12,50	75
12,35	50
12,10	25

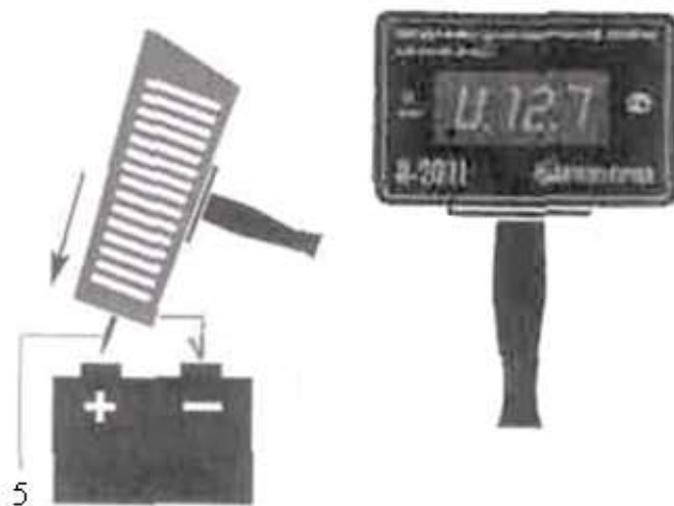


Рисунок 4.5 – Измерение напряжения АКБ нагрузочным устройством Н-2001

В некоторых случаях могут присутствовать внутренние дефекты АКБ, которые не обнаруживаются при измерениях напряжения. В этом случае для более объективной проверки необходимо испытать АКБ на общую исправность.

### **1.10 Измерение напряжения под нагрузкой нагрузочным устройством Н-2001**

Перед началом этого испытания проверяемый аккумулятор должен иметь напряжение без нагрузки не ниже 12,35 В.

Подсоединить провод с зажимом к клемме «-» АКБ, а щупом 5 надавить с нажатием на клемму «+» батареи и, удерживая 5 с, контролировать результаты испытаний на цифровом табло (рис. 4.5). Данная проверка показывает способность АКБ выдерживать нагрузку 200 А.

Если напряжение не ниже 9 В и в дальнейшем возрастает, батарея исправна.

Если напряжение находится в пределах 8-9 В, необходимо произвести ускоренную зарядку АКБ (руководствуясь инструкцией по эксплуатации аккумуляторной батареи) и повторить проверку.

Если в индикационном окне высвечивается быстрое падение напряжения с начала проверки или индикационное окно гаснет, это признак того, что АКБ неисправна или сильно разряжена.

После использования прибора в режиме разрядки в приборе быстро повышается температура. После одного-трех испытаний в режиме разрядки загорается индикатор «STOP». Прибор будет вновь готов к использованию, как только погаснет сигнал «STOP».

### 1.11 Составление отчета

В отчете указать основные методы определения технического состояния аккумуляторных батарей.

Результаты экспериментальной части работы отразить в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Нормативные значения показателей	Значения показателей		
		номера АКБ		
		№ 1	№ 2	№ 3
Состояние при осмотре				
Температура электролита, °С				
Высота уровня электролита над защитной решеткой, мм	10-15 мм			
Плотность электролита (минимальная и максимальная), кг/м <sup>3</sup>	1,25÷1,31			
ЭДС аккумуляторов, В, по измеренной плотности	2,11 (при плотности 1,27 г/см <sup>3</sup> )			
Напряжение, В, по прибору Э107: – без нагрузки; – под нагрузкой	не менее 12,6 не менее 8,9			
Напряжение, В, по прибору Н-2001: – без нагрузки; – под нагрузкой	не менее 12,6 «зеленый сектор»			

По результатам испытаний на основании табл. 4.2 сделать вывод о состоянии аккумуляторных батарей.

## **Лабораторная работа 2 – Диагностирование генераторных установок на стенде Э242**

### **2.1 Цель работы:**

- изучение принципа проверки генераторов и приобретение практических навыков работы с контрольно-испытательным стендом Э242;
- ознакомление с приемами проверки обмоток статора и ротора генератора, выпрямительного блока.

### **2.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- внешний осмотр;
- проверка генератора на холостом ходу и под нагрузкой;
- проверка деталей и узлов генератора;
- проверка обмоток статора и ротора на обрыв, межвитковое замыкание и замыкание с корпусом;
- проверка диодов выпрямительного блока генератора.

### **2.3 Оборудование:**

- генераторы переменного тока, их узлы и детали;
- контрольно-испытательный стенд Э242;
- контрольные лампы напряжением 220 и 12 В;
- цифровой мультиметр M890G – 2 шт.;
- динамометр 30 Н;
- реостат ползунковый РСПЗ-16-25 Ом-5А;
- линейка 0-200 мм.

### **2.4 Особенности проверки генераторов**

Отличительной особенностью методики проверки генераторов на стенде является то, что их технические характеристики проверяются на фиксированных частотах вращения. В справочной литературе параметры, определяющие техническое состояние генераторов, приводятся для частот вращения, отличающихся от частот вращения при

проверке на стенде, поэтому оценка технического состояния генераторов по выходным характеристикам осуществляется посредством дополнительного параметра – напряжения на обмотке возбуждения проверяемого генератора.

Как известно, вырабатываемая генератором ЭДС описывается уравнением:

$$E = C_n \Phi = C_1 n I_g = C_2 n U_g, \quad (4.3)$$

где  $E$  – ЭДС генератора;

$C_1, C_2, C_n$  – постоянные коэффициенты для каждого типа генератора;

$n$  – частота вращения ротора (якоря) генератора;

$\Phi$  – магнитный поток;

$I_g$  – ток возбуждения;

$U_g$  – напряжение на обмотке возбуждения.

Из уравнения (4.3) следует, что проверить исправность генератора на холостом ходу можно двумя способами: изменять частоту вращения ротора (якоря) генератора при постоянном токе возбуждения или изменять напряжение (ток) при неизменной частоте вращения. Последний способ используется при проверке на стенде Э242.

При проверке генераторов переменного тока под нагрузкой при номинальном выходном напряжении расчетный ток нагрузки определяется по формуле:

$$U_g = U_n \frac{n_n}{n_\partial}, \quad (4.4)$$

где  $U_g$  – напряжение на обмотке возбуждения;

$U_n$  – номинальное выходное напряжение;

$n_n$  – номинальная частота вращения якоря генератора при номинальной нагрузке;

$n_\partial$  – фактическая частота вращения якоря генератора при проверке на стенде.

При проверке генераторов переменного тока под нагрузкой при номинальном выходном напряжении расчетный ток нагрузки определяется по формуле:

$$I_p = I_{max} \left( 1 - e^{1 - \frac{n_{\partial}}{n_o}} \right), \quad (4.5)$$

где  $I_{max}$  – максимальный ток нагрузки (для генераторов переменного тона – ток самоограничения при частоте вращения ротора генератора 5000 об/мин);

$n_{\partial}$  – фактическая частота вращения ротора генератора при проверке на стенде;

$n_o$  – номинальная частота вращения ротора генератора (справочное значение).

Расчетные частоты вращения ротора (якоря) конкретных типов генераторов и конкретные параметры (напряжение на обмотке возбуждения, ток нагрузки) при проверке генераторов на холостом ходу и под нагрузкой приведены в Приложении А.

Привод генераторов от первой ступени шкива промежуточного привода стенда позволяет осуществить проверку генераторов как в режиме холостого хода, так и под нагрузкой.

## **2.5 Общие указания при диагностике генераторов на стенде Э242**

Подключение проверяемого электрооборудования к стенду осуществляется при помощи проводников и жгутов из комплекта принадлежностей.

При проведении основных проверок положения переключателей должны соответствовать:

S4, S5 – величине измеряемого напряжения и схеме подключения к стенду проверяемого электрооборудования;

S2 – номинальному напряжению проверяемого электрооборудования (12 или 24 В).

Проверку генераторов с питанием обмотки возбуждения от нулевой точки (напряжение на обмотке возбуждения равно половине номинального выходного) следует производить при третьем положении переключателя S2, при котором источник питания стенда (питание цепей возбуждения) включается на 12 В, а нагрузка – на 24 В; S3 – в зависимости от тока нагрузки.

Во избежание перегрева резисторов в блоке нагрузки испытания генераторов при токе нагрузки свыше 50 А следует проводить быстро, в течение не более 10 с с перерывами 5 мин. При работе с источником регулируемого напряжения в режиме «24 В» (переключатель S2 в положении «2») во избежание перегрева силового транзистора не допускается длительность работы более 1 мин. при малых выходных напряжениях (4-6 В) и больших токах нагрузки (более 2 А).

При проверке регуляторов напряжения для более точного измерения уровня регулируемого напряжения необходимо использовать растянутую шкалу вольтметра – 12-16 В и 24-32 В.

Перед измерением частоты вращения ротора (якоря) стрелка измерителя частоты вращения резистором R2 на панели приборов устанавливается на отметку, близкую к расчетной.

## **2.6 Типовые схемы генераторов**

Техническое состояние генераторов переменного тока характеризуется следующими параметрами:

– минимальной частотой вращения, при которой генератор развивает номинальное напряжение (начальная частота вращения без нагрузки);

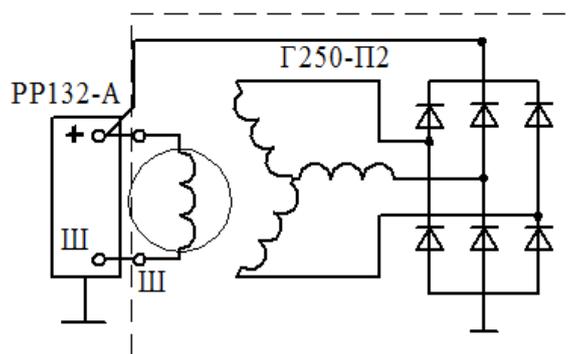
– номинальной частотой вращения, при которой генератор отдает номинальный ток нагрузки (начальная частота вращения под нагрузкой).

При проверке современных генераторов переменного тока с самовозбуждением и поликлиновым приводом достаточно испытаний под нагрузкой на максимальной частоте вращения, поэтому привод стенда оснащен только одним поликлиновым ручьем шкива.

Основные типы электрических схем генераторов переменного тока приведены на рис. 4.6-4.10.

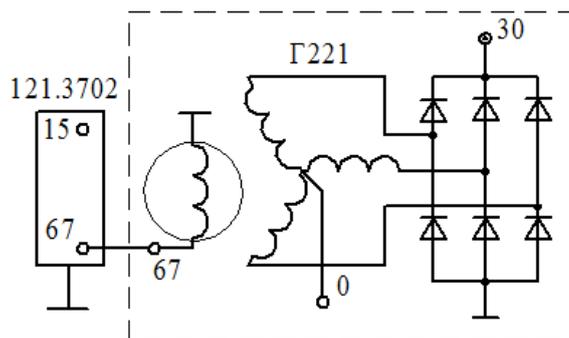
## 2.7 Проверка обмотки возбуждения генератора

Установить генератор на стенд, не зажимая и не соединяя с приводом. Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 2, S6 – 5А. Подсоединить обмотку возбуждения генератора к источнику регулируемого напряжения.



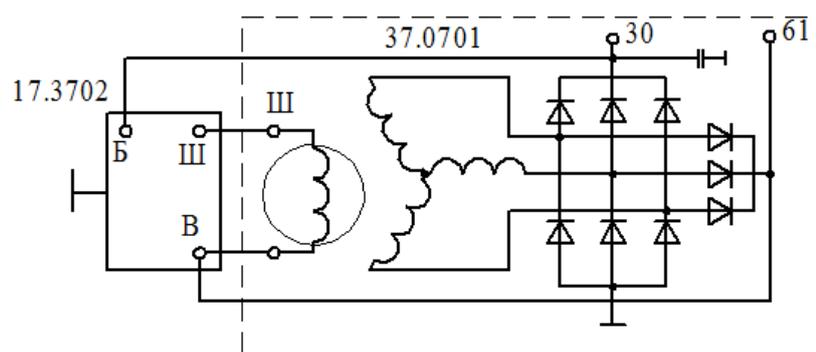
Ш – клемма «шунт»; «+» – клемма подключения к «+» аккумуляторной батарее

Рисунок 4.6 – Схема генератора Г250-П2  
(обмотка возбуждения с двумя изолированными выводами)



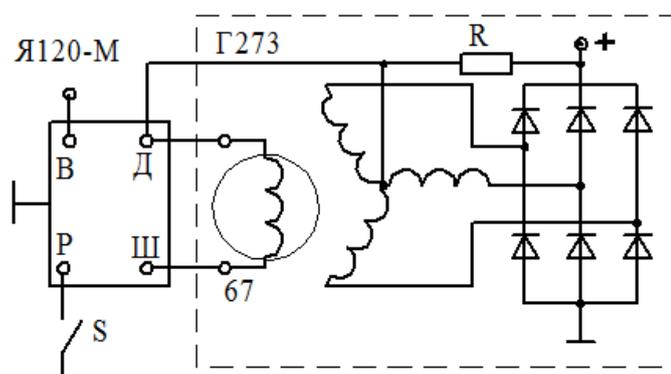
30 – клемма вывода генератора; 15, 67 – клеммы регулятора напряжения

Рисунок 4.7 – Схема генератора Г221 (с обмоткой возбуждения, соединенной одним выводом с корпусом генератора)



В – клемма «выпрямитель»; Б – клемма «+» аккумуляторной батареи; Ш – клемма «шунт»; 30 – клемма вывода генератора; 61 – клемма вывода выпрямителя

Рисунок 4.8 – Схема генератора 37.0701  
(с питанием обмотки возбуждения от отдельного выпрямителя)



В – клемма подключения к «+» аккумуляторной батареи; Д – клемма подключения дополнительного сопротивления; R – дополнительное сопротивление;  
Р, S – клемма и переключатель сезонной регулировки; Ш – клемма «шунт»

Рисунок 4.9 – Схема генератора Г273  
(с питанием обмотки возбуждения от нулевой точки)

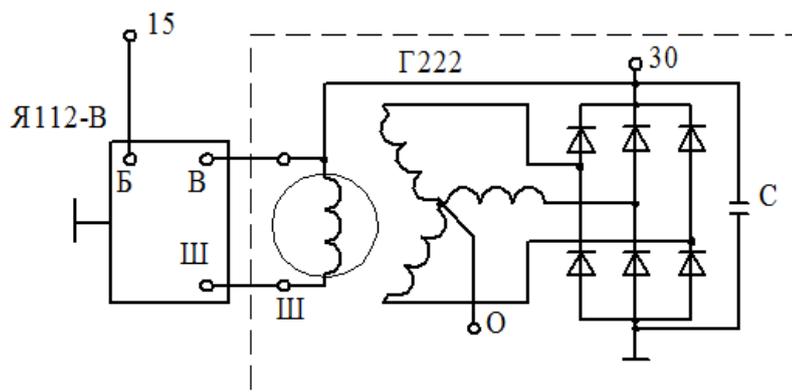
Включить стенд. Ручкой регулятора источника регулируемого напряжения установить номинальное напряжение на обмотке возбуждения. Снять показания амперметра. Полученное значение силы тока должно быть равно отношению установленного напряжения на обмотке возбуждения к сопротивлению обмотки возбуждения.

Отсутствие тока свидетельствует об обрыве обмотки возбуждения, повышенное значение – о замыкании витков.

## 2.8 Проверка генератора переменного тока

Соединить ремнем шкив закрепленного в зажиме стенда генератора со шкивом электропривода. Подключить генератор к стенду, как показано на рис. 4.11-4.12.

Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 3, S7 – 2, S6 – 50 А или 150 А в зависимости от тока нагрузки.



Б – клемма подключения к «+» аккумуляторной батареи; В – клемма питания обмотки возбуждения; Ш – клемма «шунт»; 30 – клемма вывода генератора; О – клемма «ноль» генератора; С – конденсатор

Рисунок 4.10 – Схема генератора Г222 (с обмоткой возбуждения, соединенной одним выводом с выходом генератора)

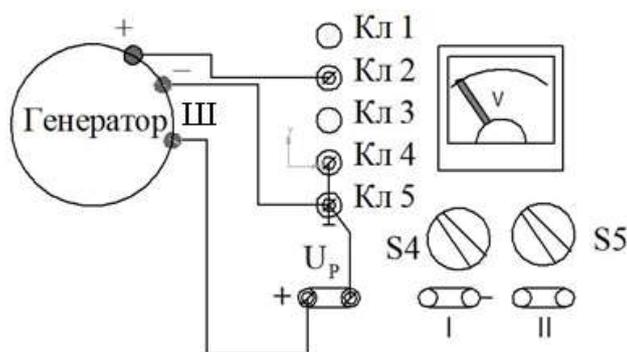


Рисунок 4.11 – Схема подключения генератора при проверке в режиме холостого хода и под нагрузкой с обмоткой возбуждения с двумя изолированными выводами

Включить стенд. Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь генератора должен вращаться.

Плавно поворачивая ручку регулятора источника регулируемого напряжения по часовой стрелке, установить номинальное напряжение на выходе генератора. Установить переключатель S4 в положение 2, измерить напряжение на обмотке возбуждения и сравнить с приведенным в приложении А.

Для проверки начальной частоты вращения генератора при номинальной нагрузке, не допуская превышения номинального напряжения на выходе генератора, установить ручкой регулятора источника регулируемого напряжения и одновременно с помощью переключателя S3 и реостата нагрузки на выходе генератора напряжение при токе нагрузки, соответствующее приведенным в Приложении А.

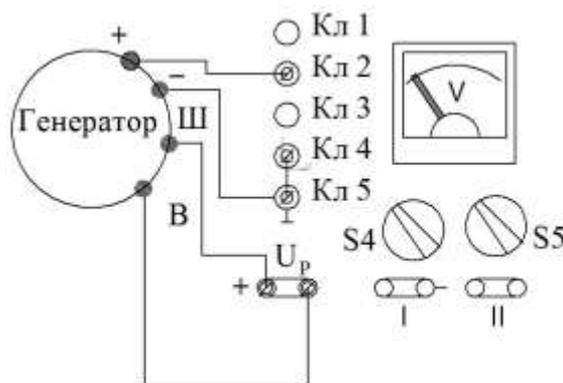


Рисунок 4.12 – Схема подключения генератора при проверке в режиме холостого хода и под нагрузкой с обмоткой возбуждения, соединенной одним выводом с корпусом генератора

Измерить напряжение на обмотке возбуждения и сравнить со значением, приведенным в Приложении А. При исправном генераторе величина напряжения не должна превышать значения, указанного в приложении А.

Сравнить показания тахометра с данными Приложения А. Если имеются значительные расхождения, то необходимо проверить обмотку статора на симметричность фаз. Для этого переключатель S4 установить в положение 5, взять два проводника из комплекта принадлежностей и подключить их к разъему XS7 – «II», а затем подключить их поочередно к выводам (А, В, С) обмотки статора. Сравнить показания

вольтметра и сделать заключение об исправности генератора. Если напряжение между фазами одинаковое, то обмотка статора исправна, а неисправность следует искать в обмотке возбуждения. Измерение производить при нагрузке, указанной в Приложении А.

Результаты измерений определяются по шкале вольтметра постоянного тока, поэтому для получения действующего значения напряжения переменного тока необходимо показания вольтметра умножить на коэффициент, приведенный в табл. 4.3.

Для проверки исправности выпрямителя, через который запитывается обмотка возбуждения, следует замерить напряжение после выпрямителя при номинальном выходном напряжении генератора. Для этого переключатель вольтметра S4 устанавливается в положение 1.

Таблица 4.3 – Корректирование напряжения вольтметра постоянного тока

Диапазон измерения по шкале вольтметра постоянного тока, В	Поправочный коэффициент
0-5	1,35
5-15	1,23
15-25	1,19
25-35	1,17

## 2.9 Проверка реле-регулятора и регуляторов напряжения

Подключить проверяемый регулятор и резистор Э242.08.04.000 из комплекта принадлежностей, как показано на рис. 4.13 Переключатели стенда установить в следующие положения: S2 – 2; S4 – 2; S5 – 2; S6 – 1.

Включить стенд. Плавно поворачивая ручку регулятора напряжения по часовой стрелке, следить за показаниями амперметра и вольтметра. При напряжении 12-15 В выходной транзистор регулятора должен быть открыт и амперметр должен показывать ток, протекающий через резистор Э242.08.04.000 (около 1А). При повышении входного напряжения до 15-16 В выходной транзистор должен закрыться, и протекание тока через резистор прекратится.

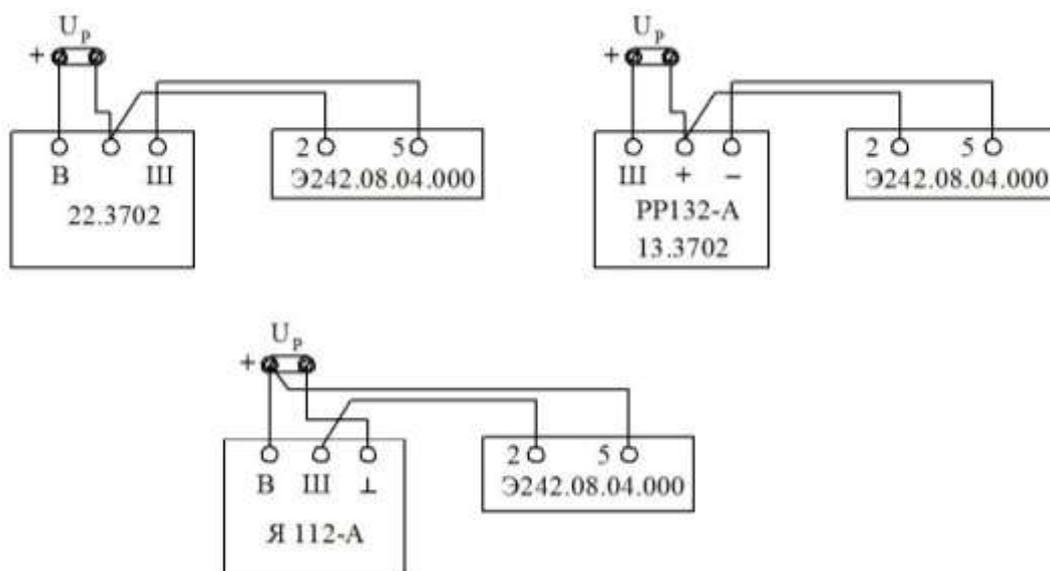


Рисунок 4.13 – Схемы подключения бесконтактных регуляторов напряжения при проверке на работоспособность

Окончательная проверка регуляторов напряжения должна производиться с заведомо исправным генератором и при токах нагрузки, указанных в Приложении Б. При изменении тока нагрузки в пределах указанной величины выходное напряжение, поддерживаемое регулятором напряжения на нагрузке, должно оставаться в пределах, указанных в Приложении Б.

Настройка бесконтактных регуляторов напряжения осуществляется заменой подстроечных резисторов на другой номинал. Интегральные регуляторы Я112 и Я120 настройке не подлежат.

У регулятора напряжения Я120 предусмотрена посезонная регулировка для зимнего «З» и летнего «Л» режимов заряда аккумуляторных батарей, позволяющая увеличивать (уменьшать) выходное напряжение в пределах 1-2 В. Если регулировочный винт вернуть до упора в корпус (положение «З»), выходное напряжение повышается, при вывертывании (положение «Л») – уменьшается.

Схемы подключения некоторых типов генераторов и регуляторов напряжения показаны на рис. 4.14-4.17.



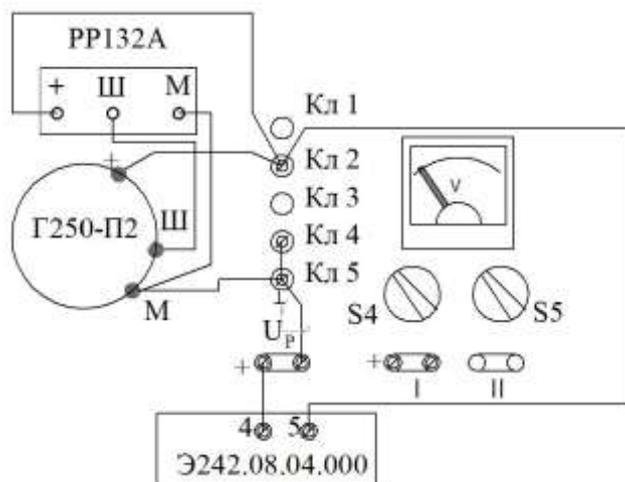


Рисунок 4.16 – Схемы подключения генератора Г250 при проверке регулятора напряжения PP132А

Включить стенд. Регулятором источника регулируемого напряжения по показаниям вольтметра установить номинальное напряжение (12 или 24 В).

Перевести переключатель S4 в положение 3 для измерения выходного напряжения. Нажать кнопку «Пуск». Нагружая генератор до величины тока нагрузки, указанной в Приложении А, следить за показаниями вольтметра. Для более точного измерения напряжения, поддерживаемого регулятором, следует использовать растянутую шкалу вольтметра.

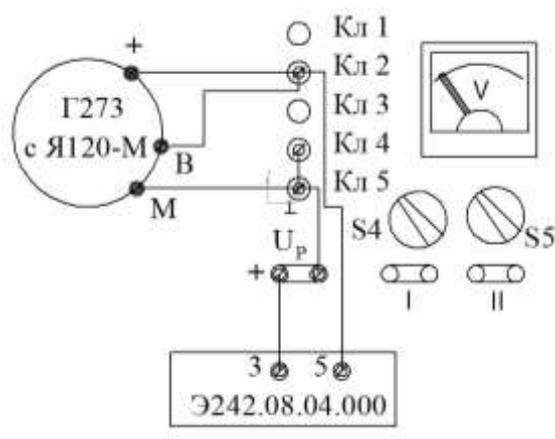


Рисунок 4.17 – Схемы подключения генератора Г273 при проверке регулятора напряжения Я120-М

## 2.10 Проверка состояния щеток генератора

Одной из неисправностей генератора может быть ненадежный контакт между щетками и контактными кольцами ротора. Такая неисправность возникает при загрязнении и замасливание контактных колец, большом износе щеток, уменьшении усилия давления пружин на щетки и зависании щеток в щеткодержателях. При этих дефектах повышается сопротивление в цепи возбуждения, что вызывает снижение тока возбуждения, а поэтому уменьшается мощность генератора. Напряжение генератора в этих случаях достигает регулируемого значения только при повышенной частоте вращения ротора. Кроме того, плохой контакт между щетками и контактными кольцами является одной из причин резкого колебания стрелки амперметра.

Для проверки состояния щеткодержателя и щеток следует его снять и при необходимости протереть корпус и щетки тряпкой, смоченной бензином. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях.

Измеряют высоту щеток линейкой. При износе щеток до высоты, указанной в Приложении А, их необходимо заменить.

Для определения усилия давления пружины каждой щетки используют динамометр (рис. 4.18).

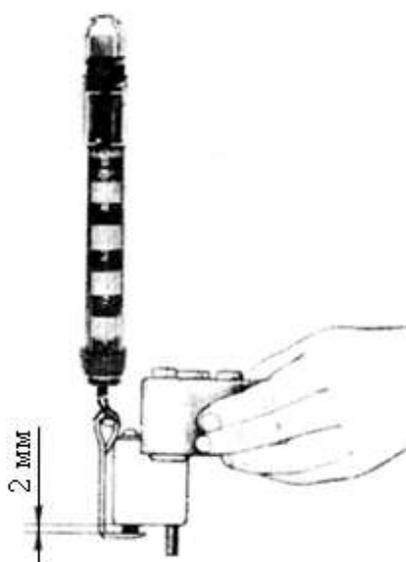


Рисунок 4.18 – Проверка усилия давления щеток

Динамометр удерживают в вертикальном положении, а щеткодержатель опирают одной из щеток на крючок динамометра. Щеткодержатель перемещают вниз. Щетка будет входить в щеткодержатель и, когда она будет выступать из щеткодержателя на 2 мм, необходимо отметить показание стрелки динамометра. Это показание и будет тем усилием, с которым пружина прижимает щетку к контактному кольцу ротора.

Нормативные значения усилия нажатия пружины на щетку приведены в Приложении А.

Загрязненные контактные кольца ротора протирают тканью, смоченной бензином. Окисленную рабочую поверхность колец зачищают шлифовальной шкуркой. Изношенные кольца протачивают, а затем шлифуют.

### **2.11 Проверка обмотки возбуждения на обрыв**

Проверка ведется контрольной лампой, которую подключают к контактным кольцам ротора (рис. 4.19, а). Если обмотка оборвана, то лампа гореть не будет.

### **2.12 Проверка обмотки возбуждения на замыкание с полюсом или валом ротора**

Последствия замыкания обмотки возбуждения с валом или с полюсом ротора в зависимости от места контакта могут быть различными. Если замыкание произошло на выходе обмотки, то из-за уменьшения сопротивления цепи возбуждения возрастет ток возбуждения, что вызовет перегрев обмотки возбуждения. Если же замыкание произошло близко к контактному кольцу, соединенному с «плюсовой» щеткой, то обмотка закорачивается и генератор не возбуждается.

Замыкание обмотки возбуждения на роторе определяют контрольной лампой под напряжением 220 В (рис. 4.19, б). Один провод соединяют с любым контактным кольцом, а другой – с полюсом или валом ротора. Лампа будет гореть, когда обмотка замкнута с валом

или полюсом. Если обмотку невозможно изолировать от корпуса, то ее заменяют.

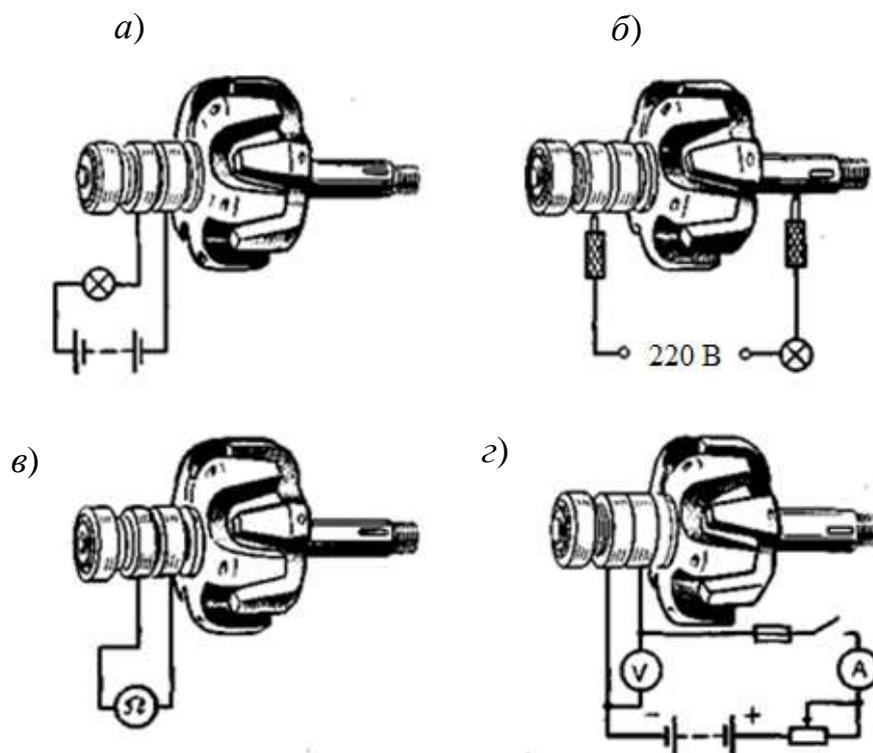


Рисунок 4.19 – Проверка обмотки возбуждения:

*а)* на обрыв; *б)* на замыкание с валом и полюсом; *в)* омметром (цифровым мультиметром) на обрыв и межвитковое замыкание; *г)* подключение амперметра, вольтметра и реостата для определения сопротивления обмотки

### 2.13 Проверка обмотки возбуждения на межвитковое замыкание

Межвитковое замыкание вызывает увеличение силы тока возбуждения. Из-за перегрева обмотки разрушается изоляция и еще большее число витков замыкают между собой. Увеличение тока возбуждения может повлечь выход из строя регулятора напряжения. Эту неисправность определяют сравнением измеренного сопротивления обмотки возбуждения с техническими характеристиками. Если сопротивление обмотки уменьшилось, то ее перематывают или заменяют.

Межвитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения определяют измерением сопротивления катушки возбуждения при помощи омметра, имеющегося на стенде Э242, или отдельного переносного

мультиметра (рис. 4.19, в), или по показаниям амперметра и вольтметра при питании обмотки от аккумуляторной батареи (рис. 4.19, г). Вместо аккумуляторной батареи можно использовать блок питания стенда Э242.

К контактному кольцу ротора подключают щупы и делением величины измеренного напряжения на силу тока определяют сопротивление и сравнивают его с техническими характеристиками (Приложение А).

### 2.14 Проверка обмотки статора на обрыв

Проверка обмотки статора на обрыв производится при помощи контрольной лампы или омметра. Лампу и источник питания поочередно подключают к концам двух фаз по схеме на рис. 4.20, а. При обрыве в одной из катушек лампа гореть не будет. Омметр, подключенный к этой фазе, покажет «бесконечность». При подключении к двум другим фазам он покажет сопротивление этих двух фаз.

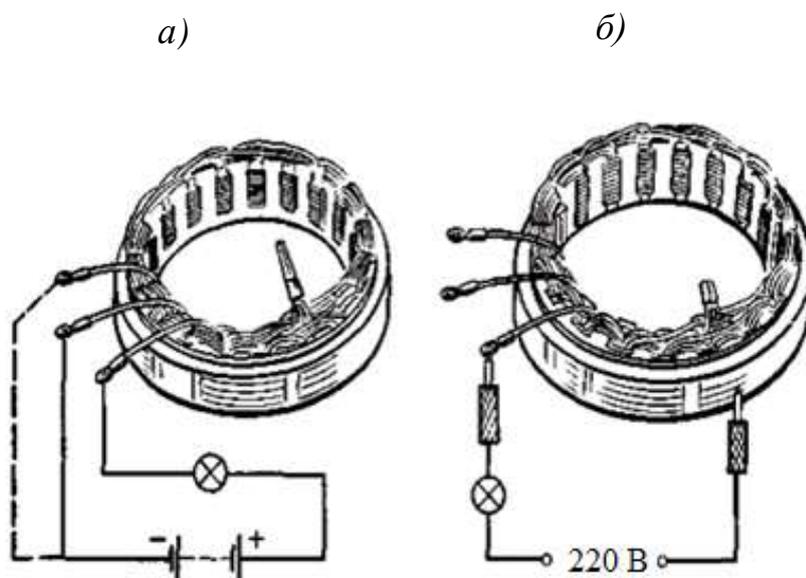


Рисунок 4.20 – Проверка обмоток статоров генераторов:  
а) на обрыв; б) на замыкание с сердечником

### 2.15 Проверка обмотки статора на замыкание с сердечником

При такой неисправности значительно снижается мощность генератора или генератор не работает, увеличивается его нагрев. Аккумуляторная батарея не заряжается. Проверка производится контрольной

ной лампой напряжением 220 В. Лампу подключают к сердечнику и любому выводу обмотки по схеме рис. 4.20, б. При наличии замыкания лампа будет гореть.

## 2.16 Составление отчета

В отчете необходимо отразить основные принципы проверки генераторов и их узлов, привести схемы проверок.

Данные испытаний занести в табл. 4.4.

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками генераторов и регуляторов напряжения, приведенными в Приложениях А и Б.

Таблица 4.4 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Тип генератора		
Выходное напряжение, В		
Частота вращения ротора при приводе от первой ступени, об/мин		
Частота вращения ротора при приводе от второй ступени, об/мин		
Ток нагрузки, А		
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом		
Высота щетки, мм		
Усилие давления пружины на щетку, Н		

По результатам испытаний на основании табл. 4.4 сделать вывод об исправности генераторной установки.

## Лабораторная работа 3 – Проверка технического состояния приборов и аппаратов системы пуска

### 3.1 Цель работы:

– приобретение практических навыков проверки и регулировки стартеров и вспомогательных устройств системы пуска.

### **3.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- внешний осмотр;
- регулировка привода;
- проверка стартера на холостом ходу;
- проверка стартера при полном торможении якоря;
- проверка напряжения включения и потребляемого тока реле стартера;
- проверка обмоток якоря и возбуждения на обрыв, межвитковое замыкание и замыкание с корпусом;
- проверка состояния щеток, коллектора, пружин щеткодержателей, изоляции щеткодержателей.

### **3.3 Оборудование:**

- стартеры, их узлы и детали;
- контрольно-испытательный стенд Э242;
- динамометр 30 Н;
- линейка 0-200 мм;
- набор слесарного инструмента.

### **3.4 Внешний осмотр**

Покачиванием вала якоря определить состояние подшипников.

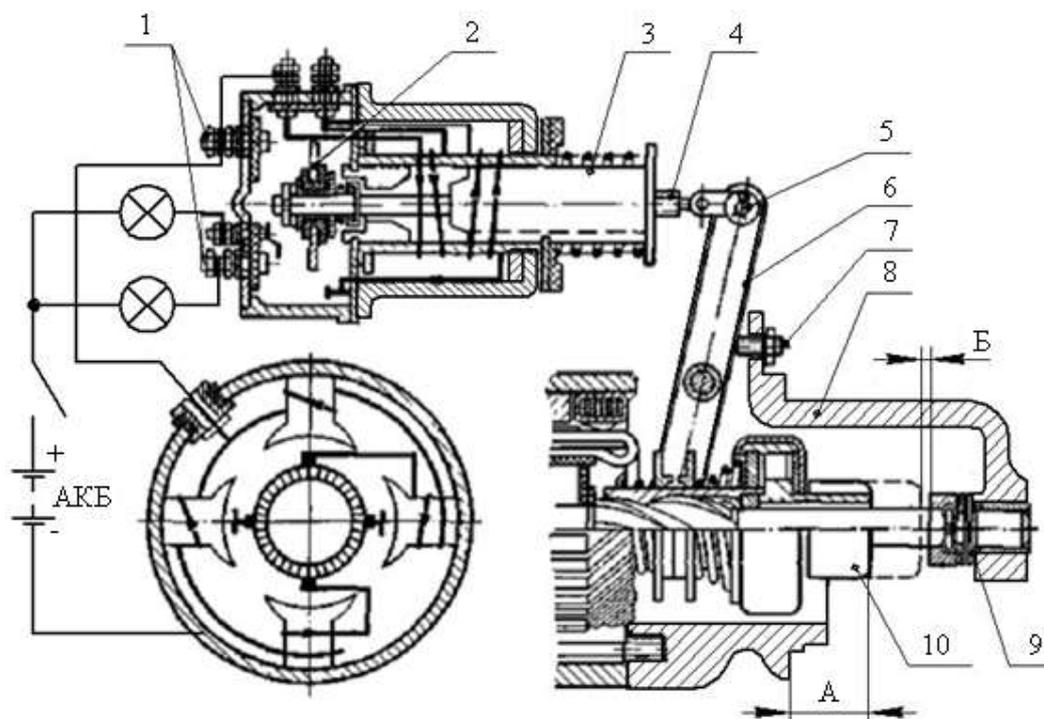
Перемещением якоря вдоль оси проверить осевой люфт вала. Осевой люфт от 0,1 до 0,7 мм регулируют установкой шайб со стороны привода.

Проверить легкость перемещения деталей и узлов привода. При проверке рукой перемещают шестерню вместе с муфтой по шлицам вала вперед к переднему подшипнику. Они должны свободно, без заеданий перемещаться по шлицам вала и возвращаться в исходное положение под действием возвратной пружины. Если привод перемещается по валу с трудом или не возвращается, его необходимо разобрать и после разборки удалить налет с вала шкурками зернистостью 140...180.

### 3.5 Регулировка привода стартеров

В стартерах СТ117, СТ113-Б, СТ130 винтом 7 (рис. 4.21), расположенным в крышке 8, установить шестерню 10 привода в исходное положение.

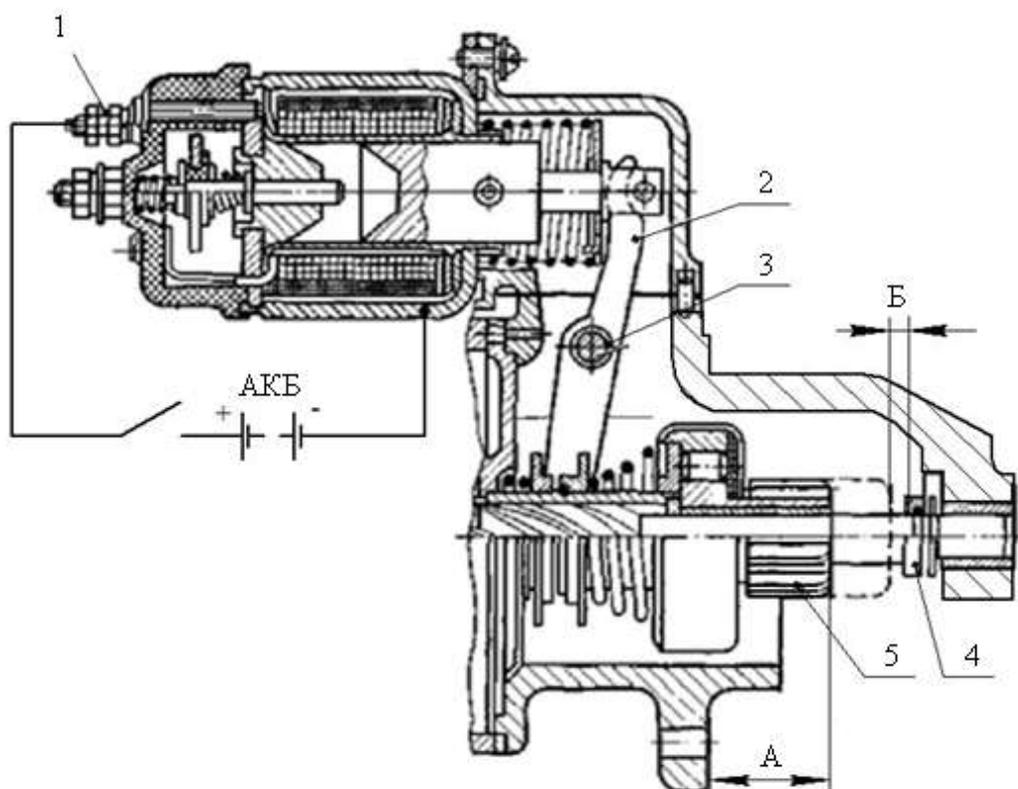
При этом расстояние А между торцом шестерни и плоскостью фланца крышки должно быть 32...35 мм. Затем проверить расстояние между торцом шестерни и упорным кольцом 9 в момент замыкания контактов тягового реле. Для этого, сняв крышку, закрывающую якорь тягового реле, нажатием на якорь 3 переместить его до момента замыкания клемм 1 контактными дисками 2 тягового реле. Для определения момента замыкания клемм к тяговому реле подключить две лампы. Лампа, подключенная к клемме «КЗ», должна включаться немного раньше или одновременно с другой лампой. Расстояние Б (3...5 мм) регулируют ввертыванием или вывертыванием винта 4 в якорь 3. Перед этим следует снять палец 5, соединяющий винт с рычагом 6 привода.



1 – корпус; 2 – контактный диск; 3 – якорь; 4 – тяга; 5 – ось; 6 – рычаг; 7 – винт;  
8 – крышка; 9 – упорное кольцо; 10 – шестерня

Рисунок 4.21 – Привод стартеров СТ117, СТ113-Б, СТ130

В стартерах СТ230 расстояние от торца шестерни 5 до плоскости фланца крышки (рис. 4.22) регулируют поворотом эксцентриковой оси 3 рычага 2 привода. Расстояние должно быть не более 34 мм. Затем проверяется расстояние между торцом шестерни и упорным кольцом 4 при включенном тяговом реле, для чего к клемме обмоток и корпусу тягового реле подключают аккумуляторную батарею. Расстояние (3...5 мм) регулируют поворотом эксцентриковой оси 3 рычага привода. При этом еще раз проверяется предыдущая регулировка.



1 – контактные болты; 2 – рычаг; 3 – ось эксцентриковая; 4 – кольцо упорное;  
5 – шестерня; Б – регулируемое расстояние

Рисунок 4.22 – Привод стартера СТ230

Техническое состояние стартеров характеризуется следующими параметрами:

- частотой вращения при заданном токе потребления в режиме холостого хода;
- тормозным моментом при заданном токе потребления в режиме полного торможения.

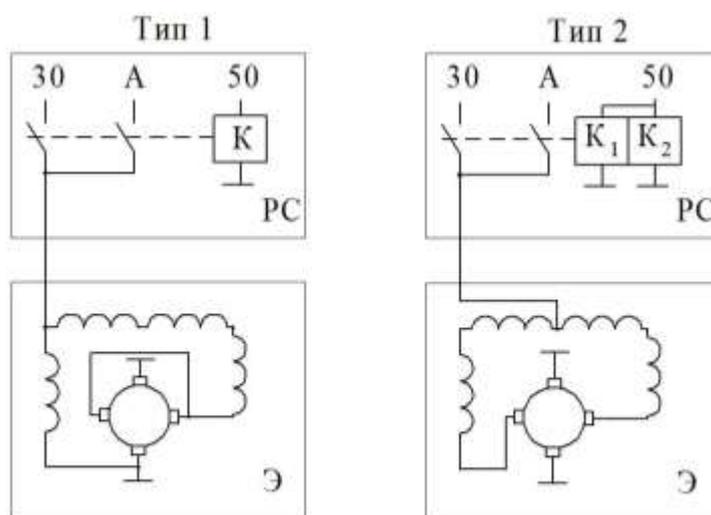
Основные типы электрических схем автомобильных стартеров приведены на рис. 4.23.

### 3.6. Проверка стартера в режиме холостого хода

Подключить стартер к контрольно-испытательному стенду Э242, как показано на рис. 4.24.

По схеме рис. 4.24, а проверяются стартеры с током потребления не более 150 А.

Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1; S1 – 3.



РС – тяговое реле стартера; Э – электродвигатель стартера; К – обмотка реле; К1 – втягивающая обмотка; К2 – удерживающая обмотка; А – клемма к катушке зажигания; 30 – клемма к аккумуляторной батарее; 50 – клемма к реле включения стартера

Рисунок 4.23 – Основные типы электрических схем автомобильных стартеров: тип 1 – стартер с втягивающей обмоткой тягового реле; тип 2 – стартер с втягивающей и удерживающей обмотками тягового реле

Переключатель S6 устанавливается в положение 150 А при испытаниях по схеме рис. 4.24, а и в положении 500 А при испытаниях по схеме рис. 4.24, б. Так как в момент включения пусковой ток стартера значительно превышает потребляемый ток в режиме холостого хода, то во избежание перегрузки амперметра рекомендуется устанавливать переключатель амперметра в соответствующее положение только после того, как якорь стартера разовьет обороты.

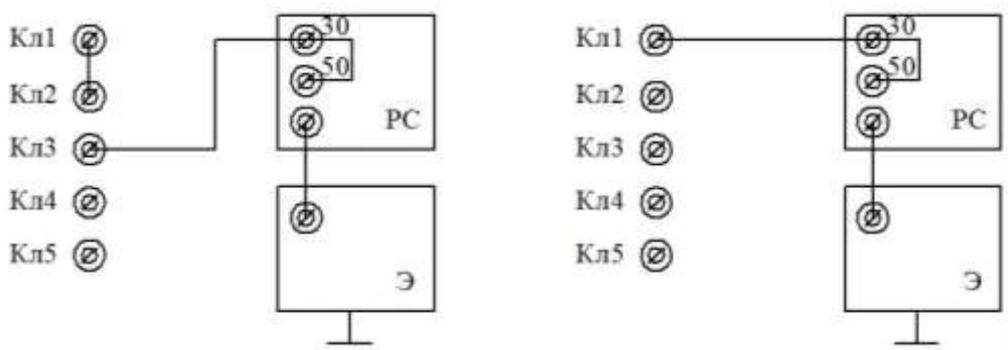


Рисунок 4.24 – Схемы включения стартера:

а) при проверке в режиме холостого хода; б) при проверке в режиме холостого хода и полного торможения

Включить стенд. Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь стартера должен вращаться. Измерить частоту вращения и потребляемый ток. Сравнить полученные значения с данными Приложения В. Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, частота вращения якоря падает ниже нормы.

Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания обмотки якоря, а межвитковое замыкание обмотки возбуждения приводит к повышению частоты вращения якоря.

Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода – не более 10 с.

### 3.7. Проверка стартера в режиме полного торможения

Установить стартер в зажимное устройство стенда. Отрегулировать тормозное устройство так, чтобы шестерня стартера свободно входила в зацепление с зубчатым сектором тормозного устройства при включении привода стартера. При этом зубчатый сектор по модулю должен соответствовать модулю шестерни стартера; исключение составляет стартер с модулем 3,175, для которого зубчатый сектор устанавливается с модулем 3.

Для измерения тормозного момента на валу стартера переключатель S7, в зависимости от модуля проверяемого стартера, устанавливается в следующие положения:

- в положение «2,5x9» – для стартеров с модулями 2,11 и 2,5;
- в положение «3x11» – для стартеров с модулями 3; 3,175 и 3,75;
- в положение «4,25x10» – для стартеров с модулями 4,25 и 4,5.

Переключатель S1 (в зависимости от величины крутящего момента, развиваемого стартером) установить в положение 1 при величине крутящего момента до 25 Н·м или в положение 2 при величине крутящего момента более 25 Н·м.

Переключатель S6 установить в положение 150 А или 500 А в зависимости от величины потребляемого тока.

Переключатель S2 для стартеров с номинальным напряжением 12 В установить в положение 1. Для стартеров с номинальным напряжением 24 В рекомендуется подавать на стартер пониженное напряжение, поэтому переключатель S2 должен находиться в положении 4 (крайнее правое).

Включить стенд. Нажать на кнопку «Пуск», снять показания амперметра и измерителя тормозного момента и сравнить с данными Приложения В. В том случае, если модуль и число зубьев проверяемого стартера отличаются от указанных на стенде положений переключателя S7 – 2,5x9; 3x11; 4,25x10, то для получения действительной величины тормозного момента показание измерительного прибора необходимо умножить на поправочный коэффициент, приведенный в табл. 4.5.

В Приложении В приведены расчетные величины тока и тормозного момента, причем для стартеров с номинальным напряжением 24 В расчет произведен при условии, что на стартер подается пониженное напряжение – переключатель S2 находится в правом крайнем положении. Расчетные величины получены при максимальной величине сопротивления реостата R3 – ползун реостата находится в крайнем левом положении.

Таблица 4.5 – Корректирование тормозного момента

Положение переключателя	Модуль и число зубьев стартера	Значение поправочного коэффициента
2,5x9	2,11x11	1,05
	2,5x8	0,89
	2,5x9	1,00
3x11	3x9	0,82
	3x11	1,00
	3,175x9	0,87
	3,75x10	1,20
4,25x10	4,25x10	1,00
	4,25x11	1,10
	4,5x11	1,20

Реальные показания измерительного прибора могут отличаться от расчетных. Это зависит от положения ползуна реостата R3, а также от изменения напряжения в питающей сети, изменения переходных сопротивлений в контактных соединениях как самого стенда, так и проверяемого стартера.

### 3.8 Проверка напряжения включения и потребляемого тока реле стартера

Подключить стартер к стенду, как показано на рис. 4.25, в зависимости от типа электрической схемы стартера. Отсоединить перемычку, идущую от главных контактов к электродвигателю.

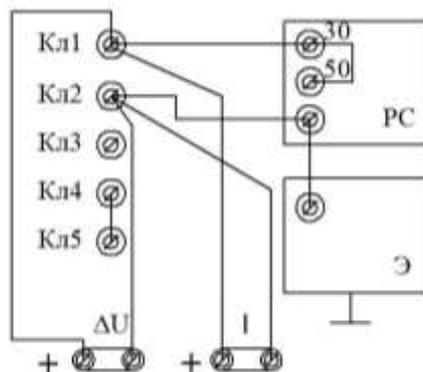


Рисунок 4.25 – Схема включения реле стартера при проверке напряжения включения и потребляемого тока

Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1, S6 – 150 А; S3 – 30 А, S4 – 1; S2 – в положение, соответствующее номинальному напряжению стартера.

Включить стенд. Нажать кнопку SB2. Переключателем S3 и реостатом нагрузки увеличивать напряжение до срабатывания реле стартера.

Тяговое реле должно выдвинуть шестерню привода до упора, контакты главной цепи должны замкнуться, при этом, если главные контакты находятся в нормальном состоянии, показание вольтметра должно быть равно нулю. Допустимое падение напряжения на главных контактах – 0,1 В на каждые 100 А протекающего через них тока нагрузки. Для замера падения напряжения используется амперметр, который в крайнем правом положении переключателя S6 работает как вольтметр с пределом измерения 1,5 В; для его подключения служит розетка XS15.

Подключение амперметра в качестве вольтметра показано на рис. 4.25.

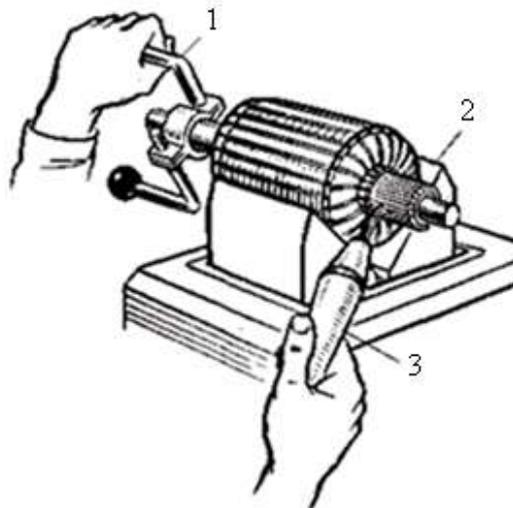
Момент замыкания главных контактов должен контролироваться при каждом ремонте стартера и при необходимости регулироваться. Момент замыкания проверяется измерением зазора между шестерней и упорной шайбой.

Рассмотрим порядок проверки стартера СТ103. В комплекте принадлежностей стенда имеется комбинированный шаблон с двумя размерами по ширине 11 мм и 11,7 мм. С помощью этого шаблона устанавливаются требуемые зазоры между шестерней и упорной шайбой. При зазоре 16 мм главные контакты должны быть разомкнуты, вольтметр стенда при этом покажет напряжение источника питания.

При зазоре 11,7 мм главные контакты должны быть замкнуты и показание вольтметра должно быть равно нулю. У стартера СТ103 момент замыкания главных контактов регулируется винтом якоря тягового реле.

### 3.9 Проверка обмоток якорей

Установить индуктор на плите тормозного устройства стенда Э242 и включить его в розетку XS4. Установить переключатель S1 в положение 4. Уложить якорь на полюса индуктора 2, как показано на рис. 4.26, и закрепить на валу приспособление для проворачивания якоря 1.



1 – приспособление для проворачивания якоря; 2 – индуктор стенда Э242;  
3 – щупы контактного устройства

Рисунок 4.26 – Схема проверки обмоток якоря

Включить стенд. Прижать щупы 3 контактного устройства к двум соседним пластинам коллектора якоря и, поворачивая последний, найти такое положение, при котором показание прибора P1 (поз. 6 рис. 2.6) будет максимальным. Резистором R1 установить стрелку прибора на среднюю отметку шкалы. Поворачивать якорь, не меняя пространственного положения щупов и прижимая их к следующим пластинам коллектора, считывать показания прибора. При исправной обмотке показания будут одинаковы. При обрыве или частичном коротком замыкании, а также при меньшем числе витков будет наблюдаться увеличение показаний.

Правильность направления намотки определяется при снятии ЭДС не с двух соседних пластин коллектора, а через одну, для чего необходимо выдвинуть верхний щуп контактного устройства. При этом контролируется суммарная ЭДС двух секций, и если они намо-

таны встречно, то показание прибора будет близко к нулю, так как ЭДС встречно намотанных секций взаимно гасят друг друга.

При работе с омметром переключатель S6 необходимо перевести в крайнее левое (исходное) положение, прибор проверки якорей отсоединить от розетки XS4 или отключить тумблером, расположенным на корпусе индуктора, переведя его ручку в сторону жгута.

Пазы, в которых уложена секция с короткозамкнутыми витками, могут быть найдены с помощью стальной пластины из комплекта принадлежностей. Поворачивая якорь, необходимо слегка коснуться пластиной поверхности якоря. Над пазом, в котором расположена секция с короткозамкнутыми витками (витком), пластина будет вибрировать. Это объясняется тем, что по короткозамкнутым виткам (витку) течет ток, создается местное переменное магнитное поле, которое замыкается через пластину и заставляет ее вибрировать.

### **3.10 Проверка деталей и узлов стартера**

Снять защитный кожух или защитную ленту на щеточном узле стартера и проверить состояние щеток, пружин щеткодержателей, изоляцию щеткодержателей (при снятой крышке) и коллектора.

Замасливание щеток и коллектора увеличивает сопротивление в цепи обмоток электродвигателя, а поэтому снижаются потребляемый им ток и мощность электродвигателя стартера.

Износ щеток и коллектора сопровождается уменьшением прижатия щеток к коллектору, что снижает силу тока в цепи стартера. Кроме того, металлографитная пыль, образующаяся при износе щеток и коллектора, оседает на поверхности крышки и может вызвать замыкание изолированных щеток на корпус, что приведет к отказу в работе стартера.

Замасленные коллектор, щетки и щеткодержатели протирают чистой тканью. Изношенный коллектор протачивают, а потом шлифуют.

Подвижность щеток в щеткодержателях проверяют, приподнимая крючком пружину щетки, и, слегка дергая за канатик щетки, перемещают щетку в щеткодержателе. Щетки должны перемещаться

легко, без заеданий. Измеряют высоту щеток и заменяют их, если они изношены более допустимого значения (Приложение В).

Замыкание щеткодержателей с корпусом проверяется лампой под напряжением 220 В (рис. 4.27).

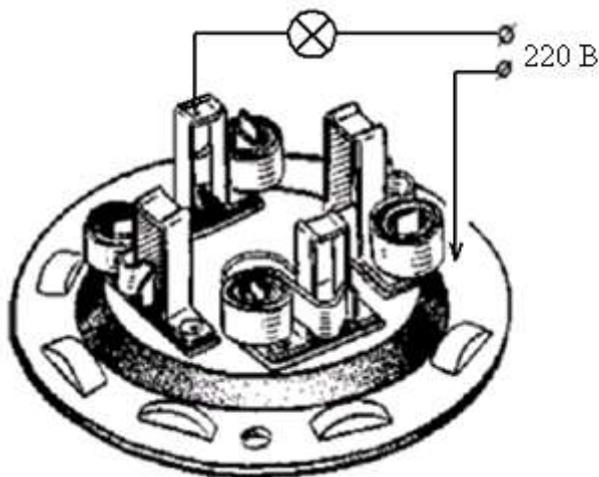


Рисунок 4.27 – Проверка «плюсовых» щеткодержателей на замыкание с корпусом лампой под напряжением 220 В

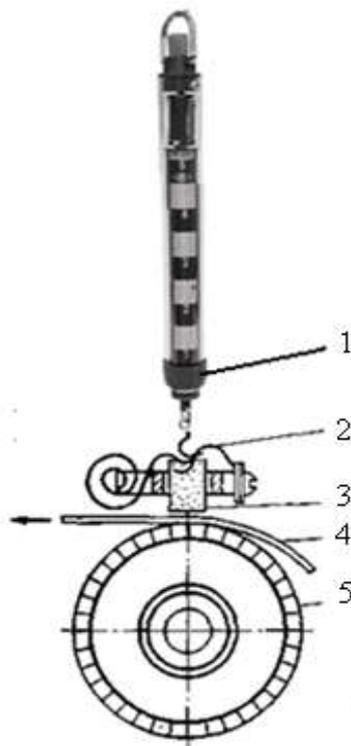
Если лампа горит при проверке «плюсовых» щеток, то щеткодержатель неисправен.

Давление пружины на щетки измеряют динамометром (рис. 4.28). Для этого необходимо приподнять щетку и положить под нее тонкую бумажную полоску. Динамометром щетку поднимают так, чтобы полоска перемещалась рукой. При этом фиксируют показания динамометра, которые должны быть в пределах  $17 \div 20$  Н.

### 3.11 Составление отчета

В отчете необходимо отразить основные принципы проверки стартеров и их узлов, зарисовать схемы проверок.

Данные испытаний занести в табл. 4.6.



1 – динамометр; 2 – пружина; 3 – щетка; 4 – полоска бумаги; 5 – коллектор

Рисунок 4.28 – Проверка давления щеток на коллектор динамометром

Таблица 4.6 – Результаты выполнения лабораторной работы

Показатели	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Тип стартера		
Мощность, кВт		
Осевой люфт вала якоря, мм		
Расстояние от торца шестерни до торца фланца крепления, мм		
Зазор между торцом шестерни и упорным кольцом, мм		
Потребляемый ток в режиме холостого хода, А		
Частота вращения якоря, об/мин		
Ток, потребляемый в режиме полного торможения, А		
Крутящий момент, Н·м		
Высота щеток, мм		
Усилие давления пружины на щетку, Н		
Сопротивление втягивающей обмотки, Ом		
Сопротивление удерживающей обмотки, Ом		

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками стартеров, приведенными в Приложении В.

По результатам испытаний на основании табл. 4.6 сделать заключение о состоянии стартера.

## **Лабораторная работа 4 – Проверка технического состояния приборов и аппаратов контактной системы зажигания**

### **4.1 Цель работы:**

- приобретение практических навыков проверки технического состояния прерывателей-распределителей и катушек зажигания;
- овладение приемами регулировки прерывателей-распределителей, центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания.

### **4.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- проверка прерывателя-распределителя: внешний осмотр; проверка состояния пружины рычажка прерывателя и контактов; проверка и регулировка зазора между контактами; проверка кулачка прерывателя; проверка состояния распределителя высокого напряжения; проверка и регулировка центробежного регулятора опережения зажигания; проверка и регулировка вакуумного регулятора опережения зажигания; проверка прерывателя-распределителя на бесперебойность искрообразования;
- проверка конденсатора: проверка работоспособности конденсатора, измерение емкости конденсатора; проверка состояния изоляции конденсатора;
- проверка катушки зажигания: внешний осмотр; проверка первичной обмотки и дополнительного резистора на обрыв; проверка первичной обмотки на межвитковое замыкание; проверка вторичной обмотки на обрыв и пробой изоляции.

### **4.3 Оборудование:**

- стенд Э242;

- прерыватели-распределители Р133, Р133, 30.3706, 030.3706, 4651.3706;
- катушки зажигания Б114Б, Б115В, Б117;
- прибор для проверки свечей зажигания Э203П;
- цифровые мультиметры М890G – 2 шт.;
- набор щупов;
- динамометр 30 Н;
- набор слесарного инструмента.

#### 4.4 Внешний осмотр

Проверить состояние корпуса, крепление узлов и деталей прерывателя, осевой и радиальный люфт кулачка и валика прерывателя, состояние хвостовика, подгорание и износ контактов и рычажка прерывателя; поворачивая подвижный диск, проверить состояние шарикового подшипника.

#### 4.5 Проверка натяжения пружины рычажка прерывателя

Проверка натяжения пружины (рис. 4.29) производится при замкнутых контактах прерывателя и включенной цепи первичной обмотки катушки зажигания.

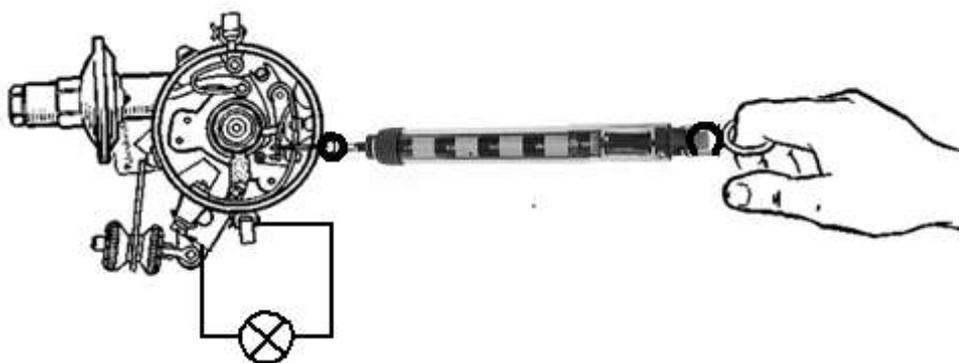


Рисунок 4.29 – Проверка натяжения пружины рычажка прерывателя

Включить контрольную лампу параллельно контактам прерывателя. Один провод лампы соединить с зажимом прерывателя, а другой – с корпусом. Замкнутые контакты шунтируют лампу, и она не будет гореть. Зацепить крючок динамометра за конец рычажка пре-

рывателя у контакта и, расположив динамометр вдоль оси контактов, плавно отвести рычажок до начала размыкания контактов.

Начало размыкания контактов определяется по свечению контрольной лампы, и в этот момент по шкале динамометра необходимо определить силу натяжения пружины рычажка. Замеренную величину сравнить с нормативными параметрами (Приложение Г). Ослабленную пружину следует заменить вместе с рычажком.

При проверке пружины необходимо убедиться в отсутствии заеданий рычажка прерывателя на оси, для чего рукой размыкаются контакты и отпускается рычажок, который должен резко со щелчком возвратиться в исходное положение.

#### 4.6 Проверка состояния контактов прерывателя

Степень окисления контактов прерывателя проверяют вольтметром, подключаемым параллельно контактам (рис. 4.30) при включенной цепи первичной обмотки. Вольтметр подключают только при замкнутых контактах прерывателя, так как при разомкнутых контактах вольтметр будет под напряжением аккумуляторной батареи. Если падение напряжения на контактах превышает 0,15 В, необходимо протереть или зачистить контакты.

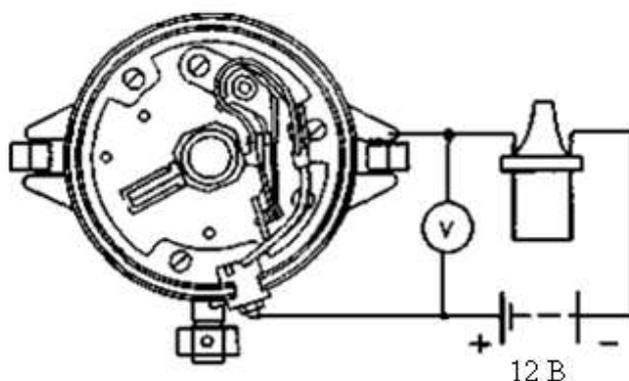


Рисунок 4.30 – Проверка падения напряжения на контактах прерывателя

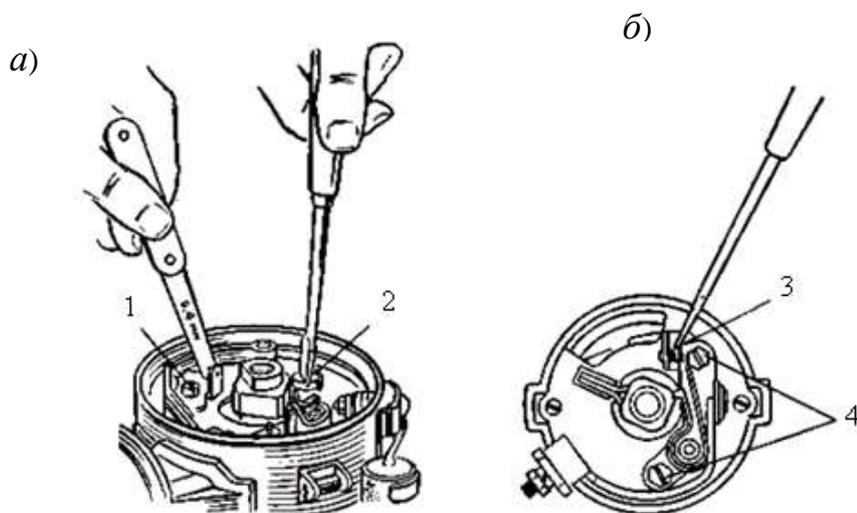
Замасленные контакты прерывателя протирают замшей или плотной тканью, смоченной в очищенном бензине или спирте. После протирки контактов нужно на 5...10 мм отвести рычажок для испарения бензина или спирта. Окисленные контакты зачищают шлифо-

вальной шкуркой зернистостью 100...140, абразивной пластинкой или надфилем. При зачистке нужно следить, чтобы плоскости контактов остались параллельными.

#### 4.7 Проверка и регулировка зазора между контактами прерывателя

Проверку зазора производят плоским щупом. Перед проверкой вращением валика прерывателя устанавливают кулачок прерывателя в положение полного размыкания контактов и вводят щуп в зазор между контактами. Щуп должен входить плотно, без разведения контактов.

Для регулировки зазора между контактами прерывателя ослабляют винт 1 (рис. 4.31, а) крепления пластины неподвижного контакта и вращением регулировочного эксцентрика 2 устанавливают нормальный зазор.



1 – винт; 2 – винт-эксцентрик; 3 – прорезь в пластине; 4 – винты  
Рисунок 4.31 – Регулировка зазора между контактами прерывателя:  
а) Р119; б) Р147-Д и Р125

Затем закручивают винт 1 и снова проверяют зазор между контактами. В прерывателях-распределителях Р147-Д автомобиля ГАЗ-3102 и Р125 автомобилей ВАЗ для регулировки зазора между контактами прерывателя следует немного отвернуть два винта 4 (рис. 4.31, б) крепления пластины неподвижного контакта, затем установить лезвие отвертки в специальную прорезь 3 на пластине и легким вра-

щением отвертки сместить пластину до нормального зазора между контактами. Затем закручивают оба винта 4 и снова проверяют зазор.

Вследствие образования на рабочей поверхности контактов прерывателя лунки и выступа (рис. 4.32) зазор А, измеренный плоским щупом, будет меньше фактического зазора Б.

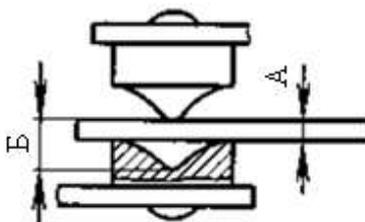


Рисунок 4.32 – Измерение зазора между контактами прерывателя

#### 4.8 Проверка конденсатора

Работоспособность конденсатора можно проверить от электрической сети переменного тока. Проверяемый конденсатор включить последовательно с лампой мощностью 15...30 Вт в сеть переменного тока напряжением 220 В (рис. 4.33, а). Подключить один щуп к наконечнику проводника, а другой – к корпусу конденсатора. За это время исправный конденсатор будет периодически заряжаться и разряжаться с частотой 50 Гц. Так как емкость автомобильных конденсаторов незначительна, то в цепи лампа – конденсатор сила тока будет небольшая и лампа гореть не будет.

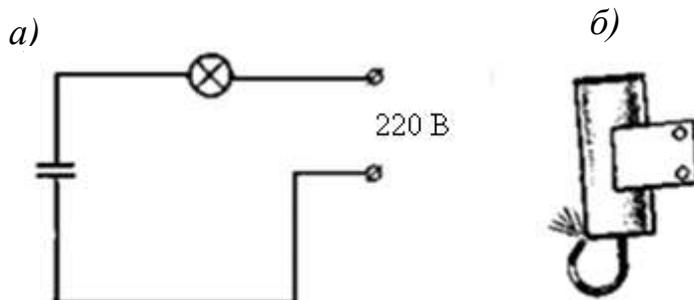


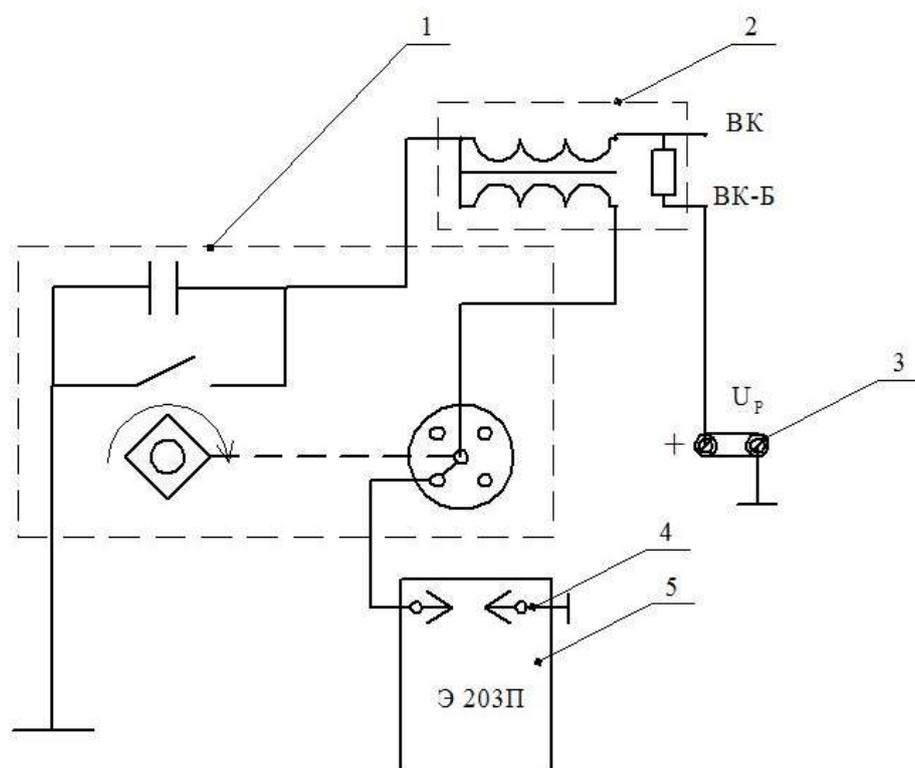
Рисунок 4.33 – Проверка конденсатора от сети переменного тока:  
а) заряд; б) разряд конденсатора

После отключения щупов наконечник проводника подводят к корпусу конденсатора (рис. 4.33, б). Если произойдет искровой разряд, то конденсатор считают исправным. Такую проверку производят 3...4 раза.

В случае пробоя диэлектрика, когда обкладки не замкнуты, искры разряда не будет. При замкнутых обкладках конденсатора лампа будет гореть.

#### 4.9 Проверка состояния изоляции ротора и крышки распределителя

Проверить, нет ли в крышке и роторе трещин и обуглившейся поверхности изоляционного материала. Проверить состояние угольного контакта в центральном вводе крышки или помехоподавительного резистора в роторе распределителя.



1 – прерыватель; 2 – катушка зажигания; 3 – розетка 12 В на стенде Э242; 4 – разрядник прибора Э203П; 5 – прибор для проверки свечей зажигания Э203П

Рисунок 4.34 – Проверка бесперебойности искрообразования

При осмотре крышки распределителя проверить подвижность угольного резистора в центральном вводе крышки. В случае зависания резистор и гнездо протирают. Поврежденные ротор и крышку заменить. Для проверки изоляции ротора прерыватель-распределитель закрепить на стенде Э242 и подключить по схеме, изображенной на рис. 4.34. Снять крышку распределителя. Провод высокого напряже-

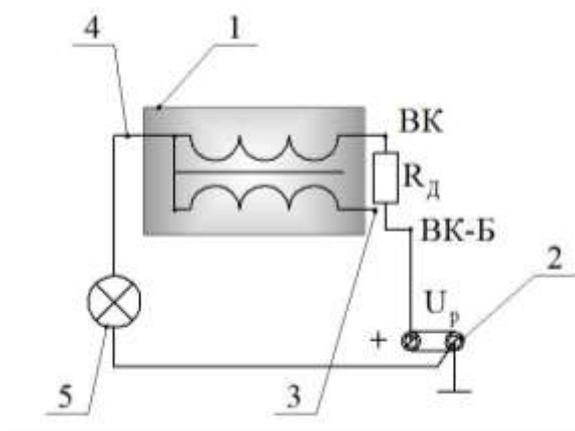
ния расположить с зазором 3...5 мм от пластины ротора, включить цепь низкого напряжения и вращать рукой вал распределителя. Если в искровом промежутке будет искрообразование – ротор неисправен и его следует заменить.

Для проверки изоляции крышки распределителя ее устанавливают на место, устанавливают провода высокого напряжения, которые подключают к игольчатому разряднику в соответствии с порядком, и устанавливают зазор в разряднике 7 мм. Включают цепь низкого напряжения и, вращая валик прерывателя рукой, наблюдают за искрообразованием на разряднике. Отсутствие искрового разряда хотя бы в одном зазоре или появление искры одновременно на нескольких зазорах свидетельствует о неисправности крышки.

#### **4.10 Проверка первичной обмотки катушки зажигания и дополнительного резистора**

Обрыв в первичной обмотке катушки зажигания *1* проверяют с помощью контрольной лампы *5*. Для проверки катушку зажигания закрепить на столике стенда Э242 и подключить по схеме, изображенной на рис. 4.35. Лампу подключают к безымянному выводу *4* катушки зажигания и к клемме «минус  $U_p$ » стенда Э242. Лампу подключают к безымянному выводу *4* катушки зажигания и к клемме «минус  $U_p$ » стенда Э242.

При обрыве цепи лампа не горит. Неисправную катушку и резистор  $R_d$  заменяют. Для проверки первичной обмотки катушки на витковое замыкание измеряют омметром сопротивление обмотки, подключая его к выводам «ВК» и безымянному.



1 – катушка зажигания; 2 – розетка  $U_p$  стенда Э242; 3 – вывод вторичной обмотки катушки зажигания; 4 – безымянный вывод катушки зажигания; 5 – контрольная лампа;  $R_d$  – дополнительный резистор; ВК-Б и ВК – выводы катушки

зажигания

Рисунок 4.35 – Проверка первичной обмотки катушки зажигания и дополнительного резистора на обрыв

#### 4.11 Проверка вторичной обмотки катушки зажигания

Обрыв и витковое замыкание вторичной обмотки катушки зажигания можно проверить на стенде Э242. Омметр стенда подключают к безымянному зажиму и центральному электроду.

Измеряют сопротивление вторичной обмотки катушки и сравнивают его с номинальным сопротивлением (Приложение Г).

Для проверки вторичной обмотки катушки зажигания на обрыв необходимо подключить ее через лампу к сети переменного тока 220 В. Для этого один провод от контрольной лампы соединить с центральным выводом катушки, а вторым коснуться безымянного зажима (катушки типа Б1, Б7, Б115) или корпуса (катушки типа Б114). Если вторичная обмотка не имеет обрыва, то в момент отключения провода будет наблюдаться слабое искрение.

#### 4.12 Составление отчета

В отчете необходимо отразить принципы и схемы проверок деталей и узлов приборов и аппаратов системы зажигания, отметить

возможность проверки приборов и аппаратов зажигания описанными способами непосредственно на автомобиле.

Данные испытаний занести в табл. 4.7.

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками приборов систем зажигания, приведенными в Приложении Г.

Таблица 4.7 – Результаты выполнения лабораторной работы

Показатели	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Падение напряжения на контактах, В		
Натяжение пружины рычажка прерывателя, Н		
Зазор между контактами, мм		
Частота вращения бесперебойного искрообразования, об/мин		
Сопротивление первичной обмотки катушки зажигания, Ом		
Сопротивление вторичной обмотки катушки зажигания, Ом		

По результатам испытаний на основании табл. 4.7 сделать заключение о состоянии приборов и аппаратов системы зажигания.

### ***Лабораторная работа 5 – Диагностика первичных цепей контактных и контактно-транзисторных систем зажигания комплексом автодиагностики КАД400***

#### **5.1 Цель работы:**

– приобретение практических навыков диагностирования распределителей зажигания контактных и контактно-транзисторных систем зажигания непосредственно на автомобиле.

#### **5.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- внешний осмотр;
- определение напряжения на контактах прерывателя и катушке зажигания;
- определение угла замкнутого состояния контактов (УЗСК).

### **5.3 Оборудование:**

- комплекс диагностики КАД400;
- автомобиль с контактной или контактно-транзисторной системой зажигания.

### **5.4 Подготовка комплекса к использованию**

Подготовка к включению комплекса состоит из следующих операций:

- установить комплекс в рабочее положение на посту диагностики. Затормозить передние колеса автомобиля фиксаторами;
- перед включением комплекса провести его осмотр и проверить надежность крепления датчиков, электрических проводников, разъемов и их сочленений, заземления;
- проверить подключение к разъемам поворотной стрелы необходимых для работы присоединительных жгутов и датчиков комплекса, в случае необходимости подключить их;
- подключить сетевой кабель к сети 220 В;
- включить блоки в следующем порядке: модуль системный, монитор и принтер. При этом в системном модуле включается режим самотестирования, в котором на экран монитора выводится ряд служебных сообщений, относящихся к работе системного модуля и операционной системы.

Затем на экран выводится меню выбора в виде «КАД400 (DOS)» и текст «Enter a choice:» (введите выбор). Выбор варианта 1 («КАД400 (windows)») обеспечивает переход в загрузку главного меню. Выбор 2 («КАД400 (DOS)») значительно ускоряет загрузку, но не позволяет работать с программами под «Windows», так как сразу выходит в меню программы «мотор-тестер». Если ввод выбора не производить, примерно через пять секунд программа сама перейдет в режим *1* и в основную графическую оболочку.

К работе с комплексом можно приступать после индикации на экране монитора перечня возможных режимов работы прибора (меню).

Далее следует выбрать нужный режим работы в главном меню.

Комплекс готов к работе после пятнадцатиминутного прогрева.

## 5.5 Подготовка автомобиля к диагностике

Комплекс подключается к автомобилю только при неработающем двигателе.

Двигатель автотранспортного средства, проходящего проверку, должен быть отсоединен от трансмиссии.

Перед проведением проверок необходимо прогреть двигатель автомобиля до рабочей температуры 70-80°C и заглушить.

Присоединить пружинные зажимы и накладные датчики прибора к соответствующим точкам автомобиля (рис. 4.36).

Зажимы жгута 3 (здесь и в дальнейшем нумерация жгутов из комплекта КАД400) присоединяются к следующим точкам электрооборудования автомобиля с контактной или контактно-транзисторной системой зажигания:

зажим «Б» – к клемме «+» аккумуляторной батареи;

зажим «М» – к клемме «-» аккумуляторной батареи;

зажим «Пр» – к выводу катушки зажигания, соединенному с прерывателем (коммутатором);

зажим «К» – к клемме катушки зажигания, соединенной с аккумуляторной батареей (или добавочным сопротивлением).

Жгут вторичной цепи 4 присоединить следующим образом:

– датчик высокого напряжения « $\uparrow$ » – на высоковольтный провод катушки зажигания;

– датчик первого цилиндра « $\downarrow$ » – на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка « $\downarrow$ » располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров.

Датчик тока установить таким образом, чтобы стрелка « $\downarrow$ » располагалась по направлению тока в проводе. Для получения правильных результатов датчик не должен располагаться вблизи генератора и других источников магнитных полей. Магнитопровод датчика должен быть надежно замкнут.

Диагностирование первичной цепи системы зажигания проводится по напряжению на клемме катушки зажигания, подключенной к батарее « $\text{+}$ » (или добавочному сопротивлению), и по падению напряжения на контактах прерывателя (коммутатора) « $\text{−}$ ».

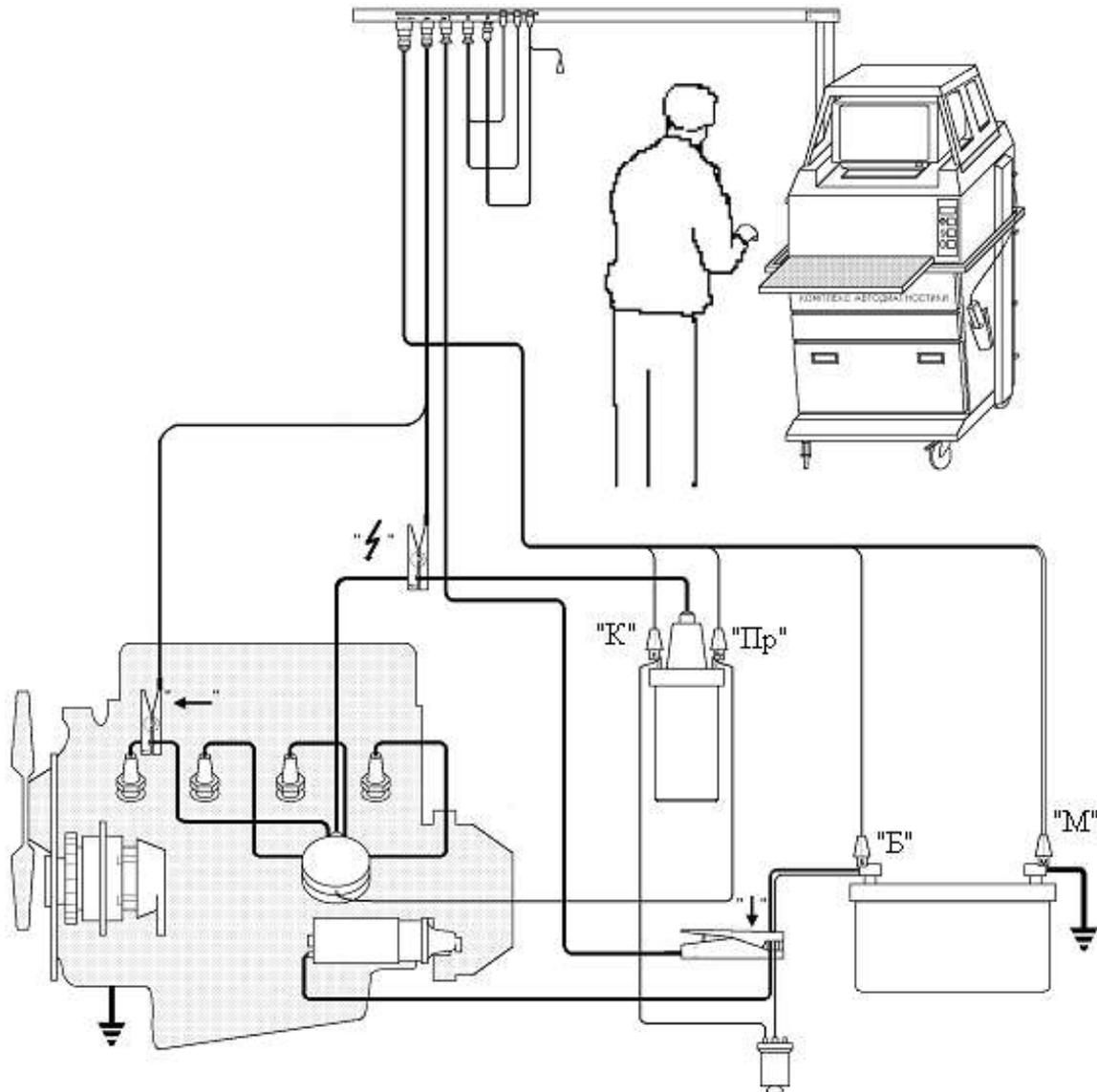


Рисунок 4.36 – Подключение комплекса КАД400 к двигателю с контактной или контактно-транзисторной системой зажигания

## 5.6 Проверка первичной цепи системы зажигания

Для проверки следует вызвать режим «Первичная цепь».

Запустить двигатель. Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 2000...3000 об/мин. Напряжение на выводах катушки зажигания « $\text{+}$ » для контактных систем зажигания с добавочным резистором и без него должно быть, соответственно, не ниже 7,5 В и при-

мерно равно напряжению батареи. Для контактно-транзисторных систем зажигания и бесконтактных систем с магнитоэлектрическим датчиком напряжение « $\square^+$ » должно находиться в пределах 3,4...7,5 В.

Падение напряжения на контактах распределителя « $\equiv$ » для контактных систем зажигания не должно превышать 0,2 В, а для других систем зажигания должно быть в пределах 0,8...1,8 В.

Если напряжение на клеммах катушки зажигания не соответствует нормативным значениям, а падение напряжения на контактах распределителя « $\equiv$ » соответствует норме, то необходимо проверить надежность соединений в первичной цепи системы зажигания. Особое внимание уделить клеммным зажимам аккумуляторной батареи, выключателя зажигания, блока добавочных резисторов, катушки зажигания и аккумулятора. При необходимости зачистить контакты прерывателя и выключателя зажигания.

Повышенное падение напряжения « $\equiv$ » может быть следствием плохого состояния контактов прерывателя, ослабления контактных соединений в прерывателе или плохого контакта между корпусом распределителя и « $\leftarrow$ » аккумуляторной батареи. Для проверки последнего подключить зажим «М» жгута 3 непосредственно на корпус распределителя. Если напряжение « $\equiv$ » понизится, то состояние контактных соединений неудовлетворительное. Повышенное падение напряжения может быть также вызвано электрической дугой между контактами прерывателя, возникающей из-за высокого тока разрыва первичной цепи или неисправности конденсатора.

Осциллограммы первичной цепи системы зажигания для всех цилиндров могут быть выведены на экран нажатием кнопки F4 « $\infty$ ». Требуемый масштаб по вертикали можно выбрать кнопкой F3 « $|\square$ ». Для более детального рассмотрения осциллограммы каждого цилиндра следует пользоваться кнопкой F2 « $\rho$ » (команда ЛУПА).

Нормальная осциллограмма первичной цепи контактной системы зажигания показана на рис. 4.37.



Рисунок 4.37 – Нормальная осциллограмма первичной цепи

Количество колебаний в зоне 1 должно быть не менее четырех.

Линии замыкания 2 прерывателя должны быть чистыми (рис. 4.38), в противном случае возможны следующие неисправности:

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

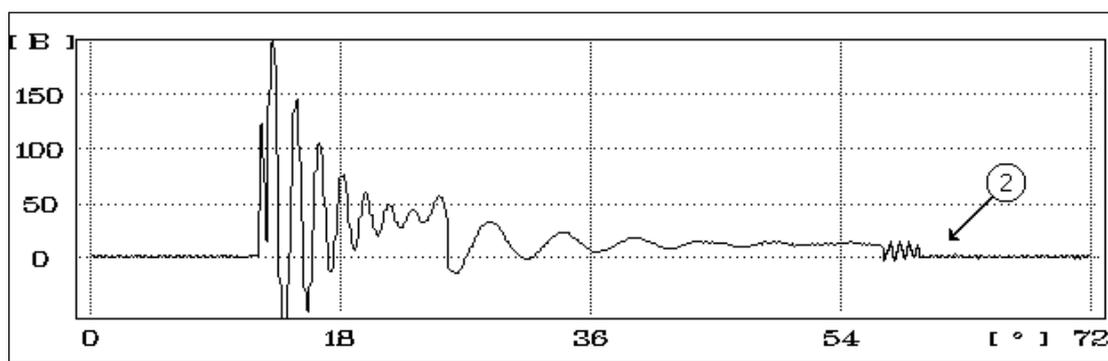


Рисунок 4.38 – Осциллограмма первичной цепи при неисправности контактов прерывателя

Если колебания в зоне 1 и зоне 2 (рис. 4.39) уменьшены как по амплитуде, так и по горизонтали, то это свидетельствует об утечке тока через конденсатор, шунтирующий контакты прерывателя.

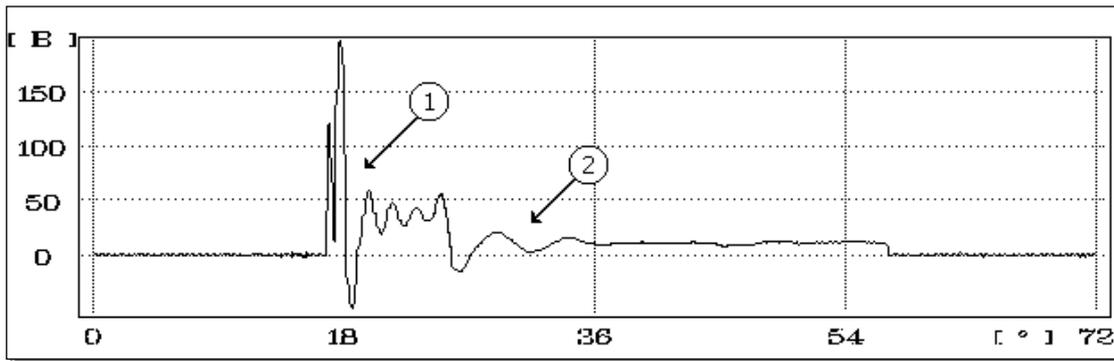


Рисунок 4.39 – Осциллограмма первичной цепи при утечке тока через конденсатор

Если колебания уменьшены по амплитуде в зоне 1, а колебания в зоне 2 нормальные (рис. 4.40), то в цепи конденсатора имеется активное сопротивление.

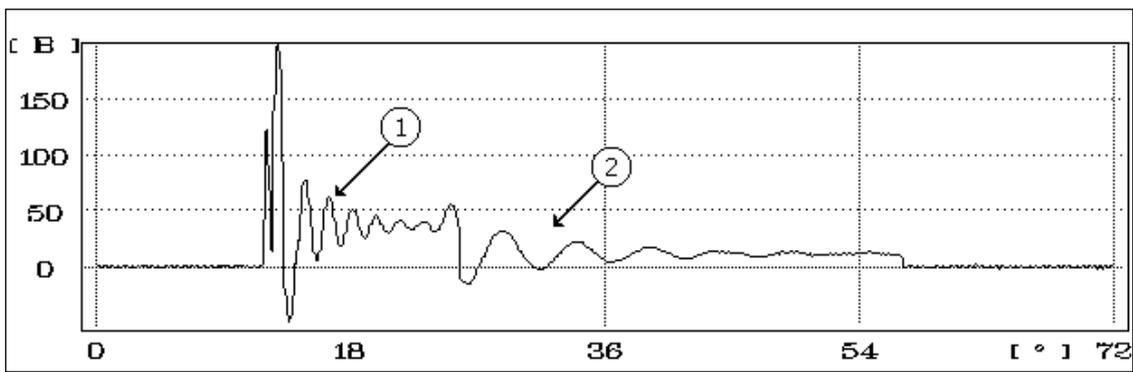


Рисунок 4.40 – Осциллограмма первичной цепи при наличии активного сопротивления в цепи конденсатора

Если колебания в зоне 1 уменьшены по амплитуде и растянуты по горизонтали, а колебания в зоне 2 растянуты по горизонтали (рис. 4.41), то это свидетельствует о большой емкости конденсатора. Дополнительная емкость может появиться из-за неправильного подключения к выводу прерывателя каких-либо устройств (противоугонное устройство, тахометр и пр.).

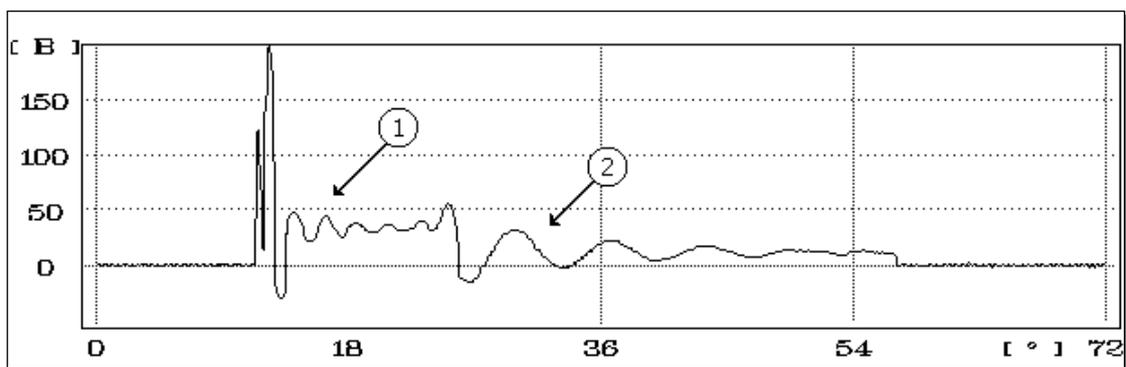


Рисунок 4.41 – Осциллограмма первичной цепи при неправильном выборе конденсатора

При отсутствии во вторичной цепи помехоподавительных резисторов колебания в зоне 1 резко увеличены по амплитуде, колебания в зоне 2 нормальные (рис. 4.42).

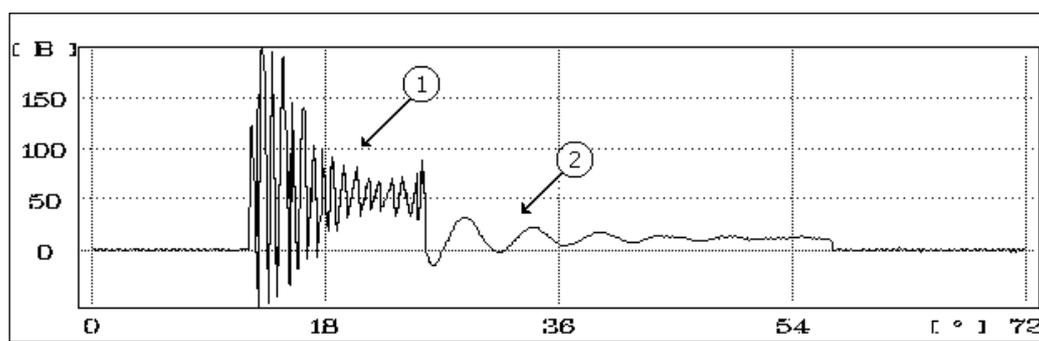


Рисунок 4.42 – Осциллограмма первичной цепи при отсутствии во вторичной цепи помехоподавительных резисторов

При замыкании витков первичной обмотки катушки зажигания резко уменьшаются по горизонтали колебания в зоне 2 (рис. 4.43).

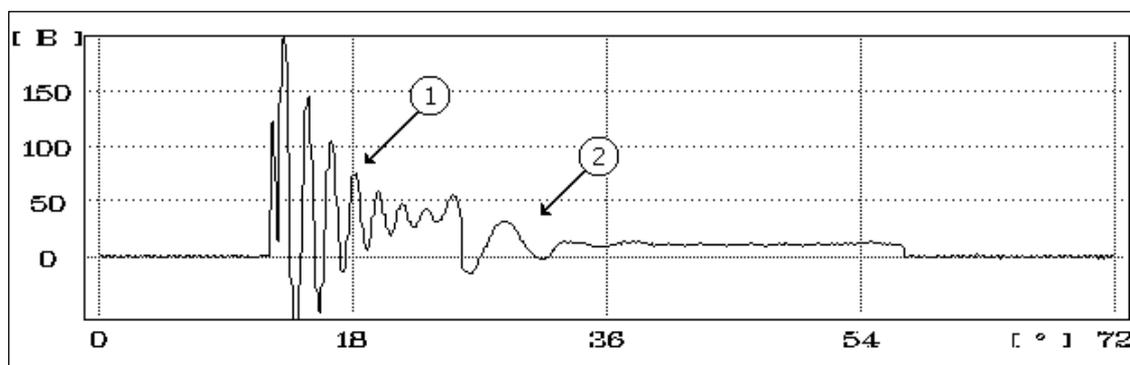


Рисунок 4.43 – Осциллограмма первичной цепи при коротком замыкании витков первичной обмотки

Замкнутые витки вторичной обмотки катушки зажигания приводят к уменьшению по горизонтали колебаний в зоне 1 и зоне 2 (рис. 4.44).

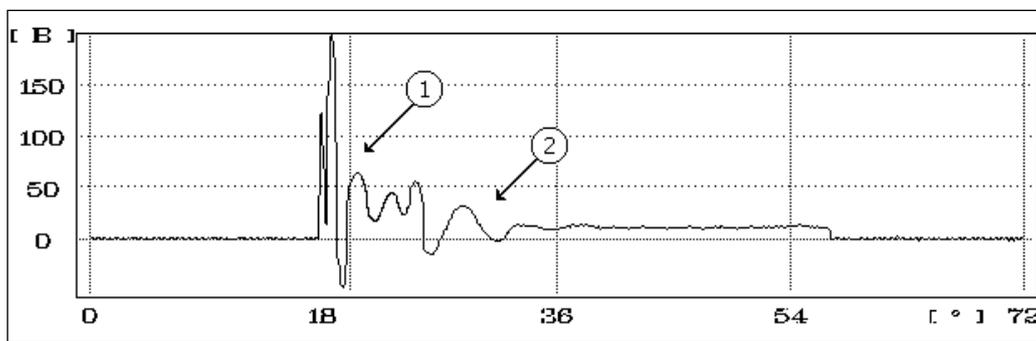


Рисунок 4.44 – Осциллограмма первичной цепи при коротком замыкании витков вторичной обмотки

При большом сопротивлении высоковольтного провода, идущего от катушки зажигания к распределителю, колебания в зоне 1 почти отсутствуют, колебания в зоне 2 нормальные (рис. 4.45).

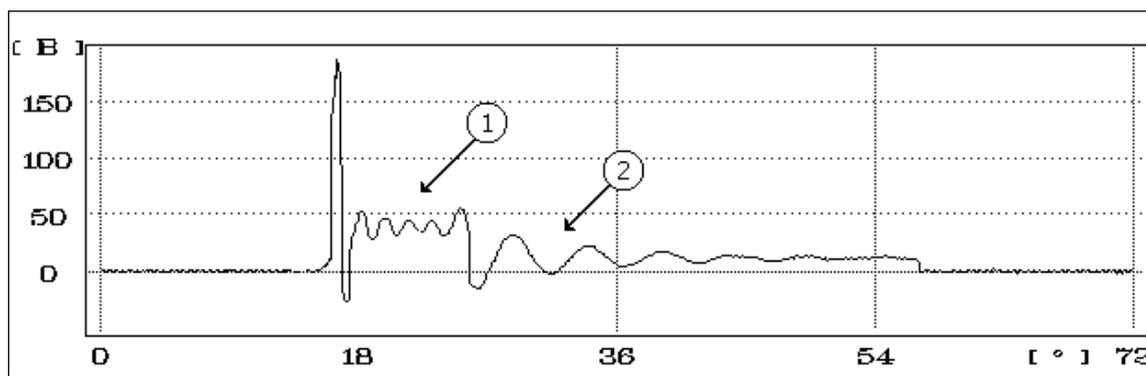


Рисунок 4.45 – Осциллограмма первичной цепи при большом сопротивлении высоковольтного провода от катушки зажигания к распределителю

Осциллограммы, приведенные на рис. 4.38-4.45, характерны для первичной цепи контактной системы зажигания.

Осциллограммы для контактно-транзисторной и бесконтактных систем по виду существенно отличаются от соответствующих осциллограмм для контактной системы, однако характер проявления неисправностей такой же.

Ниже приведены осциллограммы первичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102 (рис. 4.46).



Рисунок 4.46 – Осциллограммы первичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102

Проверка угловых параметров прерывателя-распределителя проводится в системах зажигания с механическим распределителем по углу замкнутого состояния контактов УЗСК « $\angle_{\text{ЗС}}$ », его изменению « $\angle_{\text{ЗС}}$ » и асинхронизму искрообразования « $\angle_{\text{И}}$ ». В бесконтактных системах зажигания под УЗСК понимается угол поворота вала распределителя, соответствующий открытому состоянию выходного транзистора (угол поворота, в течение которого протекает первичный ток катушки зажигания).

Для проверки угловых параметров прерывателя-распределителя необходимо:

- вызвать измерительный режим «Прерыватель»;
- запустить двигатель.

Значение УЗСК должно находиться в пределах, указанных в эксплуатационной документации на диагностируемый автомобиль.

Изменение УЗСК « $\angle_{\text{ЗС}}$ » по цилиндрам двигателя не должно превышать  $3^\circ$ .

Асинхронизм искрообразования «  $\Delta t$  » не должен быть больше  $3^\circ$ .

В противном случае возможны следующие неисправности:

- износ деталей привода распределителя;
- изогнут валик распределителя;
- эксцентриситет кулачка прерывателя.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя с контактной и контактно-транзисторной системами зажигания УЗСК не должен изменяться более чем на  $3^\circ$ . При необходимости следует произвести регулировку зазора между контактами прерывателя при помощи щупа. Чем больше УЗСК, тем меньше зазор, и наоборот.

Если конструкция распределителя позволяет, то можно отрегулировать УЗСК непосредственно по показаниям комплекса, вращая коленчатый вал стартером, при снятых крышке и роторе распределителя. При затяжке винтов крепления контактной стойки угол может измениться, поэтому необходимо повторить проверку.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания, поэтому после регулировки УЗСК необходимо проверить и при необходимости отрегулировать угол опережения зажигания холостого хода.

Регулировка угла опережения зажигания холостого хода производится на прогретом двигателе с помощью стробоскопа стенда. Для регулировки необходимо отпустить крепление распределителя. Включить стробоскоп и направить его на шкив коленчатого вала. Поворачиванием корпуса распределителя (вправо или влево) добиться совмещения меток на шкиве коленчатого вала с меткой холостого хода на передней крышке блока цилиндров.

Причинами, вызывающими большой разброс УЗСК по цилиндрам и повышенный асинхронизм искрообразования, могут быть следующие неисправности:

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

- износ кулачка прерывателя или отверстия под ось рычажка прерывателя;
- неисправность вакуумного или центробежного регулятора;
- износ деталей привода распределителя;
- ослабление крепления датчика-распределителя.

Осциллограммы угловых параметров прерывателя-распределителя для каждого цилиндра двигателя могут быть выведены на экран нажатием кнопки F4 «∞» (рис. 4.47).

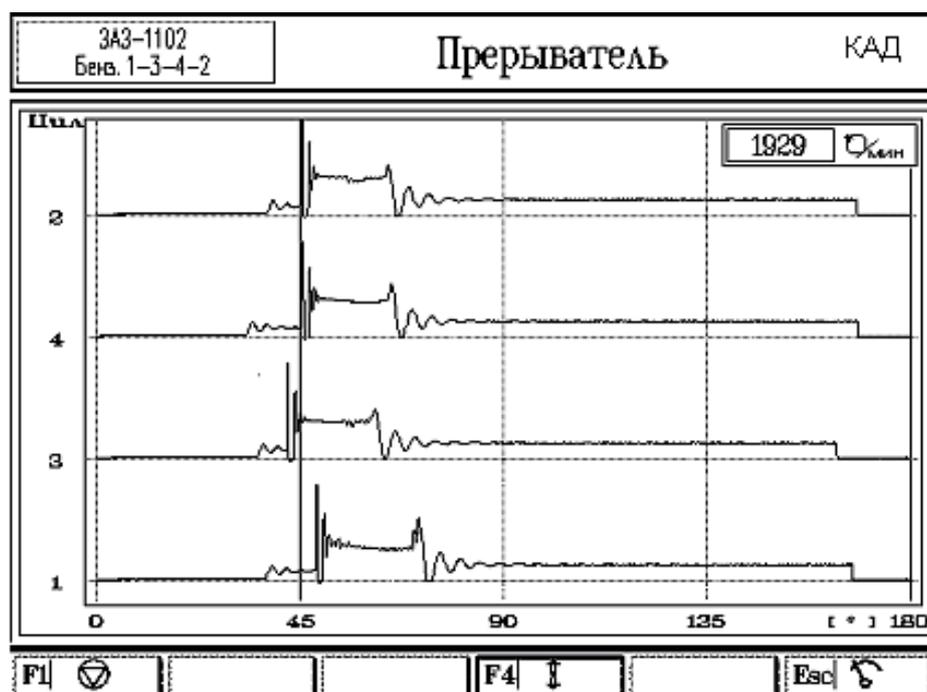


Рисунок 4.47 – Осциллограмма угловых параметров прерывателя-распределителя

Осциллограммы позволяют качественно оценить состояние прерывателя-распределителя (датчика распределителя и электронного коммутатора). При этом следует обратить внимание на взаимное расположение моментов размыкания и замыкания контактов, соответствующее разным цилиндрам. Значительные различия могут быть вызваны повышенным асинхронизмом зажигания, изменением УЗСК, а также неустойчивой работой двигателя в режиме холостого хода. В последнем случае для наблюдения осциллограммы одного рабочего цикла двигателя следует использовать режим «стоп-кадр», включаемый кнопкой F1 «⊖».

## 5.7 Составление отчета

В отчете необходимо отразить принципы и схемы проверок деталей и узлов приборов системы зажигания, сделать выводы о влиянии неисправностей или неправильной регулировки на работу двигателя автомобиля, отметить возможность проверки приборов и аппаратов зажигания описанными способами непосредственно на автомобиле.

Данные испытаний занести в табл. 4.8.

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками приборов систем зажигания, приведенными в Приложении Г.

Таблица 4.8 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Модель автомобиля		
Тип прерывателя-распределителя		
Тип катушки зажигания		
Тип коммутатора		
Напряжение на выводах катушки зажигания « $\square^+$ », В		
Падение напряжения на контактах распределителя « $\boxtimes$ », В		
Угол замкнутого состояния контактов прерывателя, град.		

По результатам испытаний на основании табл. 4.8 сделать заключение о состоянии распределителя системы зажигания.

## Лабораторная работа 6 – Диагностирование вторичных цепей систем зажигания комплексом автодиагностики КАД400

### 6.1 Цель работы:

– приобретение практических навыков диагностирования вторичных цепей зажигания контактных, контактно-транзисторных и бесконтактных (электронных) систем зажигания.

### 6.2 Содержание работы:

– ознакомление с оборудованием и приборами;

- определение напряжений пробоя и дуги вторичной цепи зажигания;
- определение длительности горения дуги.

### **6.3 Оборудование:**

- комплекс диагностики КАД400;
- автомобиль с контактной, контактно-транзисторной или бесконтактной системой зажигания.

### **6.4 Подготовка комплекса к диагностированию вторичных цепей**

Подготовка к включению комплекса включает в себя операции, описанные в п. 5.4 лабораторной работы 5.

### **6.5 Подготовка автомобиля к диагностике**

Выполнить все операции, предусмотренные п. 5.5 лабораторной работы 5.

### **6.6 Определение среднего значения пробивного напряжения по цилиндрам**

Данная проверка проводится по результатам измерения пробивного напряжения между электродами свечи зажигания.

Вызвать измерительный режим «Вторичная цепь».

Запустить двигатель и установить частоту вращения коленчатого вала холостого хода в пределах, указанных в инструкции по эксплуатации диагностируемого автомобиля.

Среднее значение пробивного напряжения по цилиндрам в режиме холостого хода должно быть в пределах 6-16 кВ в зависимости от модели диагностируемого автомобиля.

Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 3000 об/мин и измерить значение пробивного напряжения.

Для всех двигателей среднее значение пробивного напряжения свечей зажигания должно быть в пределах 4-9 кВ. Пробивные напря-

жения в отдельных цилиндрах не должны отличаться друг от друга более чем на 3 кВ.

Если пробивное напряжение во всех цилиндрах выше нормы, то возможны следующие неисправности:

- неисправность помехоподавительного резистора в роторе (бегунке) распределителя;
- изношены электроды свечей зажигания или большой зазор между электродами;
- бедная смесь;
- большой зазор между угольным контактом и ротором (бегунком) прерывателя-распределителя.

Если пробивные напряжения во всех цилиндрах ниже нормы, возможны следующие неисправности:

- слишком малый зазор между электродами свечей зажигания;
- переобогащенная смесь (неисправен карбюратор);
- неисправность катушки зажигания;
- неправильная установка угла опережения зажигания;
- недостаточная компрессия во всех цилиндрах двигателя.

Если пробивные напряжения в отдельных цилиндрах отличаются более чем на 3 кВ, возможны следующие неисправности:

- разные зазоры между электродами свечей;
- поврежден свечной провод или крышка распределителя;
- недостаточная компрессия в одном из цилиндров;
- недосыл свечного провода в гнездо крышки распределителя;
- перегорание помехоподавительного резистора в наконечнике свечи зажигания или в самой свече;
- установлены свечи зажигания с разными калильными числами.

## **6.7 Определение среднего значения длительности горения дуги**

Для перехода в режим измерения параметров дуги нажать кнопку F3 «ДУГА».

Среднее значение длительности горения дуги должно находиться в пределах:

- в режиме холостого хода – 1,0-2,4 мс;
- при частоте вращения коленчатого вала 2000-3000 об/мин – 1,0...2,0 мс.

Если длительность горения дуги выше нормы, то причиной могут быть:

- поврежденный свечной провод;
- свеча с рыхлым черным нагаром;
- малая величина зазора между электродами свечи зажигания.

Если длительность горения дуги ниже нормы, возможны следующие неисправности:

- большой зазор между электродами свечи зажигания;
- перегорание помехоподавительного резистора в наконечнике свечи зажигания или в самой свече;
- пониженное напряжение питания в бортовой сети автомобиля;
- перегорание помехоподавительного резистора в роторе распределителя.

Причиной нестабильности показаний длительности горения дуги для всех цилиндров может быть неисправность карбюратора.

### **6.8 Определение среднего значения напряжения горения дуги по всем цилиндрам**

Среднее значение напряжения горения дуги по всем цилиндрам в диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от холостого хода до 2000-3000 об/мин должно находиться в пределах 1,0-2,5 кВ.

Если напряжение горения дуги выше нормы, то причиной может быть:

- большой зазор между электродами свечи зажигания;
- перегорание помехоподавительного резистора в наконечнике свечи зажигания или в самой свече;
- пониженное напряжение питания в бортовой сети автомобиля;

– перегорание помехоподавительного резистора в роторе распределителя.

Низкое значение напряжения горения дуги указывает на следующие неисправности:

- малая величина зазора между электродами свечи зажигания;
- нагар на тепловом конусе свечи зажигания;
- трещина в изоляторе свечи зажигания.

Если значение пробивных напряжений и напряжений горения дуги индицируется со знаком «+», то это указывает на неправильную полярность подключения катушки зажигания.

Если значения пробивных напряжений во всех цилиндрах индицируются со знаком «+» и значительно ниже нормы, а напряжение горения дуги имеет знак «-», то неисправен электронный коммутатор.

Осциллограммы напряжения вторичной цепи системы зажигания для каждого цилиндра двигателя могут быть выведены на экран в режиме «Вторичная цепь» и подрежиме «Вторичная цепь (Дуга)» нажатием кнопки F4 «». При этом установить требуемый масштаб по вертикали и горизонтали кнопками F4 «» и  F5 «» соответственно, для детального анализа осциллограмм использовать режим ЛУПА.

Нормальная осциллограмма напряжения вторичной цепи для каждого цилиндра приведена на рис. 4.48. Характерные признаки данной осциллограммы:

- зона 1: все линии горения (для всех цилиндров) должны иметь одинаковую форму и не должны иметь избыточного наклона или помех;
- зона 2: не должно быть значительных изменений амплитуды колебаний;
- зона 3: в момент замыкания контактов колебания должны находиться ниже линии развертки.

Беспорядочные вертикальные колебания изображения в зоне 2, разброс этих изображений для разных цилиндров свидетельствует об обрыве во вторичной обмотке катушки зажигания. Катушку необходимо заменить.



Рисунок 4.48 – Осциллограммы напряжения вторичной цепи при обрыве во вторичной обмотке катушки зажигания

Для более детального рассмотрения осциллограммы использовать режим ЛУПА.

Искажения изображения в зоне 2 и отсутствие изображения момента замыкания контактов в зоне 3 свидетельствует о большом зазоре контактов высоковольтного провода между катушкой зажигания и распределителем (рис. 4.49).

При разомкнутой высоковольтной цепи одного из цилиндров изображение будет иметь колебательный характер (рис. 4.50).

Трещина в изоляторе свечи или отсутствие помехоподавительного резистора вызывает высокочастотные колебания в зоне 1 (рис. 4.51).

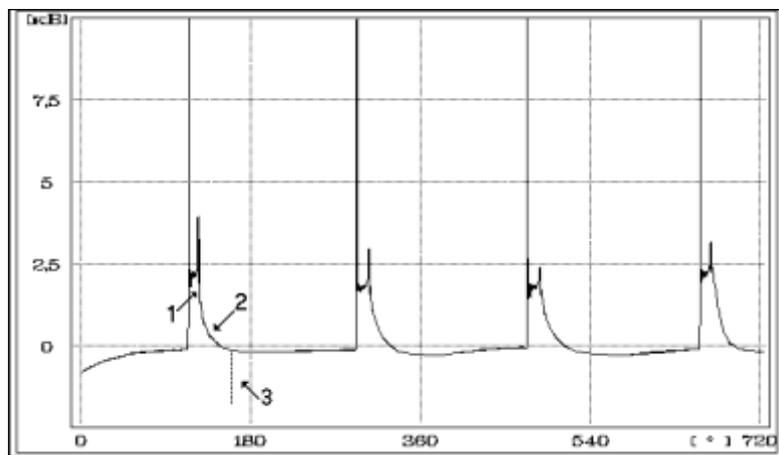


Рисунок 4.49 – Осциллограммы напряжения горения дуги при большом зазоре контактов высоковольтного провода между катушкой зажигания и распределителем

При увеличении зазора в одной из свечей напряжение горения в цилиндре будет значительно больше, а время горения – меньше, чем в других цилиндрах.

Низкое напряжение на свече зажигания (с одновременным значительным увеличением времени горения) может быть вызвано пробоем свечного провода на корпус, или нагаром на свече, или малым зазором электродов свечи.

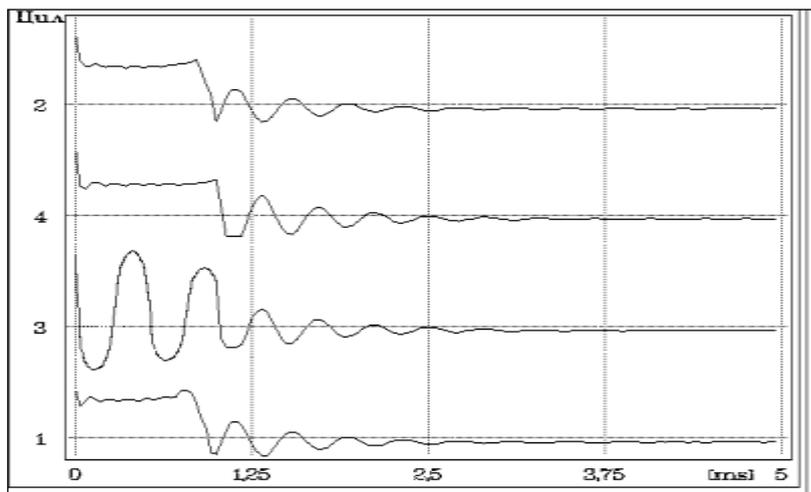


Рисунок 4.50 – Осциллограммы напряжения горения дуги при разомкнутой высоковольтной цепи одного из цилиндров

Осциллограммы напряжения вторичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102 показаны на рис. 4.52 и 4.53.

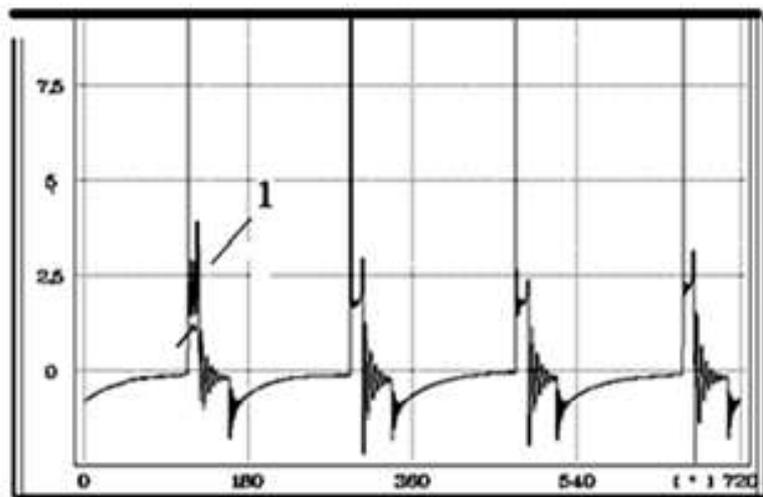


Рисунок 4.51 – Осциллограммы напряжения горения дуги при наличии трещины в изоляторе свечи или отсутствии помехоподавительного резистора

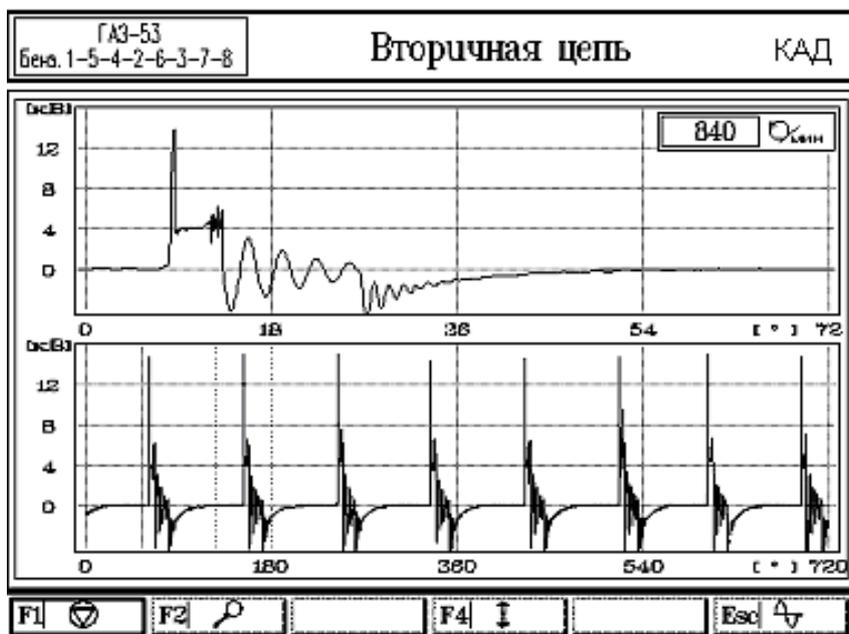


Рисунок 4.52 - Осциллограммы напряжения вторичной цепи контактно-транзисторной системы зажигания

Осциллограммы напряжения вторичной цепи бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком показаны на рис. 4.54 и 4.55.

Осциллограммы напряжения вторичной цепи бесконтактной системы зажигания с датчиком Холла показаны на рис. 4.56 и 4.57.

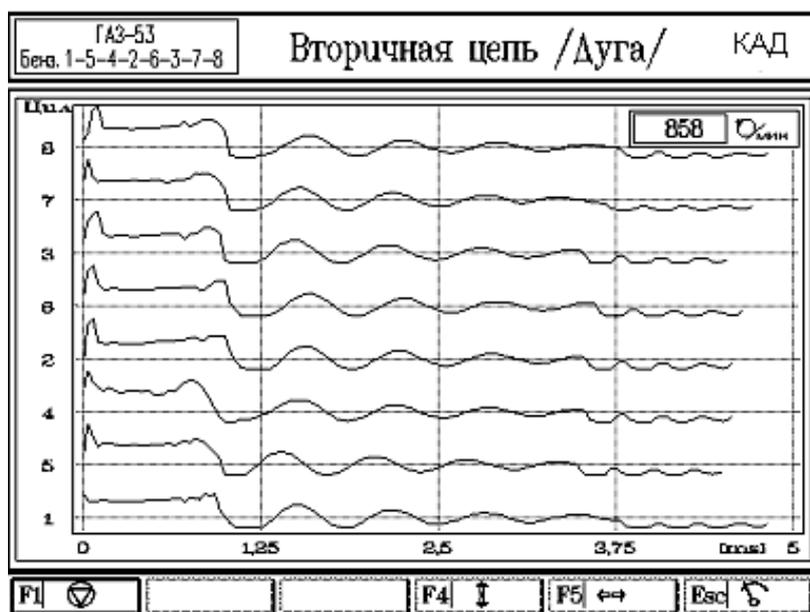


Рисунок 4.53 - Осциллограммы напряжения дуги контактно-транзисторной системы зажигания

При малом зазоре между электродами свечи, при нагаре на ней или слабой компрессии в цилиндре напряжение пробоя в данном цилиндре будет значительно меньше среднего значения.



Рисунок 4.54 - Осциллограммы напряжения вторичной цепи бесконтактной системы зажигания

При увеличенном зазоре между электродами свечи (небольшой разрыв в свечном проводе, установлена свеча другого типа) напряжение пробоя в данном цилиндре будет значительно больше среднего значения.

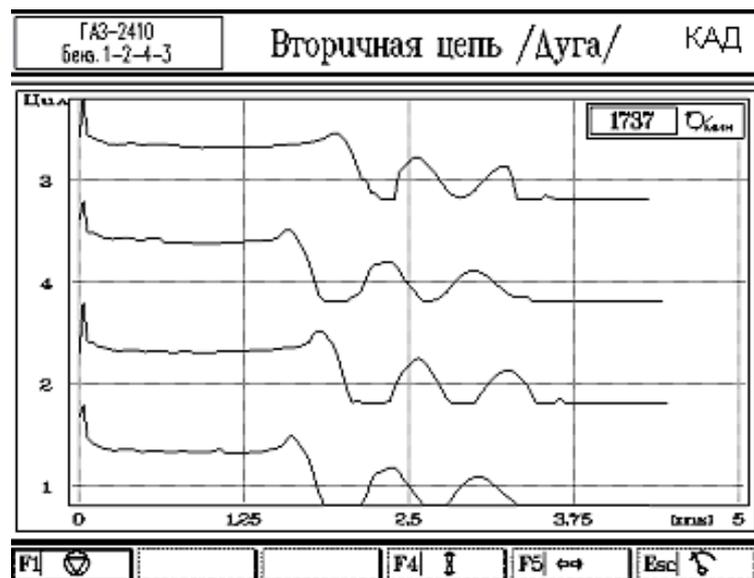


Рисунок 4.55 - Осциллограммы напряжения дуги бесконтактной системы зажигания



Рисунок 4.56 - Осциллограммы напряжения вторичной цепи бесконтактной системы зажигания с датчиком Холла

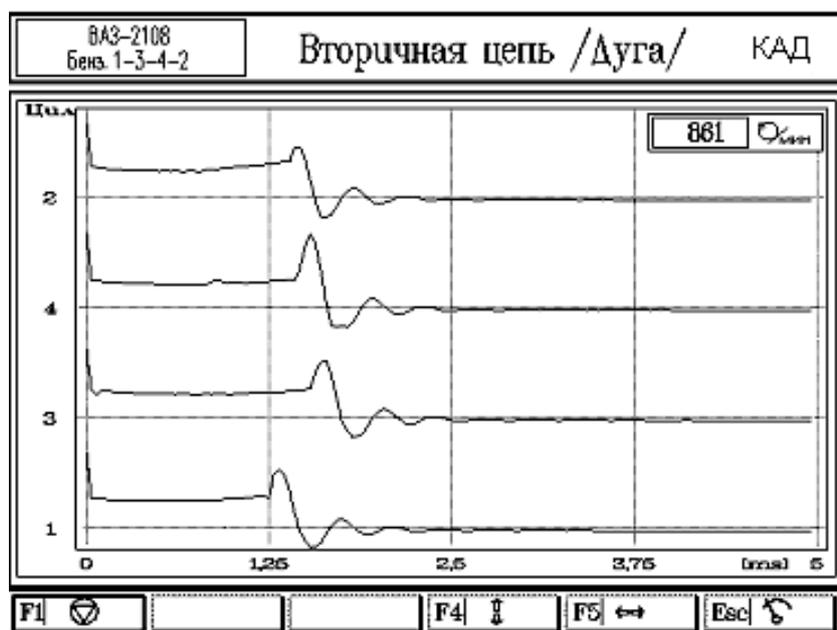


Рисунок 4.57 - Осциллограммы напряжения дуги бесконтактной системы зажигания с датчиком Холла

### 6.9 Проверка вторичного напряжения, развиваемого катушкой зажигания для контактных систем зажигания

Для проверки напряжения, развиваемого катушкой зажигания (только для классических систем зажигания), отсоединить поочередно свечные провода при помощи захвата Э205.07.00.010 и держать их в отдалении от корпуса двигателя. При этом напряжения на каждом

выходе распределителя должны быть равны между собой и их величина должна быть не менее 18 кВ.

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

Если напряжение ниже нормы, то возможны следующие неисправности:

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

Для дальнейшей проверки следует резко нажать педаль привода дроссельной заслонки и отпустить. Пробивное напряжение на свечах зажигания должно возрасти, но не выше 16 кВ. Если напряжение не возрастает, это свидетельствует о недостаточной компрессии в цилиндрах.

Закоротить на корпус поочередно все свечи. Пробивное напряжение на закороченной свече менее 5 кВ свидетельствует о допустимом зазоре между ротором и крышкой распределителя и удовлетворительном состоянии высоковольтных проводов. Если пробивное напряжение больше 5 кВ, то возможны следующие неисправности:

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

## **6.10 Составление отчета**

В отчете необходимо отразить основные принципы и схемы проверки систем зажигания по вторичным цепям комплексом КАД400.

Данные испытаний занести в табл. 4.9.

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками приборов систем зажигания, приведенными в Приложении Г.

Таблица 4.9 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Среднее значение пробивного напряжения по цилиндрам, кВ		
Среднее значение длительности горения дуги, мс		
Среднее значение напряжения горения дуги, кВ		
Вторичное напряжение, развиваемое катушкой зажигания, кВ		

По результатам испытаний на основании табл. 4.9 сделать заключение о состоянии системы зажигания проверяемого автомобиля.

## **Лабораторная работа 7 – Диагностирование коммутационных реле и реле-прерывателей**

### **7.1 Цель работы:**

– приобретение практических навыков проверки и регулировки коммутационных реле и реле-прерывателей.

### **7.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- проверка и регулировка реле-прерывателей;
- проверка коммутационных реле.

### **7.3 Оборудование:**

- коммутационные реле, реле-прерыватели поворотов;
- контрольно-испытательный стенд Э242;
- контрольные лампы напряжением 220 и 12 В;
- цифровой мультиметр M890G.

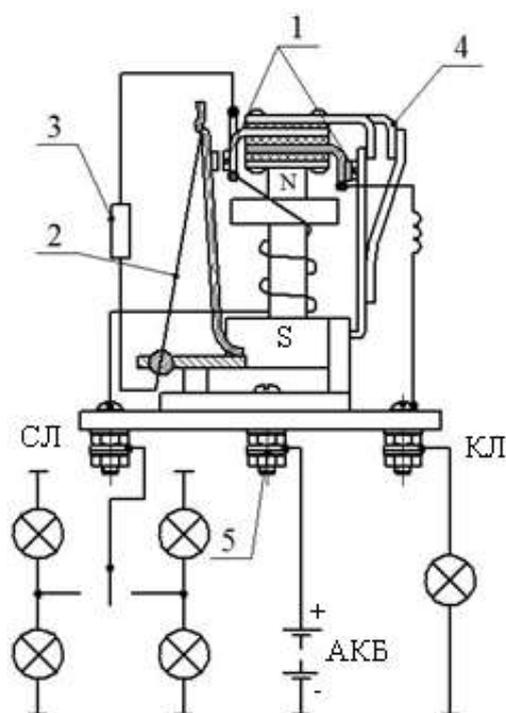
## 7.4 Проверка реле-прерывателя РС57 на стенде Э242

Нарушение регулировки прерывателя тока происходит вследствие изменения натяжения струны 2 (рис. 4.58), что приводит к изменению частоты «миганий» ламп. Если струна очень сильно натянута, лампы не будут гореть, и наоборот, если натяжение струны ослаблено, то лампы будут гореть с постоянным накалом.

Перегорание струны 2 или резистора 3 обычно происходит при сильном натяжении струны, завышенном напряжении генератора и длительной работе прерывателя. Эти неисправности приводят к прекращению прерывания тока.

В случае обрыва струны 2 контакты прерывателя остаются в замкнутом состоянии, а поэтому при его включении лампа указателя поворота горит с постоянным накалом. Нарушение регулировки момента замыкания контактов в реле РС57 приводит к несогласованной работе сигнальных и контрольных ламп.

Порядок проверки реле-прерывателя РС57 на стенде Э242 следующий.



1 – контакты; 2 – струна; 3 – резистор; 4 – планка

Рисунок 4.58 – Схема реле-прерывателя РС57  
Подключить реле, как показано на рис. 4.59.

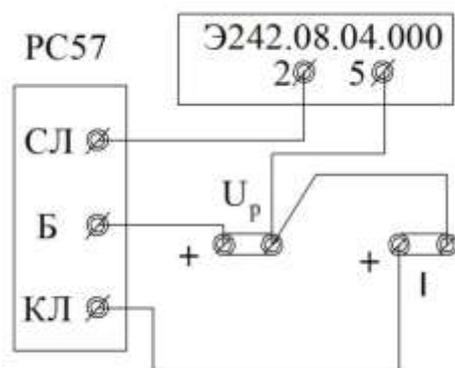


Рисунок 4.59 – Схема подключения реле-прерывателя указателя поворотов на стенде Э242

Установить переключатели стенда в следующие положения: S2 – 1; S4 – 2; S5 – 2; S6 – 1.

Включить стенд. Плавно увеличивая напряжение регулятором источника регулируемого напряжения, следить по амперметру за током, при котором срабатывает реле. Частоту срабатывания реле можно определить по колебанию стрелки амперметра при паспортной величине тока, указанной в Приложении Д. Частота срабатывания должна быть в пределах  $90 \pm 30$  колебаний в минуту.

Для увеличения частоты колебаний винт 1 (рис. 4.58) нужно ввертывать, а для уменьшения – вывертывать.

Установить переключатель стенда S4 в положение 1 и проверить исправность цепи контрольной лампы. Стрелка вольтметра должна колебаться в такт с колебаниями стрелки амперметра.

### 7.5 Проверка реле-прерывателей РС951 (РС950) на стенде Э242

Подключить реле-прерыватель сигналов РС951 (24 В), как показано на рис. 4.60, а.

Установить переключатели стенда Э242 в следующие положения: S2 – 2; S4 – 2; S5 – 3; S6 – I.

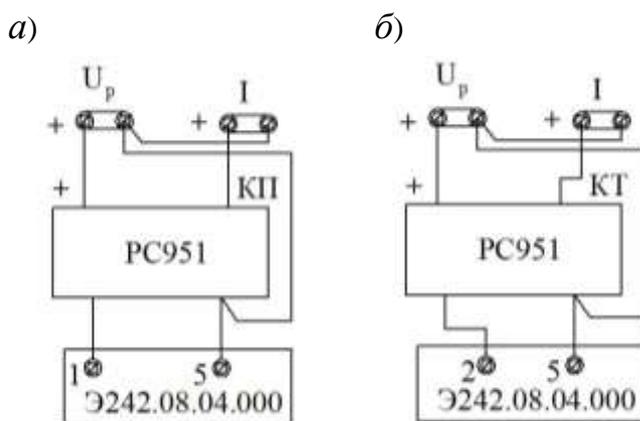
Включить стенд. Плавно увеличивая напряжение регулятором источника регулируемого напряжения, следить по амперметру за током, при котором срабатывает реле. Частоту срабатывания реле опре-

делить по колебанию стрелки амперметра. Частота должна быть в пределах  $90 \pm 30$  колебаний в минуту.

Установить переключатель  $S4$  в положение 1 и проверить исправность цепи контрольной лампы.

Повторить измерения по схеме подключения рис. 4.60, б).

Проверка левого борта (подключаются соответственно клеммы ЛП и ЛТ вместо указанных на рис. 4.60) производится аналогично вышеуказанной.



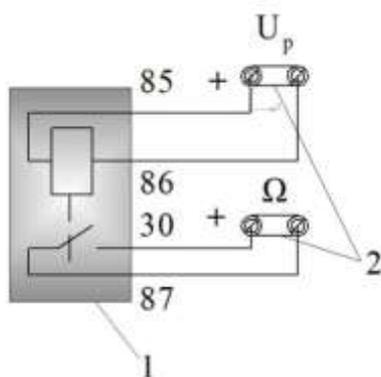
КП – вывод контрольной лампы прицепа; КТ – вывод контрольной лампы тягача; ПП – вывод правых указателей поворота прицепа; ПТ – вывод правых указателей поворота тягача

Рисунок 4.60 – Схемы подключения реле прерывателей сигналов на стенде Э242

Реле PC950 (12В) проверяется так же, как и PC951, при установке переключателя  $S2$  в положение 1, а нагрузка, имитирующая сигнальные лампы, соответственно изменяется. Резистор Э242.08.04.000 подключается по схеме рис. 4.60, а на клеммы 3 и 5, по схеме рис. 4.60, б – на клеммы 4 и 5.

## 7.6 Проверка коммутационных реле на стенде Э242

Подключить проверяемое реле, как показано на рис. 4.61.



1 – реле коммутационное; 2 – розетки стенда Э242;  
30, 85, 86, 87 – наименование контактов реле

Рисунок 4.61 – Схема подключения коммутационных реле при проверке на работоспособность

Переключатели стенда установить в следующие положения: S1 – на один из пределов измерения омметра; S2 и S5 – в зависимости от номинального напряжения катушки проверяемого реле; S4 – 2; S6 – 5А.

Включить стенд. Плавно увеличивая напряжение ручкой регулятора источника регулируемого напряжения, следить за показаниями амперметра и вольтметра.

Определить напряжение и ток срабатывания реле в момент замыкания (размыкания) контактов. Момент замыкания (размыкания) контактов определяется по омметру или визуально для открытых реле. Реле должны срабатывать при напряжении 5...8 В для системы электрооборудования на 12 В и при 10...16 В для системы электрооборудования на 24 В.

## 7.7 Составление отчета

Указать типы прерывателей тока указателя поворотов и мощность ламп, с которыми они работают. Привести схемы подключения прерывателей при проверке.

Данные испытаний занести в табл. 4.10.

Сравнить результаты измерений с техническими характеристиками, приведенными в Приложении Д.

Таблица 4.10 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
Ток срабатывания реле-прерывателя, А:		
PC57		
PC951		
PC952		
Частота срабатывания реле, колебаний в мин:		
PC57		
PC951		
PC952		

По результатам испытаний на основании табл. 4.10 сделать заключение о состоянии реле-прерывателей.

### ***Лабораторная работа 8 – Диагностирование приборов освещения и световой сигнализации прибором ОПК***

#### **8.1 Цель работы:**

– приобретение практических навыков проверки и регулировки световых приборов на автомобиле.

#### **8.2 Содержание работы:**

- ознакомление с оборудованием и приборами;
- внешний осмотр;
- проверка фар головного света;
- проверка противотуманных фар;
- проверка указателей поворотов;
- проверка светосигнальных фонарей.

#### **8.3 Оборудование:**

- прибор для проверки фар ОПК;
- набор отверток.

#### **8.4 Установка автомобиля**

Автомобиль установить на рабочей площадке в положение, соответствующее его прямолинейному движению.

Очистить поверхность рассеивателей фар от загрязнений.

Довести давление в шинах передних и задних колес автомобиля до номинального.

Выбрать люфты подвески, для чего необходимо придать автомобилю несколько колебаний в вертикальном направлении и дождаться его неподвижного положения.

Обеспечить загрузку автомобиля категории М1 массой  $70 \pm 20$  кг (человек или груз) на сиденье водителя. Остальные АТС проверяются без загрузки.

Включить фары и переключением проверить исправность и правильность их работы.

#### **8.5 Подготовка прибора к работе**

Прибор ОПК установить на рабочей площадке перед автомобилем напротив проверяемой фары на расстоянии 500-600 мм (рекомендуется 550 мм) между линзой камеры и рассеивателем фары таким образом, чтобы передвижение прибора от одной фары к другой могло производиться перпендикулярно продольной оси автомобиля.

Установить камеру прибора по высоте так, чтобы центр линзы прибора совпадал с центром фары. Положение центра линзы соответствует положению просечек на боковых стенках камеры.

Отрегулировать при необходимости по пузырьковому уровню положение оптической оси камеры. Допускается непараллельность относительно рабочей площадки не более  $\pm 2'$ . Цена деления шкалы уровня  $4'$ .

Установить прибор так, чтобы наблюдаемая в ориентирующее устройство горизонтальная линия проходила через две любые наиболее характерные симметричные точки передней части автомобиля (верхние участки ободков фар, подфарники и т. д.).

При необходимости можно включить подсветку индикатора прибора одновременным нажатием клавиш «Предыдущий» и «Следующий». Повторное нажатие выключает подсветку.

### **8.6 Проверка состояния ламп, фонарей и оптических элементов фар**

Состояние элементов системы освещения проверяется визуально. Особое внимание обращают на состояние спиралей ламп и их колб, окисление контактов в патронах, состояние рассеивателей. Частое перегорание нитей накаливания ламп фар и фонарей может быть следствием повышения напряжения генераторной установки или сильной вибрации спирали ламп при слабом креплении лампы в патроне, слабом креплении оптического элемента или фары и фонаря в целом.

Уменьшение накала спиралей ламп происходит, как правило, в результате плохого контакта в пружинящих пластинах патрона, окисления и загрязнения контактов патрона и лампы, нарушения контакта лампы с корпусом автомобиля. Темный налет на внутренней поверхности колбы лампы образуется при испарении нити накаливания, что ухудшает светоотдачу. Такие лампы следует заменять, не дожидаясь перегорания спиралей.

Загрязнение отражателя оптического элемента фары в результате нарушения его герметичности приводит к недостаточной освещенности дорожного полотна. Загрязненный отражатель промывают теплой водой без разборки элемента. Во избежание появления на отражателе даже небольших царапин протирать его после сушки не рекомендуется.

Трещина в рассеивателе приводит к попаданию в оптический элемент пыли и влаги и повреждению отражателя, поэтому поврежденный рассеиватель необходимо своевременно заменять. При замене рассеивателя нужно следить, чтобы поперечные линии рисунка располагались строго горизонтально, а надпись «Верх» находилась вверху фары.

## 8.7 Проверка фар типов С (НС) и CR(НСR)

Разметка шкалы лимба соответствует величине снижения левой части светотеневой границы (в дальнейшем СТГ) светового пучка в миллиметрах с расстояния 10 м. Высота установки фары над уровнем пола считывается по рискам, нанесенным на стойке прибора (по верхней кромке кронштейна фиксатора).

Установить отсчетным лимбом требуемую величину СТГ светового пучка ближнего света фары в зависимости от высоты ее установки в соответствии с табл. 4.11. Для удобства работы аналогичная таблица приведена на лицевой панели прибора.

Таблица 4.11 – Снижение левой части СТГ для фар типов С и CR

Высота установки фары для ближнего света, мм	Снижение левой части СТГ на расстоянии 10 м по отметкам на лимбе, мм (%)
До 600	100 ( 1 )
Свыше 600 до 700	130 (1,3 )
Свыше 700 до 800	150 ( 1,5 )
Свыше 800 до 900	176 ( 1,76 )
Свыше 900 до 1000	200 ( 2 )
Свыше 1000 до 1200	220 ( 2,2 )
Свыше 1200 до 1600	290 ( 2,9 )

Если в инструкции по эксплуатации на АТС приведена величина снижения с расстояния, отличного от 10 м, то на отсчетном лимбе устанавливают значение снижения  $H$  в миллиметрах, определяемое по формуле:

$$H = 10 \times h / R, \quad (4.6)$$

где  $h$  – снижение для данной марки автомобиля на расстоянии  $R$ , мм;  
 $R$  – расстояние проверки, м.

Если в инструкции по эксплуатации на АТС приведена величина снижения в процентах, то на отсчетном лимбе устанавливают в сто раз большее значение.

Включить ближний свет. Фара считается правильно установленной, если СТГ находится на горизонтальной и наклонной линиях экрана.

При неправильной установке необходимо произвести регулировку фары.

Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать режим проверки фары ближнего света. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Ближний свет» и должен гореть светодиод под символом «». Индикатор отображает слева внизу силу ближнего света в области 34' вверх от СТГ, справа внизу силу света в области 52' вниз от СТГ.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света каждой из фар типов С, НС, СR и НСR в режиме «ближний свет», измеренная в вертикальной плоскости, проходящей через ось отсчета, должна быть не более 750 кд в направлении 34' вверх от положения левой части СТГ и не менее 1600 кд в направлении 52' вниз от положения левой части СТГ.

Не изменяя установки фары и положения экрана (для фар типа СR, НСR), произведенных при измерении силы ближнего света, переключить фару на дальний свет. Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать режим проверки фары дальнего света. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Дальний свет» и должен гореть светодиод под символом «». Индикатор отображает внизу силу света.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света всех фар типов СR и НСR, расположенных на одной стороне АТС, в режиме «дальний свет» должна быть не менее 10000 кд, а суммарная сила света всех головных фар указанных типов не должна быть более 225000 кд.

## **8.8 Проверка фар типа R (HR)**

Установить отсчетный лимб на отметку «0».

Включить дальний свет. Фара считается правильно установленной тогда, когда центр светового пятна находится в точке пересечения горизонтальной и вертикальной линий экрана.

При неправильной установке необходимо произвести регулировку фары.

Установить при помощи отсчетного лимба фотоэлемент для измерения силы дальнего света в наиболее яркую точку светового пятна на экране прибора.

Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать режим проверки фары дальнего света. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Дальний свет» и должен гореть светодиод под символом « $\square$ ». Индикатор отображает внизу силу света.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света всех фар типов R и HR, расположенных на одной стороне АТС, в режиме «дальний свет» должна быть не менее 10000 кд, а суммарная сила света всех головных фар указанных типов не должна быть более 225000 кд.

При проверке фар с ксеноновым источником света в режиме «дальний свет» следует выбрать режим «Дальний свет Хе».

## **8.9 Проверка противотуманных фар (типа В)**

Установить отсчетным лимбом требуемую величину снижения верхней СТГ пучка света фары в соответствии с табл. 4.12. Для удобства работы аналогичная таблица приведена на лицевой панели прибора.

Таблица 4.12 – Снижение левой части СТГ для противотуманных фар

Высота установки противотуманной фары, мм	Снижение левой части СТГ на расстоянии 10 м по отметкам на лимбе, мм ( % )
От 250 до 500	100 ( 1 )
От 500 до 750	200 ( 2 )
От 750 до 1000	400 ( 4 )

Включить фару. Фара считается правильно установленной тогда, когда верхняя СТГ светового пучка находится на горизонтальной линии экрана прибора.

При неправильной установке необходимо произвести регулировку фары.

Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать режим проверки противотуманной фары. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Противотуманная» и должен гореть светодиод под символом «». Индикатор отображает слева внизу силу света в области 3° вверх от СТГ, справа внизу силу света в области 3° вниз от СТГ.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света противотуманных фар, измеренная в вертикальной плоскости, проходящей через ось отсчета, должна быть не более 625 кд в направлении 3° вверх от положения верхней СТГ и не менее 1000 кд в направлении 3° вниз от положения СТГ.

### **8.10 Порядок проверки указателей поворотов и повторителей**

Установить отсчетный лимб на отметку «0».

Установить прибор так, чтобы центр линзы прибора совпадал ориентировочно с центром указателя поворотов.

Установить при помощи отсчетного лимба фотоэлемент для измерения силы света прочих световых приборов в наиболее яркую точку светового пятна на экране прибора.

Включить указатель поворотов.

Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать режим проверки указателей поворотов. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Указат. поворота» и должен гореть светодиод под символом « $\text{D}\equiv$ ». Индикатор отображает слева внизу частоту следования проблесков в герцах, справа внизу – силу света.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света указателей поворотов в направлении оси отсчета должна быть в пределах, указанных в табл. 4.13.

Таблица 4.13 – Сила света указателей поворотов в направлении оси отсчета

Наименование фонаря			Сила света, кд	
			не менее	не более
передний			80	700
задний	с одним уровнем		40	200
	с двумя уровнями	днем	40	400
		ночью	10	100

Частота следования проблесков указателей поворотов и боковых повторителей указателей должна находиться в пределах  $(1,5 \pm 0,5)$  Гц или  $(90 \pm 30)$  проблесков в минуту.

Для корректной работы прибора следует исключить воздействие на фотоэлемент пульсирующих источников света.

### 8.11 Проверка силы света светосигнальных фонарей

Установить отсчетный лимб на отметку «0».

Установить прибор так, чтобы центр линзы прибора совпадал ориентировочно с центром фонаря.

Включить фонарь.

Установить при помощи отсчетного лимба фотоэлемент для измерения силы света прочих световых приборов в наиболее яркую точку светового пятна на экране прибора.

Используя клавиши «Предыдущий» и «Следующий», выбрать соответствующий режим проверки. При этом на индикаторе прибора должно быть написано «Прочие фонари» и должен гореть светодиод под символом «☞». Индикатор отображает внизу силу света.

При нажатии клавиши «Запись» прибор зафиксирует выводимые на индикатор результаты и прекратит измерение. Для продолжения работы в данном режиме повторно нажать клавишу «Запись» либо выбрать другой режим проверки.

Сила света светосигнальных огней (фонарей) в направлении оси отсчета должна быть в пределах, указанных в табл. 4.14.

Таблица 4.14 – Сила света светосигнальных фонарей в направлении оси отсчета

Наименование огня		Сила света, кд	
		не менее	не более
габаритный огонь	передний	2	60
	задний	1	12
сигнал торможения (в том числе дополнительный)	с одним уровнем	20	100
	с двумя уровнями	днем	20
		ночью	5
противотуманный фонарь	задний	45	300

## 8.12 Составление отчета

В отчете необходимо отразить основные принципы проверки световых приборов.

Данные испытаний занести в табл. 4.15.

Таблица 4.15 – Результаты выполнения лабораторной работы

Наименование показателей	Значения показателей	
	по техническим характеристикам	по результатам испытаний
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Модель автомобиля		
Сила света фар головного света типов C, HC, CR и HCR, кд	левая	от 10000 до 225000
	правая	
Сила света фар типов R и HR, кд	левая	от 10000 до 225000
	правая	

1		2	3
Сила света противотуманных фар типа В, кд	левая	от 625 до 1000	
	правая		
Сила света указателей поворотов в направлении оси отсчета, кд	левый передний	от 80 до 700	
	правый передний		
	левый задний	от 40 до 400	
	правый задний		
Частота следования проблесков указателей поворотов и боковых повторителей указателей, мин <sup>-1</sup>		90 ± 30	

По результатам испытаний световых приборов сделать заключение об их состоянии.

## **Лабораторная работа 9 – Проверка контрольно-измерительных приборов**

### **9.1 Цель работы:**

– приобретение практических навыков проверки и регулировки контрольно-измерительных приборов.

### **9.2 Содержание работы:**

– ознакомление с оборудованием и приборами;  
 – проверка датчиков и указателей манометров, термометров, аварийных сигнализаторов, измерителей уровня топлива;  
 – проверка вольтметров и амперметров.

### **9.3 Оборудование:**

– контрольно-измерительные приборы: магнитоэлектрические указатели, датчики, вольтметры и амперметры;  
 – стенд Э242;  
 – прибор для проверки манометров;  
 – прибор для проверки указателей температуры;  
 – прибор для проверки указателей уровня топлива;

- реостат;
- мультиметр М890G.

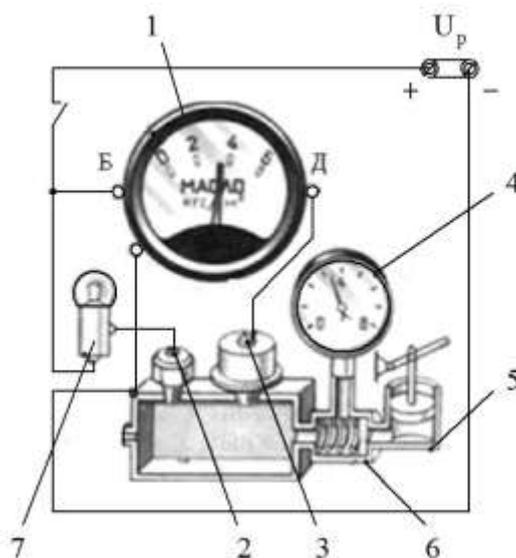
#### 9.4 Проверка датчика и указателя магнитоэлектрического манометра

Во всех схемах проверки контрольно-измерительных приборов в качестве источника постоянного напряжения 12 В используется розетка  $U_p$  стенда Э242.

При проверке датчика манометра омметром измеряют сопротивление его реостата в нерабочем состоянии датчика, когда под диафрагмой будет атмосферное давление. Затем сопоставляют замеренную величину сопротивления с величиной сопротивления, приведенной в технической характеристике этого датчика. В случае необходимости для изменения сопротивления снимают крышку датчика и винтом рычажка изменяют положение ползунков реостата.

Проверку датчиков и указателей давления проверяют на специальном приборе (рис. 4.62).

Для проверки датчика 3 его следует соединить с заведомо исправным указателем и подключить по схеме на рис. 4.62.



1 – указатель; 2 – датчик сигнальной лампы; 3 – датчик давления; 4 – манометр механический; 5 – насос; 6 – пневмокамера; 7 – лампа контрольная; Б, Д – клеммы указателя давления

Рисунок 4.62 – Проверка указателей электрических манометров, датчиков сигнализаторов давления масла

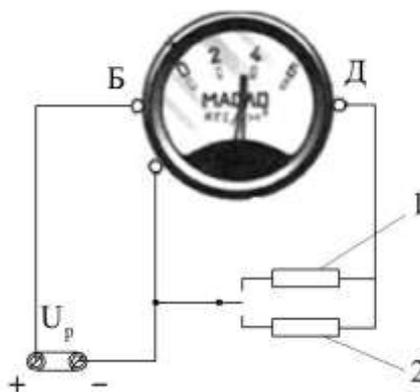
Насосом 5 нагнетать воздух в камеру 6. Наблюдать за показаниями стрелок исправного указателя и контрольного манометра 4.

Если стрелка указателя будет устанавливаться на максимальном делении шкалы с погрешностью не более  $\pm 5\%$  шкалы, то датчик считается исправным.

Для проверки указателя его следует соединить с исправным датчиком по той же схеме, что и при проверке датчика. Нагнетать воздух в камеру и наблюдать за показаниями контрольного манометра и указателя. Допускается погрешность показаний указателя не более 5%.

Правильность показаний указателя магнитоэлектрического манометра можно проверить контрольным манометром.

Проверку точности показаний магнитоэлектрических указателей давления масла и воздуха можно производить подключением в цепь проверяемого указателя резисторов 1 или 2 (рис. 4.63).



1, 2 – резисторы; Б, Д – клеммы указателя давления

Рисунок 4.63 – Проверка указателя давления масла контрольными резисторами

При включении в цепь резистора 1 сопротивлением 153...167 Ом стрелка указателя должна устанавливаться на нулевое деление шкалы, а резистора 2 сопротивлением 108...114 Ом – на деление 2 кгс/см<sup>2</sup>. Допускается отклонение стрелки указателя не более чем на 0,4 кгс/см<sup>2</sup>. Если показания прибора будут заниженными или завышенными, можно переставить стрелку на оси.

## 9.5 Проверка датчиков сигнализаторов давления масла и воздуха

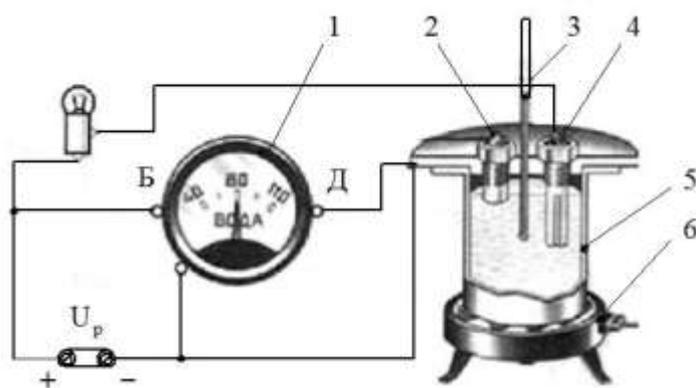
Ввернуть проверяемый датчик 2 в камеру б (рис. 4.62) и соединить его клемму через контрольную лампу с выключателем. Лампа должна гореть. Нагнетать воздух в камеру и по показанию контрольного манометра замерить давление, соответствующее моменту выключения лампы.

Датчик выбраковывают в случае отклонения давления более 7% от величины, приведенной в технической характеристике. Лампа должна выключаться при давлении выше  $0,8 \text{ кгс/см}^2$  для датчиков ММ111. В датчике ММ124-Б сигнализатора давления воздуха в тормозной системе автомобиля КамАЗ выключение лампы должно происходить при давлении воздуха выше  $4,5 \dots 5,0 \text{ кгс/см}^2$ .

## 9.6 Проверка датчика и указателя магнитоэлектрического термометра

При проверке датчика с полупроводниковым терморезистором (ТМ100) производят измерение сопротивления терморезистора при  $+100^\circ\text{C}$  и  $+40^\circ\text{C}$ . Величина сопротивления при  $+40^\circ\text{C}$  должна быть  $320 \dots 440 \text{ Ом}$  и при  $+100^\circ\text{C}$  –  $82 \dots 91 \text{ Ом}$ .

Проверку датчиков и указателей температуры проверяют на специальном приборе (рис. 4.64).



1 – указатель; 2 – датчик температуры; 3 – термометр; 4 – датчик сигнальной лампы; 5 – стакан; 6 – нагреватель; Б, Д – клеммы указателя давления

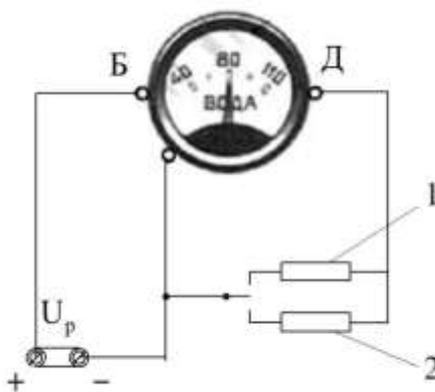
Рисунок 4.64 – Проверка указателей и датчиков электрического термометра и датчиков сигнализаторов аварийной температуры охлаждающей жидкости

Проверяемый датчик установить в крышку прибора. Воду нагреть до необходимой температуры. Температуру воды измерить контрольным термометром. Проводники от омметра должны быть подключены к выводу и корпусу датчика.

Проверку датчика 2 производят по показаниям заведомо исправного (эталонного) указателя 1 по схеме на рис. 4.64. Корпусы указателя и датчика соединить проводниками с минусовым выводом источника напряжения. Датчик установить в крышку прибора. При температуре воды  $100^{\circ}\text{C}$  погрешность по показаниям указателя 1 должна быть не более  $\pm 5\%$ .

При проверке указателя его необходимо соединить с заведомо исправным (эталонным) датчиком по той же схеме, что и при проверке датчика. Указатель выбраковывают, если стрелка его не устанавливается на деление  $100^{\circ}\text{C}$  при кипении воды в сосуде, в котором расположен датчик.

Проверку точности показаний магнитоэлектрических указателей температуры можно производить подключением проверяемого указателя к источнику напряжения через резисторы 1 или 2 (рис. 4.65).



1, 2 – резисторы; Б, Д – клеммы указателя температуры

Рисунок 4.65 – Проверка указателя температуры охлаждающей жидкости

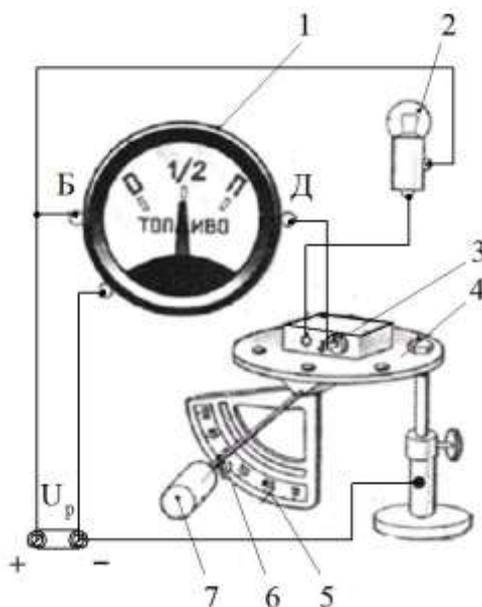
При включении в цепь резистора 1 сопротивлением  $320\text{...}440\ \Omega$  стрелка указателя должна устанавливаться на делении  $40^{\circ}\text{C}$  шкалы, а резистора 2 сопротивлением  $82\text{...}91\ \Omega$  – на делении  $100^{\circ}\text{C}$  шкалы. Допускаемая погрешность не должна превышать  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . При завышенных или заниженных показаниях можно переставить стрелку на оси.

## 9.7 Проверка датчиков сигнализаторов температуры охлаждающей жидкости

Проверяемый датчик 4 установить в крышку (рис. 4.64) прибора и загерметизировать ее. Соединить проводами от контрольной лампы клемму проверяемого датчика с выключателем. Лампа гореть не должна. Включить нагревательный элемент и наблюдать за показаниями термометра 3 и свечением лампы. Замерить температуру в момент включения лампы и сверить ее с технической характеристикой датчика. В случае необходимости момент замыкания контактов регулировать винтом. Лампа должна включаться при температуре 92...98°C для датчиков ТМ104, при 104...107°C для датчика ТМ104-Т и при 112...118°C для датчика ТМ102.

## 9.8 Проверка датчика и указателя магнитоэлектрического измерителя уровня топлива

Для проверки датчика установить его на площадку прибора для проверки указателей уровня топлива и соединить с исправным (эталонным) указателем 1 по схеме на рис. 4.66.



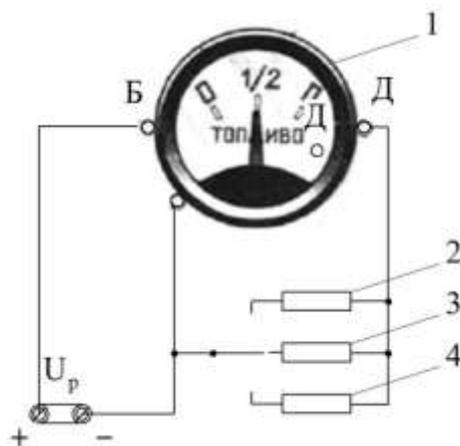
1 – указатель уровня топлива; 2 – лампа контрольная; 3 – датчик указателя уровня топлива; 4 – прибора для проверки датчиков уровня топлива; 5 – угломер; 6 – движок угломера; 7 – поплавок; Б, Д – клеммы указателя давления

Рисунок 4.66 – Проверка датчика магнитоэлектрического указателя уровня топлива

Движком угломера *б* установить рычаг поплавка *7* поочередно в положения, соответствующие нулевому и полному наполнению бака. Для каждого типа датчика углы наклона рычага поплавка при отсутствии топлива в баке и при полном уровне топлива разные. Например, для датчика БМ120А угол наклона рычага поплавка нужно устанавливать на  $23^\circ$ , что соответствует установке стрелки указателя на деление «0», и на  $70^\circ$ , что соответствует установке стрелки на деление «П».

При проверке указателя его следует соединить с заведомо исправным датчиком по той же схеме, что и при проверке датчика. Указатель выбраковывают, если стрелка его не устанавливается на делениях «0» и «П» при нужном положении рычага поплавка.

Проверку точности показаний указателя магнитоэлектрического измерителя уровня топлива можно производить подключением проверяемого указателя к источнику питания 12 В (розетка  $U_p$  стенда Э242) с последовательным включением в цепь резисторов определенных значений (рис. 4.67).



1 – указатель; 2 – резистор 8 Ом; 3 – резистор 37...44 Ом;  
4 – резистор 78...95 Ом; Б, Д – клеммы указателя давления

Рисунок 4.67 – Проверка указателя уровня топлива

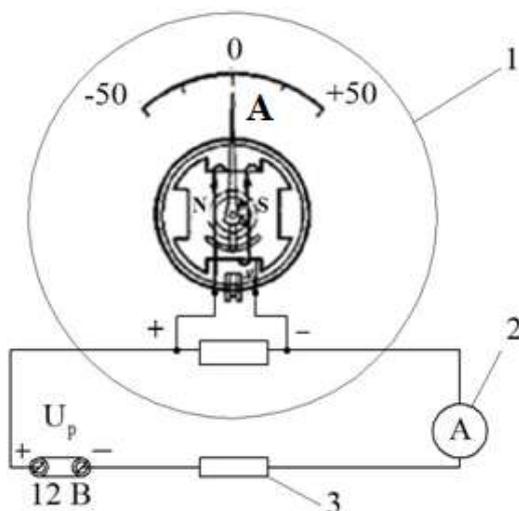
При включении в цепь резистора *1* сопротивлением 1...8 Ом стрелка указателя должна устанавливаться на нулевое деление шкалы, резистора 2 сопротивлением 37...44 Ом – на деление «1/2», рези-

стора 3 сопротивлением 78...95 Ом – на деление «П». При завышенных или заниженных показателях можно переставить стрелку на оси.

### 9.9 Проверка амперметра

Амперметры проверяются по схеме, приведенной на рис. 4.68. Для этого с помощью реостата 3 по контрольному амперметру (мультиметр) в цепи установить силу тока, равную верхнему пределу измерения проверяемого амперметра, и сравнить показания амперметров. Проверку следует производить при прохождении тока в обоих направлениях, для чего меняют полярность подключения источника напряжения.

Если погрешность показаний проверяемого амперметра превышает 7% от верхнего предела измерений, в амперметрах с подвижным магнитом производят регулировку подвертыванием магнита, а с неподвижным – производят подмагничивание магнита, закрепленного в шине.

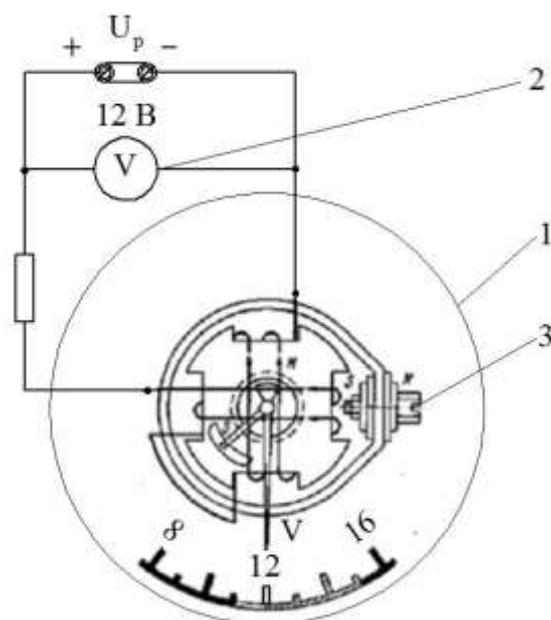


1 – амперметр; 2 – мультиметр; 3 – реостат

Рисунок 4.68 – Проверка амперметра

### 9.10 Проверка вольтметра

Показания проверяемого вольтметра сравнить с показаниями контрольного вольтметра (мультиметр) – они включены параллельно друг другу по схеме на рис. 4.69.



1 – проверяемый вольтметр; 2 – мультиметр; 3 – регулировочный винт

Рисунок 4.69 – Проверка амперметра

Показания приборов должны совпадать при изменении регулируемого напряжения  $U_p$ .

Регулировку проверяемого вольтметра производят вращением винта М постоянного магнита, встроенного в вольтметр.

### 9.11 Составление отчета

В отчете необходимо отразить:

- принципы проверки контрольно-измерительных приборов;
- схемы проверки приборов;
- технические характеристики проверяемых приборов;
- результаты проведенных проверок.

## Библиографический список

1. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов / С. В. Акимов, С. В. Чижков. – М. : За рулем, 2001. – 240 с.
2. Набоких, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов : учебник для студентов вузов / В. А. Набоких. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 240 с.
3. Справочник по диагностике неисправностей автомобилей / авт.-сост. В. В. Волгин. – М. : Атласы автомобилей, 2000. – 48 с.
4. Тимофеев, Ю. Л. Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей / Ю. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. – М. : Транспорт, 2000. – 301 с.
5. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов / В. Е. Ютт. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Горячая линия-Телеком, 2009. – 440 с.

## Приложения

### Приложение А

#### Параметры генераторов переменного тока

Тип генератора	Номинальное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Напряжение на обмотке возбуждения, В, не более, при приводе генератора от первой ступени выходного шкива		Расчетная частота вращения вала генератора, об/мин, при приводе от ступеней шкива		Сопротивление обмотки возбуждения, Ом	Усилие давления пружин щеток, Н	Минимальная высота щеток, мм
				без нагрузки	с нагрузкой	первая ступень	вторая ступень			
Г221-А	14	14	25	7,5	12	2200	4200	4,3	4,0÷4,4	5
Г222	14	13	25	7,5	11	2200	4200	3,7	4,0÷4,4	5
Г250-ВЗ	12	12,5	25	5,5	11	2100	3700	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-Д2	12	12,5	25	5,0	9,5	2400	4200	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-Е2	12	12,5	25	5,0	10,5	1900	2300	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-Н2	12	12,5	25	4,5	9	2500	4800	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-Г1	12	12,5	20	7,0	12	1700	3200	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-Ж1	12	12,5	25	6,0	10,5	2000	3800	3,7	1,8÷2,6	8
Г250-П2	14	12,5	25	5,0	11	2300	4400	3,7	1,8÷2,6	8
Г254-Б	14	14	25	6,0	11	2500	4100	3,7	1,8÷2,6	8
Г273	28	28	20	-	14	2100	3600	3,7	1,8÷2,6	8
Г273-А, -В	28	28	20	-	14	2100	4100	3,7	1,8÷2,6	8
Г287,-А	14	14	60	6,5	13	1900	3500	3,2	1,8÷2,6	8
Г290-Б	24	25	100	16,0	25	2200	3300	7,0	1,8÷2,6	8
16.3701	14	14	50	6,0	12	2500	4800	2,5	1,8÷2,6	8
161.3701	14	14	25	8,0	11	1900	3600	2,5	1,8÷2,6	8
162.3701	14	14	40	7,0	12	2200	4300	2,5	1,8÷2,6	8
17.3701	14	12,5	20	7,0	12	1800	3100	3,7	1,8÷2,6	8
37.3701	14	13	35	-	12	2100	4100	2,6	4,0÷4,4	5
381.3701	14	14	60	6,5	12	2100	4100	32	4,0÷4,4	5
382.3701	14	14	60	6,5	12	2000	3800	3,2	4,0÷4,4	5

Приложение Б  
 Параметры проверки регуляторов напряжения

Тип регулятора	Ток настройки регулятора, А	Напряжение, поддерживаемое регулятором, В
PP380	10	13,8...14,8
PP350	14	13,8...14,5
PP 362,-Б	15	13,2...14,9
Я112-А	–	14,1 ± 0,2
PP133	14	28,4 ± 0,8
Я120	–	27,5(Л), 29,5(З)
Я112Б	–	13,6 ± 0,2
PP363	60	26...28,5
PP132-А с Г250-Г2	14	13,6 ± 0,35
PP132-А с Г287	14	13,6 ± 0,35
111.3702	18	27,5(Л), 29(З)
PP-362-Б	10	13,6...14,2
121.3702	14	13,4...14,6
13.3702	20	13,4...14,7
17.3702	18	13,5...14,6
201.3702	14	13,7...14,6
22.3702	14	13,9...14,8
221,3702	14	13,2...14,2

Приложение В  
 Параметры автомобильных стартеров

Тип стартера	Модуль шестерни привода	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Холостой ход		Режим торможения	
				Потребляемый ток, А	Частота вращения, об/мин, не менее	Тормозной момент, Н·м	Потребляемый ток, А, не более
Ст362-А	2,5	12	0,67	65	5000	6,5	285
Ст365-А	2,5	12	0,63	45	5000	6,5	280
Ст366-Б, -В	2,5	12	0,61	65	5000	7,5	300
СТ368	2,5	12	0,87	70	5000	7,5	290
26.3708	2,11	12	1,13	70	5000	10,5	370
СТ4-А1	2,5	12	0,59	55	4000	7,5	250
СТ221	2,11	12	1,3	35	5000	13	440
29.3708	2,11	12	1,3	75	5000	13	440
35.3708	2,11	12	1,3	75	5000	13,5	450
42.3708	2,5	12	1,65	75	5000	17	500
421.3708	2,5	12	1,65	75	5000	17	500
СТ2-А	3,0	12	1,8	80	3400	17	500
СТ130-А3	3,0	12	1,8	90	3400	25	560
35.3708	2,11	12	1,3	75	5000	13,5	450
СТ230-А1, -Б1, -Б3	2,5	12	1,5	80	4000	19,5	460
СТ230-И-К1	3,0	12	1,6	85	4000	19,5	460
СТ230-Д	2,5	12	1,6	75	4000	19,5	460
СТ230-Е-Л	2,5	12	1,32	75	4000	19,5	460
СТ222-А	3,0	12	2,2	120	5000	22	540
24.3708 241.3708 242.3708	3,0	12	4,0	150	5000	26	700
20.3708 201.3708 202.3708	3,0	24	5,9	120	5000	19	465
СТ142-Б	3,75	24	8,3	130	7000	30	515
25.3708	3,75	24	8,0	110	5000	72	840

Приложение Г  
 Параметры приборов и аппаратов систем зажигания

Распределители зажигания	40.3706, 0403706	30.3706, 030.3706	4651.3706 46.37706	P133	P351
Двигатель	BA3-2108, BA3-2109	BA3-2103	ЗиЛ-508.10	ЗМЗ-53, ЗМЗ-672	ЗиЛ-508.10
Зазор между контактами прерывателя, мм	–	0,4±0,05	0,35±0,05	0,35±0,05	
Угол замкнутого состояния контактов, град.	–	52...58	28...32	28...32	
Натяжение пружины прерывателя, Н	–	5...6	4...6,5	5...6	
Емкость конденсатора, мкФ	–	0,20...0,25	–	–	–
Регулировка опережения зажигания:		±10	±12	±10	±10
– октан-корректор, град.	0...11	0...16,5	0...19	0...15,5	0...12
– центробежный регулятор, град., – при частоте вращения об/мин	<u>500...2600</u>	<u>500...2600</u>	<u>500...1400</u>	<u>500...1500</u>	<u>500...1700</u>
Максимальная частота вращения валика прерывателя при бесперебойном искрообразовании, об/мин	–	3000	2000	1650	2000
Искровой зазор в разряднике, мм	10	7	10	10	10
Тип катушки зажигания	27.3705	Б117-01	Б114	Б114	Б118
Коэффициент трансформации катушки зажигания	82	78	227	227	227
Сопротивление дополнительного резистора при 20°С, Ом	–	–	1,0...1,1	1,0...1,1	1,0...1,1
Сопротивление первичной обмотки катушки зажигания, Ом	0,4..0,5	3,00...3,3	0,42	0,42	0,42
Сопротивление вторичной обмотки катушки зажигания, Ом	4,5...5,5	6,3...9,2	21,5...23	21,5...23	21,5...23
Напряжение на выводах катушки зажигания, В	3,4...7,5	не ниже 7,5			3,4...7,5
Падение напряжения на контактах распределителя, В	–	не выше 0,8...1,8			–

Приложение Д  
Ток срабатывания реле-прерывателей

Тип реле	Ток срабатывания, А
PC 401	1,7...1,8
PC 410	2,2...3,7
PC 410B	2,2...4,2
PC 419	4,0...4,1
PC 491	4,0
PC 55	3,2
PC 57	3,2
PC 57Б	4,2
PC57B	3,0
PC 401Б	2,0
PC 950	4,0
PC 951	2,0
PC-952	3,0

*Учебное издание*

**Виктор Андреевич Бондаренко,  
Юрий Викторович Перчаткин**

# **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Учебное пособие*

Ведущий редактор  
**Е. В. Кондаева**

Старший корректор  
**Е. А. Феонова**

Ведущий инженер  
**Г. А. Чумак**

Подписано в печать 21.12.2011 г.  
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 9,3.  
Тираж 300 экз. Заказ \_\_\_\_\_.

**Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»**

**462403, г. Орск Оренбургской обл., пр. Мира, 15 А**