Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
Дата подписания: 10.06.2024 12:22:47
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов»
для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2024

Содевжание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
ВВЕДЕНИЕ 4
Лабораторная работа № 1 4
Тема: «Изучение конструкции, диагностики, обслуживания и текущего ремонта аккумуляторных батарей» 5
Лабораторная работа №2
Тема: «Изучение конструкции и диагностических параметров генераторов и регуляторов напряжения» 16
Лабораторная работа №3 41
Тема: «Изучение конструкции и диагностических параметров стартеров» 41
Лабораторная работа №4. 56
Устройство, характеристики и оценка технического состояния искровых свечей зажигания.Контактная система зажигания 56
Лабораторная работа № 5. 82
Тема: «Транзисторные и микропроцессорная системы зажигания» 82
Лабораторная работа №6. 115
Тема:«Изучение и анализ компонентов электронного оборудования двигателей внутреннего сгорания» 115
Лабораторная работа № 7. 131
Тема: «Светотехническое и вспомогательное оборудование» 131
Лабораторная работа № 8. 164
Тема: «Информационно-диагностическая система». 164
Лабораторная работа № 9. 196
Тема: Электропривод вспомогательного и технологического оборудования. Схемы электрооборудования. Коммутационная и защитная аппаратура 196

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы по дисциплине "Электротехника и электрооборудование ТиТМО" предназначены для формирования у студентов направлений подготовки 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" общих знаний о принципах действия основных приборов и аппаратов современных систем управления двигателем базовых моделей легковых и грузовых автомобилей, а также основных технических характеристик систем и приборов электрооборудования световой и звуковой сигнализации, связанных с автоматизацией технологических процессов, электроснабжением и электрооборудованием соответствующих отраслей и предприятий и практической деятельностью бакалавра.

Лабораторная работа № 1

Тема: «Изучение конструкции, диагностики, обслуживания и текущего ремонта аккумуляторных батарей»

Цель - изучение конструкции, диагностики, обслуживания и текущего ремонта аккумуляторных батарей.

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

2. Теоретическая часть

Диагностические параметры, определяемые при проверке технического состояния аккумуляторной батареи приведены в таблице 2.1. Численные значения параметров даны для полностью заряженной батареи при эксплуатации автомобиля в умеренно-холодном климатическом районе, представительным пунктом которого является город Тюмень.

Таблица 2.1 - Диагностические параметры аккумуляторных батарей

Наименование параметра	Численное значение
Уровень электролита, мм	10…15
Плотность электролита (при 25°С), г/см3	1,28±0,01
ЭДС аккумулятора, В	2,1 (2,11…2,13)
ЭДС батареи, В	12,7 (12,66…12,78)
Напряжение аккумулятора под нагрузкой, В	не менее 1,7
Напряжение батареи под нагрузкой, В	не менее 8,9
Падение напряжения на мастике, крышках и стенках моноблока, В	0

Примечания: измерение ЭДС аккумуляторов делается для аккумуляторной батареи с внешними межэлементными соединениями.

Значения ЭДС, приведенные в скобках, используются при измерении цифровыммультиметром.

2.1.Проверка технического состояния аккумуляторных батарей

2.1.1. Внешний осмотр батареи

Визуально определяют состояние моноблока, крышек, заливочной мастики, выводов, межэлементных соединений, пробок. Обращают внимание на наличие электролита и состояние его поверхности.

Поверхность батареи должна быть чистой и не иметь следов электролита. Моноблок, крышки и мастика не должны иметь сквозных трещин, вздутостей и расслоений.

Выводы батареи не должны быть окислены. Покачиванием выводов определяют плотность их крепления в крышках.

Сварное соединение штырей баретки с межэлементным соединением должно обеспечивать надежный электрический контакт и прочность.

Отвертывают пробки и проверяют чистоту вентиляционных отверстий.

При вывернутых пробках, наблюдают за поверхностью электролита, обращая 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.

2.1.2. Измерение уровня электролита

Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой при вывернутых пробках. Для измерения трубка опускается в аккумулятор до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается. В вынутой трубке остается столбик электролита, указывающий его уровень.

По цвету электролита в измерительной трубке можно судить о его загрязненности. Бурый цвет электролита свидетельствует об осыпании активного вещества “плюсовых” электродов аккумулятора.

Уровень электролита должен быть на 10...15 мм выше предохранительного щитка или верхних кромок сепараторов, а при наличии индикатора, уровень электролита не должен быть выше нижнего края индикатора.

Если аккумуляторная батарея снабжена приспособлением для автоматической установки уровня электролита, то необходимость измерения уровня электролита отпадает, а батарея доливается до тех пор, пока вода не покажется в отверстии для пробки.

2.1.3. Измерение плотности электролита

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

Для измерения плотности электролита 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 денсиметра стенок пипетки, определяют плотность электролита.

Плотность электролита зависит от температуры электролита. С изменением температуры на один градус Цельсия плотность изменяется на 0,0007 г/см^3. Поэтому, если плотность измерялась при температуре, отличающейся от 25°С, то ее нужно привести к 25°С по следующей формуле:

$$p_{25} = p_H - 0.0007(25 - t_э) \quad (2.1)$$

гдеp_{25}– плотность электролита, приведенная к температуре 25°С, г/см^3;

p_H – плотность электролита при измерении, г/см^3;

$t_э$– температура электролита в аккумуляторе, °С.

Для определения величины температурной поправки необходимо измерить температуру электролита в аккумуляторе.

В зависимости от климатического района, в которой работает автомобиль, и от времени года плотность электролита аккумуляторной батареи должна соответствовать данным табл. 2.2. Допускаются отклонения от указанных значений на ±0,01 г/см^3.

Плотность электролита в аккумуляторах одной батареи не должна отличатся более чем на 0,01 г/см^3.

Чтобы не получилось ошибочных результатов, не рекомендуется измерять плотность электролита если:

- его уровень не соответствует норме;
- электролит слишком горячий или холодный. Оптимальная температура электролита при измерении плотности 15…25^{0}С;
- произведена доливка дистиллированной воды. Следует выждать, пока электролит перемешается; если батарея разряжена, то для этого может потребоваться даже несколько часов;
- произведено несколько включений стартера. Следует выждать, пока установится равномерная плотность электролита;
- электролит “кипит”. Следует переждать, пока пузырьки в электролите, набранном в пипетку денсиметра, поднимутся на поверхность.

Плотность электролита лучше измерять во время медленной зарядки аккумуляторной батареи или небольших (1…2 часа) перерывов в работе, так как при этом электролит хорошо перемешивается и плотность его становится одинаковой по всему объему.

Таблица 2.2 - Рекомендуемая плотность электролита для различных климатических районов, приведенная к 25°С, г/см^3 [7, с. 614]

Климатический район (среднемесячная температура воздуха в январе,°С), по ГОСТ 16350-80	Время года	Полностью заряженная батарея	Батарея разряжена	
			на 25 %	на 50 %
Очень холодный (от -50 до -30)	Зима	1,30	1,26	1,22
	Лето	1,26	1,22	1,18
Холодный (от -30 до -15)	Круглый год	1,28	1,24	1,20
Умеренный (от -15 до -8)	Круглый год	1,26	1,22	1,18
Теплый влажный (от 0 до +4)	Круглый год	1,23	1,19	1,15
Жаркий сухой (от -15 до +4)	Круглый год	1,23	1,19	1,15

2.1.4. Определение степени разряженности

На основании измеренной и приведенной к температуре 25°С плотности электролита ρ25 вычисляют степень разряженностиΔСр аккумуляторов по формуле

$$\Delta C_р = \frac{р_з - р_{25}}{р_з - р_р} \cdot 100\% \qquad (2.2)$$

где $р_з$ – плотность электролита полностью заряженного аккумулятора, г/см^3;

$р_р$ – плотность электролита полностью разряженного аккумулятора, г/см^3.

Разность между плотностью электролита полностью заряженного и полностью разряженного аккумулятора $р_з - р_р$ составляет 0,16 г/см^3 и не зависит от плотности электролита полностью заряженного аккумулятора.

Степень разряженности аккумуляторной батареи определяется по степени разряженности аккумулятора, имеющего самую низкую плотность электролита.

Батареи, разряженные более чем на 25% зимой и на 50% летом, допускаются к дальнейшей эксплуатации только после заряда.

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

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

2.1.5. Определение ЭДС аккумуляторов

ЭДС покоя Ео свинцового аккумулятора с достаточной для практики точностью определяют по формуле

$$E_0 = 0{,}84 + p_{25} \, . \qquad (2.3)$$

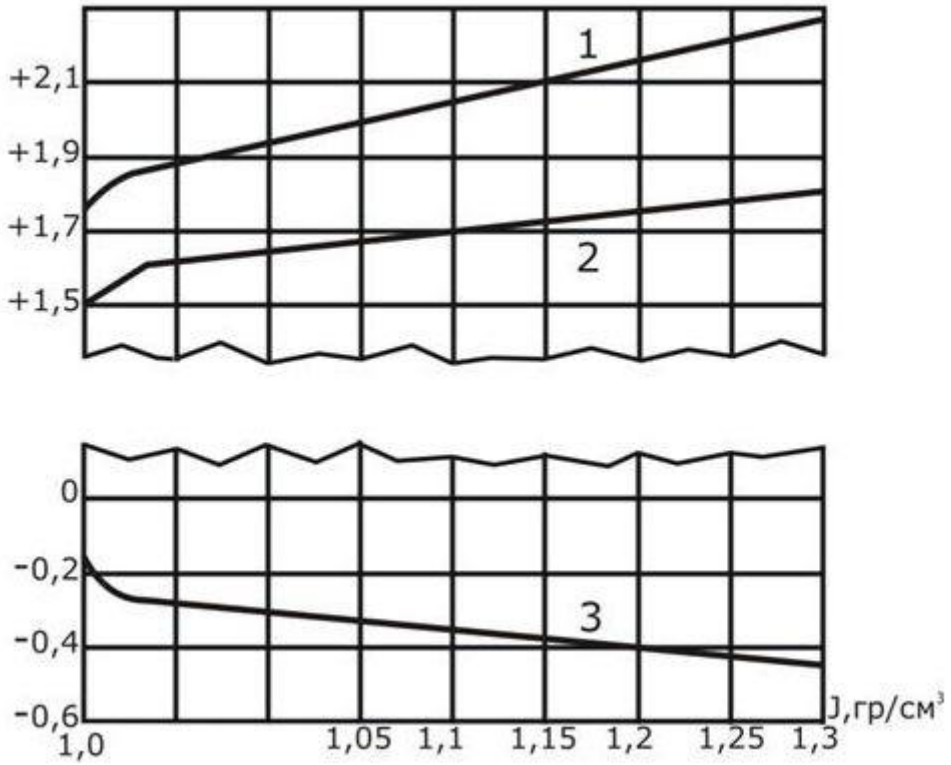


Рис.2.1. Изменение равновесной ЭДС и электродных потенциалов свинцового аккумулятора в зависимости от плотности электролита

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

При рабочих плотностях электролита 1,07-1,30 г/см^3 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. ЭДС аккумуляторной батареи увеличивается пропорционально числу последовательно включенных аккумуляторов m:

$$\mathrm{E}_{AB} = mE. \qquad (2.3.1)$$

Но величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки, так как

$$U_B = E_0 - I_B R_A \qquad (2.4)$$

где U_B – показания вольтметра;

I_B – сила тока потребляемая вольтметром;

R_A – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Так как величины I_B и R_A малы, то практически величина $I_B R_A$ близка к нулю и вольтметр показывает величину E_0, т.е. $U_B = E_0$. Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей батареи.

Если U_B равно E_0, то степень разряженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной.

Если U_B значительно меньше E_0 (U_B = 0,5…1,5 В), в аккумуляторе имеется частичное замыкание электродов. Если U_B больше E_0, в аккумуляторе сульфатированы электроды или отстоялся электролит.

Если U_B равно нулю, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для уточнения неисправности необходимо замерить общее напряжение неисправного и соседнего с ним аккумулятора. Если и в этом случае не будет показаний вольтметра, то в неисправном аккумуляторе имеется обрыв штыря баретки от мостика пластин или от межэлементного соединения. Если вольтметр покажет напряжение только одного соседнего аккумулятора, то в неисправном аккумуляторе имеется короткое замыкание.

У аккумуляторных батарей со скрытыми межэлементными соединениями замеряется ЭДС всей батареи, а ЭДС по плотности подсчитывается как сумма Ео всех аккумуляторов. Если при измерении напряжение батареи равно нулю, то в цепи одного или нескольких аккумуляторов имеется обрыв. Если при измерении напряжение батареи равно 10 В, то в одном аккумуляторе полное или в нескольких – частичное короткое замыкание.

Для измерения ЭДС у аккумуляторных батарей с внешними межэлементными соединениями используют аккумуляторный пробник Э108 или нагрузочную вилку ЛЭ-2, у аккумуляторных батарей со скрытыми межэлементными соединениями – аккумуляторный пробник Э107. Измерения проводят при выключенном нагрузочном сопротивлении. На сильно окисленных выводах необходимо сделать

царапины ножками прибора для создания надежного электрического контакта.

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.

2.1.6. Измерение напряжения под нагрузкой

Напряжение каждого аккумулятора под нагрузкой, близкой к стартерной, измеряется аккумуляторным пробником Э108 или нагрузочной вилкой ЛЭ-2.

Для определения напряжения под нагрузкой включают нагрузочное сопротивление, величина которого зависит от емкости батареи, затем плотно прижимают острия ножек пробника или нагрузочной вилки к выводам проверяемого аккумулятора и в конце пятой секунды снимают показания вольтметра.

Так как величина тока разряда близка к стартерной, то повторные измерения под нагрузкой будут несколько ниже вследствие частичного разряда аккумуляторов. Увеличивать время измерения нельзя, так как это повлечет за собой получение неверного результата.

Напряжение исправного и полностью заряженного аккумулятора должно быть постоянным и не падать ниже 1,7 В. Напряжение всех аккумуляторов не должно отличаться более чем на 0,1 В. При меньших величинах напряжения или большей разности напряжений батарея к эксплуатации непригодна и ее нужно заряжать или ремонтировать.

При проверке под нагрузкой аккумуляторной батареи со скрытыми межэлементными соединениями острие контактной ножки пробника Э107 плотно прижимают к плюсовому выводу проверяемой батареи, а штырь щупа – к минусовому выводу. Батарея, напряжение которой будет меньше 8,9 В, к эксплуатации непригодна и должна заряжаться или ремонтироваться.

После проверки работоспособности отдельных аккумуляторов нельзя сделать вывод о пригодности всей батареи к эксплуатации, так как в батарее могут быть трещины перегородок или обрывы в соединение соседних аккумуляторов.

2.1.7. Измерение ЭДС двух соседних аккумуляторов

Это измерение проводится для аккумуляторных батарей с внешними межэлементными соединениями для определения трещин в перегородках моноблока. Для измерения ЭДС двух соседних аккумуляторов плюсовой зажим вольтметра соединяют с плюсовым

выводом одного аккумулятора, а минусовой зажим с минусовым выводом соседнего аккумулятора. Напряжение двух соседних аккумуляторов должно быть равно сумме напряжения их обоих, если же оно равно напряжению одного, то эти аккумуляторы соединены между собой электролитом, проникающим в трещину перегородки моноблока.

2.1.8. Измерение падения напряжения на мастике, крышках и стенках моноблока

Для определения этой неисправности необходимо один зажим вольтметра соединить с выводом аккумуляторной батареи, а другим касаться мастики, крышек и стенок моноблока. Отклонение стрелки вольтметра от нулевого деления шкалы укажет на наличие тока утечки.

3. Оборудованиеи материалы

3.2.Оборудование для проведения лабораторной работы

В состав оборудования и приборов для проведения лабораторной работы входит следующее оборудование (рис. 3.3).

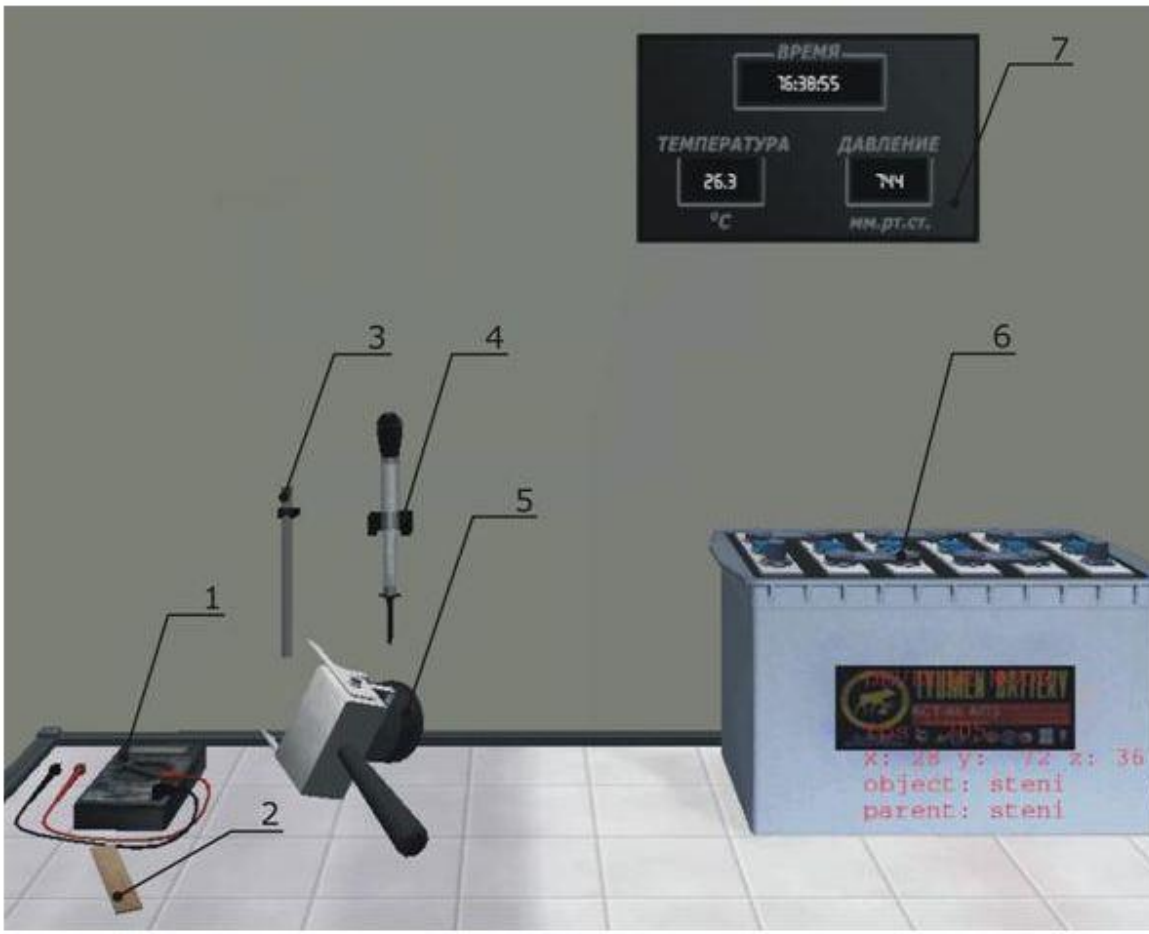


Рис. 3.3 - Стенд для проведения лабораторной работы

1 - мультиметр; 2 – линейка; 3 – стеклянная трубка 5…8 мм; 4 – денсиметр со шкалой 1,10…1,30 г/см^3; 5 – нагрузочная вилка ЛЭ-2; 6 –

аккумуляторная батарея; панель с индикаторами температуры, времени и давления

3.3. Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

4. Задания

1. Ознакомьтесь в разделе «Отчет» с измерениями, которые нужно провести.

2. Поочередно применяйте инструменты для измерений. Смена приборов происходит с выбором следующего. Данные измерений можно увидеть:

- при использовании стеклянной колбы – по приложенной рядом линейке;

• при использовании денсиметра – на приложенной рядом шкале;

• при использовании мультиметра и нагрузочной вилки – на индикаторах самих приборов.

3. Данные измерений занесите в отчет и защитите его.

Рис. 4.1. Денсиметр после замера плотности электролита

5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование темы, которая указывается на титульном листе.

2. Перечень определяемых диагностических параметров с указанием предельных их численных значений.

3. Перечень используемого оборудования и приборов.

4. Методику определения технического состояния приборов электрооборудования автомобиля.

5. Схемы подключения приборов при испытании.

6. Результаты измерений, оформленные в виде таблицы, форма которой приведена в таблице 5.1. Нумерация аккумуляторов начинается от плюсового вывода.

Таблица 5.1 - Результаты измерений

Наименование параметра	Номер аккумулятора					
	1	2	3	4	5	6
Уровень электролита, мм	10	12	12	8	8	13
Плотность электролита измерен., г/см3	1,21	1,20	1,20	1,22	1,19	1,19
Температура электролита,°С	20	20	20	20	20	20
Плотность электролита,						

приведенная к 25°С, г/см3						
Степень разряженности по плотности, %						
ЭДС аккумулятора, подсчитанная по плотности электролита, В						
ЭДС аккумулятора, замеренная вольтметром, В						
Напряжение аккумулятора под нагрузкой, В						
Напряжение батареи под нагрузкой, В						
ЭДС двух соседних аккумуляторов, В						
Падение напряжения на мастике, крышках и стенках моноблока, В						

7. Заключение о техническом состоянии аккумулятора и техническом состоянии аккумуляторной батареи: пригодности ее к дальнейшей эксплуатации, о необходимости подзаряда или ремонта батареи с указанием всех выявленных неисправностей и способа их устранения.

6. Контрольные вопросы

1. Типы и конструкция свинцовых аккумуляторных батарей.
2. Неисправности аккумуляторных батарей и способы их устранения.
3. Каким проверкам подвергается аккумуляторная батарея для определения ее технического состояния?
4. Перечень работ по обслуживанию аккумуляторных батарей.
5. Методы зарядки аккумуляторных батарей.

Лабораторная работа №2.
Тема: «Изучение конструкции и диагностических параметров генераторов и регуляторов напряжения»

Цель – изучить конструкцию и диагностические параметры генераторов ирегуляторов напряжения.

Знать:
- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Уметь:
- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Владеть:
- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

2. Теоретическая часть

2.1. Проверка работоспособности генераторов на примере модели генератора 37.3701

Схема автомобильного генератора ВАЗ 2110:

1 – кожух
2 – вывод «В+» для подключения потребителей
3 – помехоподавляющий конденсатор 2,2 мкФ
4 – общий вывод дополнительных диодов (присоединяется к выводу «D+» регулятора напряжения)
5 – держатель положительных диодов выпрямительного блока
6 – держатель отрицательных диодов выпрямительного блока
7 – выводы обмотки статора
8 – регулятор напряжения
9 – щеткодержатель
17 – шкив
18 – гайка
19 – вал ротора
20 – передний подшипник вала ротора
21 – клювообразные полюсные наконечники ротора
22 – обмотка ротора
23 – втулка
24 – стяжной винт
25 – задний подшипник ротора

10 – задняя крышка
11 – передняя крышка
12 – сердечник статора
13 – обмотка статора
14 – дистанционное кольцо
15 – шайба
16 – конусная шайба
26 – втулка подшипника
27 – контактные кольца
28 – отрицательный диод
29 – положительный диод
30 – дополнительный диод
31 – вывод «D» (общий вывод дополнительных диодов)

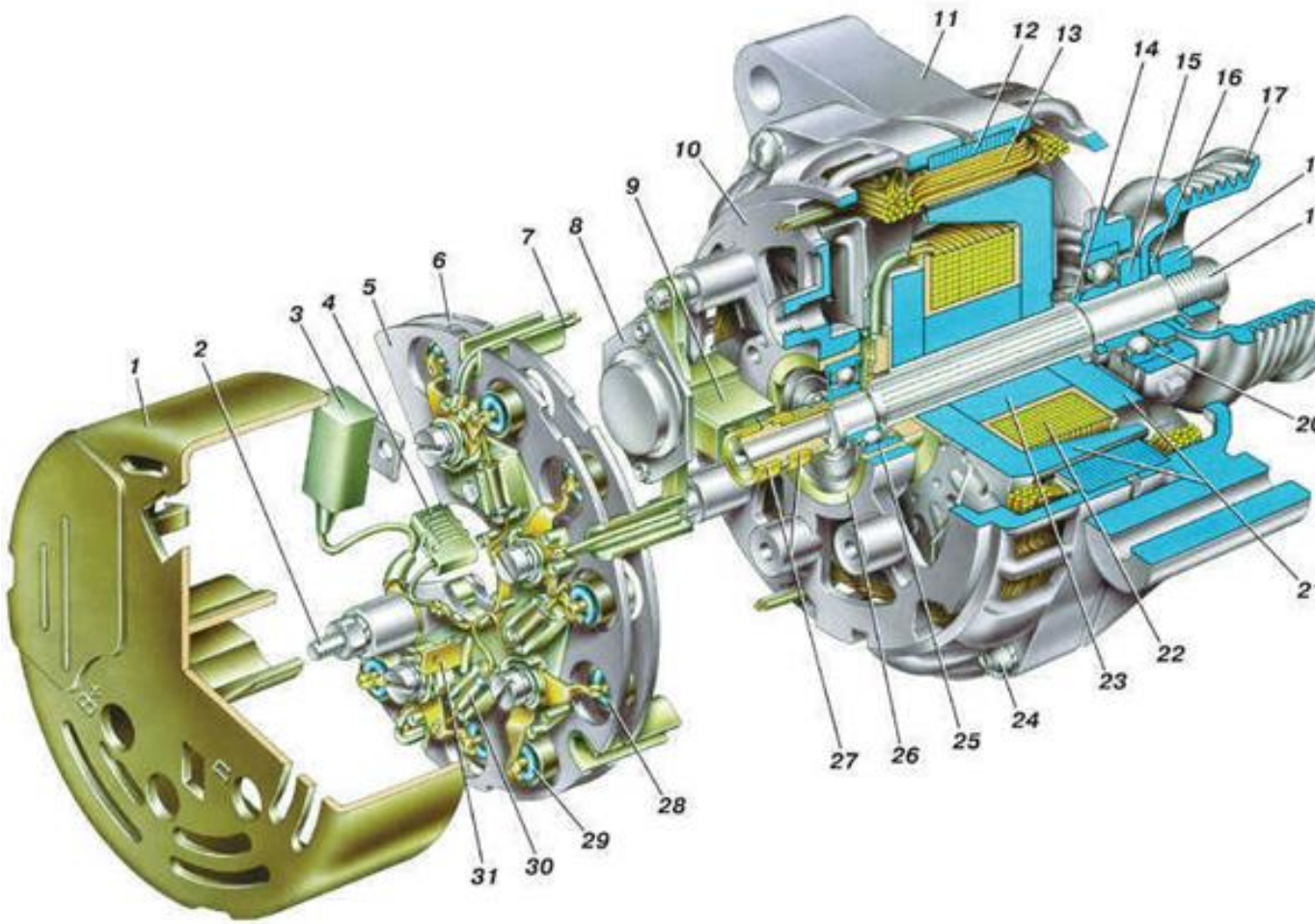
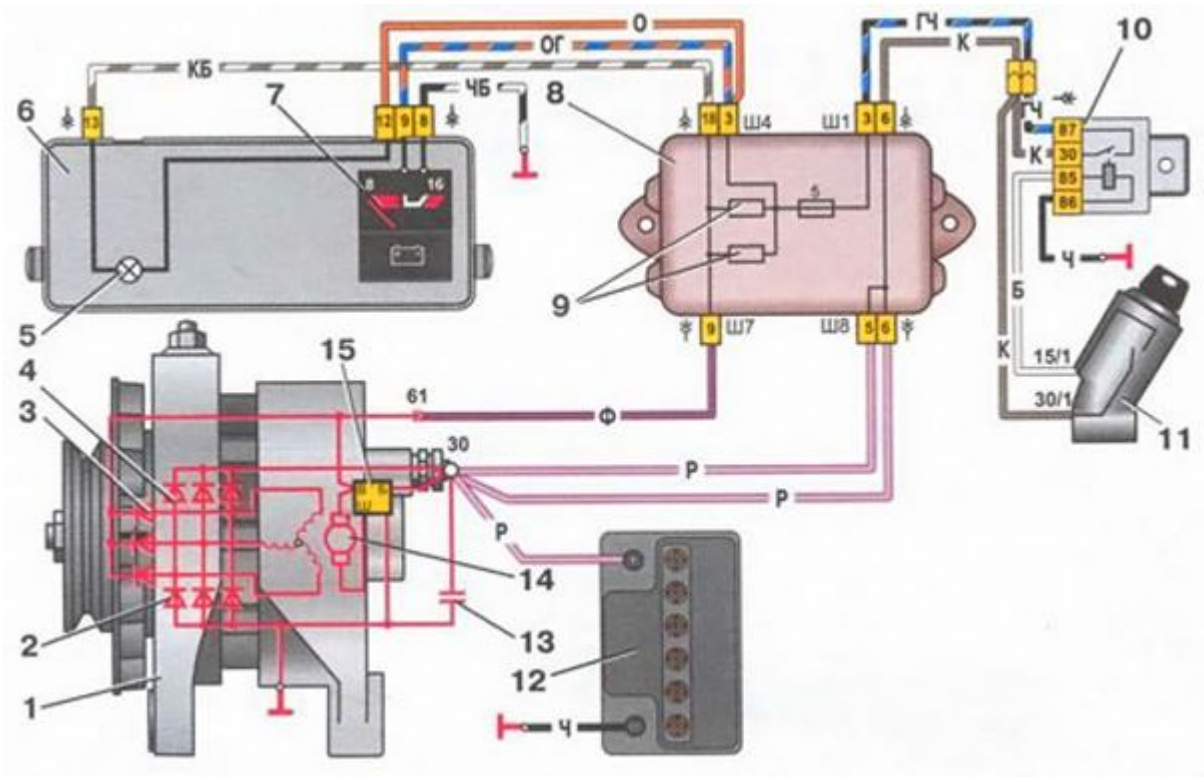


Схема соединений системы генератора:



1 - генератор; 2 - отрицательный диод; 3 - дополнительный диод; 4 - положительный диод; 5 - контрольная лампа разряда аккумуляторной батареи; 6 - комбинация приборов; 7 - вольтметр; 8 - монтажный блок; 9 - дополнительные резисторы по 100 Ом, 2 Вт; 10 - реле зажигания; 11 - выключатель зажигания; 12 - аккумуляторная батарея; 13 - конденсатор; 14 - обмотка ротора; 15 - регулятор напряжения

Генераторами модели 37.3701 комплектуются автомобили Волжского завода.

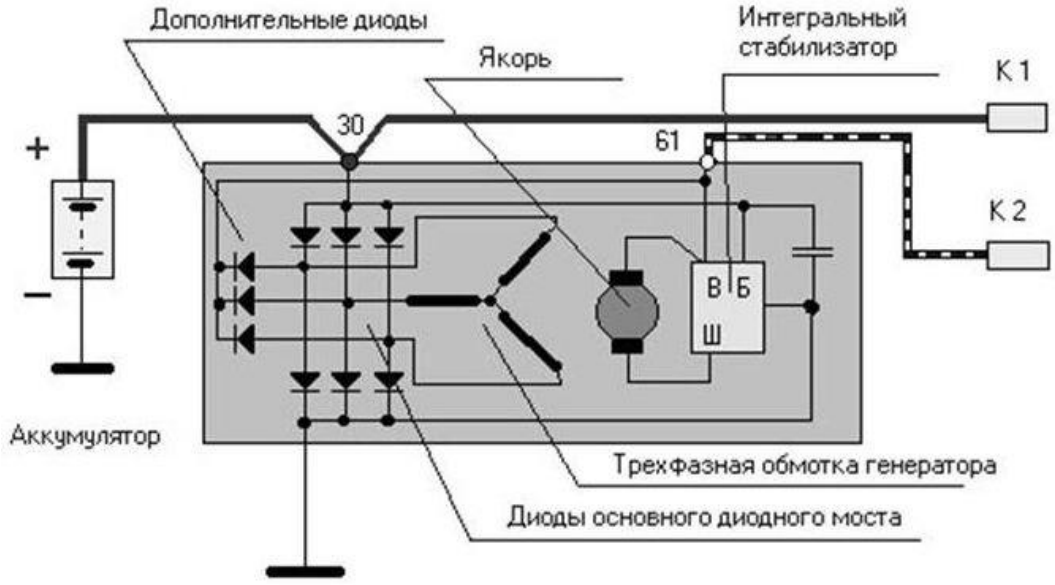


Рис. 2.1. Схема генератора 37.3701

Рассмотрим практические действия по поиску неисправностей генератора и их устранение. Обычно неисправности работы генератора заключаются в следующем:

1. Происходит постоянный разряд аккумуляторной батареи из-за полной неработоспособности генератора.
2. При повышенном потребление электроэнергии - генератор не справляется с нагрузкой, напряжение бортовой сети становится ниже, чем 13 В.
3. Генератор выдает большое напряжение (более чем 16 В), что приводит к перезарядке аккумулятора (выкипанию электролита).

2.1.1. Проверка зарядки

В первую очередь, при проверке зарядки, следует проверить напряжение на аккумуляторной батарее при оборотах двигателя около 2500 об/мин. Если устройство работает нормально, то вольтметр покажет напряжение в пределах 13.8-14.5 В. Если напряжение при проверке ниже чем 13 В, то следует проверить генератор по следующей последовательности:

1. Качество шин заземления силового агрегата и аккумуляторной батареи.
2. Соединения аккумуляторной батареи и контакта (30) генератора.
3. Если не горит контрольная лампочка "аккумулятор" и не работают приборы на щитке, проверяем предохранитель № 5, в блоке реле (для ВАЗ-2108), или № 10 для ВАЗ-2105,07.
4. Проверка напряжения на штекере (61) - происходит после предварительного снятия его с генератора. При включенном зажигании должно быть напряжение 12,5 В.
5. Необходима проверка состояния дополнительных резисторов - в блоке предохранителей (ВАЗ-2108 - два резистора по 100 Ом и 2 Вт каждый) или в комбинации приборов (НИВА 21213).

Целостность обмотки якоря проверяют при помощи контрольной лампы и аккумулятора, предварительно сняв интегральный стабилизатор, чтобы облегчить доступ к кольцевым контактам якоря. Также при помощи контрольной лампы проверяют, нет ли замыкания обмотки якоря на корпус.

2.1.2. Проверка интегрального стабилизатора

Проверка интегрального стабилизатора генератора состоит из следующего хода действий:

1. Подсоединяют лампочку (12 В, 1-3 Вт.) к щеткам интегрального стабилизатора (клемма В, Ш.).

2. Подводят напряжение 12 В между корпусом интегрального стабилизатора (-) и его отводом под контакт (30) и клеммой В (+). При этом лампа должна загореться. При повышении напряжения более чем 15-16 В на клемме В лампа должна погаснуть. Если этого не происходит, то следует заменить интегральный стабилизатор.

2.1.3. Проверка генератора после снятия с автомобиля

Для дальнейшей проверки необходимо снять генератор с автомобиля, и разобрать его.

При помощи контрольной лампы, проверяют все диоды генератора - шесть основных и три вспомогательных. При этом следует заметить, что для простоты конструкции, одни из трех силовых диода имеют на своем корпусе анод, а другие катод. Это следует учитывать при проверке диодного моста. Перед проверкой необходимо отсоединить отводы статорной обмотки от диодного моста.

Состояние обмотки статора проверяют визуально, а также при помощи контрольной лампы и аккумулятора. Они соединены между собой звездой, без образования средней точки.

При необходимости заменяют подшипники генератора новыми.

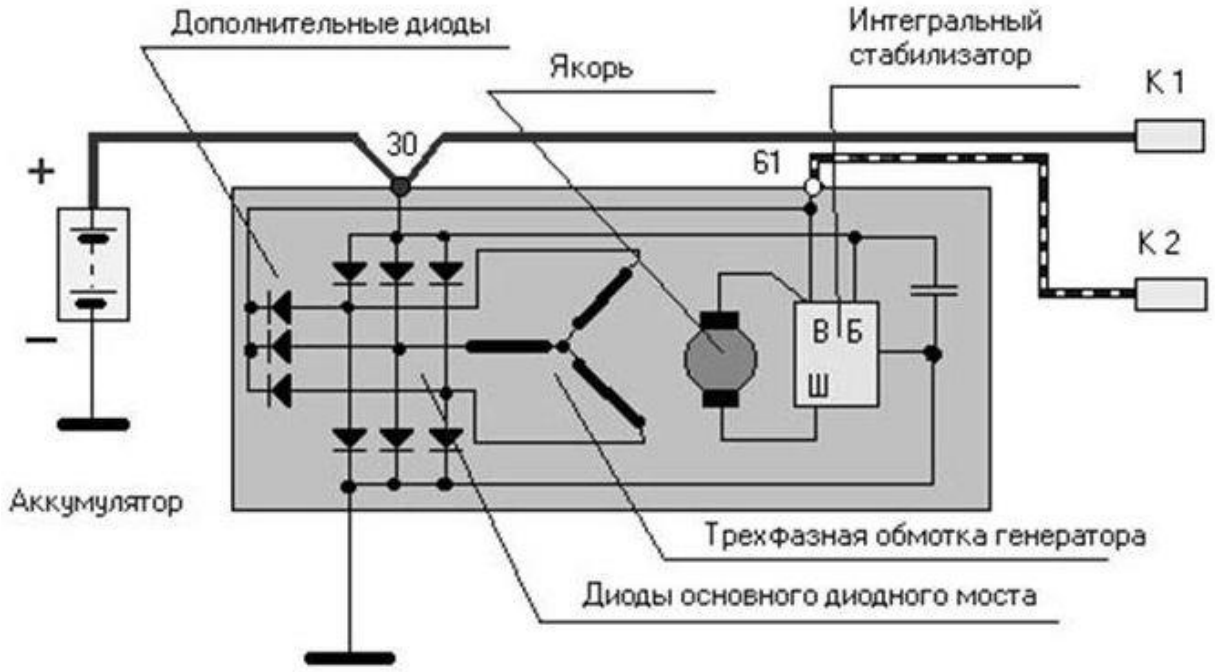


Рис. 2.1. Схема генератора 37.3701

Следует помнить, что контакты К1 и К2 показаны здесь условно, для простоты понимания схем. На реальном автомобиле вы их не найдете. Контакт "К1" соединен с шиной (+) электропитания автомобиля. Контакт "К2" соединен с контрольной лампой "аккумулятор" (на разных моделях ВАЗ эта схема подключения различна). Схема подключения ниже.

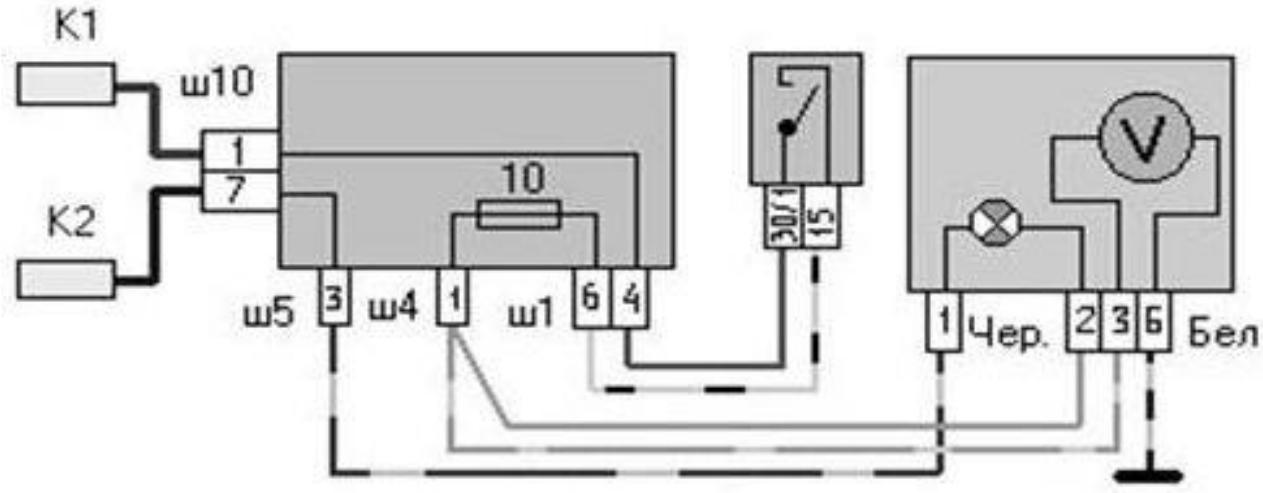


Рис. 2.2. Схема подключения сигнализации работы генератора на ВАЗ-2105,07

2.1.4. Индикация работы генератора для ВАЗ-2105,07

При проверке следует уделить внимание состоянию ремня привода генератора, наличие надежного соединения силовых проводов "масса" и плюсовой шины между аккумулятором и генератором.

Проконтролируйте состояние щеток интегрального стабилизатора, состояние предохранителя номер пять в монтажном блоке, качество контактов замка зажигания.

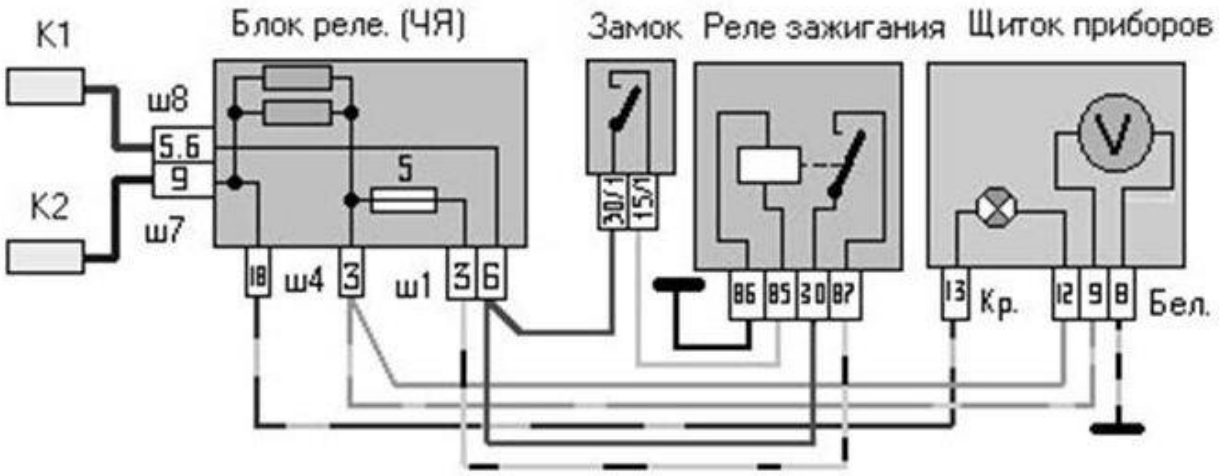


Рис. 2.3. Схема подключения индикации работы генератора для ВАЗ-2108.

2.2. Поиск и устранение неисправностей узлов и деталей генераторных установок

Для поиска неисправности электрических цепей генераторной установки достаточно иметь омметр. Более точная проверка обмоточных узлов требует применения специальных приборов, таких как ПДО-1. С его помощью осуществляется поиск неисправностей в обмотках методом сравнения их параметров.

2.2.1. Проверка обмотки ротора (возбуждения)

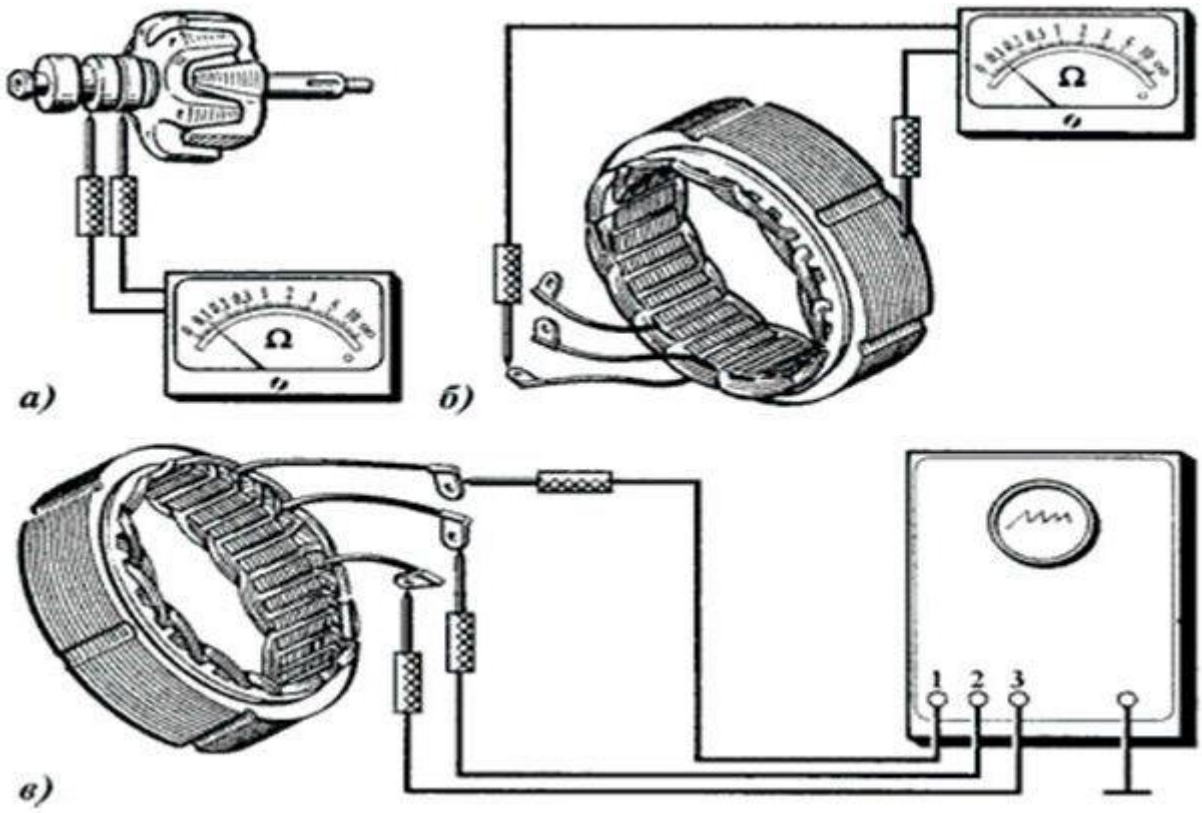


Рис. 2.4. Проверка обмоток генератора:
а)- измерение сопротивления обмоток возбуждения,
б)- проверка замыкания обмоток статора на "массу",
в) - проверка обмоток статора на приборе ПДО-1.

Для проверки обмотки следует включить омметр на измерение сопротивления и поднести его выводы к кольцам ротора (Рис.2.4). У исправного ротора сопротивление обмотки должно быть в пределах 1,8 - 5 Ом. Если омметр покажет бесконечно большое сопротивление, это означает, что цепь обмотки возбуждения разорвана. Разрыв, чаще всего, происходит в месте пайки выводов обмотки к кольцам. Следует внимательно проверить качество этой пайки.

Проверку можно осуществить иглой, шевеля выводы обмотки в месте их подпайки. О сгорании обмотки свидетельствует потемнение и осыпание её изоляции, которое можно обнаружить визуально. Сгорание обмоток приводит к обрыву или к межвитковому замыканию в обмотке с уменьшением ее общего сопротивления. Частичное межвитковое замыкание, при котором сопротивление обмотки меняется мало, может быть выявлено прибором ПДО-1, сравнением данной обмотки с заведомо исправной. После проверки сопротивления обмотки следует проверить отсутствие у нее замыкания на "массу". Для этого один вывод омметра подносится к любому кольцу ротора, а другой к его клюву. У исправной обмотки омметр покажет бесконечно большое сопротивление. Неисправный ротор подлежит замене.

2.2.2. Проверка обмотки статора

Проверка замыкания обмотки статора на "массу" производится подсоединением концов омметра к одному из выводов обмотки и неизолированному участку железа статора. Омметр должен показать разрыв цепи у исправной обмотки. Проверку межвиткового замыкания в обмотках статора можно с достаточной точностью осуществить с использованием прибора ПДО-1 (если фазы идентичны, на экране наблюдается одна осциллографическая кривая; если фазы неодинаковы из-за межвитковых замыканий или обрыва в фазе, то кривых высвечивается две). Измерение следует повторить, поменяв местами фазы, подсоединенные к нулевому выводу прибора и выводам.

Обрыв можно проверить и омметром, подсоединяя его к нулевой точке и поочередно к выводу каждой фазы. Внешним осмотром следует убедиться, что отсутствует подгар и растрескивание изоляции обмотки и пазовой изоляции. Восстановление обмотки статора может быть проведено в специализированном ремонтном предприятии.

2.2.3. Проверка выпрямительного блока

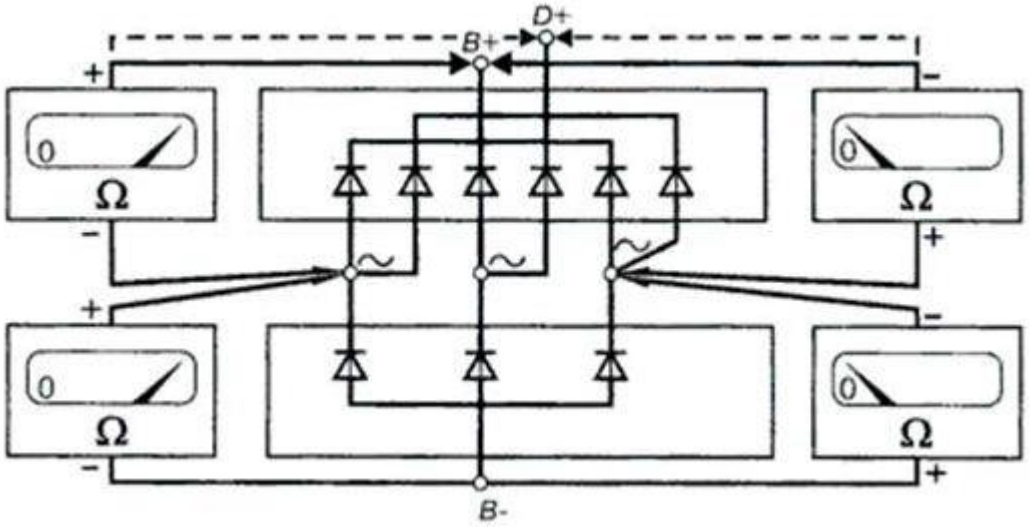


Рис. 2.5. Проверка диодов выпрямительного блока

Проверка диодов выпрямительного блока производится после отсоединения его от обмотки статора омметром, включенным на измерение напряжения в кОм (Рис.2.5). Измерительные концы омметра подсоединяются один к выходному выводу (+) или (—) выпрямительного блока или к одному из радиаторов блока, соединенных с этими выводами, а другой к фазному выводу выпрямительного блока. Затем измерительные концы меняются местами. Если при смене соединения измерительных концов омметра его показания резко меняются, то диод исправен. В противном случае он вышел из строя. Аналогично проверяются все диоды выпрямительного блока.

Диоды дополнительного выпрямителя проверяются аналогично с той лишь разницей, что один из выводов омметра в этом случае подключаются к выводу (D+) генератора или общей точке дополнительных диодов.

2.2.4. Проверка подшипников

Инспекцию подшипников начните с внешнего осмотра, выявления трещин в обоймах, наволакивания или выкрашивания металла, наличие коррозии и т.д. Проверьте легкость вращения и отсутствие сильного люфта и шума, предварительно промыв подшипник 10 %-ным раствором моторного масла в бензине. Затем следует осторожно, с помощью пинцета, снять уплотнение (если оно двухстороннее), промыть подшипник в неэтилированном бензине, высушить, заложить 2-3 г. смазки № 158, ШРУС-4, ЛЗ-31 и поставить уплотнение на место.

Если у подшипника сильно изношены посадочные места или есть повреждения шариков, трещины колец, разрывы сепаратора, то он подлежит замене. Подшипники с несъемными стальными защитными шайбами и дефектами вращения подлежат замене на новые.

2.2.5. Проверка крышек

Внешним осмотром определяется отсутствие трещин, проходящих через гнездо подшипника, обломы лап крепления генератора, сильные повреждения посадочных мест. При наличии таких повреждений крышка подлежит замене. При выявлении сильного износа посадочных мест под подшипник восстановление крышек может быть проведено нанесением на эти места эпоксидной композиции, с последующей обработкой в размер.

2.3. Проверка генератора без нагрузки Г222–45

Таблица 2.1 Техническая характеристика генератора Г222–45

Параметры	Показатели
Максимальная сила тока отдачи при 13 В и частоте вращения ротора 5000 мин$^{-1}$, А	55
Пределы регулируемого напряжения, В	14,1+-0,5
Максимальная частота вращения ротора, мин-1	13000
Передаточное отношение «двигатель-генератор»	1 : 2,04

Генератор считается исправным, если напряжение на обмотке возбуждения при достижении номинального напряжения без нагрузки не превышает величину, указанную в технической характеристике. Генератор, удовлетворяющий этим условиям, проверяют под нагрузкой.

2.4. Проверка генератора под нагрузкой

Генератор считается исправным, если напряжение на обмотке возбуждения при достижении контрольной силы тока при номинальном напряжении не превышает величину, указанную в технической характеристике. Если генератор не удовлетворяет этим условиям, то проверяются его узлы и детали.

2.5. Принцип работы регулятора напряжения

Регулятор напряжения поддерживает напряжение бортовой сети в заданных пределах во всех режимах работы - при изменении частоты вращения ротора генератора, электрической нагрузки, температуры окружающей среды. Кроме того, он может выполнять дополнительные

функции — защищать элементы генераторной установки от аварийных режимов и перегрузок, автоматически включать в бортовую сеть силовую цепь генераторной установки или обмотку возбуждения.

По своей конструкции регуляторы делятся на бесконтактные транзисторные, контактно-транзисторные и вибрационные (реле-регуляторы). Разновидностью бесконтактных транзисторных регуляторов являются интегральные регуляторы, выполняемые по специальной гибридной технологии, или монолитные - на монокристалле кремния. Несмотря на столь разнообразное конструктивное исполнение, все регуляторы работают по единому принципу.

Напряжение генератора зависит от трех факторов — частоты вращения его ротора, силы тока нагрузки и величины магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения, который зависит от силы тока в этой обмотке. Любой регулятор напряжения содержит:

- чувствительный элемент, воспринимающий напряжение генератора (обычно это делитель напряжения на входе регулятора),
- элемент сравнения, в котором напряжение генератора сравнивается с эталонной величиной,
- регулирующий орган, изменяющий силу тока в обмотке возбуждения, если напряжение генератора отличается от эталонной величины.

В реальных регуляторах эталонной величиной может быть не обязательно электрическое напряжение, но и любая физическая величина, достаточно стабильно сохраняющая свое значение, например, сила натяжения пружины в вибрационных и контактно-транзисторных регуляторах.

В транзисторных регуляторах эталонной величиной является напряжение стабилизации стабилитрона, к которому напряжение генератора подводится через делитель напряжения. Управление током в обмотке возбуждения осуществляется электронным или электромагнитным реле.

Частота вращения ротора и нагрузка генератора изменяются в соответствии с режимом работы автомобиля, а регулятор напряжения любого типа компенсирует влияние этого изменения на напряжение генератора воздействием на ток в обмотке возбуждения. При этом вибрационный или контактно-транзисторный регулятор включает в цепь и выключает из цепи обмотки возбуждения последовательно резистор (в двухступенчатых вибрационных регуляторах при работе на второй ступени «закорачивает» эту обмотку на массу), а бесконтактный транзисторный регулятор напряжения периодически подключает и отключает обмотку возбуждения от цепи питания.

В обоих вариантах изменение тока возбуждения достигается за счет перераспределения времени нахождения переключающего элемента регулятора во включенном и выключенном состояниях.

Если сила тока возбуждения должна быть, например, для стабилизации напряжения, увеличена, то в вибрационном и контактно-транзисторном

регуляторах время включения резистора уменьшается по сравнению со временем его отключения, а в транзисторном регуляторе время включения обмотки возбуждения в цепь питания увеличивается по отношению к времени ее отключения.

На Рис. 2.1 показано влияние работы регулятора на силу тока в обмотке возбуждения для двух частот вращения ротора генератора n1 и n2, причем частота вращения n2 больше, чем n1.

При большей частоте вращения относительное время включения обмотки возбуждения в цепь питания транзисторным регулятором напряжения уменьшается, среднее значение силы тока возбуждения уменьшается, чем и достигается стабилизация напряжения.

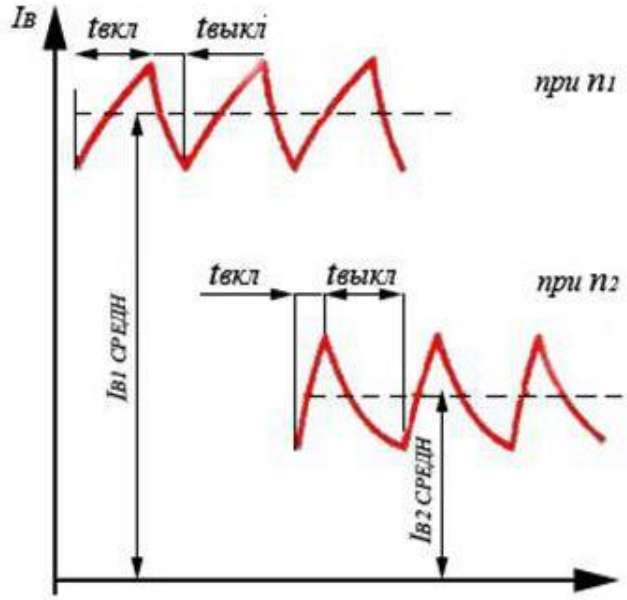


Рис. 2.1. Изменение тока в обмотке возбуждения при различной частоте вращения ротора n(n2>n1)

$t_{вкл}$ и $t_{выкл}$ – время нахождения реле соответственно во включенном и выключенном состояниях.

С ростом нагрузки напряжение уменьшается, относительное время включения обмотки увеличивается, среднее значение силы тока возрастает таким образом, что напряжение генераторной установки остается практически неизменным.

На Рис. 2.2 представлены типичные регулировочные характеристики генераторной установки, показывающие, как изменяется сила тока в обмотке возбуждения при неизменном напряжении и изменении частоты вращения или силы тока нагрузки. Нижний предел частоты переключения регулятора составляет 25—30 Гц.

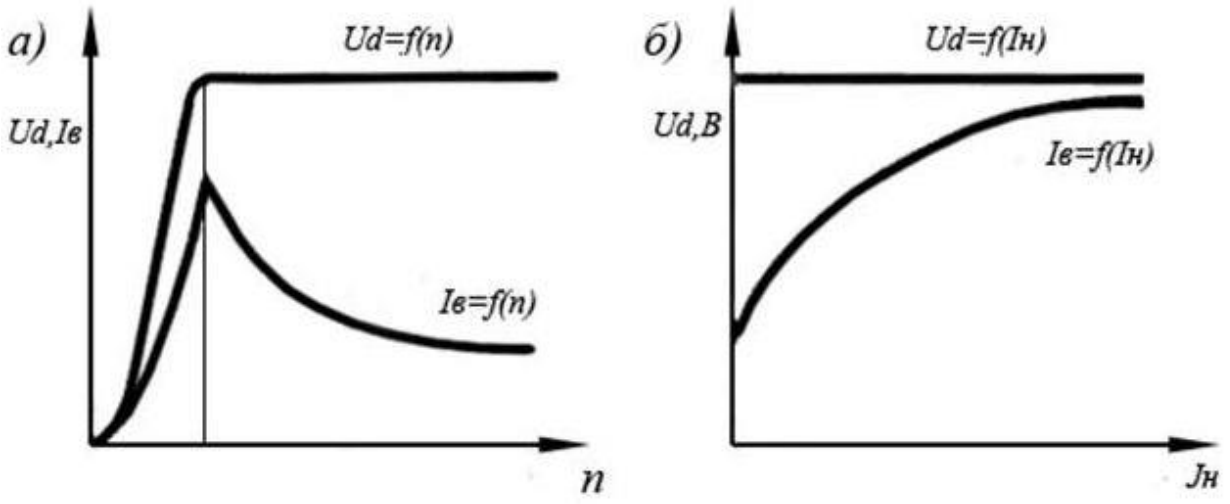


Рис. 2.2. Зависимость напряжения генератора и силы тока в обмотке возбуждения от частоты вращения (а) и силы тока в нагрузке (в)

2.2. Электрические схемы

Генераторные установки с вентильными генераторами не используют каких-либо включающих устройств в силовой цепи. Для нормального функционирования их регулятора напряжения к нему должны быть подведены напряжение бортовой сети (напряжение генератора) и выводы цепи обмотки возбуждения генератора. Напряжение генератора действует между выводами (+) и (М) ("масса") генератора (у генераторов автомобилей ВАЗ соответственно (30) и (31)). Выводы обмотки возбуждения обозначены индексом «Ш (67)» у генераторов ВАЗ.

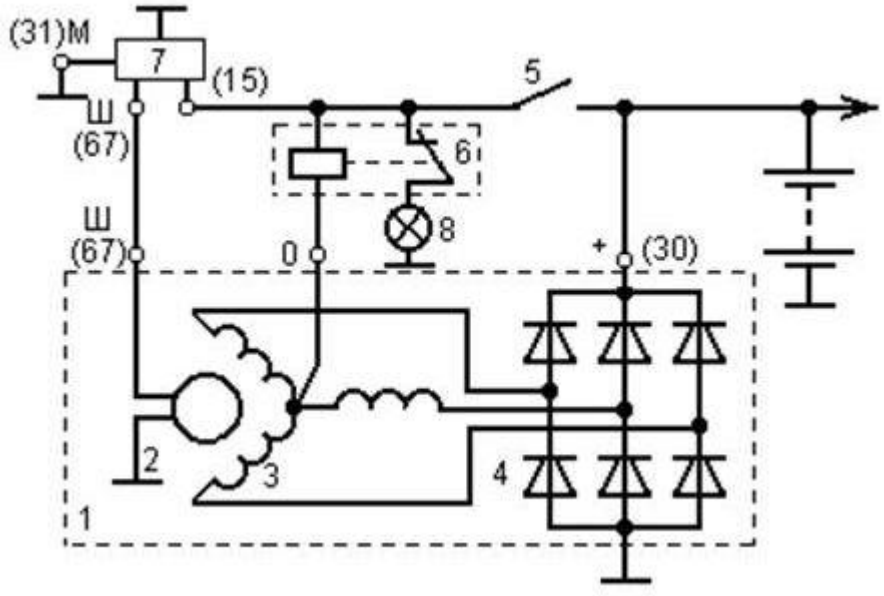


Рис. 2.3. Принципиальная схема генераторных установок

На рисунке цифрами обозначены:

1 – генератор,

2 - обмотка возбуждения,

3 - обмотка статора,
4 - выпрямитель с вентильным генератором,
5 – выключатель,
6 - реле контрольной лампы,
7 - регулятор напряжения,
8 - контрольная лампа,
9 - помехоподавляющий конденсатор,
10 - трансформаторно-выпрямительный блок,
11 - аккумуляторная батарея,
12 - размагничивающая обмотка у генераторов смешанного магнитно-электромагнитного возбуждения,
13 - резистор подпитки обмотки возбуждения от аккумулятора.
В скобках на схеме даны обозначения выводов генераторных установок автомобилей ВАЗ.

2.3. Проверка регулятора напряжения

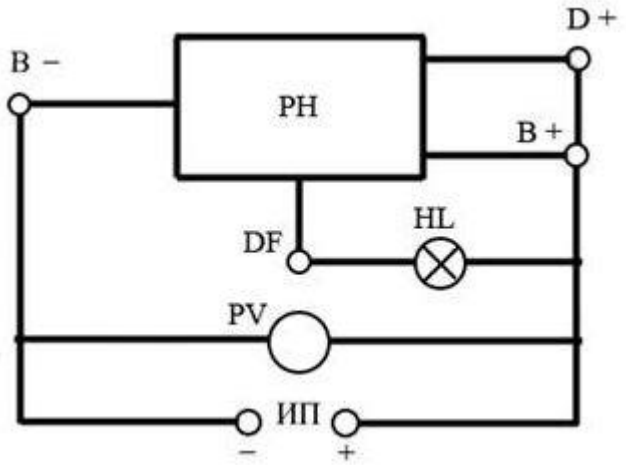


Рис.2.4. Проверка регулятора напряжения (маркировка выводов может быть другой)

Регуляторы напряжения не ремонтируются, а заменяются новыми. Однако перед заменой следует точно установить, что именно он вышел из строя. Проверку регулятора напряжения после извлечения его из генераторной установки можно произвести по схеме в Рис.2.4.

2.3.1. Определение неисправностей регулятора напряжения

Выводы регулятора, соединяемые с положительными выводами основного (В+) и дополнительного (D+) выпрямителей объединяются и подключаются к плюсовому выводу регулируемого источника постоянного тока ИП с напряжением 12...16 В, минусовой вывод которого подсоединяется к минусовому выводу регулятора.

В схеме на рис.2.4 к плюсовому выводу источника подключается вывод (D+) регулятора напряжения. Контрольная лампа HL мощностью не более 6Вт включается между теми же выводами, между которыми подключается обмотка возбуждения генератора. Чаще всего этими выводами являются

выводы "DF" и "В -". Исправность регулятора определяется в соответствии с таблицей 2.1.

Таблица 2.1 Определение неисправностей регулятора напряжения

Напряжение ИП, В	Регулятор исправен	Регулятор неисправен	
12. ..12. 5	Лампа горит	Лампа не горит	Лампа горит
15...16	Лампа не горит	Лампа не горит	Лампа горит

3.2.3. Характеристики и устройство регуляторов напряжения на примере модели Я112В

Рис. 3.5. Регулятор напряжения Я112В

Таблица 3.1 Технические характеристики регулятора напряжения интегрального Я112В

Параметры	Модель Я112В 1993 г., модификации 1995, 1998 гг.
Предназначение	Поддержание напряжения бортовой сети автомобиля в заданных пределах во всех режимах работы системы электрооборудования при изменении частоты вращения ротора генератора, электрической нагрузки, t° окружающей среды.
Исполнение	Единое климатическое исполнение У2.1 по ГОСТ 15150 для внутреннего рынка и на экспорт.
Степень защиты от проникновения посторонних тел и воды	Соответствуют исполнению 1Р68 по ГОСТ 14254. От проникновения влаги защищены специальным высокотеплопроводным компаундом с рабочей t° до 200 °С. Работоспособность и соответствие параметров изделия сохраняются даже при погружении регулятора в воду при условии защиты разъемных соединений.
Конструкция	Однопроводная схема питания, корпус регуляторов соединен с корпусом автомобиля.
Рабочий режим	S1 по ГОСТ 3940.
Установка	Устанавливается в щеточном узле генераторной установки, где предусмотрена установка

	регуляторов Я 112Б или Я 112Б1 при помощи штатных винтов.
Применяемость	Автомобили ВАЗ-2104, ВАЗ-2105, ВАЗ-2107, "Таврия" (до 1991 г.в.) с генератором Г222.
Гарантия	24 месяца
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85
Номинальное напряжение питания, В	14,0
Напряжение регулирования с АБ при температуре 25 ± 2 °С и нагрузке 3 А, В	14,0 ± 0,1
Максимальный ток выходной цепи, А	5,0
ТермокомпенсацияUрег, мВ/°С	-3,0 ± 1,5
Остаточное напряжение на выходе "Ш", В, не более	1,0
типовое, В	0,75
Максимально допустимое длительное воздействие повышенного напряжения питания, В	18,0
Максимально допустимое воздействие повышенного напряжения питания длительностью до 5 мин., В	25,0
Максимально допустимые импульсные перенапряжения в зависимости от формы импульса по ГОСТ 28751, В	120,0

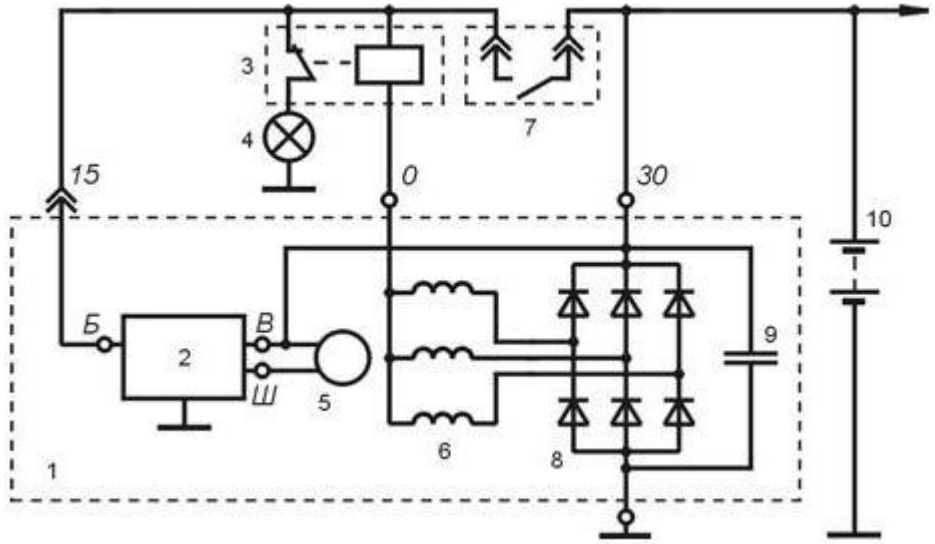


Рис. 3.6. Схема включения регулятора Я112В в составе генераторной установки

1 - генератор;
2 - регулятор напряжения;
3 - реле контрольной лампы;
4 - контрольная лампа; 5 - обмотка возбуждения;
6 - обмотка статора;
7 - контакты замка зажигания;
8 - выпрямительный блок;
9 - конденсатор;
10 - аккумуляторная батарея.

3. Оборудование

3.2. Лабораторное оборудование

Испытательный стенд СКИФ 1-01.
Пять вариантов генераторных установок.
Регуляторы напряжения

3.2.1. Устройство стенда СКИФ 1-01

Устройство стенда СКИФ 1-01 показано на Рис.3.1.

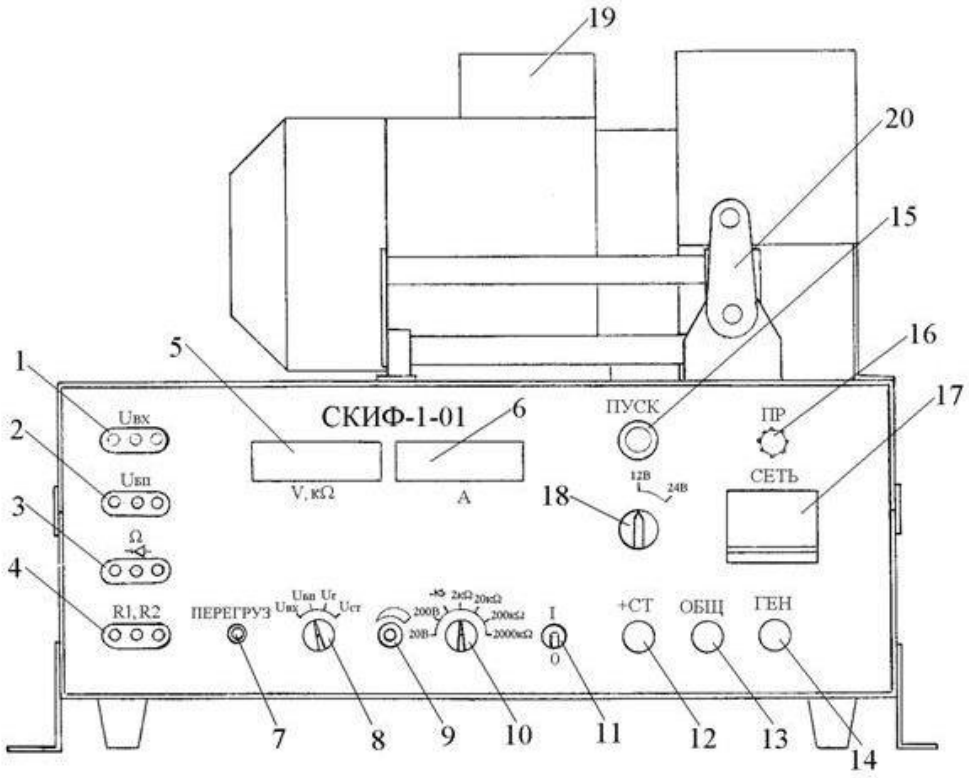


Рис.3.3. Общий вид СКИФ 1-01

На основании закреплены: каретка (20) для установки проверяемых генераторов и привод (19).

Спереди, на лицевой панели управления расположены:

- автоматический выключатель сети (17);
- выключатель электродвигателя привода (11);
- предохранитель (16);
- переключатель напряжения и нагрузки (18);
- кнопка «ПУСК» (15);
- клеммы (12), (13), (14) для подключения проверяемых стартеров и генераторов;
- вольтметр, омметр (5);
- розетка омметра (3);
- амперметр (6);
- розетка (4) для подключения резисторов нагрузки R1 и R2;
- резистор-регулятор выходного напряжения постоянного тока (9) с блока питания;
- переключатель пределов измерения напряжения-сопротивления (10);
- розетка (2) – выход регулируемого напряжения постоянного тока;
- розетка внешнего входа вольтметра (1);
- переключатель входов вольтметра (8);
- индикатор перегрузки (7).

Ввод сетевого кабеля находится сзади, внизу.

На левой стороне основания расположен болт заземления.

Рис.3.4. Вид стенда СКИФ 1-01 в виртуальном тренажере

Проверяемые генераторы крепятся на каретке с помощью стяжки 1, представляющей из себя цепь с натяжным винтом. При необходимости под генератор с целью исключения касания шкива генератора за гайку каретки подкладываются призмы 2 из комплекта принадлежностей (Рис.3.2).

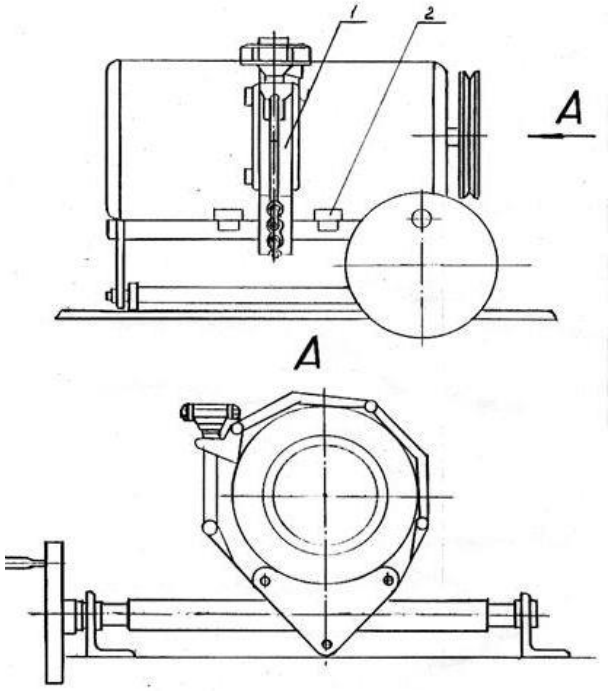


Рис. 3.5. Установка генератора на каретке

3.3. Конструкция генератора

Генераторная установка состоит из электрогенератора и регулятора напряжения. Они, вместе с элементами контроля работоспособности и защиты от возможных аварийных режимов, образуют систему электроснабжения автомобиля.

Генераторная установка обеспечивает питанием электропотребителей, включенных в бортовую сеть автомобиля, и заряжает его аккумуляторную батарею при работающем двигателе.

Даже на холостом ходу двигателя генератор должен развивать мощность, достаточную для электропитания наиболее важныхэлектропотребителей. В мировой практике генераторные установки на холостом ходу двигателя развивают 40-50 % от номинальной мощности.

Напряжение в бортовой сети автомобиля должно быть стабильным в широком диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузок.

Стабильность напряжения, обеспечиваемая работой регулятора, является непременным условием надежной работы аккумуляторной батареи и других электропотребителей.

Превышение напряжения сверх допустимых пределов служит причиной перезаряда аккумуляторной батареи с последующим выходом ее из строя; пониженное напряжение вызывает недозаряд батареи. Увеличение напряжения на 10 % сверх номинального снижает срок службы ламп примерно на 50 %.

Генераторные установки рассчитаны на номинальное напряжение 14 и 28 В. Напряжение 28 В характерно для автомобилей с дизелем. Однако на дизельных автомобилях, например, на автомобилях ЗИЛ 5301 («Бычок»), ЗИЛ 4331, ЗИЛ 133ГЯ возможна и двухуровневая система:

1. 14 В - непосредственно на генераторе для электроснабжения основных потребителей;
2. 28 В - на выходе трансформаторно-выпрямительного блока для подзарядки аккумуляторной батареи.

Генераторные установки выполняются по однопроводной схеме, в которой с корпусом соединен отрицательный полюс системы. Отечественной нормативной документацией предусматривается изготовление установок и по двухпроводной схеме, но практически такое исполнение не реализуется.

Генераторная установка питает ботовую сеть автомобиля постоянным током. Однако известно, что механическую энергию можно преобразовать в электрическую только посредством переменного тока. Поэтому ранее автомобили снабжались выпрямителем-коллектором со щетками в генераторах постоянного тока, а теперь - полупроводниковым выпрямителем в повсеместно применяющихся автомобильных вентильных генераторах.

Для питания вспомогательных устройств, например, реле блокировки стартера, трансформаторно-выпрямительного блока систем на два уровня напряжения, тахометра и т.п., используется переменный ток, вырабатываемый генератором. В последнее время наблюдается тенденция использовать переменный ток и для управления работой регулятора напряжения самой генераторной установки.

Генераторная установка - достаточно надежное устройство, способное выдержать повышенные вибрации двигателя, высокую подкапотную

температуру, воздействие влажной среды, грязи и т.п. Принцип действия вентильного электрогенератора и его принципиальное конструктивное устройство одинаковы как у отечественных, так и у зарубежных образцов.

3.3. . Указание по технике безопасности

1. Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

2. К работе со стендом допускается персонал, изучивший устройство и принцип работы стенда, прошедший инструктаж и имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

3. Проверяемые генераторы и стартеры должны быть надежно закреплены.

4. Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

5. При перерыве в работе стенд должен быть отключен от сети.

6. При эксплуатации стенда руководствуйтесь «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий».

4. Задания

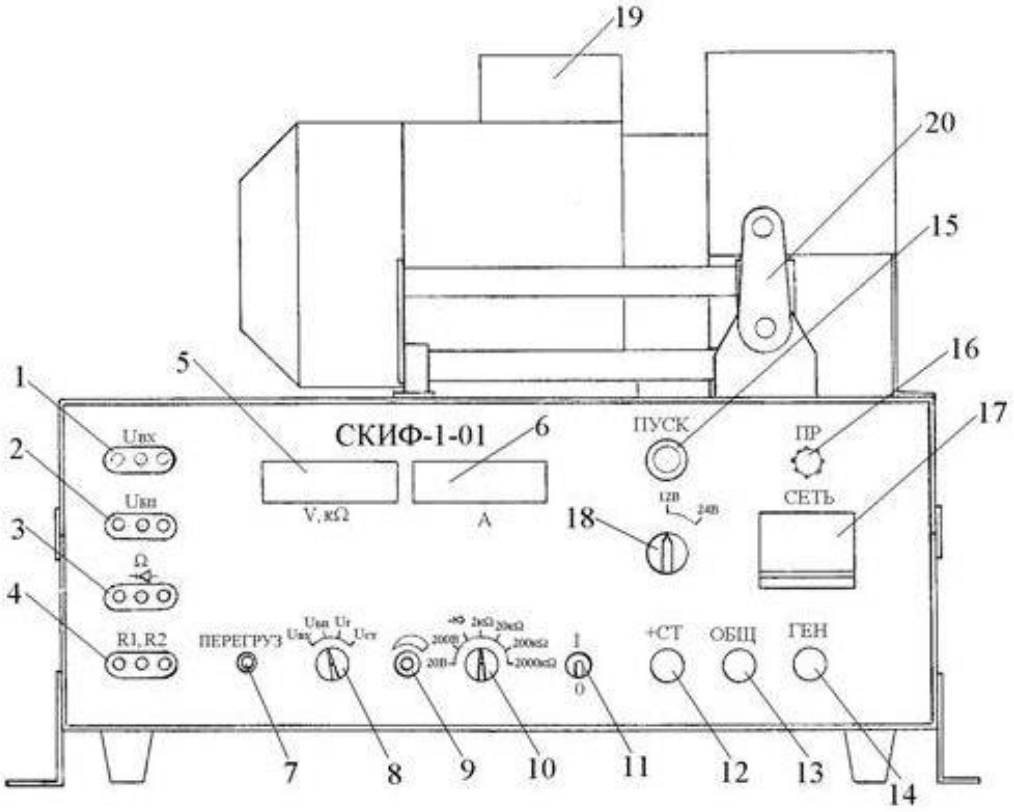


Рис. 4.1.Общий вид СКИФ 1-01

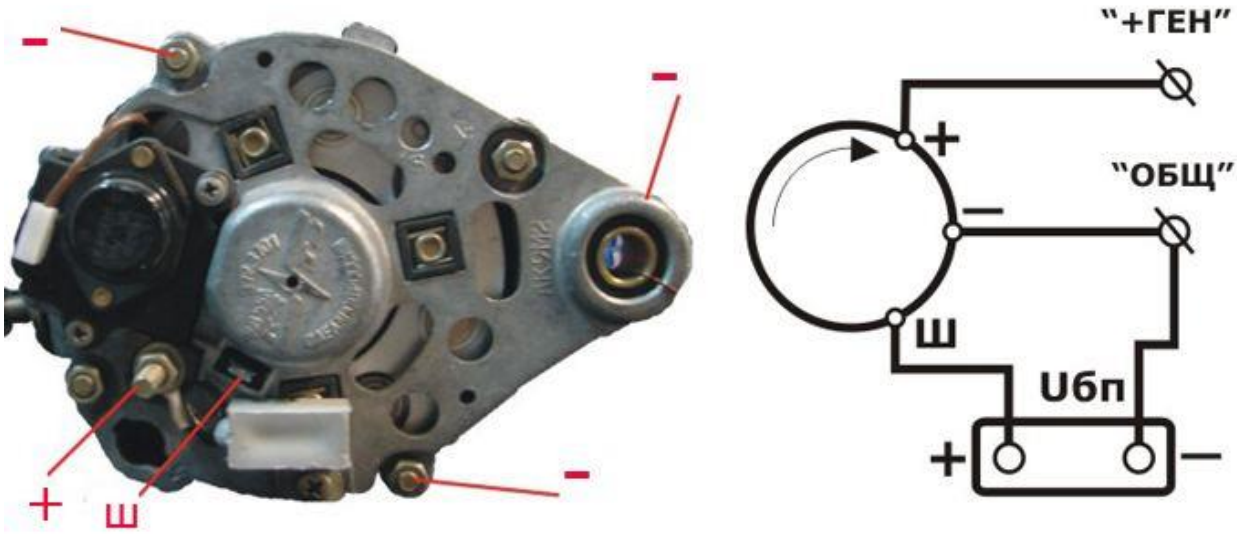


Рис. 4.2. Схема подключения генераторов переменного тока при проверке в режиме холостого тока и под нагрузкой с обмоткой возбуждения, соединенной одним выводом с корпусом генератора

4.1. Порядок действий

1. Установите один из генераторов на стенде (табл. 4.1.), прикрепите его крепежной цепью. Затем соедините ремнем шкив генератора со шкивом электропривода стенда.
2. Подключите генератор к стенду, как показано на рис. 4.2.
3. Включите электродвигатель.
4. Натяните ремень с помощью ручки каретки (20), поворачивая ее против часовой стрелки до устойчивого сопротивления.
5. Переведите переключатель (10) на предел 0 - 200 В.
6. Выставьте переключатель (8) в положение «Uг».
7. Плавно поворачивая ручку регулятора источника регулируемого напряжения (9) по часовой стрелке, установите номинальное напряжение на выходе генератора (приложение 3).
8. Измерьте напряжение на обмотке возбуждения, установив переключатель (8) в положение «UБП», и сравните с табличными данными приложения 3.
9. Проведите проверку генератора под нагрузкой. Нагрузка генератора выбирается переключателем (18) в положении II.

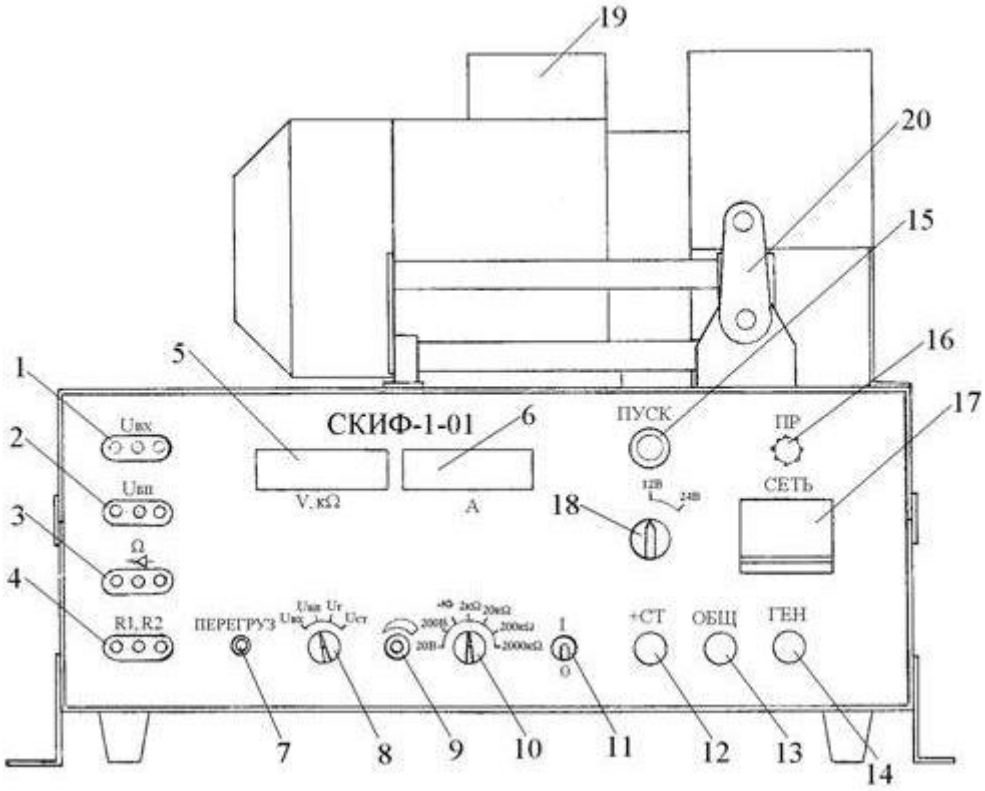


Рис. 4.1. Общий вид СКИФ-1-01

Реле-регуляторы и регуляторы напряжения должны подключаться к стенду для проверки только с заведомо исправным генератором.

Схемы подключения генераторных установок к стенду приведены на Рис. 4.2.

Порядок работы следующий:

1. Установите генератор на стенде с помощью стяжки, представляющей цепь с натяжным винтом, и подключите, как показано на Рис. 4.2.
2. Включите стенд.
3. Рукояткой регулятора напряжения 9 источника питания установите небольшой ток подпитки в пределах 0,5 А.
4. Включите электродвигатель (тумблер 11) и измерьте уровень регулируемого напряжения и внесите его в таблицу. Напряжение, поддерживаемое регулятором должно находиться в пределах, указанных в Приложении 4.

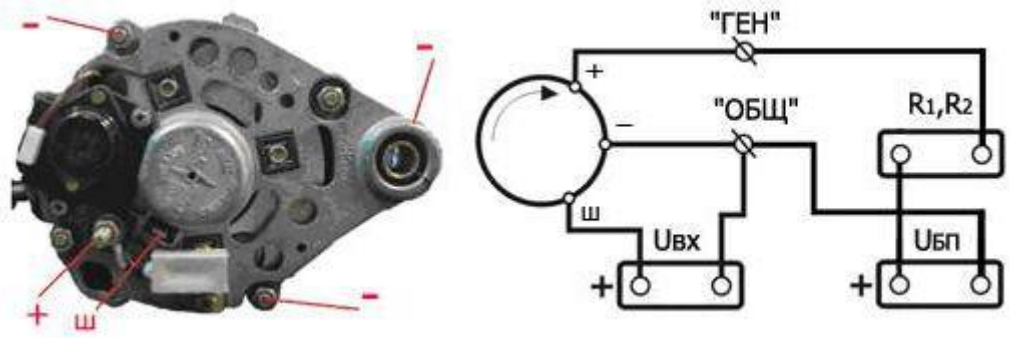


Рис. 4.2. Схема подключения генераторных установок при проверке регуляторов напряжений

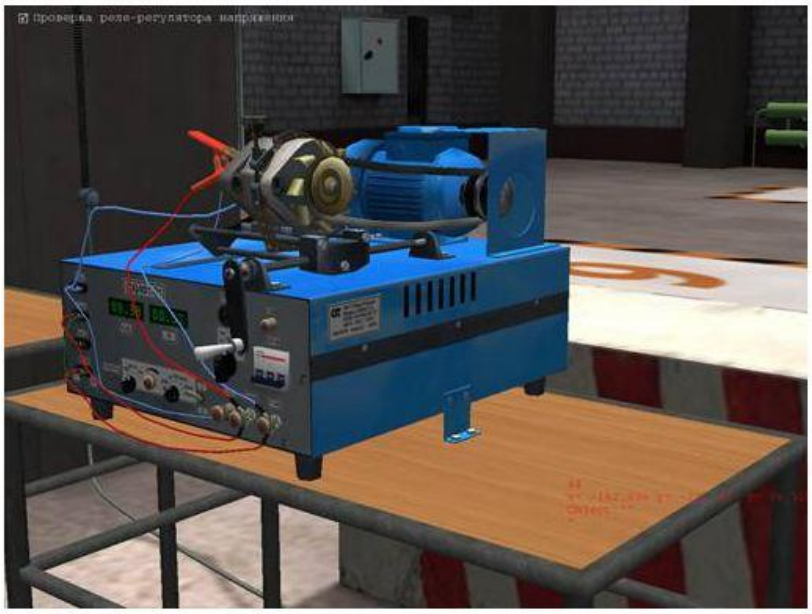


Рис. 4.3. Подключенная генераторная установка при проверке регуляторов напряжений

4.1.1. Приложение 3

Таблица 4.1 Параметры проверки генераторов

Тип генератора	Номинальное напряжение на выходе генератора, В	Напряжение на обмотке возбуждения, В, не более	
		без нагрузки	с нагрузкой
Г221-А	14	7	11
Г222	14	7	10
Г266-А1	14	5	10
161.3701	14	7	10
29.3701	14	6	10

5. Содержание отчета

Название лабораторной работы
Цель работы
Ф.И.О. студента

Таблица 5.1

Результаты проверки генератора

Тип генератора	Данные замера		Эталонные данные	
	UB (без нагрузки), В	UB (под нагрузкой), В	UB (без нагрузки), В	UB (под нагрузкой), В

Вывод:

Таблица 6.1

Результаты проверки регуляторов напряжения

Регулятор напряжения	Данные замера	Эталонные данные
	Напряжение, поддерживаемое регулятором, В	Напряжение, поддерживаемое регулятором, В

Вывод:

6. Контрольные вопросы

1. Конструкция генераторов переменного тока.
2. Какие преимущества генераторов переменного тока по сравнению с генераторами постоянного тока?
3. Принцип работы генераторов переменного тока.
4. Основные неисправности генераторов переменного тока.
5. Каким проверкам подвергается генератор переменного тока для определения его технического состояния?
6. Как изменяется напряжение генератора при изменении частоты вращения ротора?
7. Как изменяется сила тока нагрузки при изменении частоты вращения ротора?
8. Принцип работы регулятора напряжения.
9. Назначение регулятора напряжения.
10. Разновидности регуляторов напряжения.
11. Схема подключения регулятора напряжения к генератору.
12. Зависимость напряжения генератора и силы тока в обмотке возбуждения от частоты вращения ротора.
13. Зависимость напряжения генератора и силы тока в обмотке возбуждения от силы тока нагрузки.

Лабораторная работа №3
Тема: «Изучение конструкции и диагностических параметров стартеров»

Цель – изучение конструкции и диагностических параметров стартеров.

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов систем электроснабжения и пусковых систем транспортных средств;

Задачи:

1.Рассмотреть конструкции наиболее распространенных стартеров, используемых на отечественных автомобилях.

2.Изучить порядок подключения стартера к установке.

3.Снять диагностические параметры стартера согласно порядку выполнения лабораторной работы.

4.Дать оценку полученным результатам.

5.Составить отчет о проделанной работе.

2. Теория

2.1.Поиск и устранение основных неисправностей стартеров

2.1.1. Стартер не включается - не слышны щелчки срабатывания тягового реле, но аккумулятор исправен и заряжен

Причиной этой неисправности может быть нарушение контактных соединений, обрыв в цепях включения стартера, неисправность тягового реле, контактной группы замка зажигания, дополнительного реле включения стартёра.

Рис. 2.1. Алгоритм установления неисправности

2.1.2. При включении стартера слышны многократные щелчки тягового реле

Стартеры имеют тяговое реле с двумя обмотками: втягивающей и удерживающей. В момент замыкания контактов тягового реле втягивающая обмотка отключается и работает только удерживающая. Если при этом сильно разряжена аккумуляторная батарея, ослаблены контактные соединение в цепи стартера или же в удерживающей обмотке тягового реле возник обрыв или короткое замыкание, то возвратная пружина перемещает якорь реле в обратном направлении. Контакты реле разомкнутся, втягивающая обмотка снова включится, и под ее воздействием контакты вновь замкнутся. Процесс повторится.

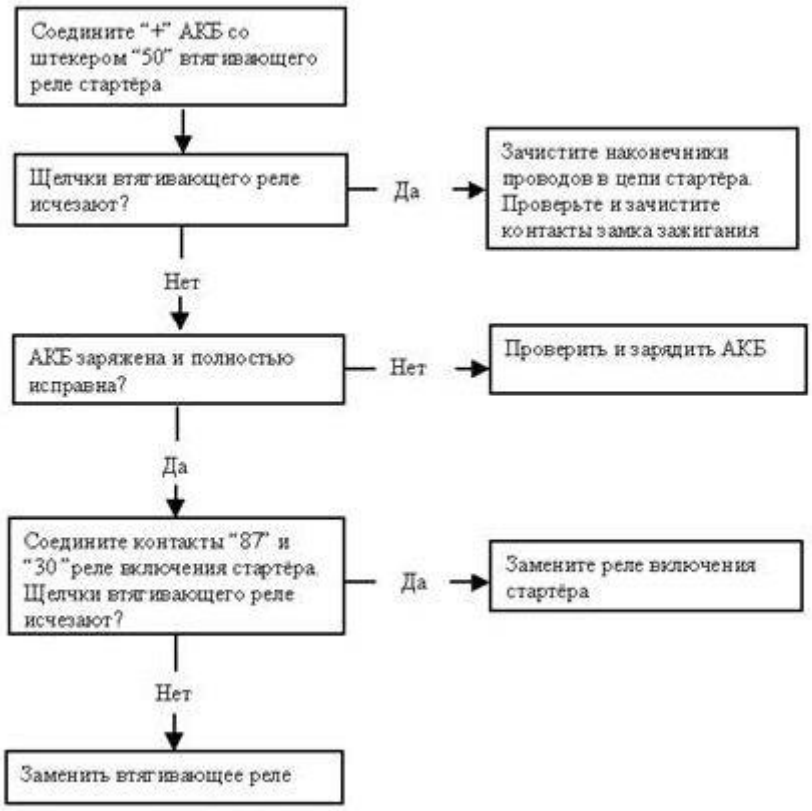


Рис. 2.2. Алгоритм устранения неисправности

Если вы убедились, в том, что во внешних цепях все в порядке, надо снять стартер и искать неисправности в нем. Возьмите два толстых провода, например провода с клещами, которыми обычно «прикуривают», попросите помощника коснуться проводами клемм аккумулятора и по вашей команде, прижмите другие концы к корпусу и нижней клемме стартера. Если стартер не крутится, разбирайте его.

Если крутится, то проверьте тяговое реле. Коснитесь проводом от аккумулятора клеммы управления на тяговом реле. Если не «щелкнет», то снимите тяговое со стартера и проверьте его более тщательно. Если крышка реле привинчена, а не завальцована, его можно отремонтировать.

2.1.3. Двигатель стартера не крутится

Вернемся к двигателю стартера. Если он не крутится, и по запаху чувствуется, что он сгорел, то купите новый стартер.

Если запаха нет, дело, скорее всего в щетках. Разберите стартер и замените щетки. Обратите внимание, возможно, прогорели изоляторы плюсовых щеток на щеточном узле. Щетки должны свободно ходить в своих пазах и должны быть сильно прижаты пружинами к коллектору.

Перед сборкой стартера проверьте, нет ли замыкания обмоток ротора и статора на массу. Прозвоните лампочкой или омметром. Обрывы в обмотках стартера маловероятны – обмотки очень толстые и прочные. Если замыкания нет, то собираем стартер. Самое сложное – это защелкнуть стопорное кольцо

на пружинном кольце. Если стартер закрутился, крепите на него тяговое реле и ставьте стартер на место.

2.1.4. Стартер прокручивается вхолостую

Стартер прокручивается вхолостую, развивает высокие обороты, а двигатель остается на месте - виноват бендикс. Не надо покупать новое тяговое реле - купите бендикс и поменяйте его. В редукторных стартерах (в данном случае - стартеры типа 57.3708) такой же звук слышен, если разваливается редуктор. В любом случае, стартер надо снимать и разбирать. Если стартер не редукторный или редуктор цел, дело в бендиксе.

Иногда вхолостую прокручивается относительно исправный стартер, тогда дело в том, что срезало зубья венца маховика. Иногда стартер крутится в другую сторону (кажется, что неисправен бендикс) - это возможно, если при сборке неправильно вставлены магниты статора или перепутаны обмотки статора. Например вместо корпуса стартера 35.3708 установлен корпус 29.3708.

2.1.5. Стартер “берет на себя”

Стартер “берет на себя” - это устойчивое определение подразумевает следующее: стартер тяжело прокручивается и все лампочки неярко. Такое возможно, если используется некачественный аккумулятор, или на нем грязные и плохо затянутые клеммы, если плохой контакт массы на двигателе.

2.1.6. Стартер потребляет слишком большой ток и не развивает обороты

Стартер потребляет слишком большой ток и не развивает обороты – это происходит потому, что у стартера пониженное электрическое сопротивление или повышенное механическое сопротивление.

2.1.6.1. Пониженное электрическое сопротивление

Пониженное электрическое сопротивление означает пробой обмоток на корпус или межвитковое замыкание. Первый случай можно «прозвонить», второй проверить невозможно. В любом случае пробитую часть стартера надо менять.

2.1.6.2. Прогорание щеток

Иногда причина в прогорании изоляторов щеток на массу. Поменяйте щеточный узел или крышку со щетками целиком.

2.1.6.3. Повышенное механическое сопротивление

Повышенное механическое сопротивление означает, что стартер вращается с усилием. Почти всегда подобная неисправность заключается в изношенных втулках. Ротор стартера начинает болтаться и задевать за статор. Меняйте втулки.

Примечание:

На двигателях типа 2108 передняя втулка принадлежит не стартеру, а сидит в картере сцепления.

2.1.6.4. Стартер медленно крутится, но лампочки не теряют в яркости

Стартер медленно крутится, но лампочки не теряют в яркости, «не пригасают». Такое возможно, когда стартер потребляет слишком мало тока, то есть у него повышенное электрическое сопротивление.

Попробуйте коснуться плюсом нижней клеммы тягового реле, чтобы включить сразу двигатель стартера. Если он начнет легко крутиться – меняйте тяговое реле. Если крутится по-прежнему плохо – причина в стартере.

Обычно это связано с тем, что щетки плохо прижаты к коллектору или сильно искрят. Вследствие этого коллектор загрязняется и стартер останавливается.

Сделайте так, чтобы щетки имели свободный ход и поменяйте пружинки, очистите коллектор.

Если плохой контакт где-то в другом месте стартера, обычно это видно по обгоревшему участку изоляции или по обгоревшим клеммам, часто достаточно зачистить контакты.

2.2.Проверка стартера в режиме холостого хода

Стартер считается исправным, если сила потребляемого тока не будет превышать допустимых значений, а частота вращения якоря не будет меньше величин, приведенных в технической характеристике.

3.3. Устройство стартеров на примере модели СТ230-Б

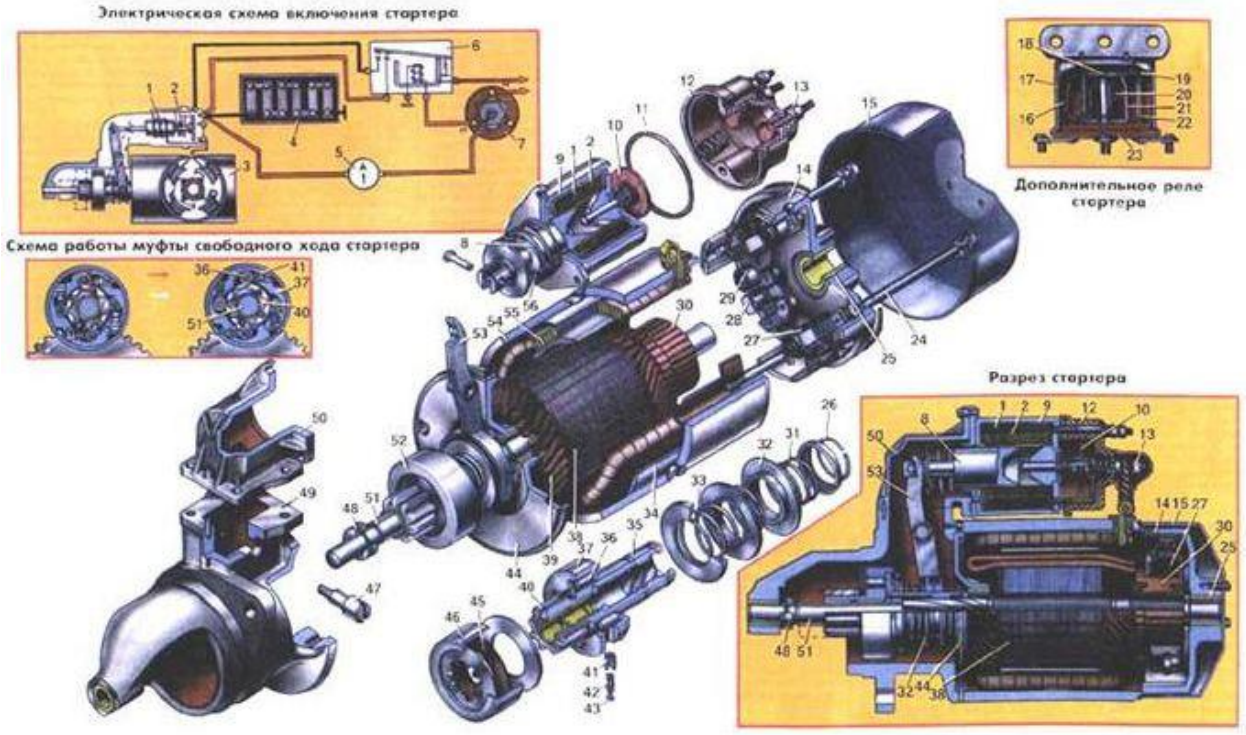


Рис. 3.4. Устройство стартера модели СТ230-Б

1.Втягивающая обмотка тягового реле.
7.Удерживающая обмотка тягового реле.
8.Стартер.
9.Аккумуляторная батарея.
10.Амперметр.
11.Дополнительное реле стартера.
12.Выключатель зажигания и стартера.
13.Якорь тягового реле.
14.Магнитопровод тягового реле.
15.Контактный диск.
16.Прокладка.
17.Крышка тягового реле.
18.Клемма.
19.Крышка стартера со стороны коллектора.
20.Колпак крышки стартера.
21.Пружина дополнительного реле.
22.Крышка дополнительного реле.
23.Якорь дополнительного реле.
24.Контакты.
25.Обмотка дополнительного реле.
26.Ярмо.
27.Стойка с неподвижным контактом.
28.Изоляционная панель с клеммами.
29.Стяжной болт.
30.Подшипник.

31.Стопорное кольцо.
32.Щетка стартера.
33.Щеткодержатель.
34.Пружина щетки.
35.Коллектор.
36.Предбуферная пружина.
37.Полумуфта включения.
38.Буферная пружина.
39.Полюсный башмак.
40.Направляющая втулка.
41.Ролик привода.
42.Наружная обойма привода.
43.Якорь стартера.
44.Обмотка якоря.
45.Шестерня привода.
46.Плунжер привода.
47.Пружина плунжера привода.
48.Упор пружины плунжера.
49.Промежуточный подшипник.
50.Фетровая уплотнительная шайба.
51.Кожух муфты свободного хода.
52.Ось рычага.
53.Запорное устройство.
54.Крышка со стороны привода.
55.Фланец тягового реле.
56.Вал якоря.
57.Муфта свободного хода.
58.Рычаг привода стартера.
59.Корпус стартера.
60.Обмотка возбуждения.
61.Возвратная пружина.

Стартер представляет собой четырехполюсный электродвигатель постоянного тока со смешанным возбуждением. Питание стартера осуществляется от аккумуляторной батареи 6СТ-6ОЭМ.

Стартер работает на принципе взаимодействия магнитного поля обмоток возбуждения и магнитного поля проводников, расположенных в якоре. В результате взаимодействия магнитных полей якорь поворачивается. Для создания вращения якоря необходимо переключать электрический ток проводников якоря в определенной последовательности. Эту функцию выполняют коллектор и щетки. Коллектор установлен на валу якоря и к нему подключены все проводники, расположенные в пазах якоря. В корпусе (54) стартера установлены четыре полюса (34) с обмотками (55) возбуждения.

Якорь (38) стартера представляет собой пакет, набранный из листовой электротехнической стали. Вал якоря вращается в трех подшипниках скольжения, которые установлены в крышках (14) и (49) и промежуточной опоре (44). На крышке (14) установлены также щетки (27) в щеткодержателях (38). Щетки (27) прижимаются к коллектору пружинами (29). На валу якоря (51) установлен привод, который состоит из шестерни (40), муфты свободного хода (52), направляющей втулки (35), буферной пружины (33), предбуферной пружины (31), двух полумуфт включения (32) и стопорных колец. Шестерня (40) служит для зацепления с зубчатым венцом маховика двигателя. Роликовая муфта (52) свободного хода служит для предохранения якоря от повышенных оборотов после запуска двигателя.

Направляющая втулка (35) соединяется с валом (51) через винтовые шлицы. Буферная пружина (33) обеспечивает ввод шестерни в зацепление с зубчатым венцом маховика в том случае, если зуб шестерни упрется в зуб зубчатого обода маховика. Предбуферная пружина (31) обеспечивает выключение электрической части стартера в случае, если двигатель не запускается.

При включении стартера привод вводится в зацепление с венцом маховика, и крутящий момент от вала якоря передается через шлицы на втулку (35) наружной обоймы (37). Поворачиваясь по часовой стрелке, обойма (37) оказывается заклиненной роликами (36) с цилиндрической частью шестерни (40), так как ролики под действием плунжеров (41) и пружин (42) находятся в узкой части фасонных пазов наружной обоймы. Вместе с наружной обоймой (37) начинает вращаться шестерня привода и венец маховика. После запуска двигателя маховик с венцом начинает вращаться быстрее, а вместе с ним и шестерня (40) стартера. Ролики увлекаются цилиндрической частью шестерни (40) в более широкую часть фасонных пазов наружной обоймы и расклинивают наружную обойму. В результате этого крутящий момент от работающего двигателя не передается якорю стартера.

Ввод привода в зацепление с венцом маховика двигателя и включение электрической части стартера осуществляется электромагнитным тяговым реле. Тяговое реле через фланец (50) закреплено на крышке со стороны привода. При включении тягового реле его втягивающая (1) и удерживающая (2) обмотки создают магнитное поле, которое втягивает сердечник (8). Сердечник (8) имеет шток, которым он связан с рычагом привода (53). При перемещении сердечника (8) под воздействием магнитного поля рычаг (53) вводит привод в зацепление с венцом маховика, а контактный диск (10) включает электрическую часть стартера. Как только включился стартер, втягивающая обмотка тягового реле отключается контактным диском (10). После запуска двигателя привод стартера выводится из зацепления с маховиком под действием возвратной пружины (56).

Включение и отключение тягового реле осуществляется дополнительным реле (6). Дополнительное реле установлено на левой

боковине кузова. Реле состоит из обмотки (20) с сердечником, ярма (21), якоря (18), контактов (19), возвратной пружины (16), изоляционной панели с клеммами (23) и крышки (17).

При повороте ключа (в выключателе зажигания) в положение "запуск" питание поступает в обмотку (20), якорь (18) притягивается и контакты соединяются, при этом питание поступает в тяговое реле стартера.

3.2.4. Правила пользования стартером

1.Включать стартер более чем на 5 с не рекомендуется, так как это может привести к перегреву стартера и повреждению аккумуляторной батареи.

2.Повторное включение стартера следует делать через 10-15 с.

3.Как только двигатель запустился, необходимо немедленно отпустить ключ выключателя зажигания, так как муфта свободного хода привода стартера не рассчитана на длительную работу.

4.Включать стартер при работающем двигателе запрещается.

5.При температуре окружающего воздуха ниже минус 10°С рекомендуется перед запуском стартера произвести прогрев двигателя.

6.Не рекомендуется трогаться с места путем прокручиваний трансмиссии через двигатель стартером. После трех-четырех неудавшихся попыток запустите двигатель. Проверьте систему питания и зажигания.

3.2.5. Уход за стартером

Через каждые 6000-6500 км пробега необходимо проверить надежность крепления стартера. Через каждые 24000-25000 км пробега необходимо проверить надежность крепления стартера к двигателю, а также очистить стартер и тяговое реле от грязи.

3.2.5.1. Осмотр и регулировка стартера

По мере надобности снять стартер с двигателя для осмотра и регулировки. Предусматривается следующий порядок выполнения работ:

1.Проверка состояния рабочей поверхности коллектора. Поверхность должна быть гладкой, без следов подгара. В случае загрязнения коллектор нужно протереть чистой тряпкой, смоченной в бензине. Коллектор, имеющий следы подгара, следует зачистить мелкой стеклянной шкуркой. При сильном подгаре или неравномерном износе коллектор следует проточить на токарном станке и отшлифовать шкуркой.

2.Проверка состояния щеток. Они должны свободно (без заеданий) перемещаться в щеткодержателях. Если высота щеток меньше 6 мм, то их следует заменить новыми. Давление щеточных пружин на щетки должно быть в пределах 1000-1400 г. Усилие необходимо измерять динамометром вдоль оси щетки. Если щеткодержатели загрязнены, то их следует протереть тряпкой, смоченной в бензине. После прочистки щеток и коллектора стартер необходимо продуть сжатым воздухом.

3.Проверка регулировки стартера. Для этого необходимо осмотреть контакты включателя и, при необходимости, зачистить их. Проверьте положение шестерни в выключенном положении - она должна находиться не далее 34 мм от фланца крепления. Проверьте полный вылет шестерни при включенном тяговом реле. Для этого к корпусу стартера нужно подсоединить минус аккумуляторной батареи, а плюс батареи соединить с клеммой тягового реле. Расстояние между торцом шестерни и упором должно быть 4±1 мм. Если расстояние не соответствует указанному, то его необходимо отрегулировать поворотом эксцентриковой оси (47) рычага.

3. Оборудованиеи материалы

3.1.Оборудование необходимое для проведения лабораторной работы

Оборудование необходимое для проведения лабораторной работы:

- стенд испытательный СКИФ 1-01.
- стартеры.

3.1.1. Устройство стенда СКИФ-1-01

Устройство стенда СКИФ 1-01 показано на рис.3.3.

На основании закреплены: каретка (20) для установки проверяемых стартеров и привод (19).

Ввод сетевого кабеля находится сзади, внизу. На левой стороне основания расположен болт заземления.

Проверяемые стартеры крепятся на каретке с помощью стяжки (1), представляющая цепь с натяжным винтом.

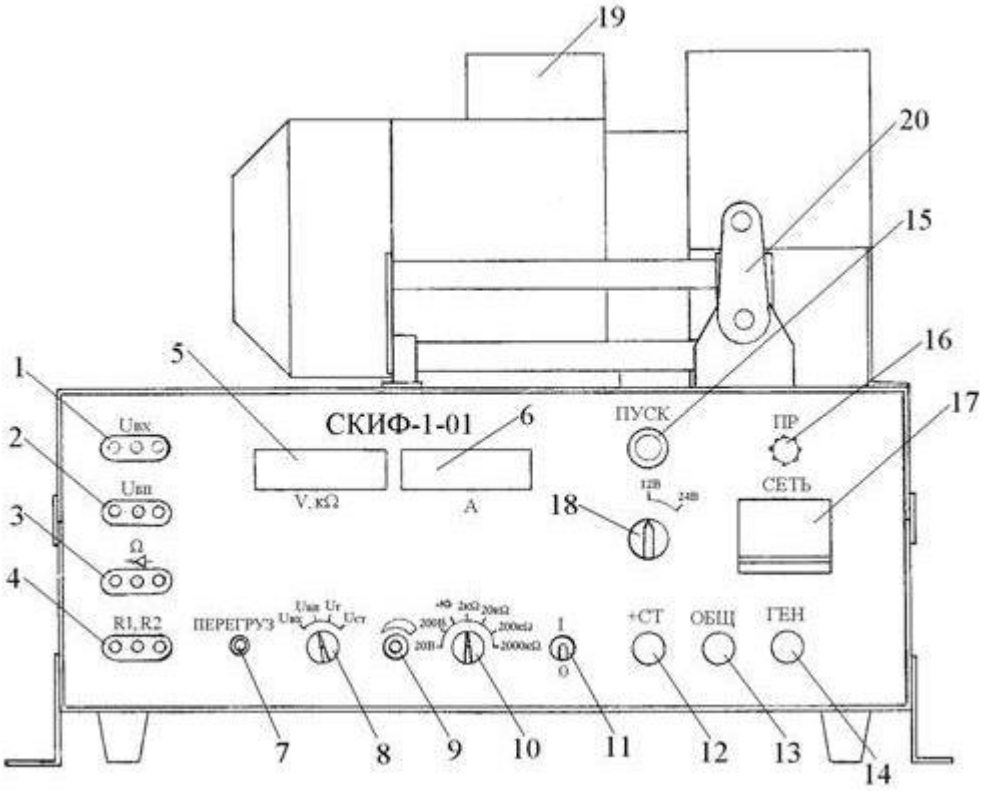


Рис. 3.3. Общий вид стенда СКИФ 1-01

На лицевой панели расположены:

- автоматический выключатель сети (17);
- выключатель электродвигателя привода (11);
- предохранитель (16);
- переключатель напряжения и нагрузки (18);
- кнопка «ПУСК» (15);
- клеммы (12), (13), (14) для подключения проверяемых стартеров и генераторов;
- вольтметр; омметр (5);
- розетка омметра (3);
- амперметр (6);
- розетка (4) для подключения резисторов нагрузки (R1) и (R2);

- резистор-регулятор выходного напряжения постоянного тока с блока питания (9);
- переключатель пределов измерения напряжения/сопротивления (10);
- розетка (2) – выход регулируемого напряжения постоянного тока;
- розетка внешнего входа вольтметра (1);
- переключатель входов вольтметра (8);
- индикатор перегрузки (7).

3.2. Указания по технике безопасности

1.Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

2.К работе со стендом допускается персонал, изучивший устройство и принцип работы стенда, прошедший инструктаж и имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

3.Проверяемые генераторы и стартеры должны быть надежно закреплены. В случае необходимости пользуйтесь защитными кожухами.

4.Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

5.При перерыве в работе стенд должен быть отключен от сети.

6.В остальном при эксплуатации стенда руководствуйтесь «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий».

4. Задания

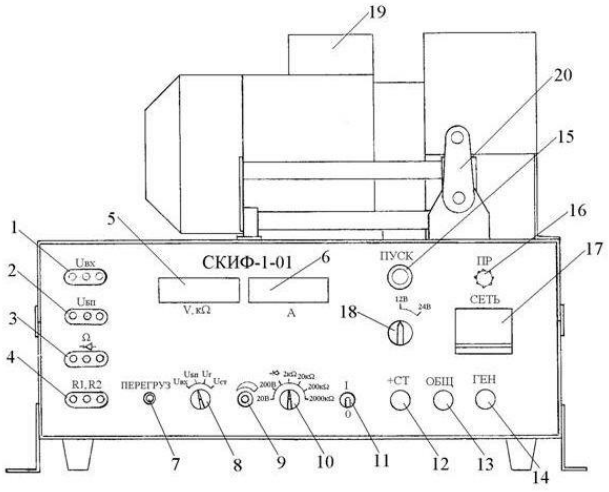


Рис. 4.1. СКИФ-1-01. Общий вид

4.1.Проверка стартера в режиме холостого хода

Стартеры проверяются на стенде СКИФ-1-01 в режиме холостого хода.с использованием следующей схемы подключения.

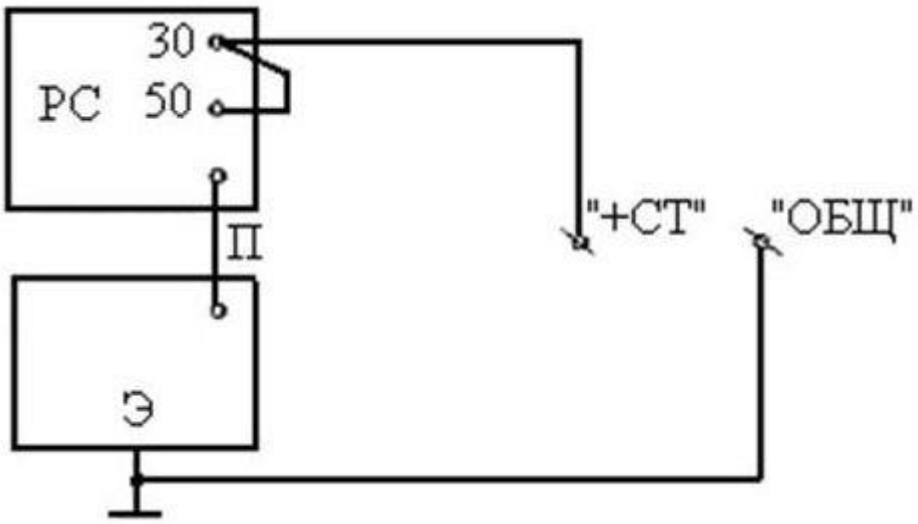


Рис. 4.2. Соединение стартера со стендом

Рис. 4.3. Контакты стартера

1.Установите стартер на стенде с помощью стяжки (1), представляющей цепь с натяжным винтом.

2.Подключите его к стенду с помощью клемм и проводов, лежащих на рабочем столе, как показано на рис. 4.2 и 4.3.

3.Переключатель напряжения силового блока (18) в зависимости от номинального напряжения стартера переведите в положение 12 В или 24 В. Включите стенд. Нажмите на кнопку «Пуск». Якорь стартера должен вращаться.

4.Прочтите показания амперметра (следует напомнить, что при этой проверке предел измерения амперметра 200 А) и сравните с данными приложения 5. Напряжение контролируется по вольтметру, переключением (8) в положение «Uст».

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

4.1.1.Примечание

1.Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, а частота вращения якоря падает ниже нормы.

73.Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания в обмотке якоря.

74.Межвитковое замыкание в обмотке возбуждения у стартеров большой мощности приводит к повышению частоты вращения якоря.

4.1.2.Приложение 5

Таблица 4.1

Параметры проверки стартеров в режиме холостого хода

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Ток холостого хода, А, не более	Частота вращения, об/мин, не менее
СТ221	12	1,3	35	5000
29.3708	12	1,3	75	5000
35.3708	12	1,3	75	5000
42.3708	12	1,65	75	5000
СТ130-А3	12	1,8	90	3400

5. Содержание отчета

Название лабораторной работы
Цель работы
Ф.И.О. студента

Таблица 6.1

Результаты проверки стартеров

Тип стартера	Данные замера	Эталонные данные
	Ток холостого хода, А, не более	Ток холостого хода, А, не более

Вывод:

6. Контрольные вопросы

1.Конструкция стартеров по типу механизма включения и способу управления?

2.Почему обмотки якоря и обмотка возбуждения делаются из провода большого сечения?

3.Каким образом предотвращается разнос стартера при включении двигателя?

4.Каким проверкам подвергается стартер?

5.Стартер с непосредственным включением не действует. Назовите возможные неисправности и способы их устранения.

6.Якорь стартера с непосредственным включением вращается, а коленчатый вал не вращается. В чем заключается неисправность?

7.Стартер вращает коленчатый вал двигателя с очень малым числом оборотов. В чем причина подобной неисправности?

8.Стартер с дистанционным включением не действует. В чем причина подобной неисправности?

9.Что произойдет, если в цепи удерживающей обмотки обрыв?

Лабораторная работа №4.
Устройство, характеристики и оценка технического состояния искровых свечей зажигания.Контактная система зажигания

Цель работы:

- изучение устройства искровых свечей зажигания, условия их работы на двигателях внутреннего сгорания. Изучить контактную систему зажигания;

- ознакомиться с устройством и принципом работы контактной системы зажигания; исследовать физические процессы, происходящие в контактной системе зажигания, и их влияние на мощность искрового разряда; научиться производить регулировку угла замкнутого состояния контактов (УЗСК) и угла опережения зажигания (УОЗ).

Знать:

- классификации, устройства и принципов действия гидравлических, электрических, электронных и теплотехнических систем Т и ТТМО отрасли;
- методы расчета и анализа электрических машин;
- основы электроники и электрических измерений;
- основы элементной базы современных электронных устройств;

Уметь:

- выполнять графические построения деталей и узлов, использовать конструкторскую и технологическую документацию в объеме для решения эксплуатационных задач;
- выполнять технические измерения механических газодинамических и электрических параметров ТиТТМО, пользоваться современными измерительными средствами;
- выполнять диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов ТиТТМО;
- пользоваться имеющейся нормативно-технической документацией и справочной документацией.

Задача:

1. для заданных свечей оценить условия сгорания рабочей смеси;
2. научиться проводить регулировку зазора между электродами свечи и проверку свечей зажигания на герметичность и искрообразование.
3. Изучить устройство и принцип работы контактной системы зажигания
4. Изучить устройство основных элементов контактной системы зажигания
5. Изучить влияние конденсатора на работу контактной системы зажигания

2. Теория

2.1. 1. Конструкция свечей зажигания

Свеча зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндре двигателя. При подаче высокого напряжения на электроды свечи возникает искровой разряд, воспламеняющий рабочую смесь. Свеча является важнейшим элементом системы зажигания двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением рабочей смеси. От качества конструкции свечи и правильного выбора ее параметров во многом зависит надежность работы двигателя.

По исполнению свечи бывают экранированные и неэкранированные (отрытого исполнения), по принципу работы: с воздушным искровым промежутком; со скользящей искрой; полупроводниковые; эрозийные; многоискровые (конденсаторные); комбинированные. Наибольшее распространение на автомобилях получили свечи с воздушным искровым промежутком. Это объясняется тем, что они удовлетворительно работают на современных двигателях, наиболее просты по конструкции и технологичны в изготовлении и обслуживании.

Современные искровые свечи зажигания имеют неразборную конструкцию. Пример неэкранированной свечи приведен на рис. 2.1.

Корпус свечи представляет собой полую резьбовую конструкцию с головкой под шестигранный ключ. Корпус свечи и контактную головку обычно изготавливают из конструкционных сталей. Внутри корпуса располагается керамический изолятор, выполненный из уралита, боркорунда, синоксаля, хелумина или других материалов, обладающих высокой температурной, электрической и механической стойкостью. Изолятор должен выдерживать напряжение не менее 30 кВ при его максимальной температуре. Кроме того, изолятор свечи должен иметь фактически нулевое влагопоглощение, а ее поверхность должна быть стойкой к смачиванию.

Внутри изолятора закреплен центральный электрод и выводной стержень. Материал центрального электрода должен обладать высокой коррозионной и эрозионной стойкостью, жаростойкостью и хорошей теплопроводностью. Поэтому, центральный электрод изготавливается из хромотитановой стали 13Х25Т или хромоникелевого сплава Х20Н80. В свечах с расширенным температурным диапазоном («термоэластик») центральный электрод выполняется из меди, серебра или платины с термостойким покрытием рабочей части. Соединение центрального электрода и выводного стержня (болта) производится специальной токопроводящей стекломассой.

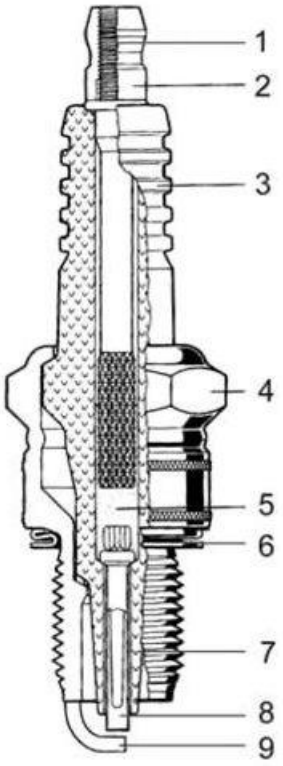


Рис. 2.1. Устройство свечи зажигания

1 - выводной стержень, 2 - контактная головка, 3 - керамический изолятор, 4 - корпус, 5 - токопроводящий герметик, 6 - уплотнительная прокладка, 7 - тепловой конус, 8 - центральный электрод, 9 - боковой электрод

К корпусу свечи приварен боковой электрод из никель-марганцевого или хромоникелевого сплава. Некоторые фирмы, например, Bosch, применяют до четырех боковых электродов в свече. Увеличение числа боковых электродов способствует снижению значения устойчивой частоты вращения коленчатого вала двигателя. Между центральным и боковым электродами устанавливается зазор 0,5... 1,2 мм. Чем больше зазор, тем больше воспламеняющая способность искры, но при этом от системы зажигания требуется более высокое напряжение. Для контактной системы зажигания автомобилей ВАЗ обычно рекомендуется зазор 0,5...0,6 мм, АЗЛК -0,8...0,9 мм, для бесконтактных систем - 0,7...0,8 мм, для микропроцессорных систем с впрыском топлива - 1,0... 1,15 мм. Зимой рекомендуется использовать минимальные зазоры или даже уменьшать их на 0,1 ...0,2 мм. Нарушение зазора между электродами свечи приведет к изменению напряжения и энергии искрового разряда, в результате чего рабочая смесь в цилиндре может не воспламениться, и цилиндр двигателя работает с перебоями.

Герметичность резьбового соединения при ввертывании свечи в отверстие головки двигателя обеспечивается уплотнительной прокладкой, а длина резьбовой части корпуса свечи должна быть такой, чтобы конец корпуса не заглублялся и не выступал в камеру сгорания. Материал

уплотнительных колец - сталь, алюминий или медь. Естественно, лучшую теплопередачу обеспечивают медные кольца.

Однако герметичность свечи по резьбе зависит не только от состояния самой резьбы (в головке, на свече) и уплотнительного кольца, но и от момента затяжки. Для затяжки свечей используется только специальный "свечной" ключ. Его размер 20,6 мм (13/16 дюйма). Затягивать свечи с использованием воротка большей длины, чем штатный, не рекомендуется.

При отворачивании чрезмерно затянутой свечи ее можно просто сломать.

Момент затяжки резьбы свечи, для автомобилей ВАЗ составляет 3,2...4,0 кгс-м. У автомобилей зарубежного производства момент затяжки обычно меньше и находится в пределах 1,5.. 3,0 кгс-м.

2.2. Условия работы свечи на двигателе

Свечи в двигателях внутреннего сгорания используются для воспламенения топливовоздушной смеси. Это происходит следующим образом. Высокое напряжение на электродах ионизирует пространство между ними и вызывает проскакивание искры. Искра нагревает некоторое небольшое по объему количество смеси до температуры воспламенения. Далее пламя распространяется по всему объему камеры сгорания. При нормальных условиях (состав смеси, давление, влажность, температура) для воспламенения смеси требуется пробивное напряжение не более 10... 14 кВ. В целях получения более надежного зажигания смеси при любых условиях применяют системы зажигания с напряжением 20...35 кВ.

Условия работы свечи очень напряженные. Температура газовой среды в камере сгорания двигателя колеблется от 70°С (температура свежего заряда смеси, поступающей в цилиндр) до +2000 ... +2700°С (максимальная температура цикла), а наружная часть свечи, находящаяся в подкапотном пространстве, обдувается встречным потоком воздуха. Окружающий изолятор воздух подкапотного пространства может иметь температуру от -60 до +80°С. При всем этом температура нижней части изолятора у современных свечей должна быть в тепловых пределах работоспособности от +400 до +900°С (ранее +500... +600°С).

При температуре ниже +400°С даже при нормальных составах рабочей смеси, на маслоотражательных колпачках и кольцах на тепловом конусе возможно отложение нагара. Искры между электродами свечи временами вообще не будет, и в работе двигателя появятся перебои.

При температуре +400... +500°С с теплового конуса свечи исчезает нагар. Эта температура называется температурой самоочищения свечи.

При температуре теплового конуса более +900°С происходит воспламенение рабочей смеси уже не искрой, а от соприкосновения с раскаленным изолятором, электродами, с частицами сгоревшего нагара. В этом случае наступает калильное зажигание, и двигатель продолжает работать даже при выключенном зажигании. Из-за перегрева начинают

выгорать (оплавляться) электроды, изолятор, появляется эрозия торца корпуса.

Так как предельные значения температуры для всех свечей практически одинаковы, а тепловые условия ее работы на различных двигателях существенно отличаются, свечи изготавливаются с различной теплоотдачей. Теплоотдача свечи определяется целым рядом параметров: длиной резьбы и теплового конуса, зазором между тепловым конусом и корпусом, длиной верхней части изолятора и ребра (канавки) на нем, теплопроводностью материалов (изолятора, электродов, корпуса и т.д.). Свечи с малой теплоотдачей называют «горячими». Они предназначаются для тихоходных двигателей с небольшой степенью сжатия. Свечи с большой теплоотдачей называют «холодными». Они устанавливаются на быстроходные (форсированные) двигатели с высокой степенью сжатия. Если свечи сделаны из одинаковых материалов, то различия только конструктивные. У «горячей» - более длинный тепловой конус, с большей поверхностью. У «холодной» - очень короткий. Поэтому первая примет больше теплоты от сгорающего топлива, а вторая - меньше. На рис. 2.2 приведены свечи с различными тепловыми характеристиками: *а* — «горячая», *б* — «нормальная», *в* - «холодная». Прерывистая линия показывает путь отвода тепла от изолятора к корпусу.

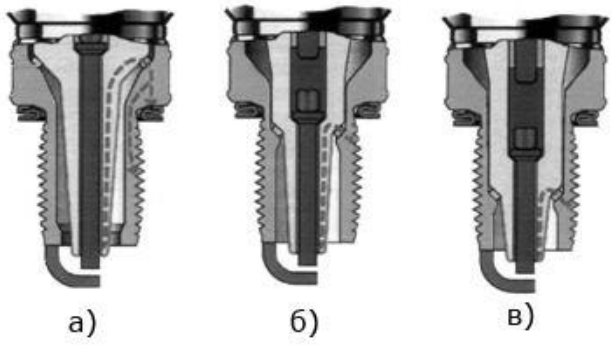


Рис. 2.2. Конструкция свечей зажигания с различными тепловыми характеристиками

Тепловые качества свечей характеризуются *калильным числом*. Калильное число определяется на специальном одноцилиндровом эталонном двигателе, степень сжатия которого изменяют до возникновения калильного зажигания. Среднее индикаторное давление, соответствующее возникновению калильного зажигания, и выражает собой калильное число, которое должно соответствовать ряду: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Чем больше калильное число, тем больше теплоотдача свечи и меньше длина теплового конуса изолятора. В некоторых странах под калильным числом понимают время работы эталонного двигателя до начала калильного зажигания. Так обозначает калильное число, например, фирма Bosch.

Нет свечей, пригодных для любого двигателя. Для примера на рисунке 2.3 приведены характеристики «горячей» *(а),* «нормальной» *(б)* и «холодной» *(в)* свечей зажигания, установленных на одном и том же двигателе.

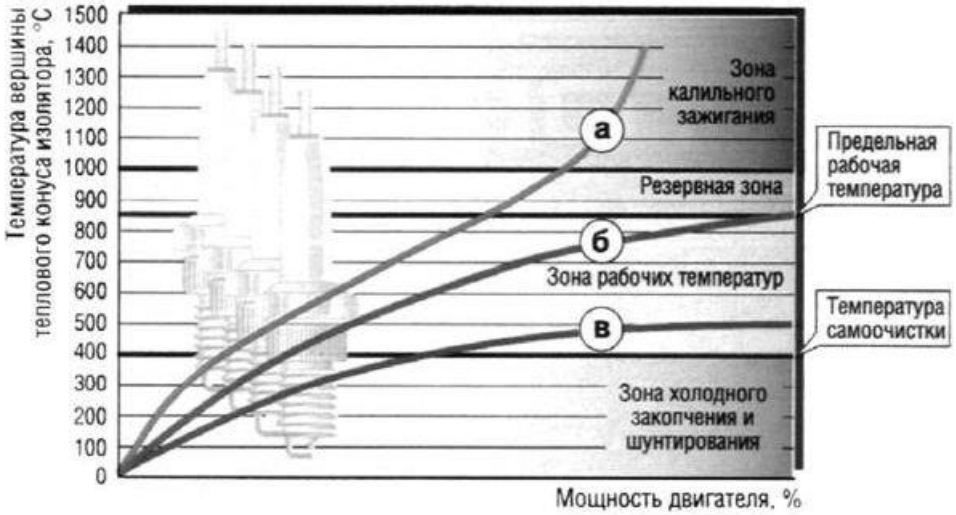


Рис. 2.3. Зависимость температурной характеристики свечи зажигания от мощности двигателя

Видно, что у «горячей» уже при половинной мощности двигателя температура теплового конуса будет выше +850°С, и с повышением нагрузки она сразу же вызовет калильное зажигание. «Холодная» лишь при мощности более 50% начинает самоочищаться, а при меньших нагрузках тепловой конус будет покрываться токопроводящим шунтом. Поэтому, в данном случае подходит лишь «нормальная» свеча.

Кроме тепловых нагрузок свечи подвержены также воздействию механических, электрических и химических нагрузок. Так давление в цилиндре двигателя достигает 5...6 МПа (максимальное давление в цикле), поэтому на поверхность свечи, находящейся в камере сгорания, действует усилие, составляющее около 0,5... 1,2 КН. При нарушении герметичности свечей в соединении изолятора центрального электрода с корпусом происходит пропуск отработавших газов наружу. Это вызывает перегрев нижней части изолятора, в результате чего происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси раскаленными изоляторами свечей, и возникают перебои в работе цилиндров двигателя.

В процессе работы свеча находится под электрическим напряжением, приложенным к ее электродам, равным пробивному напряжению искрового промежутка. Это напряжение может превышать 20 кВ. Рабочая часть электродов подвергается воздействию электрической энергии в процессе искрообразования. Износ электродов дополнительно увеличивается из-за того, что в продуктах сгорания находятся вещества, которые вызывают их химическую коррозию. Опыт показывает, что в процессе работы зазор в свече увеличивается в среднем на 0,015 мм на 1000 км пробега автомобиля.

Неполное сгорание топливной смеси ведет к отложению токопроводящего нагара на поверхности теплового конуса, электродах и

стенках камеры свечи. Нагар образуется также из-за попадания смазочного масла на тепловой корпус изолятора. Смазочное масло является изолятором для электрического тока, но когда оно смачивает слой ранее отложившегося нагара, то вся образовавшаяся масса превращается в токопроводное вещество. Это отложение постепенно обугливается под действием температуры и становится более токопроводным. При этом напряжение, развиваемое во вторичной цепи системы зажигания, уменьшается и может оказаться равным или даже меньшим пробивного напряжения искрового промежутка свечи, что приводит к нарушению в бесперебойности искрообразования и даже к полному его прекращению. К аналогичному результату может привести попадание влаги и загрязнение открытой части изолятора свечи, находящейся в подкапотном пространстве автомобиля.

При нормальных условиях эксплуатации свечи зажигания рекомендуется заменять через 15... 30 тыс км пробега автомобиля.

2.3. Маркировка отечественных свечей

Маркировка свечей содержит расширенную информацию об их конструкции и свойствах. В маркировке отечественных свечей используется:

- обозначение резьбы на корпусе (А - резьба М14х1,25; М - резьба М1 8х1,5);
- обозначение вида опорной поверхности корпуса (плоская не обозначается, К - конусная);
- калильное число (от 8 до 26);
- обозначение длины резьбовой части корпуса (Н - 11 мм; С - 12,7 мм; Д - 19 мм; длина 12 мм не обозначается);
- обозначение выступания теплового конуса изолятора за торец корпуса (отсутствие выступания не обозначают, при выступании - В);
- обозначение герметизации соединения изолятор - центральный электрод (Т - термоцементом, герметизация иным герметиком не обозначается);
- специальные обозначения (Р - встроенный помехоподавительный резистор);
- материал центрального электрода (нихром не обозначается, М - медь с нихромом, П - платина, С - серебро);
- порядковый номер конструкторской разработки (через дефис).

Пример: А17ДВ-10 - свеча зажигания с резьбой на корпусе М14х1,25, калильным числом 17, длиной резьбовой части корпуса 19 мм, имеющей выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса.

2.4. Проверка свечей зажигания на стенде Э203-П на герметичность и искрообразование

Стенд Э203-П предназначен для испытаний свечей зажигания на герметичность и искрообразование. Внешний вид устройства показан на рис. 2.4, где 1 - тумблер ("откл./проверка"), 2 - высоковольтный провод с

наконечником, 3 - манометр, 4 - контрольный разрядник, 5 - откидная крышка, 6 - рукоятка поршневого насоса, 7 - переходник, 8 - вентиль выпуска сжатого воздуха, 9 - воздушная камера, 10 - зеркало-отражатель, 11 - смотровое окно.

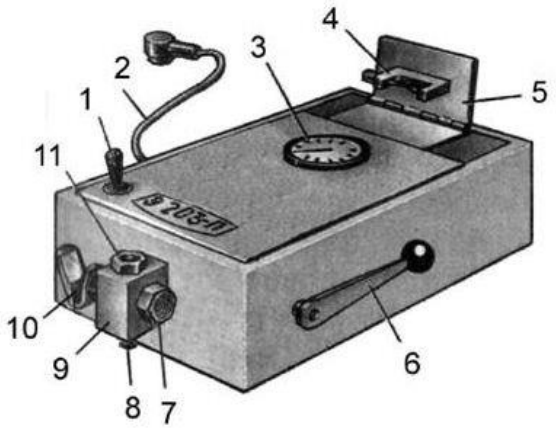


Рис. 2.4. Внешний вид стенда Э203-П

Принцип работы стенда Э203-П заключается в следующем.

Проверяемую свечу ввертывают в воздушную камеру (при этом свечи Ml 8x1,5 ввертываются непосредственно, а для свечей М14х1,25 имеются 2 переходника, которые соответствуют длине ввертной части 12 мм и 19 мм). Затем закручивают до отказа вентиль выпуска сжатого воздуха и рукояткой поршневого насоса создают в воздушной камере заданное давление. Давление воздуха контролируют по манометру.

Для проверки на герметичности свечи создают давление воздуха 1,0 МПа (10 кгс/см^2) и наблюдают за показаниями манометра. Допускается падение давления на 0,05 МПа (0,5 кгс/см) от первоначального в течение 1 мин, а для свечей с изолятором из термоцемента - за 10 с. Более быстрый спад давления свидетельствует о том, что свеча не обладает нужной герметичностью и она выбраковывается. Для проверки на искрообразование прибор включают в сеть и присоединяют высоковольтный провод к проверяемой свече. В воздушной камере создают давление, руководствуясь таблицей 2.1.

Далее переводят тумблер в положение «Проверка» и в течение 3,5 сек наблюдают через верхнее смотровое окно за искрообразованием между электродами свечи, а через боковое зеркало-отражатель - за утечкой тока по нагару.

Таблица 2.1 Давление в воздушной камере

Зазор между электродами, мм		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Испытательное давление	МПа	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	кгс/см	10	9	8	7	6	5

У нормально работающей свечи должно наблюдаться бесперебойное искрообразование между электродами. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг центрального электрода. При устойчивом, регулярном искрообразовании свеча исправна и пригодна для дальнейшей эксплуатации.

2.5. Общие сведения о контактной системе зажигания

5.1.1. Устройство и принцип работы контактной системы зажигания

Электрическая схема контактной системы зажигания запатентована в 1908 г. К.Д. Кеттерингом из DaytonEngeneeringLaboratoriesCompany (DELCO). Его идея не претерпела существенных изменений до настоящего времени.

Электрическая схема (рис. 1.1) состоит из аккумуляторной батареи АБ, замка зажигания ЗЗ, катушки зажигания КЗ, распределитель зажигания РЗ, первичной обмотки катушки зажигания 1, вторичной обмотки катушки зажигания 2, кулачка распределителя зажигания 3, контактной группы 4, конденсатора 5, бегунка 6, крышки распределителя зажигания 7, высоковольтных проводов 8, свеч зажигания 9.

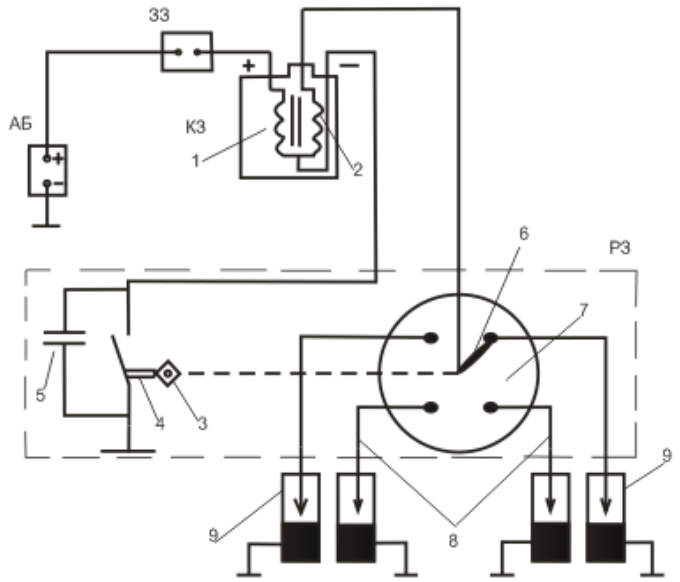


Рис. 1.1. Электрическая схема контактной системы зажигания

Распределитель зажигания приводится в движение двигателем автомобиля и вращается со скоростью распределительного вала. На валу распределителя закреплены кулачок 3 и бегунок 6. Кулачок имеет выступы, количество которых соответствует количеству цилиндров двигателя. При вращении кулачка один из его выступов перемещает подвижный контакт контактной группы 4 и замыкает первичную обмотку катушки зажигания на «массу». В этот момент времени происходит накопление энергии в катушке зажигания. При дальнейшем вращении кулачка его выступ освобождает подвижный контакт, и цепь размыкается. В момент размыкания контакта бегунок 6 распределителя подходит к одному из контактов в крышке

распределителя, и электрический ток высокого напряжения от катушки зажигания передается к свече зажигания по цепочке: вторичная обмотка катушки зажигания - центральный высоковольтный провод - бегунок, контакт крышки распределителя - высоковольтный провод с наконечником - свеча зажигания и «масса».

Под воздействием тока высокого напряжения в воздушном зазоре образуется искра, которая поджигает топливную смесь в цилиндре.

2.5.2. Устройство основных элементов контактной системы зажигания

К основным элементам контактной системе зажигания относятся контактная группа, конденсатор, катушка зажигания и высоковольтные провода.

Контактная группа состоит из неподвижного и подвижного контактов, пружины, толкателя и клеммы (рис. 1.2). Контакты прерывателя изготовлены из вольфрама, так как он мало подвержен эрозии и вследствие высокой твердости мало подвержен износу. Контакты прерывателя открываются кулачком, расположенным на валу распределителя зажигания. Зазор между контактами регулируется щупом и должен составлять 0,35-0,45 мм.

Контакты осматривают на наличие эрозии и переноса металла. Зачищаются они наждачной бумагой или надфилем и промываются бензином. Зачищать контакты необходимо через 10 тыс. км. Срок службы контактов 30–40 тыс. км.пробега автомобиля.

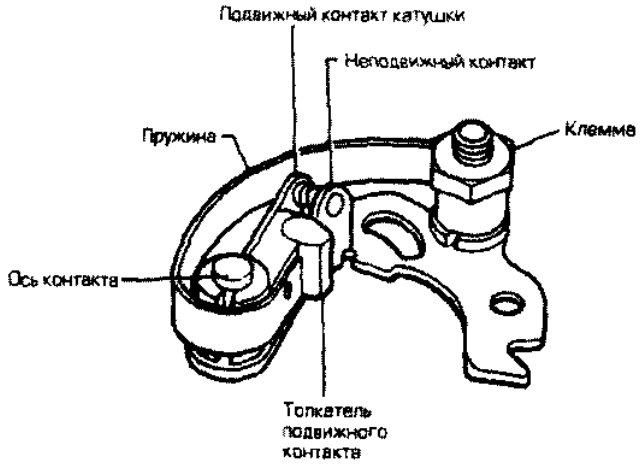


Рис. 1.2. Блок контактов прерывателя.

Конденсатор состоит из двух электродов, разделенных между собой диэлектриком. Диэлектриком является лакированная конденсаторная бумага, а обкладками – фольга, нанесенная на бумагу. Полоски бумаги вместе с обкладками свертывают в рулон и помещают в металлический корпус.

С помощью мультиметра определяют емкость конденсатора. Для этого

вращая вал распределителя размыкают контакты и измеряют емкость между подводящим проводом от катушки зажигания (предварительно отсоединенного от катушки) и «массой». Емкость должна быть 0,20-0,25 мкФ.

Проверить конденсатор можно, включив в электрическую сеть переменного тока напряжением 220 В последовательно с лампой мощностью 15-30 Вт (рис. 1.3).

Далее подключают на десятые доли секунды 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.

После отключения щупов подводят наконечник проводника к корпусу конденсатора. Если произойдет искровой разряд, то конденсатор исправен. 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.

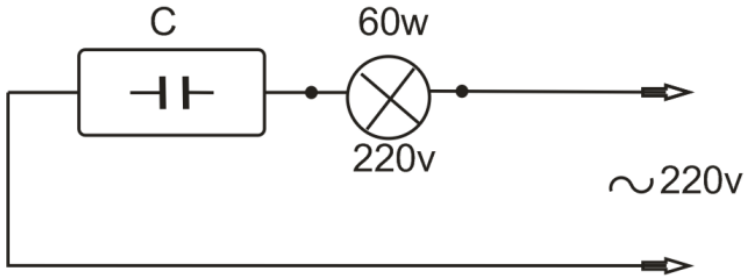


Рис. 1.3. Проверка исправности конденсатора.

Катушка зажигания представляет собой электрический автотрансформатор с разомкнутой магнитной цепью. Пространство между обмотками и корпусом катушки заполнено изолирующим наполнителем – трансформаторным маслом.

Сопротивление первичной обмотки катушки колеблется от 1 до 4 Ом и измеряется между ее клеммами «+» и «-», а сопротивление вторичной обмотки находится в пределах от 3 до 8 кОм и измеряется между контактом высоковольтного провода и клеммой «-».

Высоковольтный провод. Сердечник провода представляет собой шнур из льняной пряжи, заключенный в оболочку, изготовленную из пластмассы с добавлением феррита. Поверх этой оболочки намотана нихромовая проволока диаметром 0,11 мм по 30 витков на один сантиметр. Снаружи провод имеет изолированную оболочку из поливинилхлорида. Ферритовая оболочка придает проводу эластичность и подавляет высокочастотные колебания, которые возникают вследствие воздействия вторичного напряжения.

При работе системы зажигания возникают искры (в зазорах между контактами прерывателя, электродами свечей зажигания, бегунка и крышки распределителя). Частота колебаний достигает 10 – 100 Гц, что вызывает радиопомехи. Для гашения высокочастотных колебаний искрящихся контактов используют подавительные сопротивления (резистор бегунка, наконечники свечей, резистор в свечах, высоковольтные провода с распределительным по длине сопротивлением). Лучший высоковольтный провод со спиральной намоткой металлической нитью. Эти провода подавляют радиопомехи индуктивным, а не резисторным методом, поэтому они имеют малое сопротивление току и увеличивают энергию искры. Красные провода применяются для контактной системы зажигания автомобилей ВАЗ – 2106, имеют сопротивление примерно 2 кОм на метр длины и пробивное напряжение 18 кВ.Синие провода (силиконовая изоляция) для ВАЗ–2108 – 2,55 кОм/м, пробивное напряжение до 30 кВ. Для проводов иномарок более строгие требования к подавлению радиопомех, поэтому их сопротивление достигает 9 – 25 кОм на метр.

Повышение сопротивления высоковольтного провода происходит из-за его обрыва (обычно в местах соединения с контактными разъемами). Сопротивление измеряется мультиметром и не должно превышать 30 кОм.

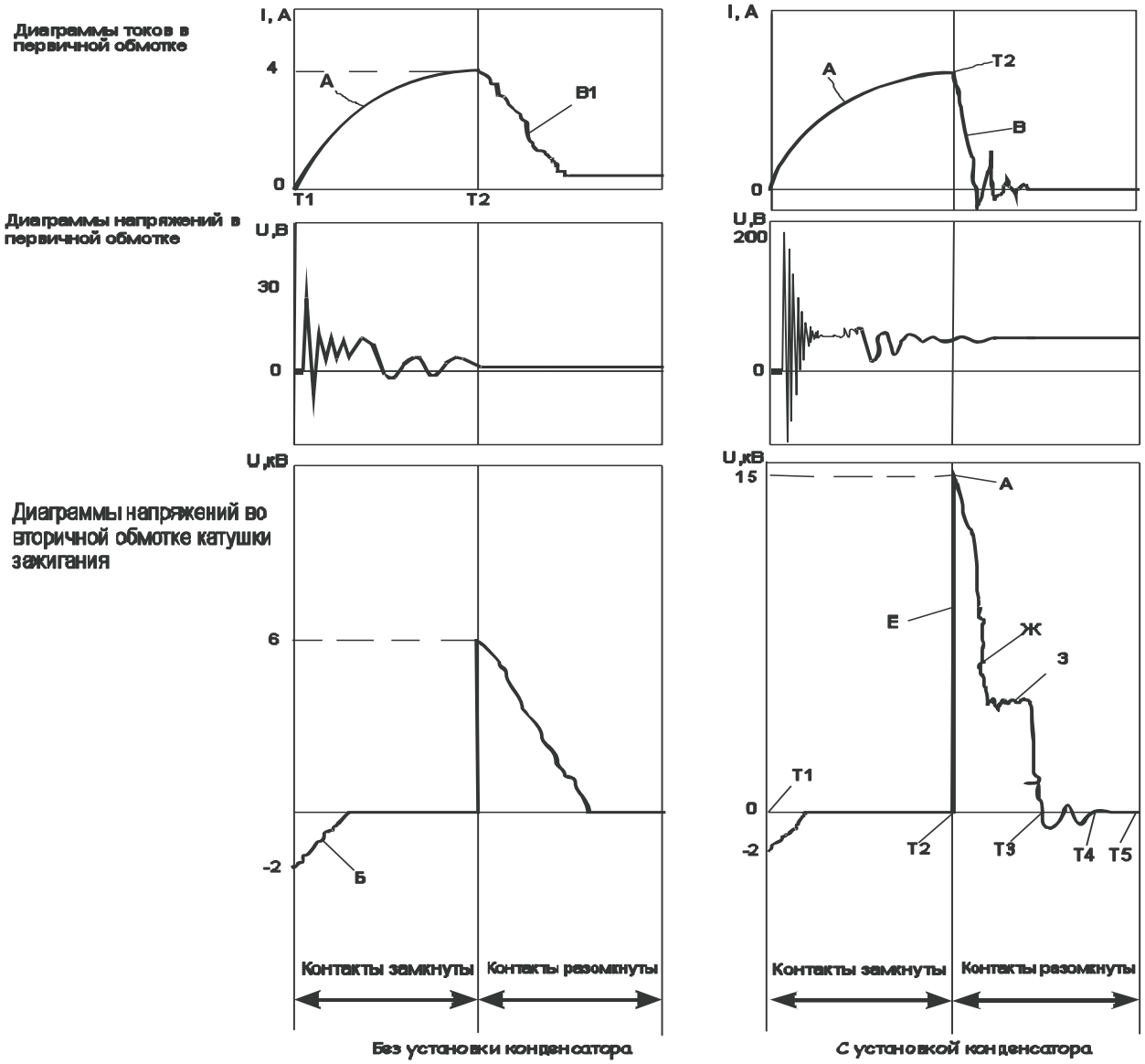
2.5.3. Влияние конденсатора на работу контактной системы зажигания

При замыкании контактов прерывается ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает вокруг витков обмотки электрическое поле. Магнитный поток, пересекая витки этой обмотки, индуктирует в них э.д.с. самоиндукции, направленную против тока и, следовательно, замедляющую его нарастание. Поэтому ток в первичной обмотке достигнет своего максимального значения $I = U/R = 12/3 = 4А$ не мгновенно, а через несколько миллисекунд (кривая А, рис. 1.4.).

Так как ток в первичной обмотке нарастает медленно, то, следовательно, и магнитный поток тоже нарастает медленно. Известно, что величина индуктируемой э.д.с. в значительной степени зависит от скорости изменения (нарастания или уменьшения) магнитного потока. Поэтому в витках вторичной обмотки будет индуктироваться э.д.с. взаимоиндукции не более 2 кВ (кривая Б, рис. 1.4.).

При размыкании контактов прерывателя (в момент времени T_2) э.д.с. самоиндукции, индуцируемая в первичной обмотке, направлена в сторону движения тока и будет стремиться задержать его исчезновение. Это приведет к возникновению сильного искрения между контактами прерывателя (ток продолжает идти через открывающейся зазор), и в первичной цепи на некоторое время сохраняется ток (кривая B_1), что препятствует резкому уменьшению магнитного потока, в результате чего во вторичной обмотке индуктируется э.д.с, не превышающая 4–6 кВ. Такое низкое напряжение приводит к возникновению слабой искры и, как следствие, к плохому

сгоранию топлива. Кроме того, ввиду сильного искрения между контактами прерывателя происходит их пригорание (окисление).



а) б)

Рис. 1.4. Диаграммы токов и напряжений в первичной и вторичной цепях контактной системы зажигания: а) без установки конденсатора; б) с установкой конденсатора.

Для уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 1.1). В начальный момент размыкания контактов конденсатор заряжается, что уменьшает искрение между контактами. А после зарядки конденсатор будет разряжаться через первичную обмотку катушки, создавая ток обратного направления, что приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке (участок В, рис. 1.4б), и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней. Вследствие этого, э.д.с индуктируемая в первичной обмотке катушки зажигания, значительно повышается и достигает напряжения примерно 200 В. В дальнейшем при разомкнутых контактах произойдет колебательный

затухающий разряд до полного разряда конденсатора. Частота этих колебаний, кроме параметров первичного контура L_1 и C_1, определяются также и тем, что во вторичном контуре происходит пробой искрового промежутка. После пробоя вторичный контур шунтируется и становится нагрузкой для первичного контура. Если пробоя не происходит (так называемый режим открытой цепи), частота колебаний напряжения в первичной обмотке будет в несколько раз ниже.

Катушка зажигания представляет собой трансформатор, поэтому резкое возрастание э.д.с в первичной обмотке приведет к возрастанию во вторичной обмотке э.д.с взаимоиндукции с большой амплитудой порядка 15кВ (точка А рис. 1.4). Пробой приводит к возникновению между электродами канала горячей плазмы с высокой проводимостью, шунтированию вторичного контура и резкому падению напряжения между электродами свечи (участок Ж, рис. 1.4.б).

Участок представленной линией З, отражает длительность искрового разряда (время горения искры), т. е. наличия канала плазмы между электродами цепи. В это время катушка–накопитель энергии отдает ее, поддерживая протекание тока через свечу. Обычно время горения искры в контактных системах составляет величину порядка 1÷1,5 мс.

После прекращения искры (момент T_3) небольшое количество энергии, оставшейся в магнитном поле катушки, рассеивается в виде колебаний. Процесс затухания занимает интервал времени $T_3 – T_4$. В момент времени T_5 контакты вновь замыкаются, и весь процесс повторяется. Напряжение во вторичной обмотке имеет отрицательную полярность, но практически все диагностические приборы для удобства наблюдения инвертируют сигнал вторичной цепи, т. е. представляют его как показано на рис. 1.4.

2.5.4. Угол замкнутого состояния контактов и влияние его на энергию искрового разряда и на угол опережения зажигания

Угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) определяется как угол поворота кулачка прерывателя, в течение которого контакты остаются замкнутыми (участок $T_1 – T_2$ на диаграмме, рис. 1.4). Для четырех цилиндрового двигателя при повороте вала на 360^0 происходит полный цикл зажигания. Причем на один цилиндр приходится угол 90^0, на протяжении которого контакт должен быть замкнут в интервале примерно $0\text{-}56^0$ и разомкнут в интервале $56^0\text{-}90^0$ (рис. 1.5).

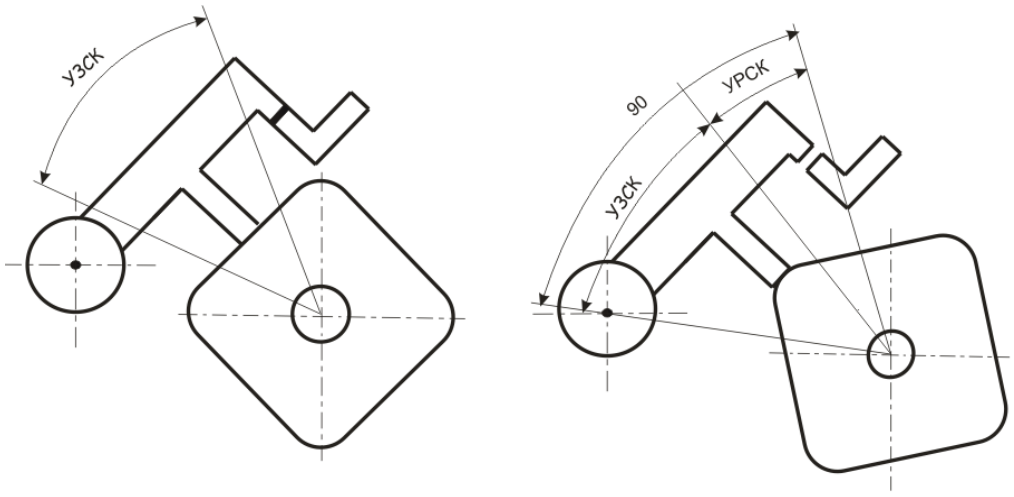


Рис. 1.5. Углы замкнутого и разомкнутого состояния контактов.

УЗСК регулируется путем изменения зазора между контактами. Чем больше зазор, тем меньше УЗСК и, следовательно, остается меньше времени для накопления энергии, т. е. ток не успевает достигнуть максимального значения, что приводит к снижению напряжения во вторичной обмотке. При увеличении оборотов УЗСК остается таким же, но времени на накопление энергии остается еще меньше. Поэтому при малом значении УЗСК и больших оборотах коленчатого вала двигатель может давать сбои из-за пропусков искрообразования, так как катушка не успевает запастись энергией.

С уменьшением зазора между контактами увеличивается УЗСК, и ток успевает достигать максимальной величины. Однако из-за малого зазора между контактами наблюдается искрение, следовательно, нет резкого исчезновения тока в первичной цепи, и поэтому вторичное напряжение уменьшается.

Измерение УЗСК производится с помощью специального прибора, который подключается между выводами «–» катушки зажигания и «массой» автомобиля. Угол измеряется в градусах или процентах. На современных стробоскопах также имеется функция измерения УЗСК. Нормативные значения УЗСК некоторых распределителей приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Распределитель	УЗСК, градус
Р114Б	45 – 51
Р119Б	36 – 42
Р125, 30.3706	52 – 56
Р147А (Б, В)	47,5 – 52,5
Остальные	40 - 46

После регулировки УЗСК проверяется и корректируется начальный угол опережения, поскольку эти параметры взаимосвязаны.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания. Чем больше УЗСК, тем позже произойдет замыкание контактов, и, следовательно, будет более позднее зажигание, и наоборот.

Если, например, УЗСК в результате регулировки уменьшился на 12^0 (рис. 1.6), значит точка размыкания контактов сдвинулась на 6^0 поворота кулачка. Однако такой поворот вала распределителя равносилен 12^0 поворота коленчатого вала. Значит угол опережения зажигания увеличился на 12^0.

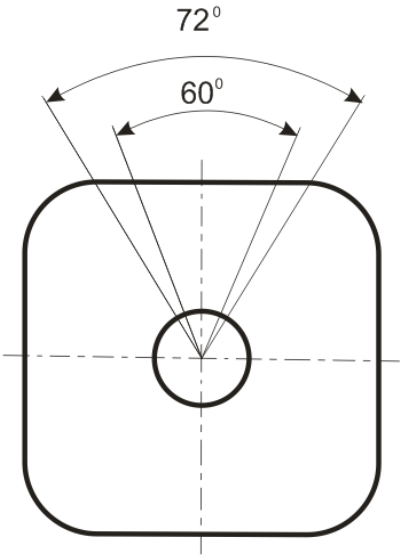


Рис. 1.6. Влияние УЗСК на угол опережения зажигания

При эксплуатации пластмассовый толкатель контактов прерывателя изнашивается, что приводит к уменьшению зазора, и, следовательно, к увеличению УЗСК и к более позднему зажиганию. Зазор между контактами прерывателя может изменяться вследствие радиальной вибрации в подшипнике контактной стойки, износа втулки вала распределителя или ослабления пружины подвижного контакта. При увеличении частоты вращения до 3000 об\мин изменение УЗСК не должно превышать 2-3 градусов. Если оно больше, то возможны следующие неисправности:

- ослабление пружины подвижного контакта;
- люфт подвижной пластины прерывателя;

большое биение валика распределителя.

3. Оборудованиеи материалы

3.1. Оборудование в лабораторной работе

В виртуальной лаборатории на столе расположены:

- 10 свечей зажигания: 2 шт - А17ДВ, 2 шт - А11НТ, 3 шт - А23Н, 3 шт - А20ДВ;
- щуп, на 20-ти пластинках щупа нанесены значения зазоров;
- штатив с 3-мя большими макетами свечей, при наведении указателя на любой элемент разрезанной свечи слева сверху появляется надпись с названием элемента;

- прибор для испытания свечей Э203-П.

Рис. 3.3. Оборудование

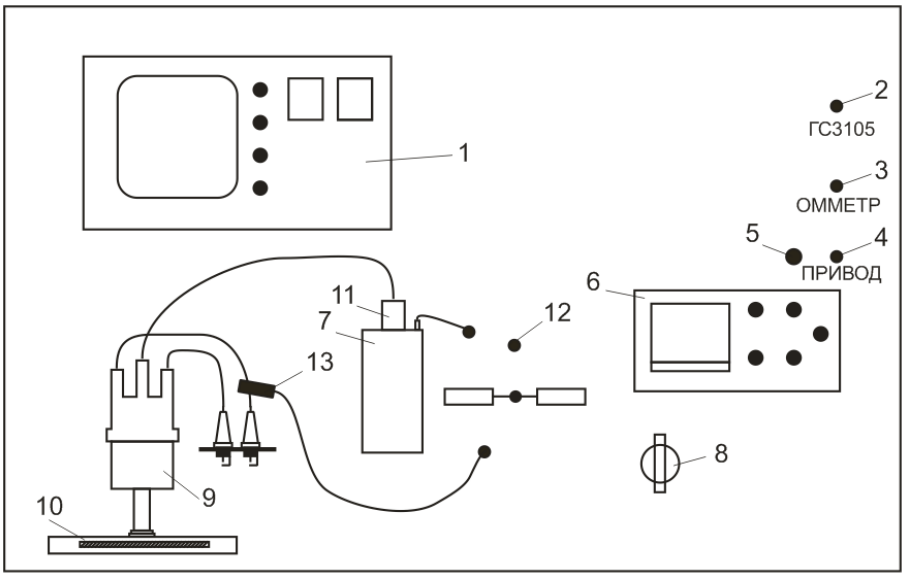
3.2. Лабораторная установка и контрольно-измерительные приборы.

Для проведения лабораторных исследований на кафедре «Сервис автомобильного транспорта и транспортного оборудования» Пятигорского государственного технологического университета разработана лабораторная установка, схема и общий вид которой представлен на рис. 1.7.

Лабораторная установка работает следующим образом: электропривод, расположенный под распределителем зажигания 9, включается с помощью тумблера 4«привод», в результате начинает вращаться распределитель зажигания, который управляет искрообразованием на катушке 7.

Для отключения конденсатора на контактах прерывателя используется тумблер 12 «конденсатор». Через высоковольтные провода высоковольтное напряжение поступает нараспределитель и далее на свечи зажигания. Для включения прибора ГС3105 в сеть используется тумблер 2. Посредством диска 10 с нанесенными на него метками и стрелкой измеряется УОЗ. Для измерения основных электрических параметров используется мультиметр.

Исследование влияния емкости конденсатора и угла замкнутого состояния контактов (УЗСК) на мощность искрового разряда производится с помощью осциллографа ГС3105 и прибора измерения УЗСК. Зазор между контактами прерывателя измеряется набором щупов.



а)

б)

Рис. 1.7. Лабораторная установка для диагностирования и регулировок контактных систем зажигания: а)- схема; б)-общий вид; 1- автомобильный диагностический прибор ГС3105; 2 - выключатель прибора ГС3105; 3 - выключатель мегомметра; 4- выключатель электропривода распределителя зажигания; 5 – регулятор частоты вращения распределителя; 6 – мегомметр; 7 – катушка зажигания; 8 – выключатель зажигания; 9 – распределитель зажигания; 10 – диск с (УОЗ) метками для определения угла определения зажигания; 11 – индуктивный датчик высоковольтного напряжения; 12 – тумблер отключения конденсатора; 13 – датчик синхронизации по первому цилиндру.

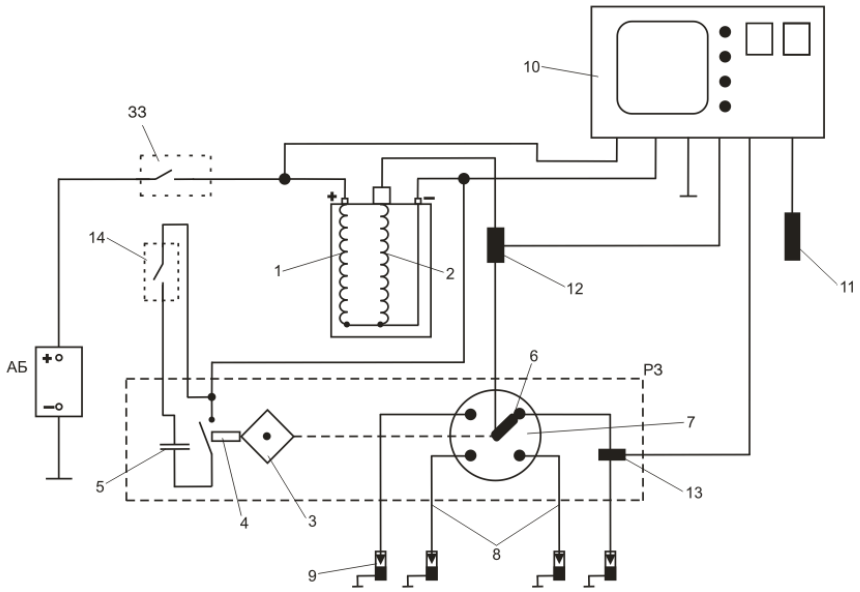


Рис. 1.8. Электрическая схема лабораторной установки: АБ – аккумуляторная батарея; ЗЗ – замок зажигания; КЗ – катушка зажигания; РЗ – распределитель зажигания; 1 – первичная обмотка катушки зажигания; 2 – вторичная обмотка катушки зажигания; 3- кулачок распределителя зажигания; 4 – контактная группа; 5 – конденсатор; 6 – бегунок; 7 – крышка распределителя зажигания; 8 – высоковольтные провода; 9 – свечи зажигания; 10 - диагностический прибор ГС3105; 11 – стробоскоп; 12 - индуктивный высоковольтный датчик; 13 – датчик синхронизации по первому цилиндру; 14 - тумблер отключения конденсатора.

На рис. 1.8 изображена электрическая схема лабораторной установки, сочетающей и сопряжение прибора ГС3105 с контактной системой зажигания.

Установка позволяет измерять следующие параметры: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушек зажигания, сопротивление высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка, падения напряжения на контактах прерывателя, напряжение аккумуляторной батареи, ёмкость конденсатора, обороты коленчатого вала, угол замкнутого состояния контактов (УЗСК), угол опережения зажигания.

Для построения диаграмм напряжений во вторичной обмотке катушки зажигания диагностический прибор имеет встроенный осциллограф. Для изменения частоты вращения распределителя зажигания служит регулятор 5 (рис. 1.7).

3.3. Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

4. Задания

4.1. Порядок действий (рекомендованный)

1. Примените щуп к любой из свечей, лежащих на столе. Щуп установится пластиной, соответствующей зазору свечи.

2. Щуп и свечу положите на место.

3. Примените исследуемую свечу к переходнику прибора (7 - рис. 2.4), свеча анимировано ввернется в переходник. Переведите вентиль выпуска сжатого воздуха 8 в положение в положение "ЗАКР".

4. С помощью рычага 6 накачайте давление соответственно таблицы 4.1. Старайтесь не перекачать. Если свеча неисправна, то будет происходить падение давления. Сделайте выводы о пригодности свечи.

Таблица 4.1

Давление в воздушной камере

Зазор между электродами, мм		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Испытательное	МПа	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

давление							
	кгс/см	10	9	8	7	6	5

5. Откройте вентиль выпуска сжатого воздуха. Выкрутите свечу, положите на место.
6. Вкрутите снова свечу, накачайте соответствующее свече табличное давление.
8. Наконечник 2 закрепите на электроде свечи.
9. Тумблер 1 переведите в положение «Проверка» - в свече произойдет искрообразование.
10. Кликните на окно 11, выведется меню с увеличенными электродами свечи и искры, проскакивающей между ними. Сделайте выводы о пригодности свечи.
Повторное нажатие на окно 11 или меню убирает само меню.
11. При нажатии на зеркало-отражатель 10 в меню появятся металлический держатель со стеклом, отражающим свечу (торцом) и, возможно, ареол вокруг электродов. Сделайте выводы о пригодности свечи.

4.2. Последовательность выполнения работы

1. Изобразить электрическую схему контактной системы зажигания и стрелками показать путь движения тока в низковольтной и высоковольтной цепях.

2. Ознакомиться с конструкцией основных элементов контактной системы зажигания (высоковольтные провода, свечи зажигания, катушка зажигания, контактная группа, конденсатор).

3. Измерить основные электрические параметры контактной системы зажигания: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания, сопротивления высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка; емкость конденсатора, сопротивление на контактах прерывателя. Для измерения сопротивления служит мультиметр, для чего он переводится в режим измерения сопротивления (для высоковольтных проводов, резистора бегунка, вторичной обмотки КЗ - в кОм, для первичной обмотки КЗ и контактов – в Ом)

4. Получить и изобразить осциллограммы напряжений первичной и вторичной обмоток катушек зажигания. Для проведения этого опыта необходимо подключить осциллограф к аккумуляторной батарее, датчик синхронизации 13 (рис.1.8) к высоковольтному проводу первого цилиндра; индукционный датчик 12 для измерения величины высоковольтного напряжения к центральному проводу катушки зажигания.

Далее перевести осциллограф в режим измерения напряжения в первичной цепи катушки зажигания и получить осциллограмму первичного напряжения; затем перевести осциллограф в режим измерения напряжения во вторичной цепи катушки зажигания и получить осциллограмму вторичного напряжения.

5. Объяснить, зачем необходим конденсатор.

6. Объяснить диагностическое значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания изображенной на рис.1.9.

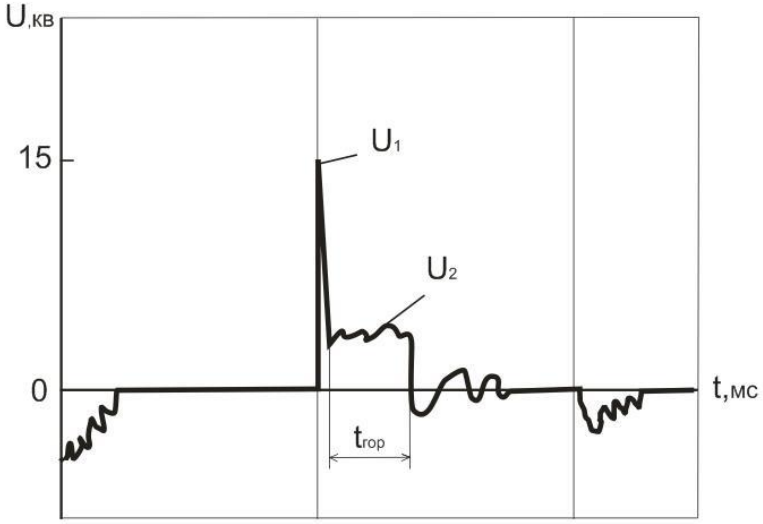


Рис. 1.9. Осциллограмма напряжений

7. Охарактеризовать влияние УЗСК на энергию искрового разряда и на угол опережения зажигания.

8. Ознакомится с устройством экспериментальной установки и контрольно- измерительными приборами.

9. Запустить в работу экспериментальную установку и убедится в наличии искр на свечах зажигания.

10. Подсоединить осциллограф к высоковольтному проводу и измерить основные диагностические параметры из полученной осциллограммы вторичного напряжения (пробивное напряжение, напряжение горения искры и время горения искры).

11. Исследовать влияние конденсатора на мощность искрового разряда. Для этого отключить конденсатор, включить установку и наблюдать за изменением мощности искрового разряда визуально и с помощью осциллографа. Примерные результаты для автомобиля ВАЗ - 2106 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

	U_1(Uпроб.), кВ	U_2(Uгор.), кВ	tгор., мсек
С конденсатором	21	1,5	1,5
Без конденсатора	7,5	1,1	0,9

Как видно из таблицы 1.2., при отсутствии или неисправности конденсатора пробивное напряжение U_1 на электродах свечи зажигания уменьшается с 21 до 7,5 кВ(в 2,8 раза), напряжение U_2, при котором горит искра, - с 1,5 до 1.1 кВ (в 1,25 раза) и время горения искры – с 1,5 до 0,9 мс (в 1,7 раза). Такие параметры приводят к возникновению «слабой» искры и, как следствие, к плохому сгоранию топлива и пригоранию (электроэррозии) контактов прерывателя распределителя зажигания.

12. Ознакомиться с методикой измерения УЗСК.

13. Исследовать влияние УЗСК на энергию искрового разряда и его зависимость от зазора на контактах прерывателя. Для этого необходимо поочередно изменять зазор на контактах прерывателя 9 (рис.1.7) и наблюдать с помощью осциллографа за энергией искрового разряда при различных оборотах распределителя зажигания. Прибор для измерения УЗСК подключается на массу и на управляющий провод катушки зажигания 7. Зависимость УЗСК от зазора на контактах прерывателя,для автомобиля ВАЗ – 2106 изображена на рис. 1.10.

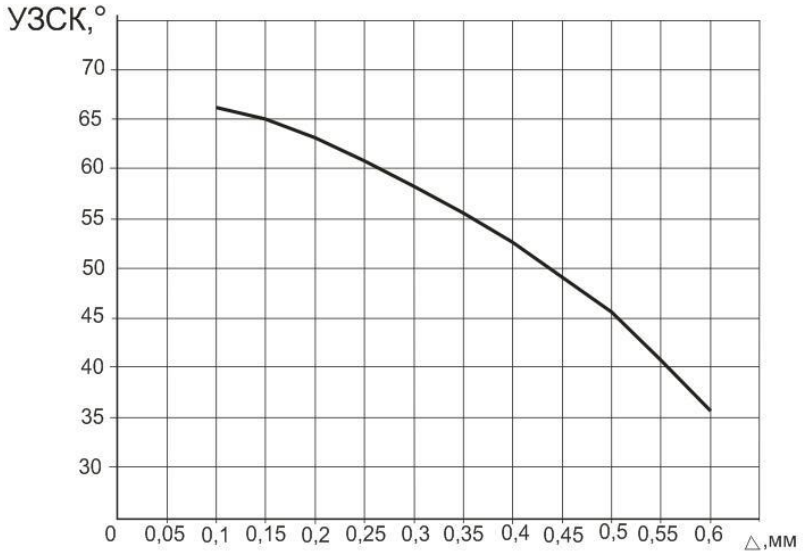


Рис. 1.10. Влияние зазора на контактах прерывателя на изменение УЗСК

Как видно из рис. 1.10, с увеличением зазора между контактами прерывателя угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) прерывателя уменьшается. Эта зависимость позволяет с помощью прибора для измерения УЗСК по данному углу регулировать зазор, обеспечивая тем самым требуемые условия для эффективного сгорания топлива в цилиндрах двигателя. Например, для автомобиля ВАЗ – 2106 величина УЗСК должна находиться в пределе 54 – 58 , которому соответствует зазор в пределе 0,35 – 0,45 мм. Отклонение УЗСК от указанного предела в обе стороны ведет к резкому снижению мощности искрового разряда. Регулировка УЗСК ведется следующим образом. Если прибор показывает значение УЗСК, равное, например, 30, то это означает, что зазор намного больше 0,45 мм. В таком

случае, уменьшая этот зазор с помощью регулировочного винта, величина УЗСК доводится до нормальных значений. При значениях УЗСК, больше их заданного предела, операция регулировки проводится в обратном порядке.

14. Исследовать влияние УЗСК на угол опережения зажигания. Для этого необходимо поочередно изменять зазор на контактах прерывателя, измерять УЗСК и наблюдать с помощью стробоскопа за изменением угла опережения зажигания на диске 10 с метками (рис. 1.7а). Проведение эксперимента позволит установить взаимосвязь между УЗСК и углом опережения зажигания в виде графика, представленного на рис. 1.11.

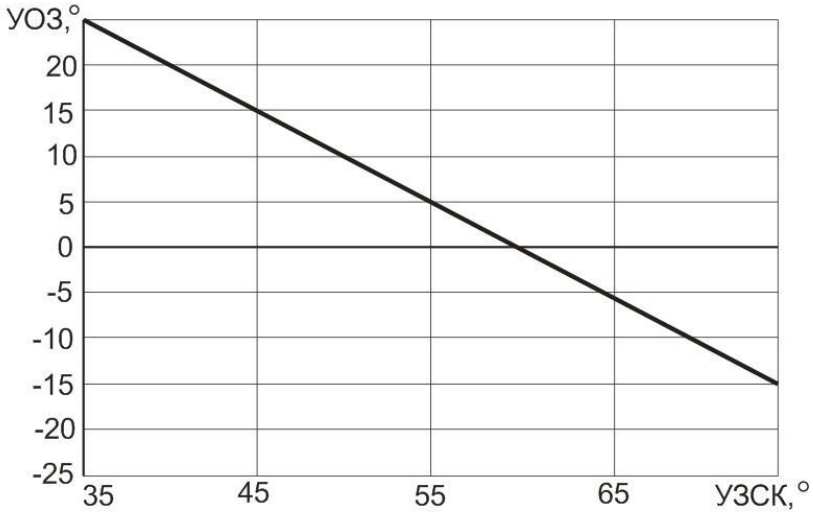


Рис. 1.11. Взаимосвязь УЗСК и угла опережения зажигания

Как видно из рис. 1.11, между УОЗ и УЗСК имеет место обратно пропорциональная зависимость, т.е. с увеличением УЗСК (уменьшением зазора между контактами прерывателя) угол опережения зажигания (УОЗ) уменьшается, что ведет к более позднему зажиганию топливной смеси. Эта зависимость позволяет с помощью прибора для измерения УЗСК и стробоскопа установить необходимый УОЗ. Сначала по вышеописанной методике устанавливается нормальное значение УЗСК, после чего с помощью стробоскопа, вращая корпус распределителя зажигания нахолстом ходу, устанавливают требуемое значение УОЗ, например, для автомобиля ВАЗ – 2106 в пределе 5-7.

15. Исследовать влияние частоты вращения вала распределителя зажигания на изменение УЗСК. Для этого УЗСК выставляется близким к норме, и затем с помощью регулятора частоты вращения привода 5 (рис. 1.7а) повышаются обороты вала распределителя до максимума и изменяется значение УЗСК. При этом величина УЗСК не должна увеличиваться более чем на 2.

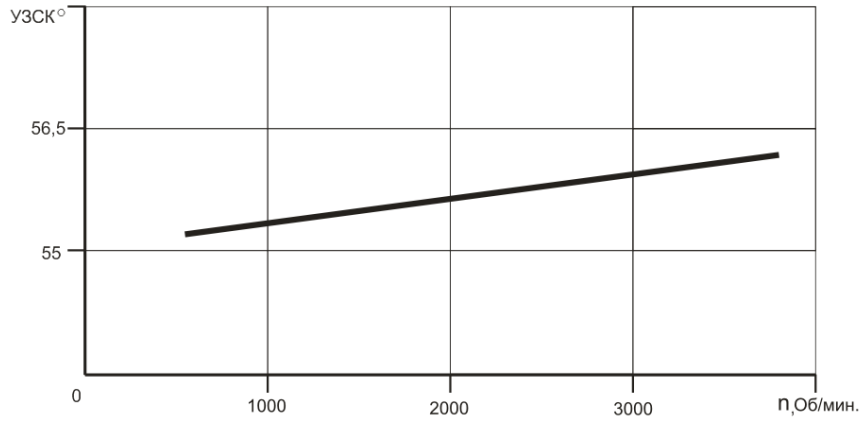


Рис. 1.12. Влияние оборотов вала распределителя на величину УЗСК

Проведенные эксперименты позволяют выявить зависимость УЗСК от частоты вращения n вала распределителя зажигания, приведенную на рис. 1.12. Из этого рисунка видно, что имеет место прямо пропорциональная зависимость между УЗСК и n. Причем при увеличении n от 600 до 3900 об/мин величина УЗСК увеличивается с 55,25 до 56,25, т.е. всего на 1, что соответствует норме.

5. Содержание отчета

Лабораторная работа
"Устройство, характеристики и оценка технического состояния искровых свечей зажигания. Контактная система зажигания"

1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Краткие теоретические сведения по теме.
4. Результаты и краткие выводы.

Работу сдал, ФИО, группа_____

"___"_____20__года

6. Контрольные вопросы

1. Как устроена свеча зажигания?
2.Как маркируются свечи зажигания? Что показывает калильное число свечи зажигания?
3. Каковы принцип и режимы работы свечи?
4. Как провести проверку свечи зажигания на герметичность?
5. Как провести проверку свечи зажигания на работоспособность?

6. Как движется ток в низковольтной и высоковольтной цепях контактной системы зажигания?
7. Почему ток в первичной обмотке увеличивается не мгновенно?
8. Зачем необходим конденсатор?
9. Объяснить значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания?
10. Как влияет УЗСК на энергию искрового разряда?
11. Как влияет УЗСК на угол опережения зажигания?
12. Как устроен высоковольтный провод?
13. Как измерить сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания?
14. Как проверить исправность конденсатора?
15. Указать значения основных электрических параметров контактной системы зажигания?

Лабораторная работа № 5.
Тема: «Транзисторные и микропроцессорная системы зажигания»

Цель:- ознакомиться с устройством транзисторной системы зажигания. Исследовать основные параметры работы датчика Холла, индукционного датчика и коммутатора.

- ознакомиться с устройством и принципом работы микропроцессорной системы зажигания. Исследовать частоты вращения коленчатого вала, нагрузки на двигатель и температуры охлаждающей жидкости на угол опережения зажигания.

Задачи:

- Изучить общие сведения о системе зажигания
- Изучить транзисторную систему зажигания с индукционным датчиком
- Изучить функции, выполняемые коммутатором
- Изучить управление экономайзером принудительного холостого хода
- Общие сведения о микропроцессорной системе зажигания
- Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»
- Коррекция УОЗ по сигналам датчика детонации

2. Теоретическая часть

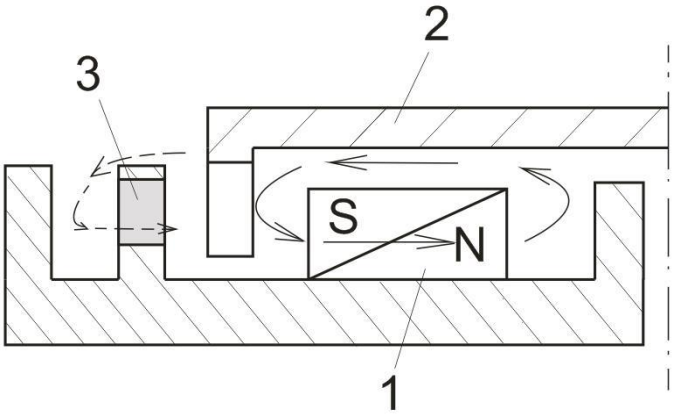
2.1. Общие сведения о транзисторной системе зажигания

В транзисторных системах зажигания отсутствует контактная группа и ее функцию, т.е. замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу» и размыкания от «массы», выполняет «электронный ключ» (транзистор), расположенный в коммутаторе. Транзистор не подвергается механическим воздействиям и поэтому более надежный, чем контактная группа. Наибольшее распространение получили транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и с индуктивным датчиком.

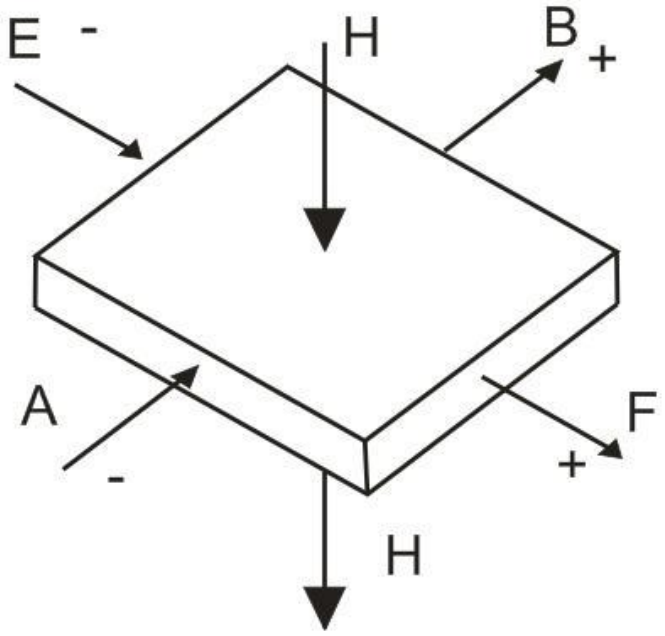
2.1.1. Транзисторная система зажигания с датчиком Холла

Датчик холла, схема которого представлена на рис. 2.1 а, включает постоянный магнит 1, ротор (шторку) 2 и элемент холла 3.

Известно, что, если через пластину полупроводника проходит ток, и пластина пронизывается магнитным полем, то на гранях пластины, перпендикулярных току возникает ЭДС (рис. 2.1 а). На этом принципе работает датчик холла.



а)



б)

Рис 2.1. Схема датчика импульсов напряжений (датчик Холла)

Магнитное поле создается постоянным магнитом 1 датчика, а прерывание магнитного поля осуществляется ротором (шторкой) 2 с прорезями, укрепленным на валу распределителя зажигания. При прохождении прорези ротора около постоянного магнита силовые линии его магнитного поля пронизывают поверхность элемента Холла 3, и на его выходе возникает ЭДС.

При прохождении лопасти зубца ротора около постоянного магнита его магнитное поле экранируется, ЭДС Холла исчезает.

Величина ЭДС Холла очень мала и поэтому должна быть усилена вблизи кристалла. Функцию усиления сигнала выполняет специальная микросхема, встроенная в датчик, которая усиливает сигнал примерно до 9В.

Интегральная микросхема, встроенная в датчик, инвертирует сигнал датчика Холла. Таким образом, когда тело экрана находится в зазоре датчика, то на его выходе имеется напряжение U_{max} (примерно 9В), а при прохождении прорези напряжение резко падает до 0,4В (рис.2.2).

Скважность импульса Q должна быть в пределах 30% ($Q=(T_н/T_о)\cdot 100\%$).

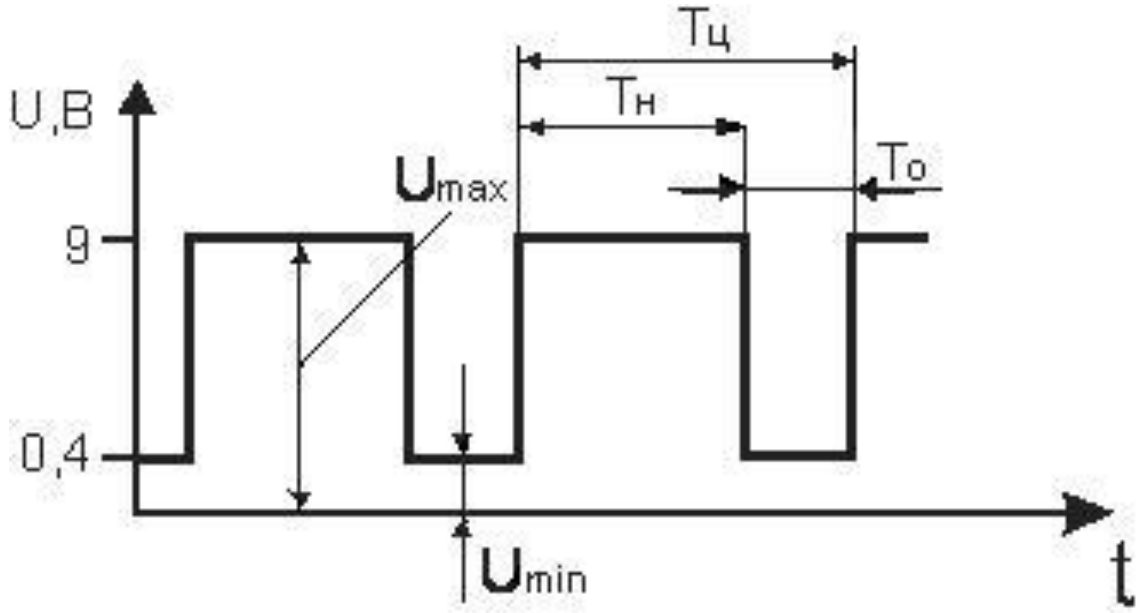


Рис 2.2. Осциллограмма импульсов датчика Холла:U_{max}, U_{min}– максимальное и минимальное значение напряжения, вырабатываемое датчиком Холла; $T_н$ – время поддержания U_{max}; T_0 – время поддержания U_{min}; $T_ц$ – время цикла

Транзисторная система зажигания состоит из катушки зажигания 1 (рис.2.3), коммутатора 2, распределителя зажигания 3, свечей зажигания 4, высоковольтных проводов 5 и соединительного жгута 6.

Управляющие импульсы на коммутатор подаются от бесконтактного датчика Холла, расположенного в распределителе зажигания. На выходном блоке коммутатора установлен транзистор. Базой транзистора управляет датчик Холла, который при вращении вала распределителя вырабатывает сигналы прямоугольной формы.

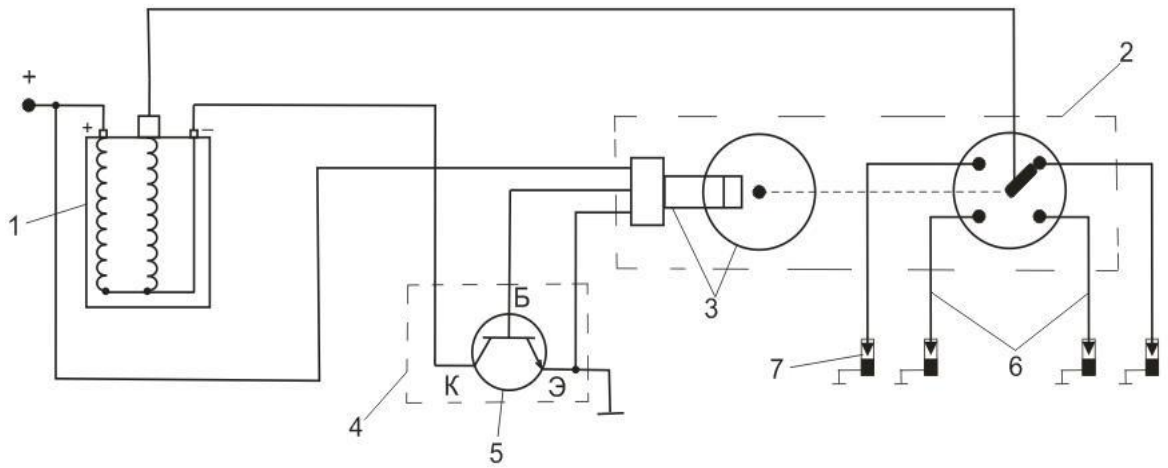


Рис 2.3. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – распределитель

зажигания; 3 – датчик Холла; 4 – коммутатор; 5 – выходной транзистор; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания.

Если амплитуда импульса составляет 9 В, транзистор открывается и замыкает цепь первичной обмотки катушки зажигания на «массу». При этом происходит накопление энергии в катушке зажигания. При падении амплитуды до 0,4 В транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной обмотки катушки зажигания и возникновению искры на свече зажигания.

2.1.2. Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком

Индукционный датчик состоит из ротора 1, статора 2, постоянного магнита 3 и обмотки 4 (рис.2.4).

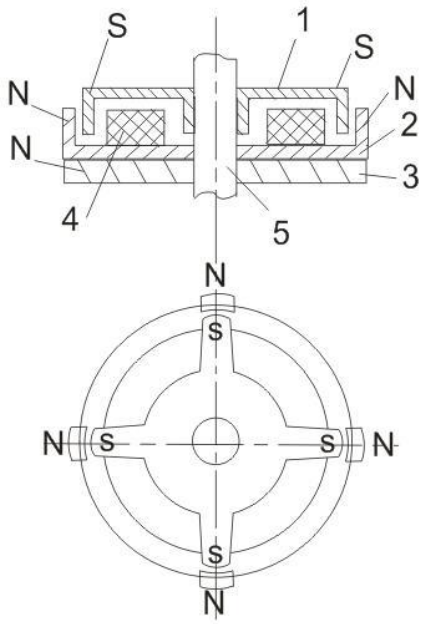


Рис. 2.4 . Схема индукционного датчика: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – постоянный магнит; 4 – обмотка статора; 5 – вал распределителя зажигания.

Ротор 1 закреплен на валу распределителя зажигания и вращается вместе с ним. Ротор имеет заостренные загнутые зубья. Их количество соответствует количеству цилиндров двигателя. Статор 2 выполнен из пластины с загнутыми зубьями. К нижней части статора крепится постоянный магнит 3, а к верхней – обмотка 4.

При вращении зубчатого ротора в обмотке датчика индуцируется переменное напряжение (рис.2.5). Когда один из зубьев ротора приближается к зубу статора, магнитный поток резко увеличивается, и индуцируемое в обмотке напряжение достигает максимального значения. Известно, что величина индуцируемого напряжения зависит от скорости изменения магнитного потока, т.е. от первой его производной. При совпадении средних линий зубьев ротора и статора магнитный поток меняет

направление, и производная становится равной нулю. Поэтому напряжение начинает резко изменяться в противоположном направлении.

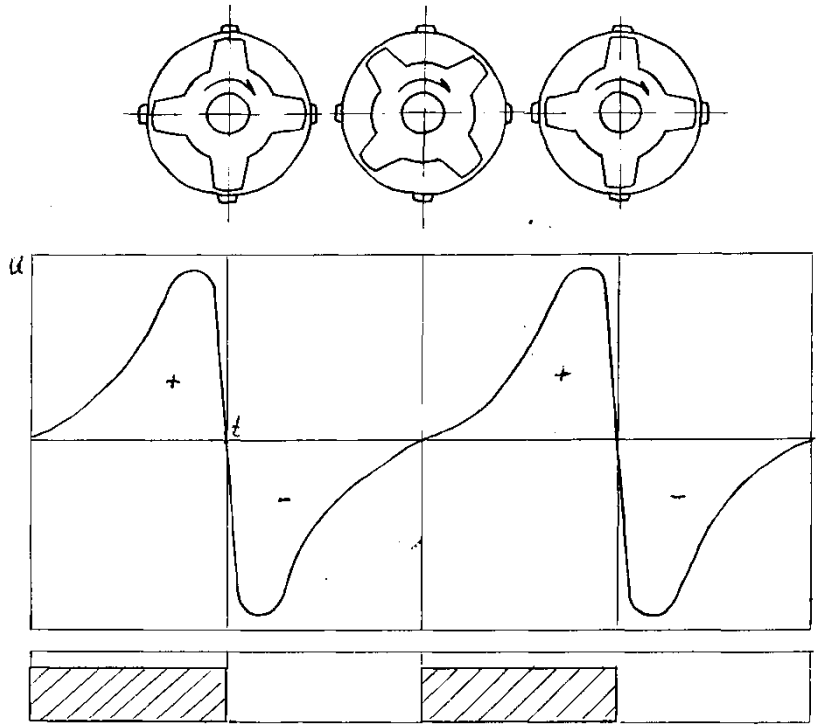


Рис.2.5. Изменение напряжения на обмотках катушки индукционного датчика в зависимости от угла поворота ротора:U – управляющее напряжение; t – момент возникновения искры, I – управляющий ток..

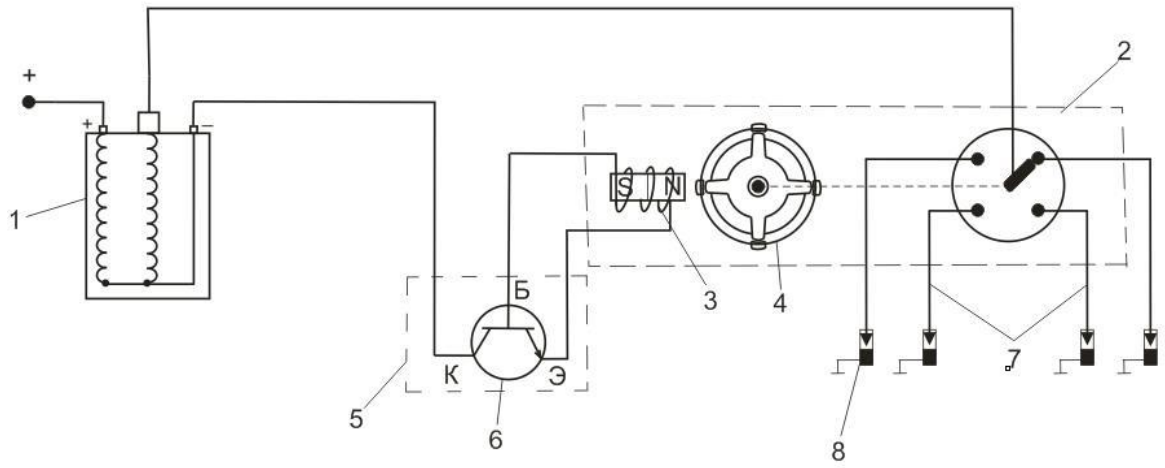


Рис. 2.6. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индуктивным датчиком: 1-катушка зажигания; 2-распределитель зажигания; 3-индукционный датчик; 4-зубчатый ротор; 5-коммутатор; 6-транзистор; 7-высоковольтные провода; 8-свечи зажигания

Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком представлена на рис 2.6. Данная система работает следующим образом. С индукционного датчика на транзистор коммутатора подаются сигналы переменного напряжения. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор, и первичная обмотка катушки зажигания замыкается на «массу». При прохождении амплитуды через точку U=0, транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной цепи катушки зажигания и возникновению искры.

2.1.3. Функции, выполняемые коммутатором

Коммутатор представляет собой электронный блок, выполняющий следующие функций: управление углом замкнутого состояния контактов (УЗСК); ограничение силы тока первичной цепи; защита выходного транзистора; защита катушки зажигания от перегрева.

Управление углом замкнутого состояния катушки. Шторка распределителя зажигания имеет соотношение лопасть–окно 70:30%, тем самым обеспечивается постоянный УЗСК. Однако на высоких оборотах двигателя время замкнутого состояния может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня (из-за индуктивности катушки), и искра начинает слабеть или вообще пропадать. Поэтому коммутатор обеспечивает возможность изменять УЗСК на катушке путем электронного регулирования ширины импульсов в зависимости от оборотов двигателя. С увеличением оборотов УЗСК должен увеличиваться.

Ограничение силы тока первичной цепи. Чтобы обеспечить малое время накопления и одновременно увеличить значение запасаемой энергии, в транзисторных системах зажигания используются катушки с низким значением сопротивления первичной обмотки (обычное значение $R_п$ = 0,3 – 0,5 Ом), в этом случае максимальное значение тока в первичной обмотке может достигать значения I = U/R = 12/0.3 = 40А. При таком большом токе энергия тратится бесполезно на нагрев катушки, особенно на низких оборотах двигателя.

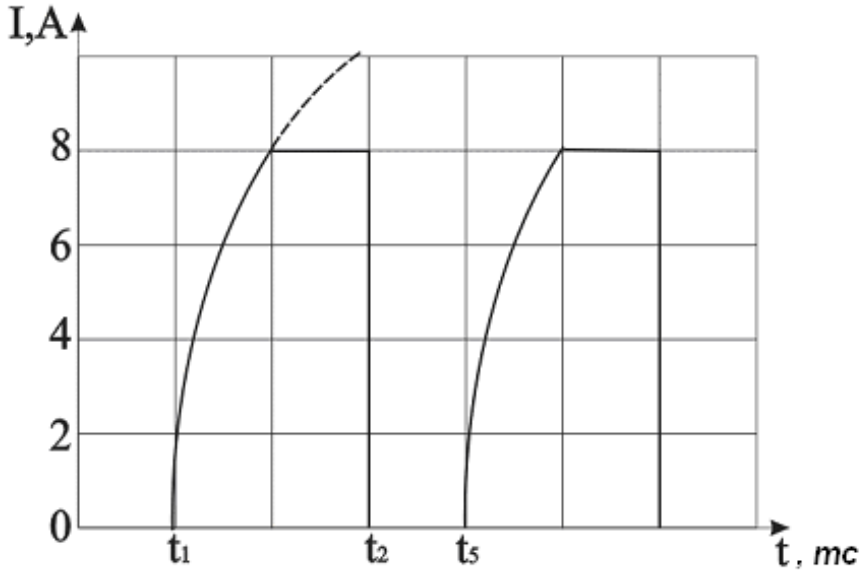


Рис 2.7. Ограничение тока в первичной обмотке катушки зажигания

Поэтому электронный блок коммутатора ограничивает ток на уровне 6÷10 А (рис2.7), чем обеспечивается постоянство накопленной энергии в магнитном поле первичной обмотки катушки зажигания независимо от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

Защита выходного транзистора. Выходной транзистор должен иметь защиту как от перенапряжения, так и от действия напряжений отрицательной полярности. Наиболее распространенным способом защиты является включение стабилитрона VD 1 (рис.2.8).

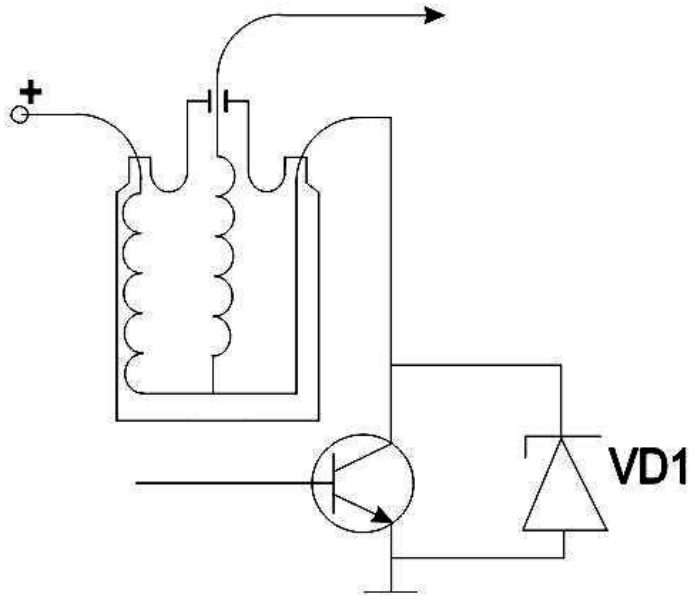


Рис.2.8. Защита выходного транзистора

В этом случае имеет место ограничение амплитуды первичного напряжения на уровне 300÷400В. При напряжении на стабилитроне ниже некоторого порогового значения он имеет очень высокое сопротивление, так что его цепь можно считать практически разомкнутой. При достижении напряжением порогового значения наступает «пробой», и ток в нем

лавинообразно возрастает, удерживая питающее напряжение практически на неизменном уровне.

Защита катушки зажигания от перегрева. Если двигатель не работает, а ключ зажигания остался включенным, то коммутатор отключит первичную обмотку катушки зажигания от «массы», и тем самым предотвращается перегрев катушки.

Для проверки этой функции между клеммой «плюс» катушки зажигания и «массой» автомобиля подключают контрольную лампу на 12В. При включении замка зажигания лампочка будет гореть тускло, а через 1-2с загорится ярко. Это означает, что коммутатор отключил первичную обмотку катушки от «массы».

2.1.4. Проверка исправности датчика Холла, индукционного датчика и коммутатора

Датчик Холла. При отсутствии искры на центральном проводе катушки зажигания проверяют наличие питания на датчике Холла. Если питание есть, то центральный провод катушки зажигания подсоединяют к разряднику и на короткое время замыкают управляющий провод датчика на «массу» через лампочку 12В (3Вт). Если искра проскакивает, то катушка и коммутатор исправны, и под подозрение попадает датчик Холла. Наличие сигнала с датчика Холла можно проверить путем подсоединения между управляющим проводом и «массой» вольтметра или прибора для измерения УЗСК. При вращении двигателя стартером с исправного датчика будет выходить импульсный сигнал. При использовании вольтметра последний покажет среднее напряжение 7 – 8В, а измеритель УЗСК примерно 30 – 32^0.

Причиной пропусков зажигания на работающем двигателе может быть искажение формы сигнала, вырабатываемого датчиком Холла, например, из-за:

попадания в процессе эксплуатации металлической пыли в зазоры датчика Холла;

биения вала распределителя в результате износа втулок распределителя;

неисправности в самом датчике или его микросхеме.

Форма сигнала контролируется с помощью осциллографа. Форма импульсного сигнала должна соответствовать форме, изображенной на рис 2.2.

Индукционный датчик. Для проверки необходимо снять разъем с датчика, измерить его сопротивление и сравнить с технической характеристикой для данного двигателя. Сопротивление датчиков колеблется в пределах от 200 до 1500 Ом. При вращении вала распределителя напряжение на датчике в стартерном режиме должно быть примерно 1В, а при 3000 об/мин – 40В.

Искажение формы сигнала датчика проверяется с помощью осциллографа, подсоединенного между управляющим проводом и массой.

Обратная полярность подсоединения индукционного датчика приведет к неравномерной работе двигателя из-за очень раннего зажигания.

Коммутатор. Одним из признаков неисправности коммутатора является наличие низкого напряжение на клеммах «+» катушки зажигания при включенном замке зажигания. Причиной может быть пробой прокладки выходного транзистора или пробой в эмиттер – коллекторном переходе транзистора. Проверить переход эмиттер-коллектор можно не разбирая коммутатор. Эмиттер обычно связан с «массой» корпуса коммутатора или имеет отдельный вывод, а коллектор связан с управляющим проводом катушки зажигания и имеет отдельный вывод на коммутаторе. Сопротивление эмиттер-коллекторного перехода должно быть высоким независимо от полярности подключения мультиметра. По переходу эмиттер-коллектор течет большой ток, поэтому токопроводящие пути (дорожки) к ним должны быть более широкие.

Остальные переходы можно проверить только после разборки коммутатора и распайки выводов транзистора.

Для этого тестер в режиме омметра поочередно подключают к базе и коллектору, к базе и эмиттеру (рис. 2.9).

Если тестер показывает различное сопротивление одних и тех же переходов при замене мест проводов тестера (30– 50Ом и 0,5–2,0 мОм), то транзистор исправен. Если же сопротивление переходов существенно отличается от указанных значений, то транзистор считается неисправным. Сопротивление эмиттер-коллекторного перехода должно иметь высокое значение независимо от полярности. Если транзистор исправен, то неисправностью коммутатора является выход из стоя других элементов печатной платы. Определяется неисправный элемент обычно по внешнему виду. Если никаких явных признаков нет, то в начале с помощью тестера проверяются стабилитрон и диоды (с выпаиванием выводов), а затем и остальные элементы.

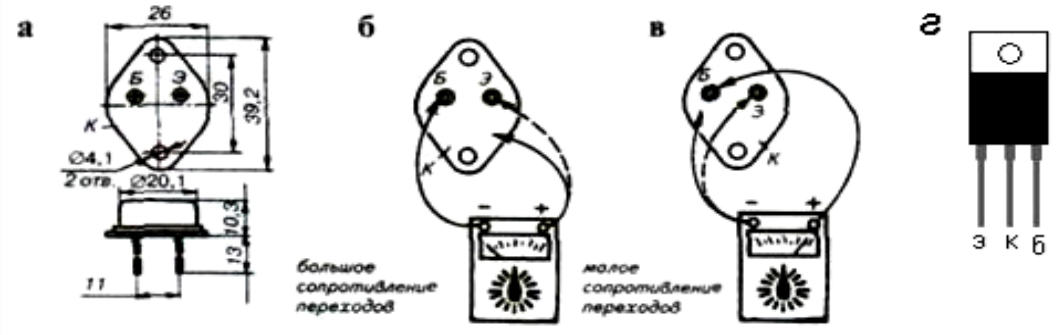


Рис 2.9. Проверка исправности транзистора: а - расположение транзистора; б - проверка переходов транзистора в прямом направлении; в - проверка переходов транзистора в обратном направлении; К-коллектор; Б - база; Э - эмиттер.

Далее коммутатор проверяют на выполнение им соответствующих функций. Если двигатель работает неравномерно, то возможно неисправен

блок коммутатора, ответственный за изменение УЗСК в зависимости от оборотов двигателя.

Для измерения УЗСК прибор подсоединяют к клемме «−» катушки зажигания и «массе» автомобиля. С увеличением частоты коленчатого вала двигателя УЗСК должен увеличиваться (табл.2.1).

Таблица 2.1.

Зависимость УЗСК от частоты вращения коленчатого вала двигателя

n, об/мин	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
УЗСК, град.	10	13	17	22	25	30	34	40	50

2.1.5. Управление экономайзером принудительного холостого хода

Экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ) предназначен для экономии топлива в режиме торможения двигателем, для уменьшения выброса токсичных веществ в атмосферу с отработавшими газами и меньшего износа тормозной системы.

Режим принудительного холостого хода или иначе режим торможения двигателем наступает, когда дроссельная заслонка карбюратора закрыта и обороты коленчатого вала превышают 2000 об/мин.

При выполнении этих двух условий электронный блок отключает питание электромагнитного клапана карбюратора, который закрывает жиклер холостого хода, и подача топлива прекращается. Чтобы двигатель не заглох, подача топлива возобновляется при снижении оборотов до 1900 об/мин.

Электрическая схема системы представлена на рис.2.10. Сигналы о частоте вращения коленчатого вала и положении дроссельной заслонки электронный блок получает от управляющего провода катушки зажигания и конечного выключателя, установленного на рычаге дроссельной заслонки.

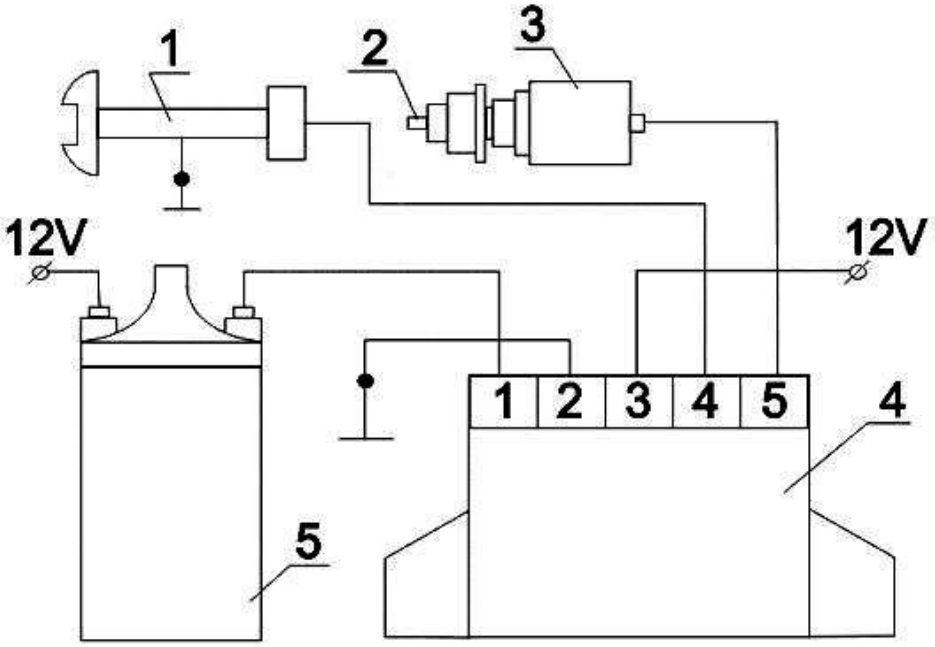


Рис. 2.10. Схема управления электромагнитным клапаном карбюратора: 1 – конечный выключатель дроссельной заслонки; 2 – шток электромагнитного клапана ЭПХХ; 3 – электромагнитный клапан; 4 – электронный блок управления ЭПХХ; 5 – катушка зажигания

Для проверки работы системы необходимо подсоединить вольтметр к электромагнитному клапану и, открывая дроссельную заслонку, довести обороты двигателя до более 2000 об/мин. Затем провод, подходящий к конечному выключателю, замкнуть на «массу», имитируя закрытие дроссельной заслонки. При этом электромагнитный клапан отключит подачу, а вольтметр покажет отсутствие напряжения. При уменьшении оборотов до 1900 об/мин электромагнитный клапан окажется под напряжением и включит подачу топлива.

2.2. Общие сведения о микропроцессорной системе зажигания.

2.2.1. Блок – схема микропроцессорной системы зажигания и функции, выполняемые электронным блоком управления

Микропроцессорная система зажигания состоит из датчиков, электронного блока управления (ЭБУ), катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания (рис. 9.1). ЭБУ выполняет две функции: управление искрообразованием на свечах зажигания и управление электромагнитным клапаном (ЭМК) системы экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ) карбюратора.

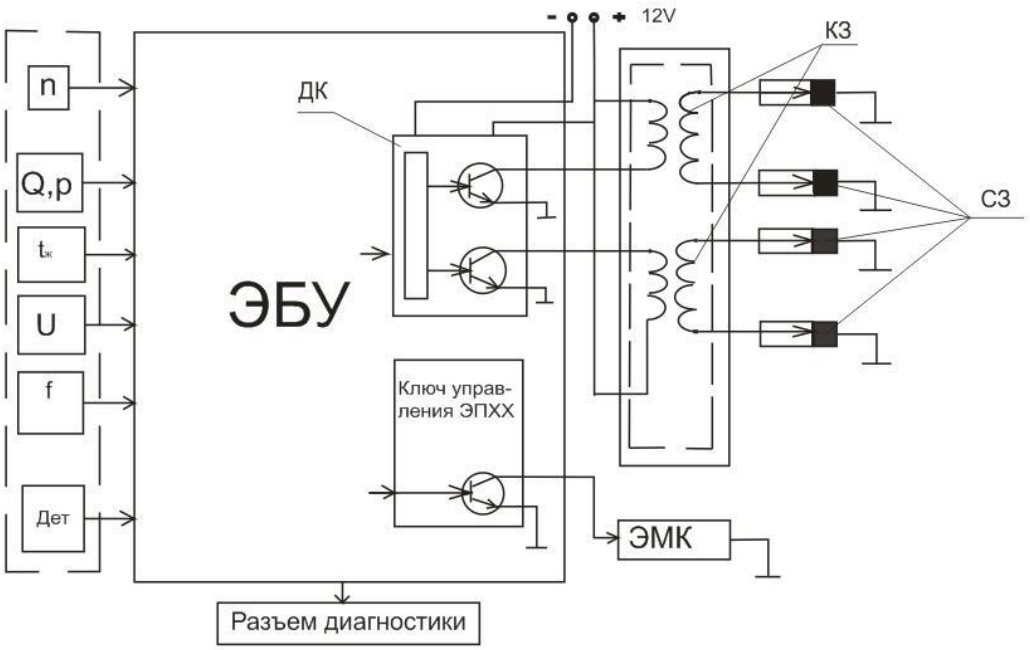


Рис 9.1. Блок-схема микропроцессорной системы зажигания: n – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; Q, P – датчик нагрузки на двигатель; tж – датчик температуры охлаждающей жидкости; U – сигнал напряжения аккумулятора; Дет – датчик детонации; f – конечный выключатель дроссельной заслонки; ЭБУ – электронный блок управления; ДК – двухканальный коммутатор; КЗ - катушки зажигания; СЗ – свечи зажигания; ЭМК – электромагнитный клапан системы ЭПХХ карбюратора.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления на основе информации от датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала n, нагрузки на двигатель P,Q, температуры охлаждающей жидкости t, детонации Дет, учитывается также величина напряжения аккумуляторной батареи U. Если напряжение аккумулятора отличается от эталонного, то в момент включения катушки угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) сдвигается вперед или назад для достижения постоянной мощности разряда.

ЭБУ управляет ЭМК системы ЭПХХ карбюратора в зависимости от частоты вращения коленчатого и от положения конечного выключателя дроссельной заслонки. При закрытой заслонке (конечный выключатель замкнут на массу) ЭБУ отключает ЭМК при частоте вращения коленчатого вала, превышающей 1750 об/мин, и снова включает ЭМК при снижении ее до 1650 об/мин. Если дроссельная заслонка карбюратора приоткрыта (конечный выключатель не замкнут с массой), то клапан не открывается.

2.2.2 Алгоритм вычисления угла опережения зажигания УОЗ в микропроцессорной системе зажигания

Известно, что угол опережения зажигания в значительной степени зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки на двигатель

Датчик частоты вращения и положения коленчатого вала устанавливается рядом с маркерным диском (рис. 9.2) и предназначен для определения частоты вращения коленчатого вала (КВ) и положения 1-го и 4-го цилиндра относительно ВМТ. Для этого маркерный диск имеет два пропущенных зуба, которые обычно не доходят до ВМТ на угол 120град.

Нагрузка на двигатель определяется помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчика расхода воздуха.

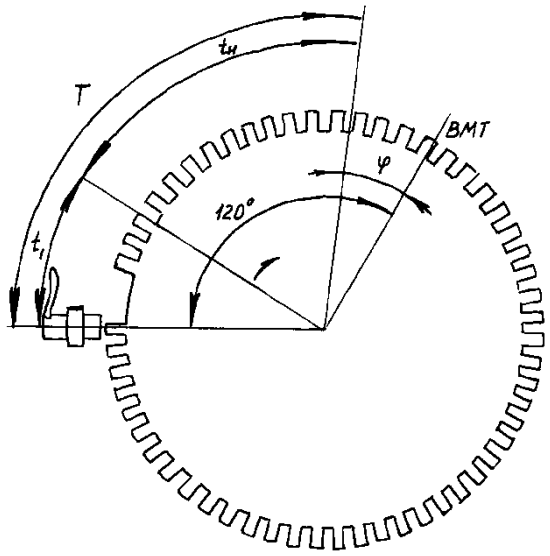


Рис.9.2. Схема маркерного диска

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступают во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

При создании нового двигателя разработчики проводят его испытание в полном диапазоне скоростей и нагрузок. Для каждого сочетания скорости и нагрузки и при фиксированной температуре охлаждающей жидкости (прогретый двигатель) определяют оптимальное значение угла опережения зажигания (рис. 9.3). Полученные данные в виде матрицы записываются в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) электронного блока управления (ЭБУ).

Разряжение Р, кПа					
-70	14,5	26,0	29,5	35,5	41,0
-60	14,0	25,5	29,5	35,0	43,0
-40	14,5	26,0	30,5	35,5	40,5
-20	14,5	23,5	30,5	31,5	36,5
-10	14,5	19	25,5	26,5	31,5
0	14,5	16,5	20,5	23,0	27,5
Обороты коленчатого вала об/мин	280	840	1200	1480	1840

Рис 9.3. Базовая матрица

После получения информации о частоте вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель блок управления выбирает из матрицы, записанной в ПЗУ, необходимый в данный момент угол опережения зажигания. Затем выбранное значение корректируется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха путем умножения базового значения УОЗ на коэффициент коррекции по температуре охлаждающей жидкости. Коэффициент коррекции по температуре также записан в одной из матриц ПЗУ.

Вычислив УОЗ и зная частоту вращения КВ, микропроцессор производит пересчет этого угла за время Т, которое пройдет от момента прохождения пропущенных зубьев мимо датчика до момента образования искры, обеспечивающее необходимый УОЗ (рис.9.4).

Стабилизация тока разрыва на заданном уровне (6,5÷8,5 А) осуществляется микропроцессором за счет поддержания оптимального времени протекания тока по первичной обмотке катушки зажигания на основании информации, хранящейся в ПЗУ.

Время t до момента замыкания на «массу» первичной обмотки катушки зажигания определяется микропроцессором, как $t = T - t_н$., где $t_н$ – время накопления энергии в катушке зажигания.

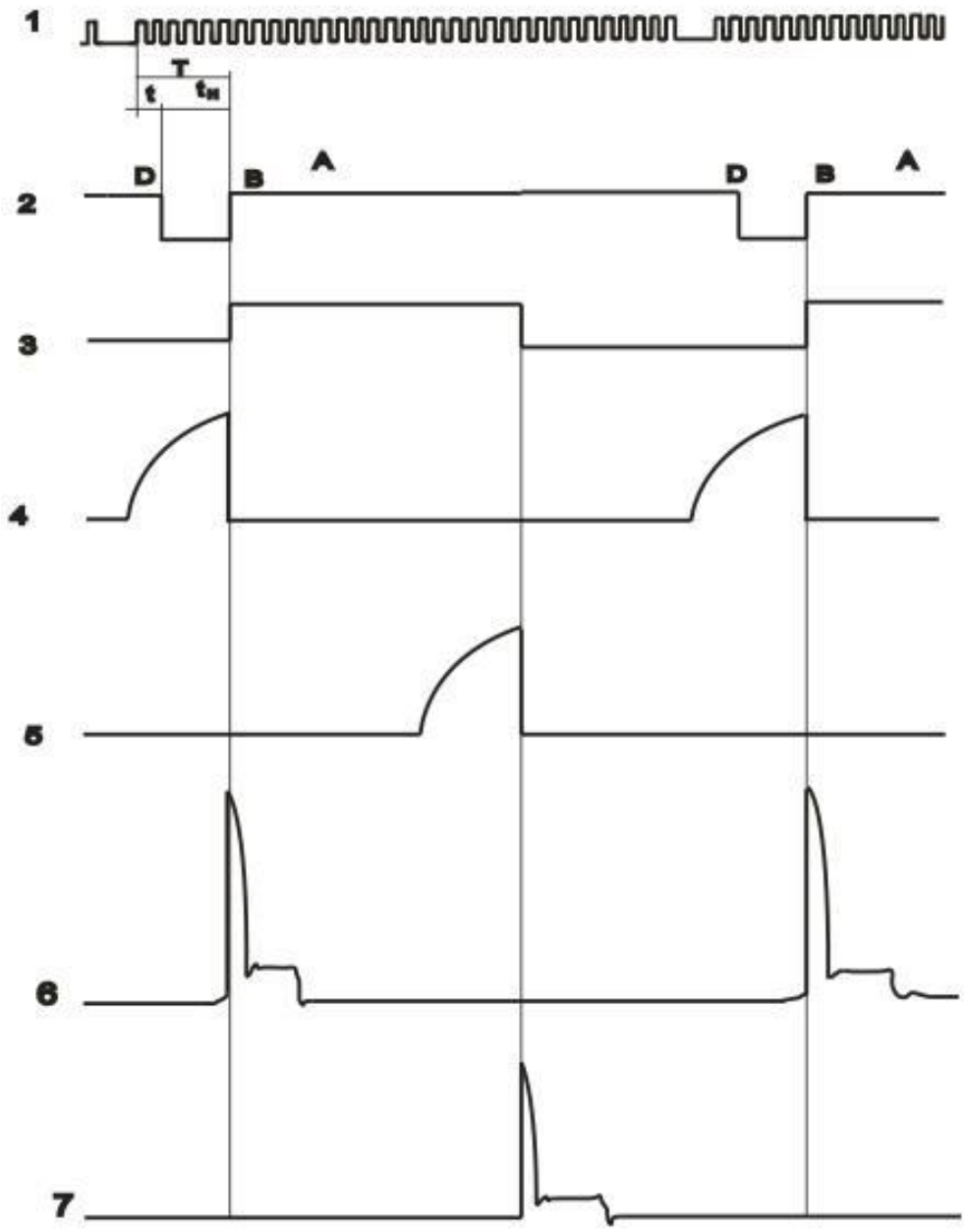


Рис. 9.4. Осциллограммы импульсов напряжений и токов: 1 – импульсы сигналов датчика частоты вращения и положения КВ; 2 - импульсные сигналы на момент подачи искры; 3 – импульсные сигналы выбора канала (выбора катушки зажигания); 4 – импульсы тока на выходе 1-го канала; 5 - импульсы тока на выходе 2-го канала; 6 – импульсы напряжения во вторичной обмотке 1-ой катушки зажигания;7 - импульсы напряжения во вторичной обмотке 2-ой катушки зажигания; A – ВМТ поршней 1-го и 4-го цилиндров; B – момент зажигания в 1-ом и 4-ом цилиндрах; C – момент зажигания во 2-ом и 3-ем цилиндрах; D – момент замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу»; T – время от начала прохода пропущенных зубьев на маркерном диске до момента образования искры;tн – время накопления энергии в катушке зажигания; F – угол опережения зажигания.

Определив время t и T, микропроцессор вырабатывает управляющие импульсы сигналов (осциллограммы 3 на рис.9.4) замыкания первичной

обмотки катушки зажигания на «массу» (точка Д) и сигнала момента образования искры (точка В), а также сигнала выбора канала (осциллограмма 4), которые посылаются в двухканальный коммутатор. Последний управляет двумя катушками зажигания. Длительность импульса выбора канала определяется поворотом коленчатого вала на 180 град. После прохождения пропущенных зубьев мимо датчика частоты вращения и положения КВ искра одновременно подается в 1-ый и 4-ый цилиндры одной из катушек зажигания, и через 180 град. поворота КВ вторая катушка подает искру во 2-ой и 3-ий цилиндры. Далее процесс повторяется.

2.2.3 Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»

Данный способ распределения высоковольтной энергии одновременно к двум свечам зажигания называют методом «WasteSpark», т.е. – «холостая искра» (рис.4. 5).

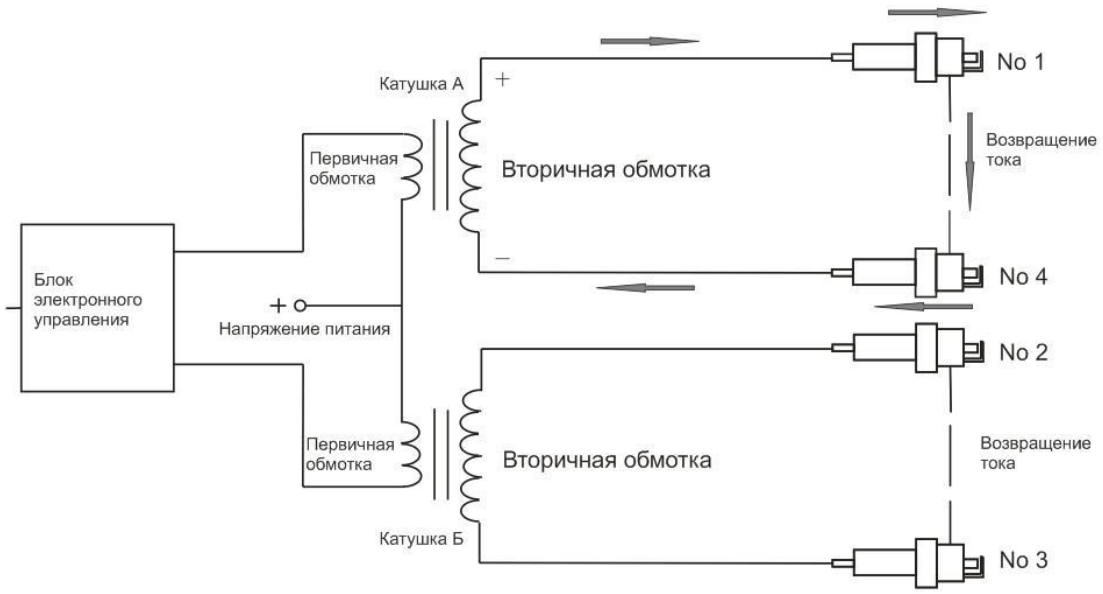


Рис 9.5. Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»

Когда вторичная обмотка получает сигнал на разряд, искры происходят сразу в двух цилиндрах. Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, а второй свечи – в цилиндре, где заканчивается такт выпуска. Первая свеча поджигает рабочую смесь, а вторая искра тратится вхолостую. Направление искры будет правильным только в одной свече, а в другой - неправильным, так как направление тока будет обратным. Центральный электрод должен быть положительным, а периферийный – отрицательным. Напряжение вторичной обмотки составляет 37кВ, что

вполне достаточно для поддержания разряда в двух свечах одновременно. Из-за наличия «холостой искры» свечи изнашиваются быстрее, и поэтому их приходится заменять каждые 20 тыс. км пробега. Первичная обмотка катушки зажигания имеет сопротивление 0,5÷0,05 Ом, а вторичная – от 11 до 16 кОм.

2.2.4. Факторы, влияющие на возникновение детонации

После возникновения искры фронт пламени распространяется от свечи зажигания к отдельным зонам камеры сгорания со скоростью примерно 50 – 70 м/с. При определенных условиях (низкое октановое число топлива, очень ранний УОЗ, высокая степень сжатия, бедная топливная смесь и др.) может произойти самовоспламенение смеси еще до прихода фронта пламени в зоны, отдаленные от очага воспламенения. Это вызывает ударную волну, которая, встречая на своем пути подготовленное к воспламенению топливо, сжимает его. От сжатия топливо тут же вспыхивает, увеличивая скорость распространения пламени до сверхзвуковых скоростей (800–1200м/с).

Детонацию иногда называют быстрым горением. Когда волна детонации взаимодействует со стенками камеры сгорания, цилиндра, поршня, слышен металлический звук высокого тона.

Из-за нарушения нормального процесса сгорания топлива энергия топлива используется не более чем наполовину. Это приводит к перегреву и потери мощности двигателя, увеличению расхода топлива, а детали поршневой группы подвергаются недопустимым механическим воздействиям (прогоранию и повреждению перегородок поршней и т.п.).

Вероятность появления детонации зависит от следующих факторов.

1. Октановое число топлива.

Топливо с более низким октановым числом способно самовоспламеняться при более низких температурах и, следовательно, более склонно к появлению детонации. Моторное масло, которое может попадать в камеру сгорания, например, через поврежденные сальники клапанов, будет уменьшать октановое число топлива, что может привести к детонации.

2. Степень сжатия.

При высокой степени сжатия скорость распространения пламени возрастает в связи с увеличением давления смеси в камере сгорания, и вероятность появления детонации возрастает. После фрезерования головки блока степень сжатия может повыситься выше допускаемых значений.

3. Установка момента зажигания.

Если смесь поджечь намного раньше установленной нормы, то давление в цилиндре достигнет критического (максимального) значения еще до прихода поршня в ВМТ, и смесь практически взорвется, вызывая детонацию.

4. Состав смеси.

Бедная смесь более чувствительна к появлению детонации. Богатая смесь наоборот снижает температуру сгорания топлива, и, следовательно,

снижает вероятность появления детонации.

5. Наличие остаточных выхлопных газов.

Часть выхлопных газов после их выпуска остается в цилиндре. Смешиваясь со свежим зарядом, остаточные газы снижают скорость распространения пламени, понижая температуру газов в камере сгорания, и снижают вероятность появления детонации.

На некоторых двигателях (ALFA-ROMEO, TOYOTA, NISSAN) вместо одной свечи устанавливают две на один цилиндр. Такая конструкция является достаточно эффективной для уменьшения склонности двигателя к детонации при повышении степени сжатия за счет сокращения длины пути фронта пламени по камере сгорания.

Снижает вероятность возникновения детонации более низкая температура поверхностей камеры сгорания и днища поршня. Снижают температуру камеры сгорания за счет снижения температуры охлаждающей жидкости с 90 – 950С до 50 – 550С.

2.2.5. Коррекция УОЗ по сигналам датчика детонации

На детонационное сгорание топлива оказывают влияние много факторов. Однако, только изменяя УОЗ, электронный блок управления способен поддерживать процесс горения топлива на грани детонации, удерживая максимально возможный УОЗ для данного режима работы и обеспечивая тем самым хорошие ездовые качества и низкий расход топлива. Величина угла опережения зажигания, рассчитанного блоком управления с использованием базовой «матрицы», непрерывно корректируется по сигналам датчика детонации.

Сигнал с датчика детонации вместе с сигналом с датчика положения частоты вращения и положения коленчатого вала подаются на ЭБУ, который на основе этих данных определяет в каком цилиндре происходит детонация. Предварительно компьютер определяет средний уровень вибрации для каждого цилиндра. Если сигнал детонации от какого-либо цилиндра превзойдет пороговый уровень вибрации этого цилиндра, компьютер уменьшает опережение в этом конкретном цилиндре на 1,5 – 2град.

Если сигнал детонации продолжает поступать, то блок управления уменьшает УОЗ еще на один шаг. После прекращения детонации в течение нескольких десятков тактов начинается постепенный возврат значений угла опережения зажигания к значениям, записанным в базовой «матрице». Причем возврат происходит уже с небольшими приращениями (0,2÷0,30). ЭБУ не контролирует работу датчиков детонации до тех пор, пока двигатель не прогреется до рабочей температуры.

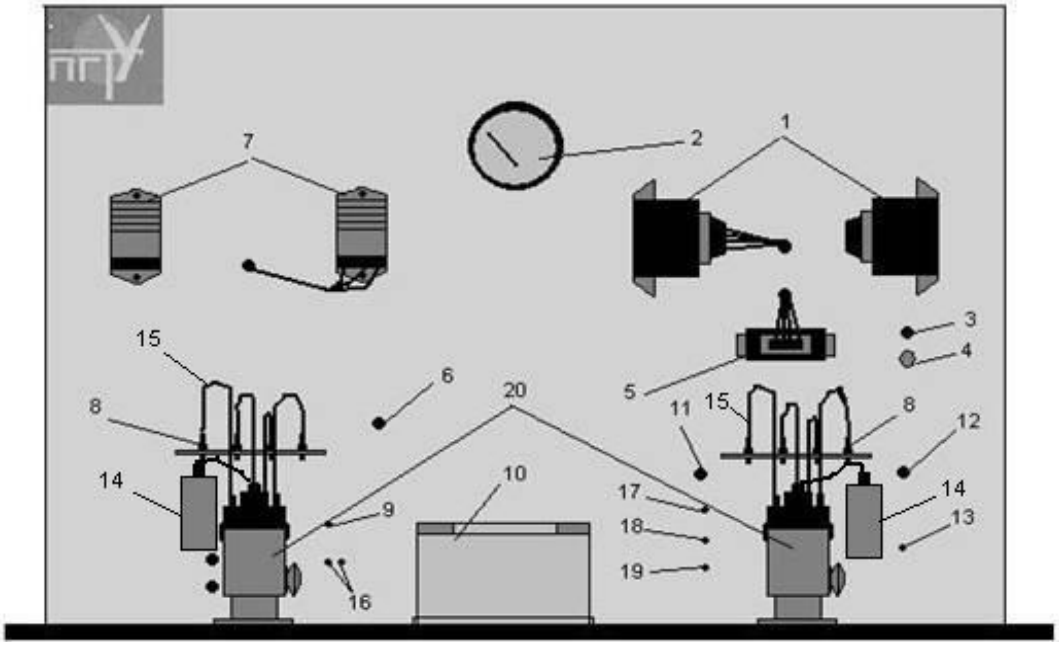
Если с помощью датчика детонации не удается прекратить детонацию в цилиндрах двигателя, то количество впрыскиваемого топлива увеличивается, за счет этого снижается температура сгорания. Перед переключением передачи автоматическая коробка передач посылает на ЭБУ запрос на управление крутящим моментом, на что ЭБУ реагирует

кратковременным уменьшением угла опережения зажигания. ЭБУ также посылает сигнал подтверждения на блок управления коробкой передач, который в свою очередь обеспечивает переключение передачи.

3.Оборудование и материалы

3.1. Лабораторная установка и контрольно-измерительные приборы.

Для проведения экспериментальных исследований транзисторной системы зажигания на кафедре «Сервис автомобильного транспорта и транспортного оборудования » Пятигорского государственного технологического университета разработана лабораторная установка, схема и общий вид которой представлены на рис. 2.11, а электрические схемы – на рис. 2.12 и 2.13.



а)

б)

Рис. 2.11. Лабораторная установка для диагностирования и регулировок транзисторных систем зажигания: а – схема; б – общий вид; 1 – коммутатор установки с датчиком Холла; 2 – тахометр; 3 – индикатор включения привода распределителя зажигания; 4 – электромагнитный клапан; 5 – блок управления ЭПХХ; 6 - индикатор включения привода распределителя зажигания; 7 – коммутаторы установки с индуктивным датчиком; 8 – свечи зажигания; 9 – выключатель зажигания на установке с индуктивным датчиком; 10 – аккумуляторная батарея; 11 – индикатор включения регулятора ЭМК; 12 – индикатор включения зажигания; 13 – выключатель зажигания на установке с датчиком Холла; 14 – катушка зажигания; 15 – высоковольтные провода; 16 – выключатель привода установки с индуктивным датчиком; 17 – выключатель концевика дроссельной заслонки; 18 – регулятор частоты вращения привода установки с датчиком Холла; 19 – выключатель привода установки с датчиком Холла; 20 – распределитель зажигания.

Установка (рис. 2.11) включает в себя две разновидности транзисторных систем зажигания: с датчиком Холла и с индукционным датчиком.

Транзисторная система зажигания с датчиком Холла состоит из аккумуляторной батареи 10, катушки зажигания 14, распределителя зажигания 20 с датчиком Холла, коммутаторов 1, электронного блока экономайзера принудительного холостого хода 5, электромагнитного клапана карбюратора 4, свечей зажигания 8, высоковольтных проводов 15, выключателей и контрольных ламп.

Запуск приводов распределителей зажигания производится путем замыкания выключателей 19 и 15, а подача электрического тока в системы зажигания производится при замыкании выключателей 13 и 9 (рис.2.11).

Электрическая схема установки с датчиком Холла представлена на рис. 2.12, а с индукционным датчиком – на рис. 2.13.

Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком (рис 2.11) состоит из катушки зажигания 14, распределителя зажигания с индукционным датчиком, двух коммутаторов 7, свечей зажигания 8, высоковольтных проводов 15, выключателей и контрольных ламп.

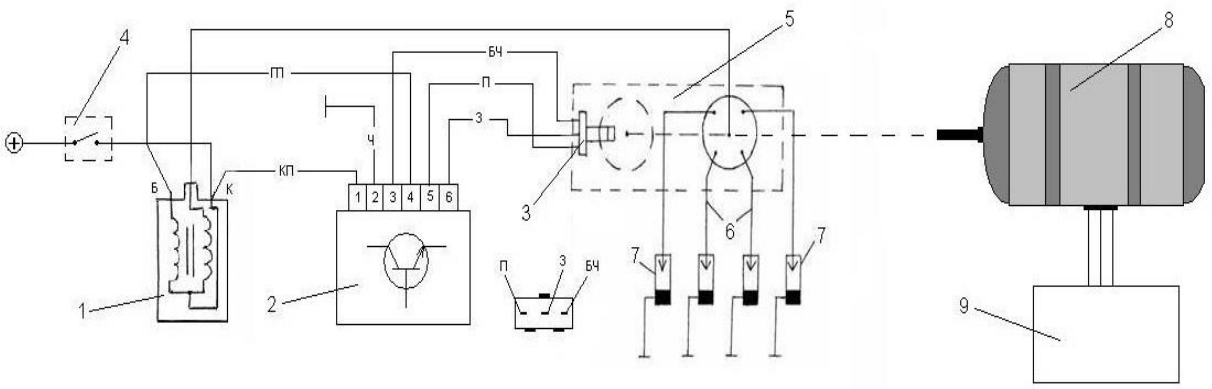


Рис. 2.12. Электрическая схема установки с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – коммутатор; 3 – датчик Холла; 4 – выключатель зажигания; 5 – распределитель зажигания; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания; 8 – электропривод; 9 - теристорный блок контроля частоты вращения электропривода.

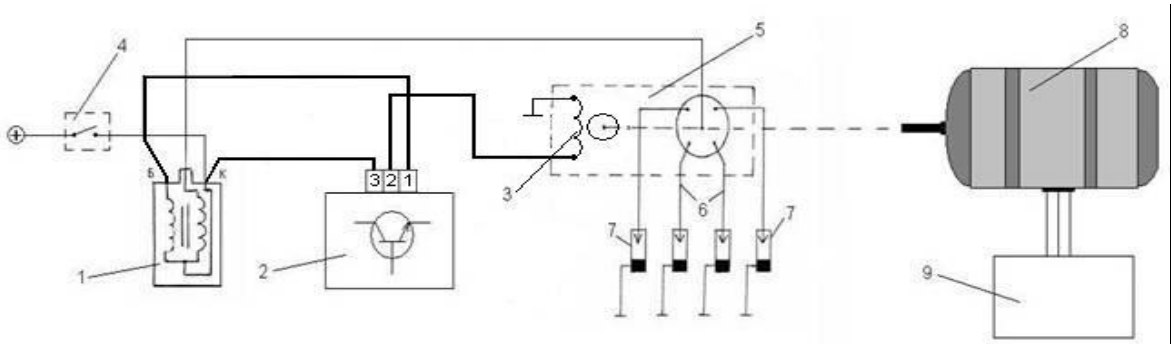
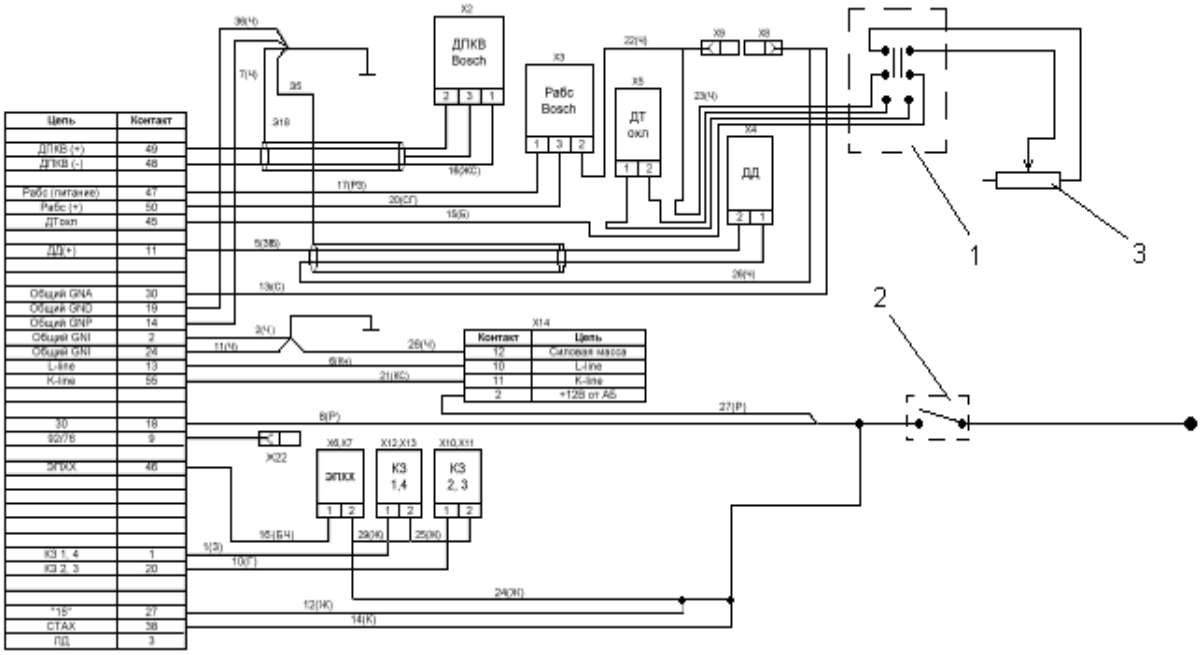


Рис. 2.13. Электрическая схема установки с индуктивным датчиком: 1 – катушка зажигания; 2 – коммутатор; 3 – индуктивный датчик; 4 – выключатель зажигания; 5 – распределитель зажигания; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания; 8 – электропривод; 9 – блок управления двигателем.

При подаче электрического тока на приводы распределителей зажигания их валы начинают вращаться, а после подачи тока на коммутаторы и катушку начинается искрение на свечах зажигания. Привод установки с датчиком Холла имеет возможность изменять частоту вращения. Для этой цели используется теристорный привод.

Для измерения параметров транзисторных систем зажигания используется вольтметр, омметр, прибор измерения УЗСК, тахометр и осциллограф DMO - 510.



Цепь	Контакт
ДПКВ (+)	49
ДПКВ (-)	48
Рабс (питание)	47
Рабс (+)	50
ДТохл	45
ДД(+)	11
Общий GNA	30
Общий GND	19
Общий GNP	14
Общий GNI	2
Общий GNI	24
L-line	13
K-line	55
30	18
87/76	9
ЭПХХ	46
КЗ 1, 4	1
КЗ 2, 3	20
"15"	27
СТАХ	38
ПД	3

Контакт	Цепь
12	Силовая масса
10	L-line
11	K-line
2	+12В от АБ

3.2. Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

4. Задания

4.1. Последовательность выполнения работы

1. Изобразить электрические схемы транзисторных системы зажигания с датчиком Холла и с индукционным датчиком и стрелками показать путь движения тока в низковольтной и высоковольтной цепях.

2. Изобразить схемы и изучить устройство датчика Холла и индукционного датчика.

3. Измерить основные электрические параметры транзисторных систем зажигания: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания, сопротивление высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка, сопротивление индукционного датчика. Измеренные результаты занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Основные электрические параметры транзисторной системы зажигания

	Катушка зажигания		Высоковольтные провода	Резистор бегунка		Обмотка индуктивного датчика
	1 обмотка	2 обмотка		Датчик Холла	Индуктивный датчик	
Сопротивление Ом	1,3/1,0	4900/17500	212	1000	997	404

4. Описать функции, выполняемые коммутатором.

5. Исследовать работу датчика Холла. Для этого необходимо подключить осциллограф между управляющим выводом (зеленый провод) датчика Холла и «массой» и ступенчато изменять частоту вращения вала распределителя зажигания в следующей последовательности: 250, 425 и 1000 об/мин. Для каждой частоты вращения фиксируются осциллограммы прямоугольных импульсов датчика Холла. По полученным осциллограммам определяются максимум и минимум напряжения прямоугольных импульсов (рис. 2.14.), время $T_н$ поддержания Umax и времяT_o поддержания Umin и определяется скважность импульса по формуле

$$Q = \frac{T_н}{T_ц} \cdot 100\%,$$

где $T_ц$ – суммарное время поддержания Umax и Umin (время цикла)

$$T_ц = T_н + T_о$$

Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу 2.3.

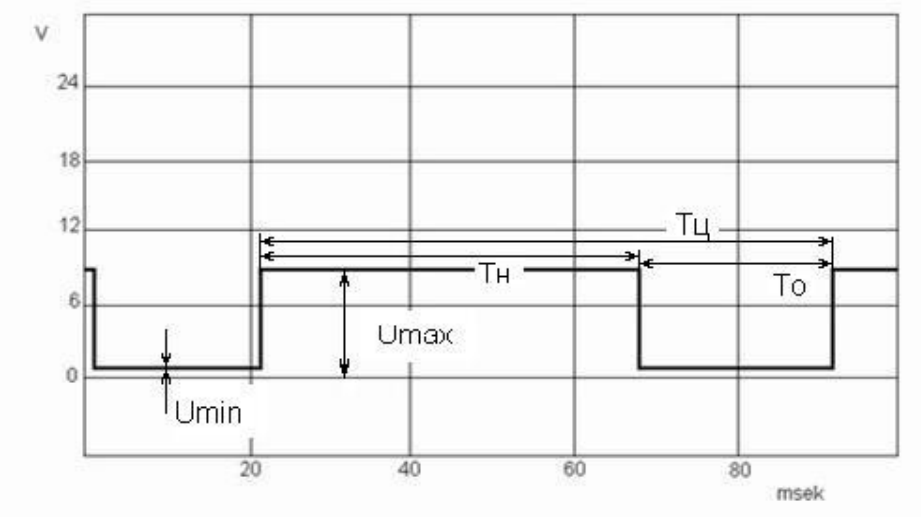


Рис.2.14. Осциллограмма датчика холла при 250 об/мин.

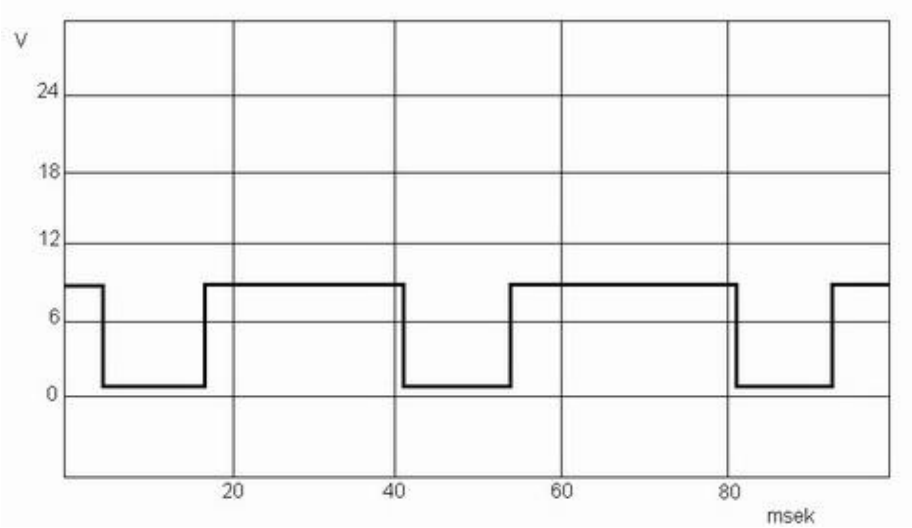


Рис. 2.15. Осциллограмма датчика холла при 425 об/мин.

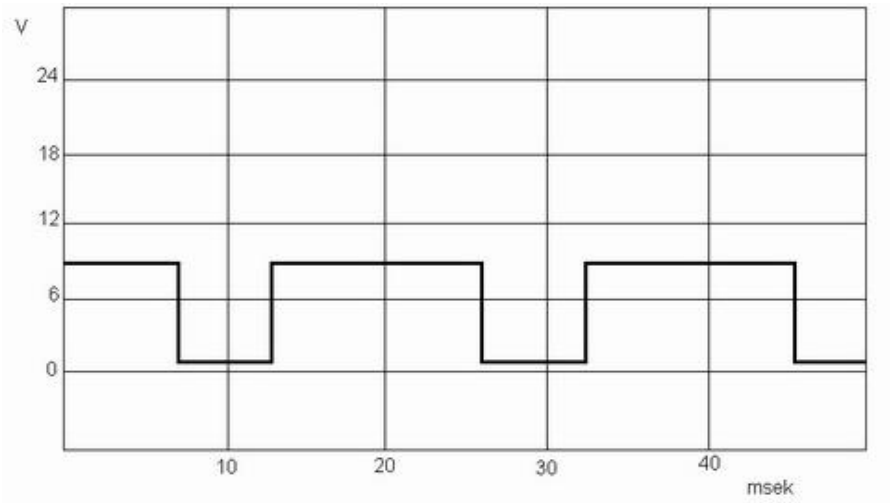


Рис. 2.16. Осциллограмма датчика холла при 1000 об/мин.

Таблица 2.3

Результаты исследований датчика Холла

Частота вращения вала распределителя, об/мин	250	425	1000
Umin В	0,4	0,4	0,4
Umax В	8,7	8,7	8,7
Тн, мс	45	25	13
То, мс	20	11	6
Тц, мс	65	36	19
Скважность	69	69	69

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

Импульсы сигналов датчика Холла имеют строго прямоугольную форму.

Максимальное Umax и минимальное Umin напряжения на выходе из датчика во всем исследуемом интервале частоты вращения вала распределителя зажигания остаются постоянными и равными соответственно 8,7 и 0,4 В.

При увеличении частоты вращения вала распределителя от 250 до 1000 об/мин время поддержания максимального напряжения Umax уменьшается от 45 до 13 мс, время поддержания минимального напряжения Umin – от 20 до 6 мс, а время цикла – от 65 до 19 мс. При этом скважность импульсов сигналов датчика Холла остается постоянной и равной 69%.

Таким образом, строго прямоугольная форма импульсов сигналов и постоянство значений скважности свидетельствует об исправности датчика Холла. В противном случае датчик будет неисправен.

6. Исследовать работу блока коммутатора, ответственного за изменение УЗСК в зависимости от частоты вращения вала распределителя зажигания. Для этого необходимо подключить прибор для измерения УЗСК между клеммой «-» катушки зажигания и «массой» лабораторной установки.

Частоту вращения вала распределителя зажигания изменяются ступенчато от 450 до 1050 об/мин, и измеряется соответствующий УЗСК. Результаты заносятся в таблицу и строится график (рис.2.17).

Таблица 2.4.

Результаты исследования коммутатора, ответственного за изменение УЗСК от частоты вращения вала распределителя зажигания

n, об/мин	450	600	750	900	1050
УЗСК,º	9	11	13	15	17

Как видно из таблицы 2.4. и рис. 2.17, с увеличением частоты вращения вала распределителя зажигания угол замкнутого состояния катушки зажигания (УЗСК) увеличивается по зависимости, близкой к прямолинейной. Это свидетельствует о том, что коммутатор выполняет свою функцию. Нарушение данной закономерности, особенно на высоких оборотах, означает, что коммутатор неисправен. В результате время замкнутого состояния катушки может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня, и искра начнет слабеть или вообще пропадать.

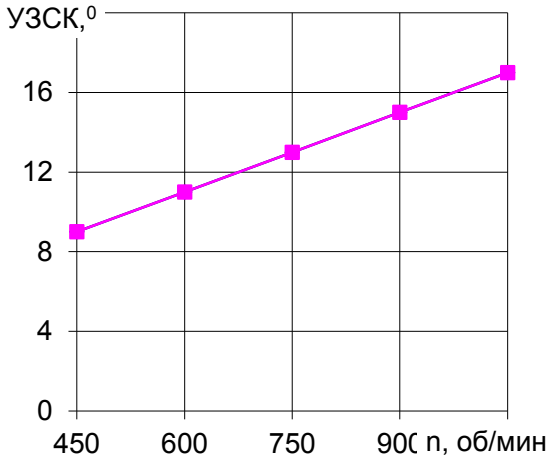


Рис. 2.17. Зависимость УЗСК от частоты вращения вала распределителя зажигания

7. Исследовать работу блока коммутатора, ответственного за защиту катушки зажигания от перегрева. Если ключ зажигания оставлен включенным, то коммутатор должен отключить первичную обмотку катушки зажигания от «массы» и тем самым предотвратить перегрев катушки. Для проверки этой функции коммутатора необходимо к выводу «минус» катушки зажигания подсоединить контрольную лампочку или вольтметр, а второй конец к «массе». При включении замка зажигания лампочка в течение 1-2 секунд будет гореть тускло (напряжение низкое), а затем загорится ярко. Это означает, что коммутатор отключил первичную обмотку катушки зажигания от «массы».

8. Исследовать работу индукционного датчика. Для этого необходимо подключить осциллограф между проводом индукционного датчика и «массой» и включить привод распределителя зажигания.

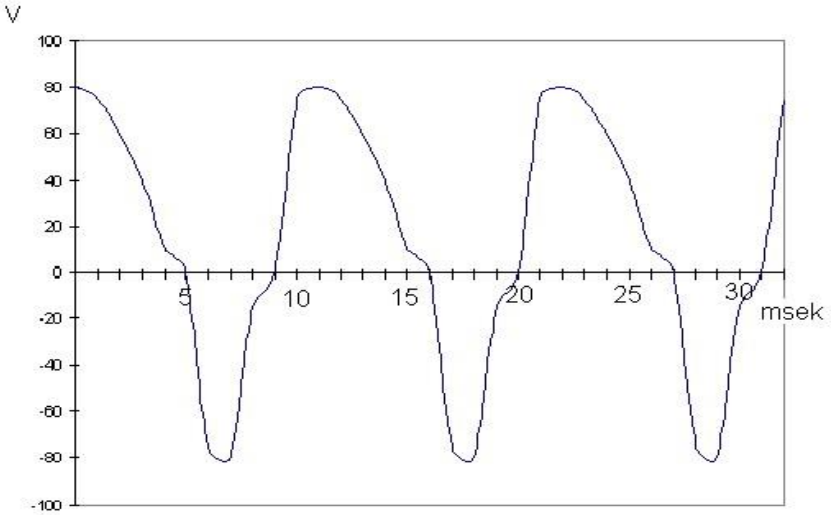


Рис. 2.18.Осциллограмма индуктивного датчика при частоте вращения вала распределителя зажигания 600 об/мин.

Полученные импульсы изменения напряжения на выходе катушки индуктивного датчика представлены на рис. 2.18.Осциллограмма, представленная на рис. 2.18, имеет форму, близкую к эталонной, что свидетельствует об исправности индукционного датчика.

9. Проверить исправность выходного транзистора коммутатора.

Для этого тестер в режиме омметра (прозвонка – зуммер) поочередно подключают к базе и коллектору, к базе и эмиттеру (рис.2.19).

Если тестер показывает различное сопротивление одних и тех же переходов при замене мест проводов тестера, то транзистор исправен. Если же сопротивление переходов существенно отличается от указанных значений, то транзистор считается неисправным. Переход эмиттер-коллектор должен иметь высокое значение независимо от полярности.

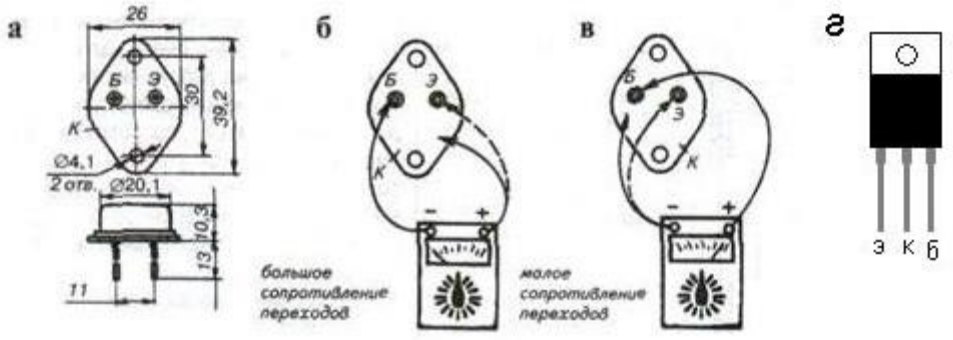


Рис 2.19. Проверка исправности транзистора: а - расположение транзистора; б - проверка переходов транзистора в прямом направлении; в - проверка переходов транзистора в обратном направлении; г – транзистор в пластмассовом корпусе; К - коллектор; Б - база; Э - эмиттер.

Микропроцессорная система зажигания позволяет более точно определить оптимальный угол опережения зажигания, обеспечивая тем самым топливную экономичность и снижение вредных выбросов в атмосферу. А поддержание опережения зажигания на пороге начала детонации позволяет обеспечить повышение мощности и приемистости двигателя.

4.2 Методика выполнения работы для микропроцессорной системы зажигания

1. Вычертить блок-схему микропроцессорной системы зажигания и стрелками показать направление потоков информации.

2. Описать функции, выполняемые ЭБУ.

3. Вычертить схему маркерного диска с датчиком частоты вращения и положения коленчатого вала (ДПКВ). Описать алгоритм вычисления УОЗ с использованием осциллограмм токов и напряжений.

4. Вычертить схему распределения высоковольтного напряжения методом «холостая искра» и стрелками показать путь движения тока.

5. Исследовать влияние частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель на угол опережения зажигания. Для этого изменяется частота вращения маркерного диска n и нагрузка на двигатель путём изменения разряжения Р вакуумным насосом, подсоединённым к датчику абсолютного давления. При заданных значениях n и Р измеряется угол опережения зажигания. Эти измерения проводятся при фиксированной температуре охлаждающей жидкости 100° Сс помощью программного комплекса «Мотор – тестер».

На основе полученных данных строится фрагмент базовой матрицы, записанной в ПЗУ электронного блока управления (рис.9.8)

Разряжение Р, кПа	УОЗ				
-70	14,5	26,0	29,5	35,5	41,0
-60	14,0	25,5	29,5	35,0	43,0
-40	14,5	26,0	30,5	35,5	40,5
-20	14,5	23,5	30,5	31,5	36,5
-10	14,5	19	25,5	26,5	31,5
0	14,5	16,5	20,5	23,0	27,5
Частота вращения коленчатого вала n, об/мин	280	840	1200	1480	1840

Рис. 9.8. Базовая матрица

Данные, приведенные на рис. 4.8, показывают, что измеренные значения УОЗ полностью соответствуют значениям, приведенным в базовой матрице ПЗУ ЭБУ завода – изготовителя.

Кроме того, из рис. 4.8 видно, что увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя способствует увеличению УОЗ, а уменьшение разряжения (увеличение нагрузки) – уменьшению УОЗ, что находится в полном соответствии с процессом полного сгорания топлива.

6. Исследовать влияние температуры охлаждающей жидкости на угол опережения зажигания. Для этого при фиксированных значениях n=840 об/мин и P=0 кПа изменяется температура охлаждающей жидкости от -20°C до 100°C с шагом 20°C и измеряется угол опережения зажигания. Результаты заносятся в таблицу 9.1.

Таблица 9.1. Результаты замеров УОЗ

Температура t, C˚	-20	0	20	40	60	80	100
УОЗ	18,5	18,5	18,5	18,5	16,5	16,5	16,5

Из таблицы 9.1 видно, что при холодном двигателе (температура охлаждающей жидкости t от - 20 до + 40C˚) величина УОЗ составляет 18,5˚; при прогреве же двигателя (t = 60 - 100˚C) величина УОЗ уменьшается и составляет 16,5˚.

7. Исследовать работу датчика частоты вращения и положения коленчатого вала. Для этого к выводным контактом датчика подсоединяется осциллограф и, изменяя частоту вращения маркерного диска от 500 до 2700 об/мин, фиксируются осциллограммы напряжений датчика (рис. 9.9 – 9.13).

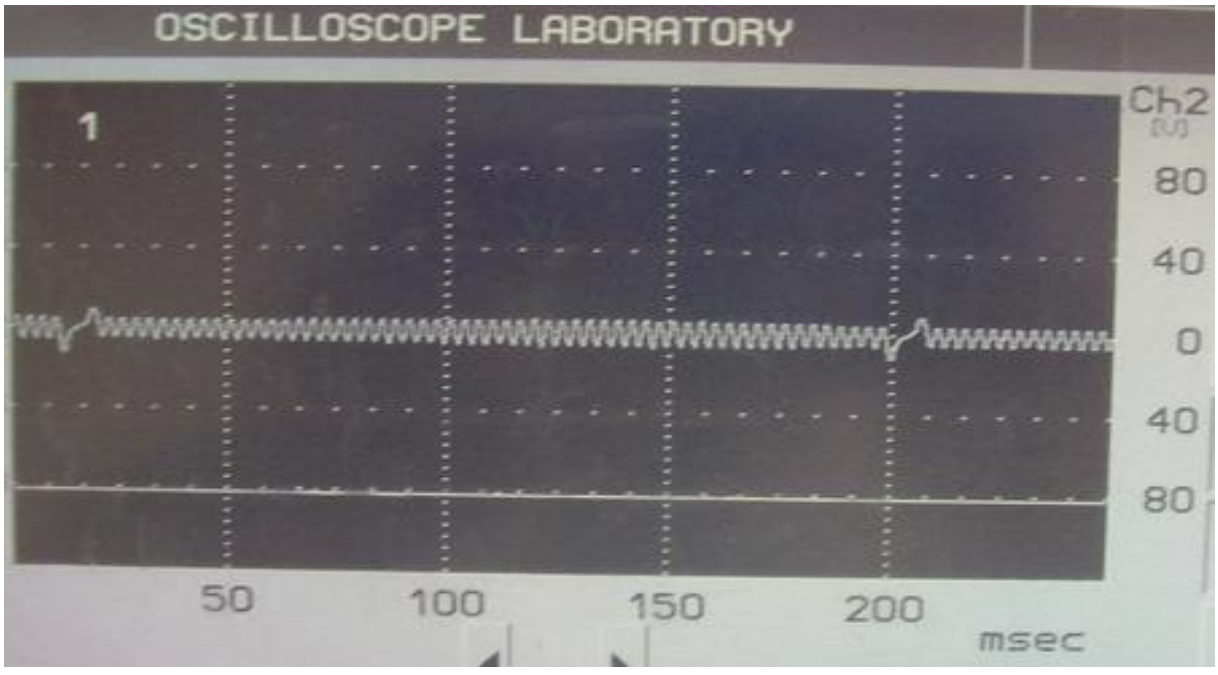


Рис. 9.9. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 500 об/мин.

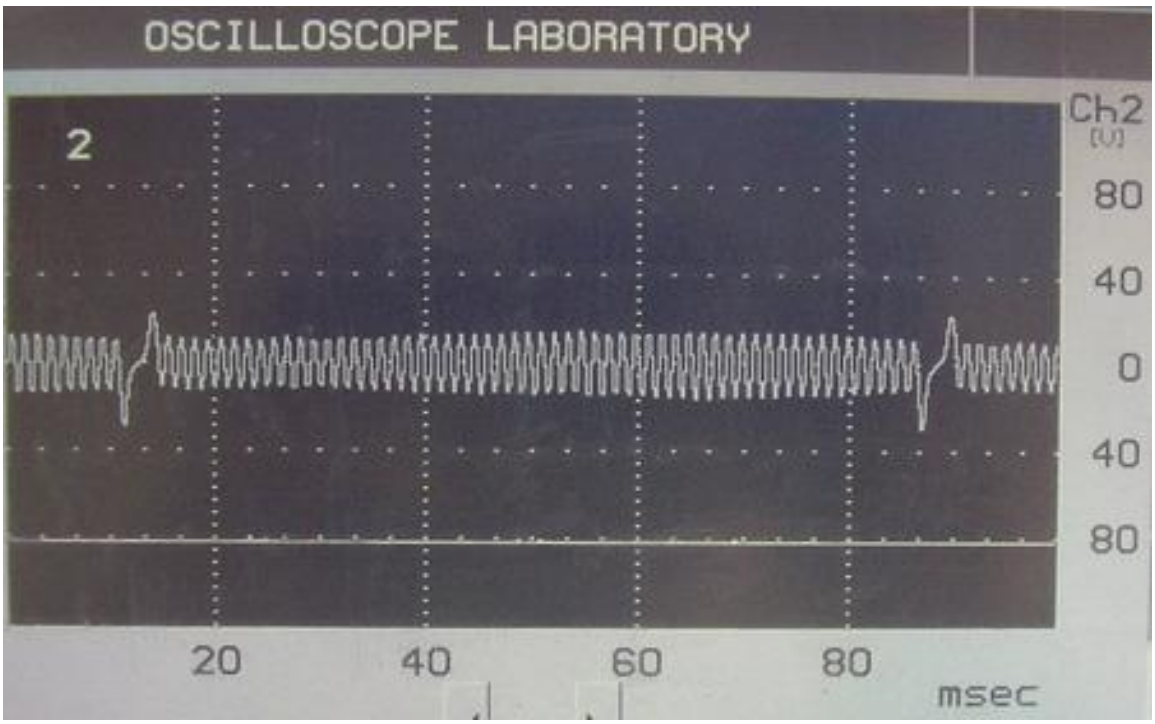


Рис. 9.10. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 850 об/мин.

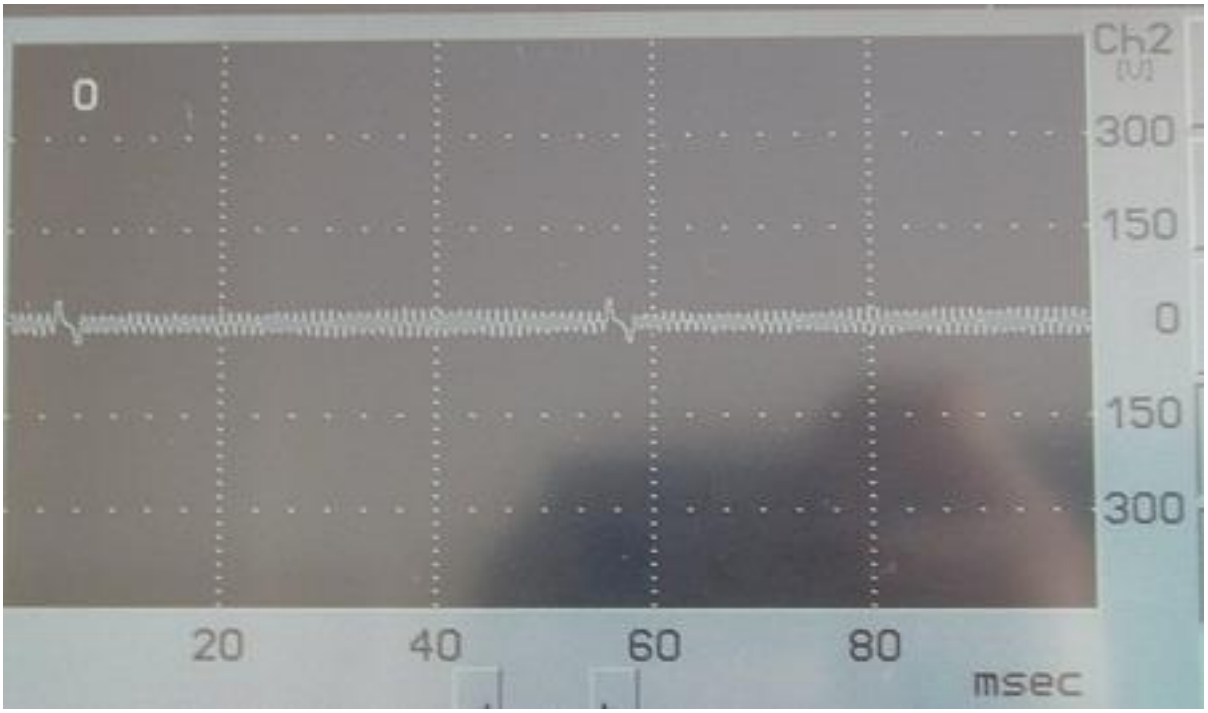


Рис. 9.11. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 1200 об/мин.

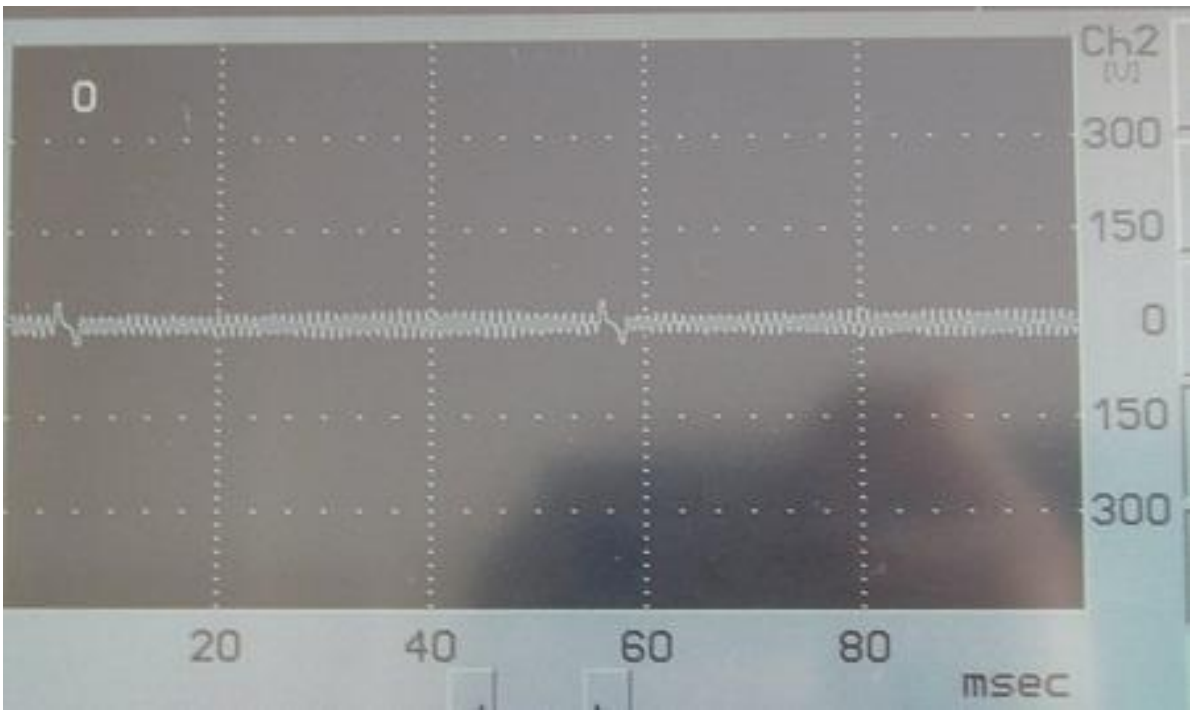


Рис. 9.12. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 1700 об/мин.

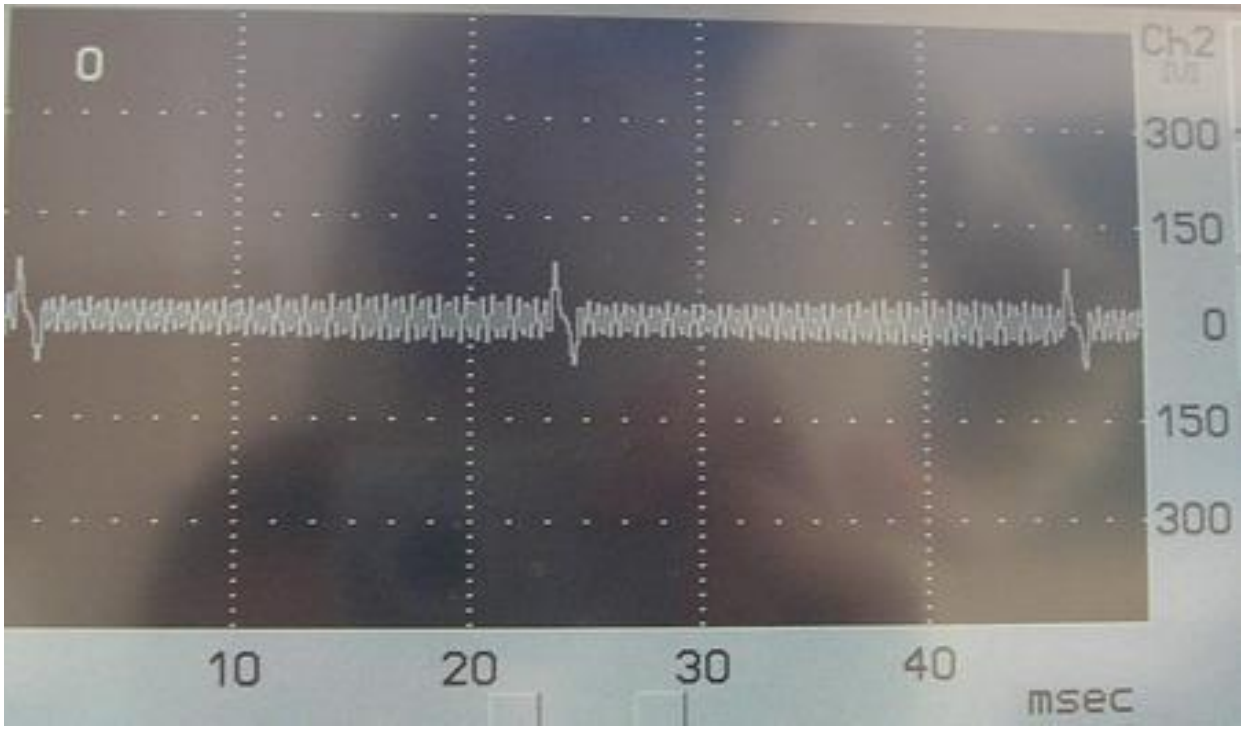


Рис. 9.13. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 2700 об/мин.

Анализ полученных осциллограмм и показывает, что увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя приводит к увеличению

амплитуды напряжения на выводах обмотки датчика. При прохождении же пропущенных зубьев мимо датчика амплитуда напряжения кратковременно увеличивается.

5. Содержание отчета

Лабораторная работа
«Транзисторные и микропроцессорная системы зажигания»
1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Краткие теоретические сведения по теме.
4. Результаты и краткие выводы.

Работу сдал, ФИО, группа_____

"___"_____20__года

6. Контрольные вопросы

1. Как движется ток в низковольтной и высоковольтной цепях транзисторных системах зажигания?
2. Как устроен и работает датчик Холла?
3. Как выглядит осциллограмма датчика Холла?
4. Как определяется скважность прямоугольных импульсов?
5. Как устроен и работает индукционный датчик?
6. Как выглядит осциллограмма индукционного датчика?
7. Какие функции, выполняет коммутатор?
8. Как проверить исправность датчика Холла?
9. Как проверить исправность индуктивного датчика?
10. Как проверить исправность блока коммутатора, ответственного за изменение УЗСК?
11. Как проверить исправность блока коммутатора, ответственного за защиту катушки зажигания от перегрева?
12. Как проверить исправность выходного транзистора?
13. Какие датчики используются для работы микропроцессорной системы зажигания?
14. Как создается базовая матрица?
15. Как вычисляется угол опережения зажигания?
16. Как происходит распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»?
17. Как происходит детонационное сгорание топлива?
18. Назовите факторы, влияющие на возникновение детонации?
19. Чем опасна детонация?

20.Как корректируется УОЗ по сигналам датчика детонации?

21. Назовите способы распределения высоковольтной энергии?

22. Как ЭБУ управляет электромагнитным клапаном системы ЭПХХ?

Лабораторная работа №6.
Тема:«Изучение и анализ компонентов электронного оборудования двигателей внутреннего сгорания»

Цель: Изучение и анализ компонентов электронного оборудования двигателей внутреннего сгорания

Задачи:

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить схемы, устройство и особенности электронных систем управления двигателем.

2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности систем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборовсистем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов систем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Теоретическая часть

Электронная система управления двигателем включает набор датчиков и различных устройств для получения и обработки информации, исполнительные механизмы и вспомогательные устройства.

Функциональные и электрические схемы их соединений образуют разомкнутые или замкнутые цепиуправления автомобильным двигателем.

Современные автоматические системы управления двигателем выполнены адаптивными (самоприспосабливающимися). Такие системы обеспечивают необходимый уровень надёжной работы двигателя в условиях быстрого изменения его характеристик.

Выходные сигналы электронного блока управления (ЭБУ) из-за малой их мощности не могут быть использованы для непосредственного управления зажиганием, электромагнитной форсункой (ЭМФ) и электрическим бензиновым насосом (ЭБН). После прохождения сигналов через выходные каскады усиления они превращаются в электрические сигналы, воздействующие на исполнительные элементы системы питания и зажигания. Замкнутая система обеспечивает более высокую точность поддержания требуемых параметров по сравнению с разомкнутой.

Входными параметрами системы управления являются угол открытия дроссельной заслонки, момент зажигания и состав горючей смеси. Водитель изменяет величину угла открытия дроссельной заслонки. Изменение расхода

воздуха сопровождается изменением топливовоздушной смеси и величиной угла опережения зажигания.

Выходной параметр непрерывно измеряется и сравнивается с контрольными параметрами в ЭБУ.

Такая система по электрическим цепям получает сигналы действий водителя через датчик расхода воздуха, связанный с педалью управления.

В качестве первичной информации служат сигналы датчиков верхней мертвой точки (ВМТ), положения распределительного вала, углового положения коленчатого вала (КВ) двигателя, датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) (или давления во впускном трубопроводе) и детонации.

В схеме регулирования изменяемым параметром является коэффициент избытка воздуха (α), определяемый путём измерения концентрации кислорода в отработавших газах (ОГ) с помощью λ-зонда, на выходе которого появляется напряжение, пропорциональное величине α. При наличии отклонения значения α от оптимальной величины исполнительный элемент с помощью ЭБУ изменяет продолжительность впрыска кислорода, обеспечивающие обратную связь.

В системе впрыска без обратной связи нейтрализатор ОГ и датчик кислорода не устанавливают. Регулирование концентрации окиси углерода (СО) в ОГ обеспечивает СО-потенциометр. Увеличение (уменьшение) базовой продолжительности дозирования осуществляют в зависимости от режима (прогрева, ускорения) и условий работы двигателя (температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха).

В зависимости от числа ЭМФ и схемы их размещения различают системы с центральным или распределённым впрыском топлива. Первая система содержит многие известные недостатки карбюратора, поэтому она получила ограниченное распространение. Наиболее перспективной считают систему с распредеделенным впрыском.

С середины 1980-х годов карбюраторы стали вытесняться более эффективными инжекторными системами. Главными их преимуществами являются лучшие пусковые свойства (они меньше зависят от окружающей температуры), надежность, экономичность, лучшие мощностные характеристики, а также меньшая токсичность выхлопа. Однако инжекторные системы более привередливы к качеству бензина. Так, не допускается работа двигателей с системой впрыска топлива на этилированном бензине. Это приводит к выходу из строя нейтрализатора и датчика концентрации кислорода.

Слово injector в переводе с английского означает «форсунка» Первые системы питания, использовавшие принцип впрыска, появились в конце XIX века, однако из-за сложной конструкции и отсутствия должных систем управления не нашли широкого применения. Вновь о системах впрыска вспомнили в 1960-х годах. Тогда они были исключительно механическими, затем им на смену пришли современные системы впрыска с электронным управлением. Эти системы в зависимости от количества форсунок и места

впрыска топлива делятся на одноточечные (моновпрысковые) и многоточечные (в них каждый цилиндр имеет персональную форсунку, впрыскивающую топливо во впускной коллектор в непосредственной близости от впускного клапана конкретного цилиндра)

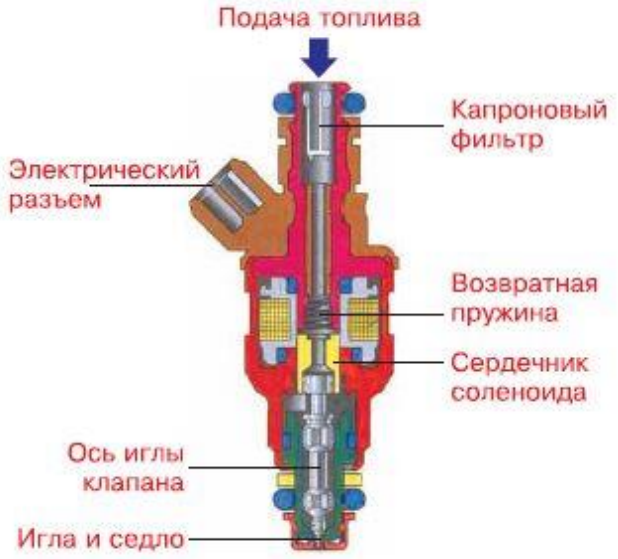


Рис. 2.16. Электромагнитная форсунка

Моновпрыск направляет подготовленную смесь во впускной коллектор. В этом он схож с карбюратором. На современных транспортных средствах работой инжекторов и моновпрысков управляют электронные процессоры. Они контролируют работу каждого цилиндра.

Рассмотрим устройство простейшей инжекторной системы Она включает в себя следующие элементы:

- электрический бензонасос;
- регулятор давления;
- электронный блок управления;
- датчики угла поворота дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и количества оборотов коленчатого вала;
- инжектор.

Во впрысковой системе питания используют двухступенчатый неразборный электрический бензонасос роторно-роликового типа. Его устанавливают в топливном баке. Такой насос подает топливо под давлением свыше 280 кПа.

Регулятор давления поддерживает необходимую разницу давлений между топливом в форсунках и воздухом во впускном коллекторе. Он выполнен в виде мембранного клапана, установленного на топливной рампе. При повышении нагрузки двигателя этот регулятор увеличивает давление топлива, подаваемого к форсункам, а при снижении — уменьшает, возвращая избыток топлива по сливной магистрали в бак.

Электронный блок управления (компьютер) - «мозг» системы впрыска топлива. Он обрабатывает информацию от датчиков и управляет всеми элементами системы питания. В него непрерывно поступают сведения о напряжении в бортовой сети автомобиля, его скорости, положении и количестве оборотов коленчатого вала, положении дроссельной заслонки, массовом расходе топлива, температуре охлаждающей жидкости, наличии детонации, содержании кислорода в выхлопе. Используя эту информацию, блок управляет подачей топлива, системой зажигания, регулятором холостого хода, вентилятором системы охлаждения, адсорбером системы улавливания паров бензина (в качестве адсорбера применяется активированный уголь), системой диагностики.

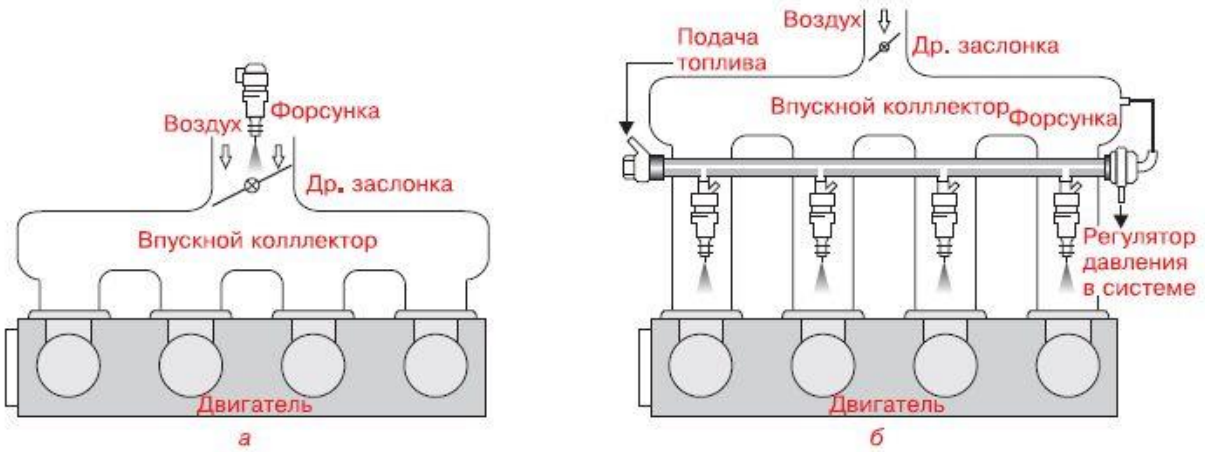


Рис. 2.17. Системы впрыска:
а — одноточечная; б — многоточечная

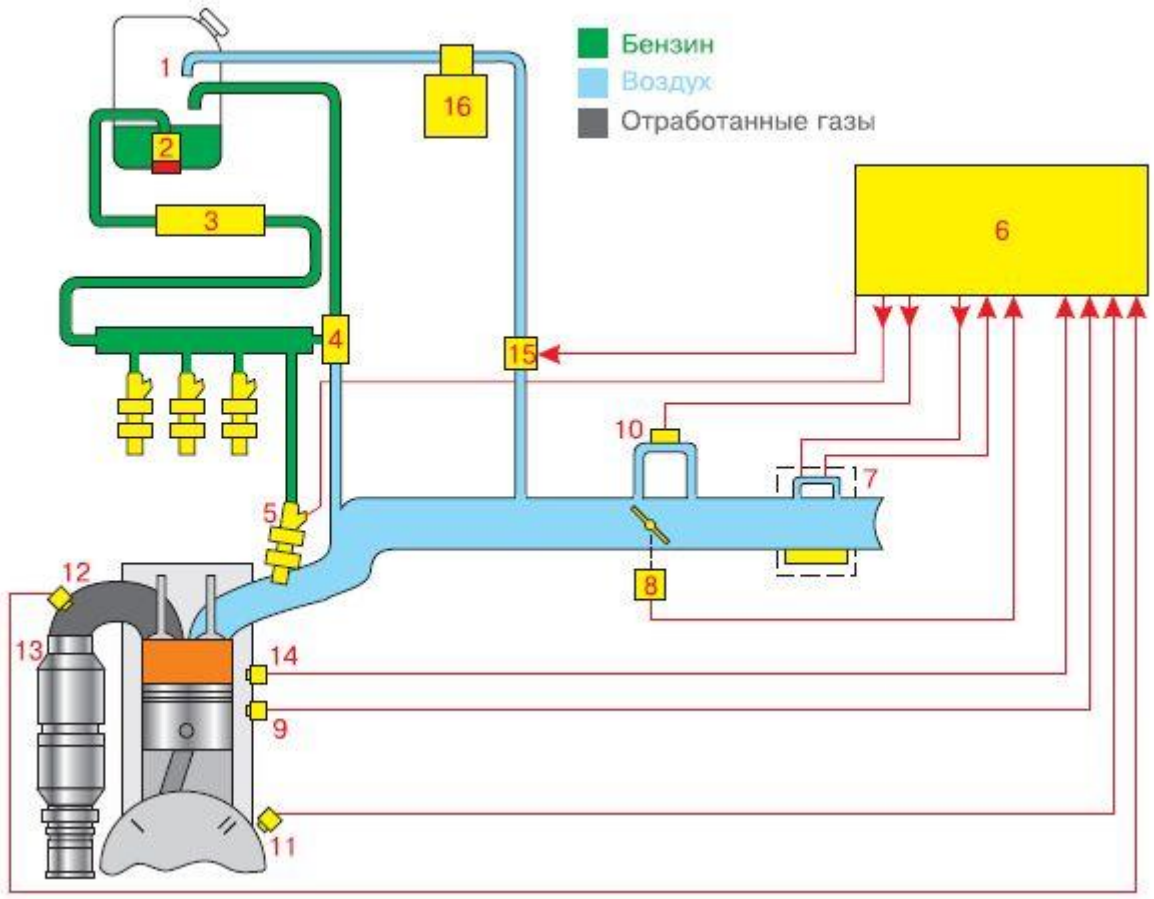


Рис. 2.18.Инжекторная система:

1 — топливный бак; 2 — электробензонасос; 3 — топливный фильтр; 4 — регулятордавления топлива; 5 — форсунка; 6 — электронный блок управления; 7 — датчик массового расхода воздуха; 8 — датчик положения дроссельной заслонки; 9 — датчик температуры ОЖ; 10 — регулятор XX; 11 — датчик положения коленвала; 12 — датчик кислорода; 13 — нейтрализатор; 14 — датчик детонации; 15 — клапан продувки адсорбера; 16 — адсорбер

При возникновении неполадок в системе электронный блок управления предупреждает о них водителя с помощью контрольной лампы CheckEngine (этот индикатор может быть выполнен как в виде указанной надписи, так и в виде пиктограммы с изображением двигателя). В его оперативной памяти сохраняются
диагностические коды, указывающие места возникновения неисправностей. Специалисты с помощью определенных манипуляций или специального считывающего устройства могут получить информацию об этих кодах и быстро обнаружить неполадки.

Датчик положения дроссельной заслонки размещен на дроссельном патрубке и связан с осью дроссельной заслонки. Он представляет собой потенциометр. При нажатии на педаль газа поворачивается дроссельная заслонка и увеличивается напряжение на выходе датчика.

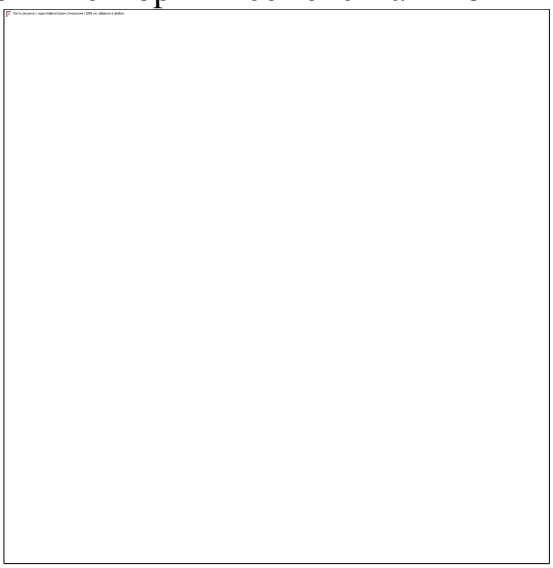
Обрабатывая эту информацию, электронный блок управления корректирует подачу топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки (то есть в зависимости от того, насколько сильно вы нажмете на педаль газа).

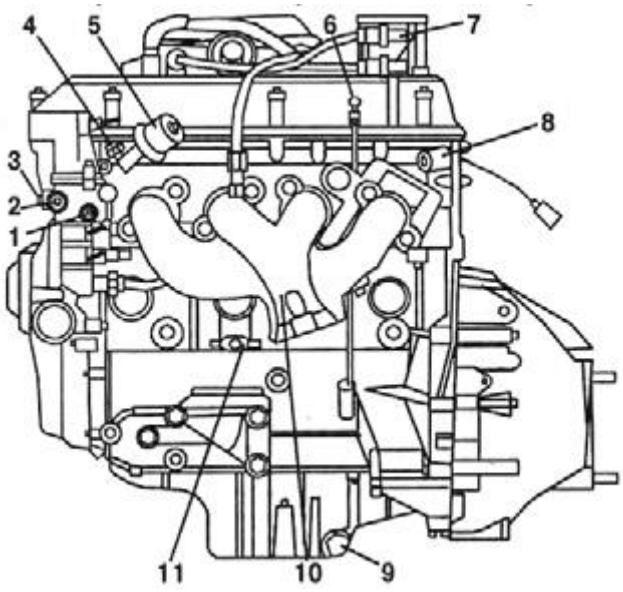
Датчик температуры охлаждающей жидкости — это термистор, то есть резистор, сопротивление которого зависит от температуры: при низкой температуре он имеет высокое сопротивление, а при высокой температуре — низкое. Датчик расположен в потоке охлаждающей жидкости двигателя. Электронный блок управления измеряет падение напряжения на датчике и таким образом определяет температуру охлаждающей жидкости. Эту температуру он постоянно учитывает, управляя работой большинства систем.

Датчик положения коленвала (индуктивный) координирует работу форсунок. С его помощью блок управления, получив информацию о положении коленчатого вала и соответственно о тактах двигателя, дает сигнал на срабатывание конкретной форсунки, которая в нужный момент подает распыленное топливо к соответствующему цилиндру.

Системы впрыска современных автомобилей, в отличие от простейшего инжектора, оборудуют целым рядом дополнительных устройств и датчиков, улучшающих работу двигателя: лямбда-зондом, каталитическим нейтрализатором, датчиками детонации и температуры впускного воздуха и т. д.

Двигатель ЗМЗ -4062.10Инжекторный семейства ГАЗ





Вид слева с расположением датчиков.

1 - датчик сигнализатора перегрева ОЖ;

2 - датчик указателя температуры ОЖ;

3 - датчик температуры ОЖ;

4 - датчик сигнализатора аварийного давления масла;

5 - датчик указателя падения давления масла;

6 - стержневой указатель уровня масла;

7 - катушки зажигания;

8 - датчик положения распределительного вала;

9 - пробка сливного отверстия масляного картера;

10 - выпускной коллектор;

11 - сливной краник ОЖ.

Двигатель оснащен системой распределенного впрыска топлива с электронным управлением. Электронный блок управления (ЭБУ) двигателем представляет собой мини-компьютер специального назначения.

Блок управления

Он содержит три вида памяти — оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) и электрически программируемое запоминающее устройство (ЭПЗУ). ОЗУ используется компьютером для хранения текущей информации о работе двигателя и ее обработки. Также в ОЗУ записываются коды возникающих неисправностей. Эта память энергозависима, т. е. при отключении питания ее содержимое стирается. ППЗУ содержит собственно программу (алгоритм) работы компьютера и калибровочные данные (настройки). Таким образом, ППЗУ определяет важнейшие параметры работы двигателя: характер кривых момента и мощности, расход топлива и т. п. ППЗУ энергонезависима, т.е. ее содержимое не изменяется при отключении питания. В ЭПЗУ записываются коды иммобилайзера при «обучении» ключей. Эта память также энергонезависима.

Блок управления расположен в салоне под панелью приборов слева от ног водителя.

Датчики выдают электронному блоку управления информацию о параметрах работы двигателя и скорости автомобиля, на основании которых блок управления рассчитывает момент, длительность и порядок открытия форсунок а также момент искрообразования. При выходе из строя отдельных датчиков или их цепей блок управления переходит на обходные алгоритмы работы; при этом могут ухудшиться некоторые параметры двигателя (мощность, приемистость, экономичность), но движение с такими неисправностями возможно. Исключение составляет датчик положения коленчатого вала — при неисправности датчика или его цепей двигатель работать не может. Также двигатель не будет работать при одновременном выходе из строя нескольких датчиков. Датчики неремонтопригодны, при выходе из строя их заменяют.

Лампа неисправности системы управления двигателем в комбинации приборов информирует водителя о неисправностях, но не запрещает дальнейшее движение автомобиля. Если система исправна, то при включении зажигания лампа загорается и гаснет сразу после пуска двигателя. Если она горит при работающем двигателе, в системе управления двигателем имеются неисправности, условные коды которых блок управления записывает в память (ОЗУ). Если в дальнейшем неисправность пропала (например, восстановился контакт в цепи датчика), лампа может погаснуть; при этом код неисправности не стирается, а сохраняется в памяти и может быть считан с помощью диагностического оборудования, подключаемого к диагностическому разъему, расположенному справа от рулевой колонки под панелью приборов.

Диагностический разъем

Чтобы стереть коды из памяти блока управления, необходимо отключить аккумуляторную батарею не менее чем на 10 с (или выбрать соответствующий режим на диагностическом приборе). Отказ некоторых элементов систем питания (электробензонасоса и его цепи) и управления (модуля зажигания, свечей и высоковольтных проводов) не определяется блоком управления, и, следовательно, лампа неисправности системы управления двигателем при этом не загорается.

Датчик положения коленчатого вала — индукционного типа — установлен на передней стороне блока цилиндров, рядом с картером сцепления. Он выдает блоку управления информацию об угловом положении и частоте вращения коленчатого вала. Датчик представляет собой катушку индуктивности, которая реагирует на прохождение зубьев задающего диска, закрепленного на коленчатом валу (рядом с пятой коренной шейкой) вблизи сердечника датчика. Два соседних зуба на диске срезаны так, что образуется впадина. При ее прохождении датчик генерирует так называемый «опорный» импульс синхронизации при каждом обороте коленчатого вала.

Датчик положения коленчатого вала

Датчик положения распределительного вала (датчик фаз), представляющий собой датчик Холла, установлен слева на приливе головки блока цилиндров. Датчик реагирует на прохождение штифта, запрессованного в хвостовик распределительного вала впускных клапанов. Датчик выдает блоку управления информацию об угловом положении и частоте вращения распределительного вала. На основании информации выходных сигналов с датчиков положения коленчатого и распределительного валов блок управления устанавливает угол опережения зажигания и цилиндр, в который следует подать топливо. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем.

Датчик положения распределительного вала

Датчик температуры охлаждающей жидкости ввернут в головку блока цилиндров в районе четвертого цилиндра. Он представляет собой терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом, т. е. его сопротивление уменьшается при повышении температуры. Блок управления подает на датчик стабилизированное напряжение через резистор и по падению напряжения рассчитывает состав смеси. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем, а блок управления переводит вентилятор системы охлаждения двигателя и вентилятор теплообменника конденсатора на постоянный режим работы.

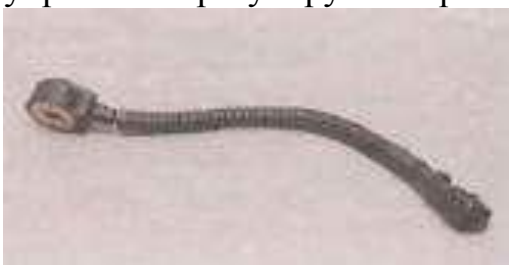
Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) — резистор с переменным сопротивлением, установленный на дроссельном узле. Сопротивление ДПДЗ изменяется в зависимости от положения дроссельной заслонки, с осью которой жестко соединен датчик. На один конец его обмотки подается стабилизированное напряжение +5 В, а другой конец соединен с «массой». С третьего вывода потенциометра (ползунка) снимается сигнал для блока управления. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа контроля системы управления двигателем. При этом функции датчика берет на себя датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе.

Датчик положения дроссельной заслонки

Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе установлен в ресивере впускного трубопровода. Датчик содержит чувствительный переменный резистор для измерения давления и термистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем, а функции датчика берет на себя ДПДЗ.

Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе

Датчик детонации пьезоэлектрического типа закреплен болтом на задней стороне блока цилиндров. При возникновении высокочастотных колебаний блока цилиндров во время детонационного сгорания топлива в датчике возникают электрические сигналы, на основании которых блок управления регулирует опережение зажигания для устранения детонации.



Датчик детонации

Один из двух **датчиков концентрации кислорода** (лямбда-зондов) установлен в катколлекторе, другой — в промежуточной трубе системы выпуска. Кислород, содержащийся в отработавших газах, создает разность потенциалов на выходах датчиков, изменяющуюся от 0 до 1 В (бедная — богатая смесь). По сигналам от датчиков блок управления корректирует подачу топлива форсунками в цилиндры, так чтобы состав отработавших газов был оптимальным для эффективной работы нейтрализатора. Для быстрого прогрева датчиков после запуска двигателя в них встроен нагревательный элемент. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем.

Датчик концентрации кислорода

Датчик скорости автомобиля представляет собой геркон (герметизированный контакт), встроенный в спидометр. Датчик преобразует вращение троса привода спидометра в прямоугольные импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости автомобиля.

Датчик неровной дороги, установленный на чашке правой передней амортизаторной стойки, улавливает тряску (вертикальные ускорения) автомобиля. Неровная дорога создает переменную нагрузку на трансмиссию, а через нее воздействует и на двигатель, вызывая неравномерность его работы. В этом случае, для предупреждения ложного обнаружения пропусков воспламенения, блок управления использует сигнал датчика.

Расположение элементов системы управления двигателем: 1 — электронный блок управления (ЭБУ) (на фото не виден); 2 — монтажный блок реле и предохранителей; 3 — датчик положения распределительного вала; 4 — датчик положения коленчатого вала (на фото не виден); 5 — катушки зажигания; 6 — датчик концентрации кислорода (на каталитическом коллекторе); 7 —датчик неровной дороги; 8 — датчик концентрации кислорода (на промежуточной трубе) (на фото не виден); 9 — датчик детонации (на фото не виден); 10 — датчик абсолютного давления и температуры; 11 — свечи зажигания (на фото не видны); 12 — датчик положения дроссельной заслонки; 13 — датчик температуры охлаждающей жидкости (на фото не виден)

Система зажигания входит в систему управления двигателем. Она состоит из двух катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания. При эксплуатации система не требует обслуживания и регулировки (кроме свечей зажигания).

Катушки зажигания установлены на кронштейне, закрепленном на левой стороне блока цилиндров. К выводам высоковольтной обмотки одной катушки подсоединены свечные провода 1 и 4 цилиндров, к выводам другой — 2 и 3 цилиндров. Таким образом, искра одновременно проскакивает в двух цилиндрах (1-4 или 2-3) — в одном во время такта сжатия (рабочая искра), в

другом во время такта выпуска (холостая). Катушки зажигания неремонтопригодны, при выходе из строя их заменяют новым.

Катушки зажигания (на корпусах катушек нанесены номера цилиндров)

Свечи зажигания имеют помехоподавительный резистор (сопротивлением 4-10 кОм). Зазор между электродами составляет 1,0-1,1 мм.

Работа системы управления. Блок управления получает команду на запуск системы управления при включении зажигания. Если активирован иммобилайзер, то дополнительно проверяется, совпадает ли его кодовая посылка с кодом в памяти блока управления (при несовпадении двигатель не пустится).

Во время работы блок управления обрабатывает информацию от датчиков (положения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе, температуры охлаждающей жидкости, концентрации кислорода, детонации, скорости и неровной дороги). В зависимости от режима работы двигателя блок управления выдает команды на форсунки, катушки зажигания, регулятор холостого хода, клапан продувки адсорбера, реле топливного насоса, электровентилятора радиатора системы охлаждения двигателя, электровентилятора теплообменника конденсатора и компрессора.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, нагрузки на двигатель (давление и температура воздуха во впускном трубопроводе и положение дроссельной заслонки), температуры охлаждающей жидкости, а также наличия детонации. Состав смеси регулируется длительностью управляющего импульса, подаваемого на форсунки (чем длиннее импульс, тем больше количество топлива). При обслуживании и ремонте системы управления двигателем всегда выключайте зажигание (в некоторых случаях следует отсоединить аккумуляторную батарею), а при проведении сварочных работ на автомобиле отсоединяйте жгут проводов от блока управления. Блок управления содержит электронные компоненты, которые могут быть повреждены статическим электричеством, поэтому не прикасайтесь руками к его выводам. Перед сушкой автомобиля в сушильной камере (после покраски) снимите блок управления. На работающем двигателе не отсоединяйте и не поправляйте колодки жгутов проводов системы управления, а также клеммы проводов на выводах аккумуляторной батареи. Не пускайте двигатель, если клеммы проводов на выводах аккумуляторной батареи и «массовые» провода на двигателе не затянуты или загрязнены.

Краткая теория. В последнее время все больше автомобилей с бензиновыми двигателями оборудуются системами электронного впрыска. Объясняется это большой гибкостью электронной системы в сравнении с неизменными законами функционирования карбюратора. В системе электронного впрыска, законы функционирования заложены в программу блока управления, что позволяет бесконечно совершенствовать функции управления без существенного удорожания системы. Кроме того, в последнее время технологии изготовления электронных компонентов и целых (готовых) приборов постоянно удешевляются и совершенствуются в плане надежности, а изготовление карбюратора в любом случае требует механической обработки металла с высокой точностью, затраты энергии, рабочего времени и износа оборудования.

Систему электронного впрыска можно разделить на три основные части:

1) воздушную (воздухоочиститель, воздухопроводы, впускной коллектор);

2) топливную (топливный бак, насос, трубопроводы, топливный фильтр, регулятор давления и инжектор);

3) управления (различные датчики и блок управления).

Более подробно назначение и взаимное расположение частей рассматривается на лекциях данного курса. В задачу данной работы входит: научиться идентифицировать элементы электронного впрыска и находить нужный элемент в автомобиле.

Поскольку все элементы могут иметь несколько вариантов установки, очень важно знать эти варианты, а также знать ключевые признаки, указывающие на расположение каждого элемента.

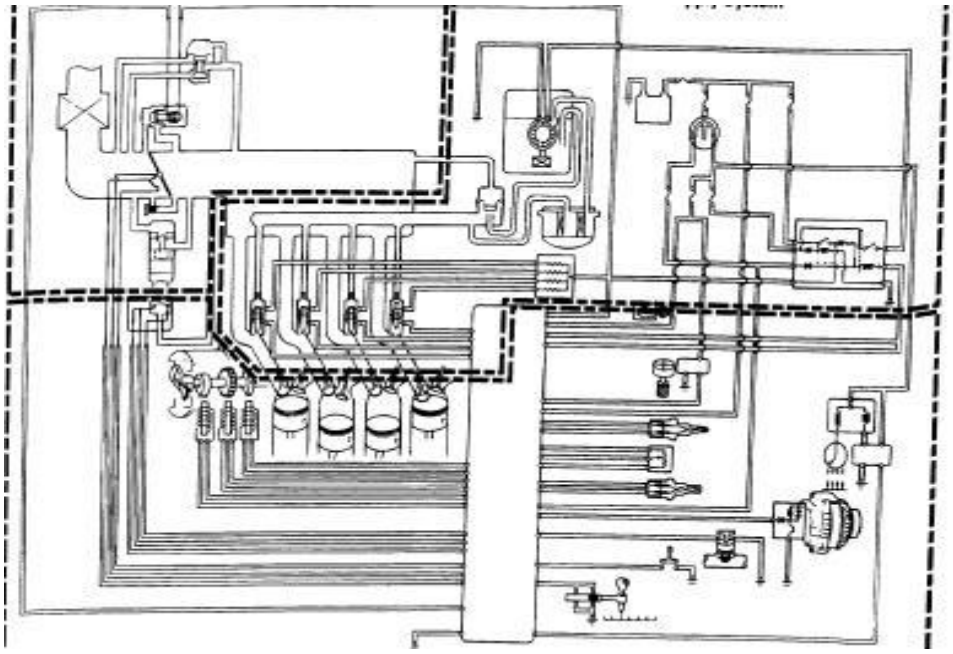


Рис. 2. Схема электронного впрыска

Оборудование и материалы

1. Электромагнитная форсунка;
2. Схемы систем впрыска;
3. Схема инжекторной системы
4. Датчик положения коленчатого вала
5. Датчик положения распределительного вала
6. Датчик температуры охлаждающей жидкости
7. Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)
8. Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе
9. Датчик детонации
10. Датчик концентрации кислорода
11. Датчик скорости автомобиля
12. Датчик неровной дороги
13. Катушки зажигания
14. Свечи зажигания

Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

Задания

1. Рассмотреть систему впрыска на симуляторе.
2. Зарисовать расположение датчиков на предложенных автомобилях.
3. Измерить давление во впускном коллекторе.
4. Измерить давление топливного насоса.
5. Измерить время впрыска.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Составление схем и эскизов с пояснениями.
4. Результаты проведения экспериментов.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое много и одноточечный впрыск топлива?
2. Насколько изменится характеристика ДВС с применением впрыска?

Лабораторная работа № 7.
Тема: «Светотехническое и вспомогательное оборудование»

Цель: Изучить светотехническое и вспомогательное оборудование

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Теоретическая часть

Светотехническое оборудование включает в себя фары головного освещения, габаритные огни, указатели поворотов, сигналы торможения, световозвращатели, противотуманные фары, противотуманные фонари, фонарь освещения номерного знака, задние фары, фары-прожекторы, фары-искатели, стояночные фонари, фонари местного освещения. Светотехнические приборы разделяются на осветительные и сигнальные. Исходя из требований безопасности движения на любой транспортной машине установленные спереди световые приборы, освещающие дорогу и несущие информацию о встречном курсе для других участников движения, должны быть белого цвета. В соответствии с этим задние фары, включаемые при движении задним ходом, также должны быть белого цвета. Располагаемые сзади транспортного средства световые приборы должны быть красного цвета, как дополнительно информирующие других участников движения о попутном курсе. Указатели поворотов, несущие информацию об изменении направления движения, должны быть желтого или оранжевого цвета.

Конструкция световых приборов непрерывно совершенствуется в направлении улучшения светораспределения и снижения слепящего действия при встречном разъезде. Действующими нормативными требованиями допускается объединение в блоки световых приборов при условии соответствия требованиям стандартов характеристик каждого прибора. Все световые приборы должны вписываться в силуэт внешнего вида

транспортного средства, в том числе по требованиям аэродинамического сопротивления.

7.1.2. Световые приборы головного освещения

Световые приборы головного освещения предназначены для освещения дороги впереди автомобиля на расстоянии 20...100 м с яркостью, обеспечивающей водителю качественную оценку дорожной обстановки и своевременное обнаружение препятствий по условиям безопасности движения. К световым приборам головного освещения, относятся фары дальнего и ближнего света, фары-прожекторы, фары-искатели, противотуманные фары.

По способу реализации рабочего процесса освещения дороги система светораспределения фар ближнего и дальнего света может быть двухфарной или четырехфарной. При четырехфарной системе на автомобиле устанавливаются две двухрежимные фары и две фары дальнего света, отличающихся между собой световой мощностью ламп, углами наклона оптических осей к плоскости дороги и формами световых пятен на дороге. В двухрежимной фаре устанавливается лампа, с двумя нитями накала, из которых одна нить размещается в фокусе, а другая нить смещается относительно фокуса вверх или вперед в зависимости от типа светораспределения.

Основным требованием к системе светораспределения ближнего света является обеспечение наименее возможного слепящего, действия фары, в связи с чем его реализация проявилась в создании двух разновидностей ближнего света: **американской и европейской**. При этом обе разновидности могут быть использованы как при двухфарной, так и при четырехфарной системах светораспределения.

В американской системе светораспределения нить накал; ближнего света имеет подковообразную или цилиндрическую, располагаемую перпендикулярно оптической оси фары форму и находится выше фокуса с небольшим смещением влево. Такое решение позволяет наклонить вниз центральную ось светового потока с небольшим смещением вправо относительно оптической оси фары. Это приводит к смещению светового пятна ближе к автомобилю и лучшему освещению правой части дороги. Световой поток ближнего света приобретает асимметричную, смещенную вправо форму, что способствует уменьшению слепящего действия фар. Недостатком; fконструкции является отсутствие резкой границы освещенной

и не освещенной частей дороги и ощутимое слепящее действие на глаза встречных водителей.

Рис. 6.2. Размещение нити накала ближнего света в фаре европейской системы светораспределения: 1 — нить ближнего света; **2** — корытообразный экран

В европейской **системе светораспределения** нить накала ближнего света выполняется в виде цилиндрической формы, размещается впереди фокуса на оптической оси фары или несколько выше. Для создания резкой границы освещенной части дороги под нитью ближнего света 1 (рис. 6.2) размещается корытообразный экран **2** с небольшим вырезом в левой передней части под углом 15°, позволяющим увеличить прохождение светового потока в правую сторону дороги. В лампах для автомобилей, предназначенных для эксплуатации на дорогах с левосторонним движением, такой вырез для асимметричности светового потока делается справа. Рассматриваемые решения позволяют существенно снизить слепящее действие фар европейской системы светораспределения ближнего света.

В европейской системе светораспределения в режиме ближнего света используется только верхняя часть поверхности отражателя. Кроме того, совмещение в одной фаре двух рабочих режимов приводит к некоторому ухудшению характеристик как ближнего, так и дальнего света. Стремление повысить показатели светоотдачи привело к созданию комбинированной четырехфарной системы, при которой в режиме дальнего света к основным двухрежимным фарам добавляются две однорежимные фары. Такое решение позволяет снизить мощность и размеры нити накала дальнего света основных двухрежимных фар и одновременно за счет этого улучшить характеристики системы ближнего света. Нить накала ближнего света располагается в фокусе отражателя, а нить дальнего света — сзади фокуса. Максимальный коэффициент светоотдачи такая фара обеспечивает в режиме ближнего света. Снижение светоотдачи основных фар в режиме дальнего света при этом компенсируется параллельным включением двух однорежимных фар. При включении ближнего света работают две фары (рис. 6.3), в режиме дальнего света — четыре.

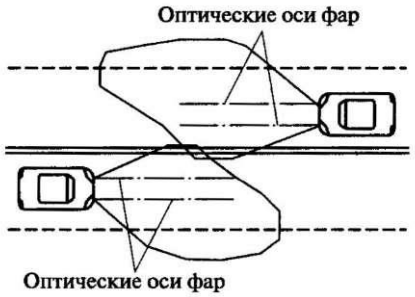


Рис. 6.3. Схема реализации световых потоков при европейской асимметричной системе ближнего света

Стремление уменьшить габаритные размеры фар в целях улучшения дизайна или фронтального аэродинамического сопротивления привело к созданию*гомофокалъных* конструкций. Конструктивное построение гомофокальной фары (рис. 6.4) базируется на введении второго отражателя с меньшим фокусным расстоянием. Такое решение позволяет увеличить концентрацию светового потока при уменьшении высоты отражателя.

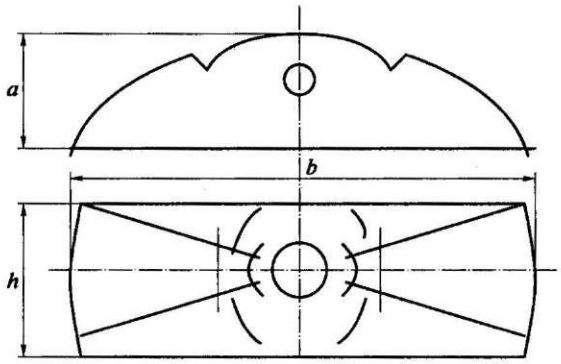


Рис. 6.4. Конструктивное построение гомофокальной фары

В сравнении с фарами традиционной конструкции гомофокальное построение позволяет уменьшить длину отражателя *a* на 15... 20 % соотношение размеров ширины и высоты фары *b* и *h* может находиться на уровне *b/h* = 3,0...3,5.

Вторичное формирование светового потока фары осуществляете, путем его прохождения через систему оптических призм и линз рас сеивателя. Вертикальные цилиндрические линзы рассеивают свето вой пучок в стороны. Применение эллипсоидных линз позволяв осуществлять рассеивание светового потока в перпендикулярно расположенных плоскостях. При этом максимальная сила света (рис. 6.5) проходит вдоль оптической оси прибора.

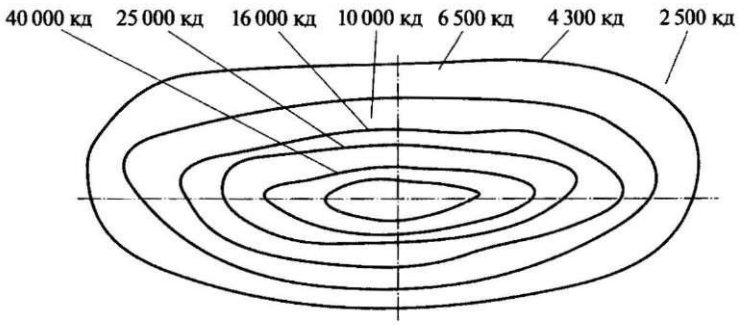


Рис. 6.5. Световое пятно европейской фары дальнего света

При отклонении в вертикальной плоскости происходит резко уменьшение силы светового потока, причем в верхней части боле значительное (рис. 6.6), что наряду с другими мероприятиями по зволяет снизить слепящее действие фары. При отклонении в гори зонтальной плоскости происходит несколько меньшее снижение светового потока, что расширяет зону светового пятна на дороге. В современных конструкциях фар угол максимальной концентрации светового потока составляет 5...9° в вертикальной плоскости и 18...24° в горизонтальной плоскости.

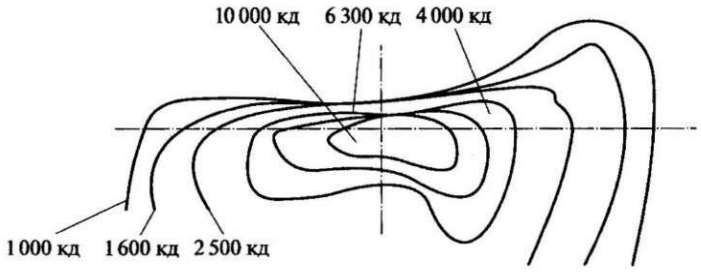


Рис. 6.6. Световое пятно европейской фары ближнего света

Согласно требованиям Европейской Экономической Комиссии по безопасности движения общее число фар, располагаемых на транспортном средстве, должно быть четным. При этом сила светового потока одновременно работающих фар дальнего света не должна превышать 225000 кд **(Кандел)**. Высота расположения фар ближнего света должна быть не менее 500 мм и не более 1200 мм от поверхности дороги. Расстояние от внешнего габаритного края транспортного средства до внешнего края светового отверстия не должно превышать 400 мм, при этом расстояние между внутренними краями световых отверстий фар должно быть не менее 600 мм.

Фары-прожекторы. Предназначены для освещения наиболее удаленных участков дороги, расположенных за зоной освещения фарами дальнего света. Конструктивное построение таких фар осуществляется по

принципу однорежимного светового прибора в соответствии со схемой, показанной на рис. 6.1, с отличием в большей длине фокусного расстояния.

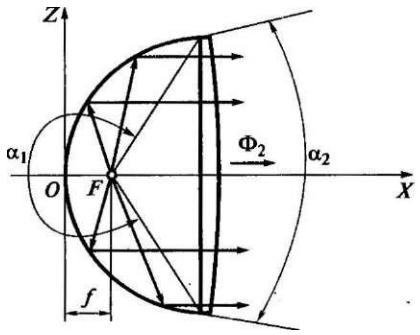


Рис. 6.1. Схема работы светового прибора с параболоидным отражателем

Это позволяет при наличии специальных призматических линз рассеивателя формировать узкий концентрированный световой поток, проникающий на достаточно большое расстояние. Установка таких фар разрешается только на специальных автомобилях, технические характеристики которых могут выступать за установленные пределы дорожных ограничений. Высота расположения фар-прожекторов не нормируется.

На специальных транспортных средствах, производящих технологические работы, могут устанавливаться фары-прожекторы, освещающие зону проведения работ. Отличие таких фар от транспортных фар-прожекторов состоит в формировании более широкого угла рассеивания светового потока, позволяющего без значительного снижения освещенности расширить площадь светового пятна в зоне работ.

Фары-искатели. Имеют примерно такой же принцип построения и служат для поиска предметов, расположенных вне зоны действия фар головного освещения. На автомобиле устанавливается обычно одна фара-искатель, располагаемая на поворотном кронштейне с возможностью управления с рабочего места водителя.

Противотуманные фары. Предназначены для освещения дороги в условиях затрудненной видимости при наличии на пути следования автомобиля тумана, метели, пыли или дыма.

По конструктивному построению противотуманная фара отличается от обычной однорежимной фары, прежде всего, формой светового потока (рис. 6.7). Ухудшение видимости дороги в условиях тумана при работе фар ближнего или дальнего света происходит из-за свечения светоотражающих частиц в пространстве, охватываемом световыми лучами таких фар. Включение фар дальнего света значительно ухудшает видимость дороги.

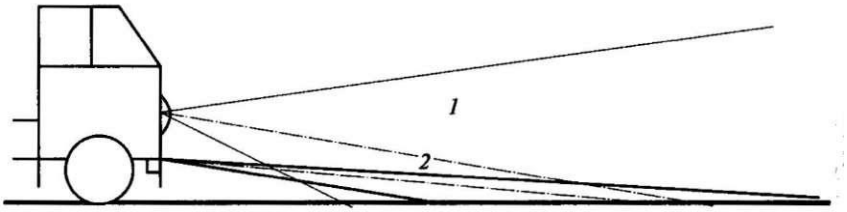


Рис. 6.7. Распределение светового потока в вертикальной плоскости:1 — фарой ближнего света; 2 — противотуманной фарой

Улучшение видимости дороги в условиях тумана может быть достигнуто приданием световому потоку фары щелевидной формы, резко ограничивающей попадание лучей света на заполненное туманом пространство. Для достижения такого эффекта противотуманная фара должна производить узкий, с углом рассеивания не более 5°, световой поток в вертикальной плоскости и расширенный, с углом рассеивания 80... 110°, в горизонтальной плоскости (рис. 6.8). В целях лучшей освещенности дороги при таком распределении светового потока противотуманные фары необходимо располагать как | можно ниже к поверхности дороги.

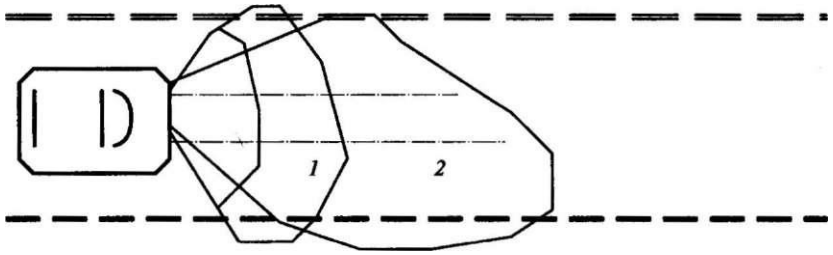


Рис. 6.8. Распределение светового потока в горизонтальной плоскости: 1 — противотуманными фарами; 2— фарами ближнего света

Действие противотуманных фар должно обеспечивать хорошую 1 видимость дороги на расстоянии 15 ...20 м перед автомобилем. Высота расположения противотуманных фар в меньшей степени влияет на освещенность дороги, чем светораспределение и точность их установки. Увеличение высоты установки фар с 0,25 до 1 м от поверхности дороги снижает дальность видимости до 10 %, тогда как 1 отклонение оптической оси фары по вертикали на 3 % от нормального положения уменьшает дальность видимости более чем в 2 раза. При освещении плоскости, перпендикулярной оптической оси 1 противотуманная фара дает световое пятно (рис. 6.9), сжатое по вертикали и растянутое по горизонтали.

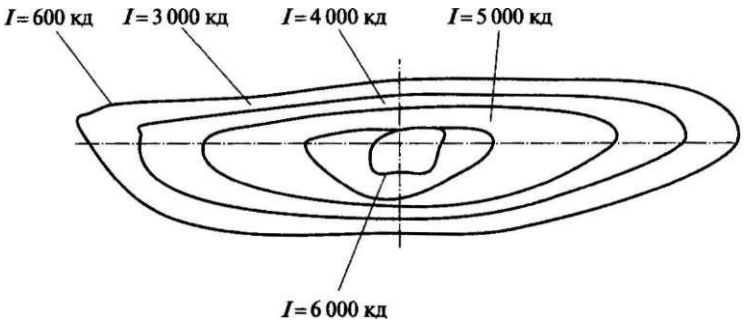


Рис. 6.9. Световое пятно противотуманной фары

В ходе поиска мер по повышению цветовой контрастности изображения дороги было установлено, что наиболее высокая цветовая контрастность в тумане средней и высокой плотности с относительно большими размерами светящихся частиц достигается при приближении спектра света лампы к спектру дневного света. В то же время при наличии тумана малой плотности или пылевой среды с малыми размерами светящихся частиц лучший эффект дают лучи желтого света с большей длиной световых волн, соизмеримых с размерами частиц тумана или пыли. При этом, согласно требованиям Европейской Экономической Комиссии по безопасности движения, рассеиватели противотуманных фар, располагаемых на одном транспортном средстве, должны быть одного цвета.

Для уменьшения слепящего действия противотуманных фар могут применяться те же мероприятия, что и для фар ближнего света: расположение светоотражающего экрана под нитью накала, установка экрана прямых лучей перед лампой, смещение оптических осей фар вправо. Рассеиватель противотуманной фары выполняется в виде многорядной структуры преломляющих элементов в виде усеченных прямолинейных цилиндрических линз (рис. 6.10).

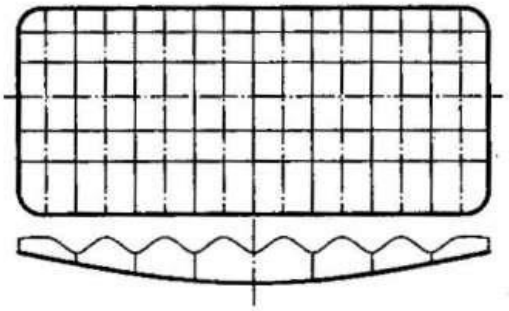


Рис. 6.10. Рассеиватель противотуманной фары

В результате взаимодействия прямых лучей, исходящих от лампы, с частицами тумана происходит значительное рассеивание несформированного светового потока, образующего непрозрачную пелену, резко снижающую

дальность видимости. Для уменьшения эффекта непрозрачной пелены применяется экран прямых лучей, располагаемый впереди лампы и возвращающий прямые лучи на отражатель. Это позволяет исключить взаимодействие прямых лучей лампы с частицами тумана и тем самым улучшить условия видимости в тумане.

Наличие большего угла рассеивания светового потока в горизонтальной плоскости позволяет использовать преимущества противотуманных фар при движении на крутых поворотах в горной местности или при маневрировании в стесненных условиях. Использование противотуманных фар в условиях плохой видимости позволяет повысить безопасность движения и увеличить скорость транспортной работы автомобилей на 20... 30 %. При движении в тумане в светлое время суток включение противотуманных фар не улучшает условия видимости. Однако они могут выполнять роль источников света, обозначающих движущееся транспортное средство.

Корпус противотуманной фары должен выполняться из металлического листа, допускающего высокую теплонапряженность и достаточную прочность при высокочастотном вибрационном нагружении. Кроме того, на корпусе должен быть механизм регулировки положения фары с одной или двумя степенями свободы.

7.1.3. Светосигнальные приборы

Светосигнальные приборы предназначены для информирования участников движения о режиме работы и виде транспортного средства, его габаритных размерах, совершаемом маневре и принадлежности в виде освещаемого номерного знака.

К светосигнальным приборам относятся габаритные и стояночные фонари, сигналы торможения, указатели поворота, специальные сигналы и световозвращатели. Форма, размеры и расположение светосигнальных приборов должны отвечать нормативным требованиям по безопасности движения и соответствовать внешнему виду транспортного средства. Согласно действующим международным и отечественным стандартам установлены перечень и основные параметры обязательных и необязательных, но допускаемых) к применению осветительных и светосигнальных приборов. При этом работа светосигнальных приборов может происходить в активном режиме с использованием собственного источника света! либо в пассивном режиме посредством отражения света фар другого автомобиля.

В комплект обязательных светосигнальных приборов дорожных транспортных средств входят:

- габаритные огни: два передних белого цвета и два задних красного цвета;
- сигналы торможения в виде двух располагаемых сзади транспортного средства фонарей красного цвета;
- фонарь освещения заднего номерного знака белого цвета;
- указатели поворота и аварийной световой сигнализации оранжевого цвета, располагаемые попарно спереди, сбоку и сзади транспортного средства;
- задние световозвращатели красного цвета;
- фары заднего хода белого цвета.

Кроме того, некоторые виды транспортных средств согласно действующим стандартам должны оснащаться следующими видами светосигнальных приборов:

- контурные фонари грузовых фургонов или автобусов;
- специальные опознавательные фонари;
- фонари преимущественного права проезда.

К необязательным, но допускаемым к установке на транспортные средства светосигнальным приборам относятся:

- фары обозначения движения;
- задние противотуманные фонари;
- стояночные фонари;
- дополнительные сигналы торможения;
- боковые огни;
- указатели траектории.

По функциональным особенностям светосигнальные приборы могут рассматриваться в виде источников или отражателей света.

По условиям режима работы светосигнальные приборы подразделяются на приборы длительного, в том числе круглосуточного, действия и приборы краткосрочного действия, например сигналы торможения или указатели поворота. Данные особенности определяют требования по выбору материалов и компоновочной схеме.

В зависимости от условий использования световые приборы могут быть ночного или круглосуточного действия. Излучаемая от приборов ночного действия сила света обычно составляет 5... 12 кд **(Кандел).** Для приборов круглосуточного действия, видимость которых должна обеспечиваться при ярком солнечном свете, сила света находится в пределах 500...700 кд. В необходимых случаях должна обеспечиваться соответствующая защита от слепящего действия таких приборов в ночное время.

Нормирование характеристик светосигнальных приборов осуществляется по условиям их зрительного восприятия в конкретных условиях

видимости с учетом динамических свойств транспортных средств. Исходя из функционального назначения для каждого светосигнального прибора в качестве нормативных характеристик рассматриваются: сила света, углы видимости, расстояния от крайних габаритных точек и по высоте транспортного средства, цветовые различия. Кроме того, нормируется количество светосигнальных приборов с каждой стороны транспортного средства, углы геометрической видимости светящейся поверхности в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 6.11).Опознаваемость светосигнальных приборов достигается изменением силы света, цветовым спектром, а также проблесковым режимом их работы.

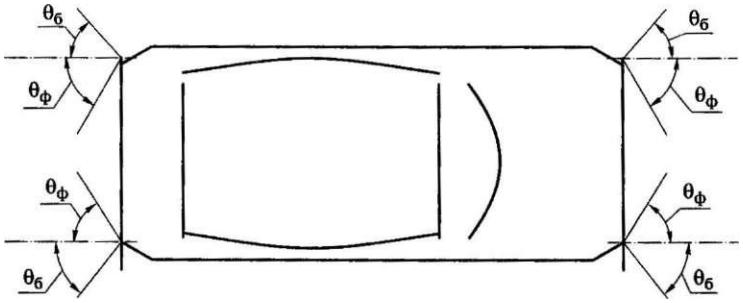


Рис. 6.11. Углы светораспределения светосигнальных приборов в горизонтальной плоскости

Как указывалось ранее, передние габаритные огни, фары заднего хода, фонари освещения номерного знака, передние световозвращатели должны быть белого цвета. В некоторых случаях допускается желтый селективный цвет. Задние габаритные фонари, задние световозвращатели, сигналы торможения должны быть красного цвета. Указатели поворота, работающие в мигающем режиме, должны быть оранжевого цвета. Проблесковые маячки автомобилей специальных служб, устанавливаемые в верхней части транспортного средства, могут выполняться синего, красного или бело- лунного цвета.

Видимость светосигнальных приборов характеризуется углами геометрическогосветораспределения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Углы геометрическогосветораспределения в вертикальной плоскости обычно составляет ±15° относительно оптической оси**. В** горизонтальной плоскости обычно применяется асимметричноесветораспределение с большими углами фронтальной видимости $\theta_{ф}$ и меньшими углами боковой видимости $\theta_{б}$ относительно оптической оси.

Для передних и задних габаритных фонарей и указателей поворота углы геометрического светораспределения обычно составляют | $\theta_{ф} = 80°$ и $\theta_{б} = 45°$ в пределах телесного угла $\theta = \theta_{ф} + \theta_{б} = 80° + 45° = 125°.$

Для сигналов торможения применяется симметричноесветораспределение при $\theta_ф = \theta_б = 45°$.Задние световозвращатели также выполняются с симметричнымсветораспределением при $\theta_ф = \theta_б = 30°$.

Габаритные огни. Предназначены для обозначения наличия и примерных габаритных размеров транспортного средства в темное время суток и в условиях недостаточной видимости. Прицепные звенья обозначаются двумя задними габаритными фонарями, а при ширине более 2,6 м — двумя передними. Автобусы длиной более 7 м и транспортные средства с кузовами фургонного типа должны обозначаться четырьмя верхними габаритными фонарями: двумя спереди белого цвета и двумя сзади красного цвета. Сила света по соответствующим оптическим осям должна находиться в пределах 40... 60 кд (Кандел) для нижних габаритных фонарей и 5... 12 кд для верхних фонарей.

Габаритные фонари располагаются на одной высоте симметрично относительно продольной оси транспортного средства на равных расстояниях от его крайних габаритов. Согласно нормативным требованиям по безопасности движения R35 Правил ЕЭК расстояния между фонарями по ширине должно быть не менее 600 мм; для транспортных средств особо малого класса допускается 400 мм. Расстояние до плоскости бокового габарита транспортного средства должно быть не более 400 мм. Высота установки нижних габаритных фонарей должна находиться в пределах 400... 1500 мм. Высота расположения верхних габаритных фонарей должна быть не ниже 400 мм от плоскости верхнего габарита транспортного средства. На транспортных средствах длиной более 6 м должны устанавливаться боковые габаритные фонари оранжевого цвета с углами рассеивания 9 = = 90... 120° и силой света 2... 5 кд. Аналогичные характеристики должны иметь фонари сигнализации открытия дверей, сигнализирующие об увеличении ширины транспортного средства.

Дневные ходовые огни. Устанавливаются на транспортные средства в связи с введением в дорожные законодательства ряда государств требования движения с включенным ближним светом фар независимо от условий освещенности. При этом фары ближнего света, содержащие лампы накаливания, потребляют значительное количество энергии, увеличивающее расход топлива. Появление мощных светодиодов с достаточно высокой светоотдачей и незначительным потреблением энергии позволило создать фары, выдающие рассеянный световой поток, хорошо видимый при ярком солнечном свете.

Для освещения дороги в темное время суток такие фары не могут быть использованы из-за наличия рассеянного светового потока, в связи с чем они не могут служить заменителями фар ближнего света или противотуманных фар. Концентрация светового потока фар, содержащих светодиодные источники света, в настоящее время является затруднительной. Электрическая схема включения дневных ходовых огней должна предусматривать их действие при замыкании цепи включателя зажигания.

Стояночные фонари. Предназначены для обозначения стоящего транспортного средства в темное время суток, когда использование габаритных фонарей требует значительных затрат энергии и приводит к быстрому разряду аккумуляторной батареи. При этом не требуется значительной яркости источников света.

Размещение и углы светораспределения стояночных фонарей аналогичны соответствующим характеристикам габаритных фонарей, однако сила света ламп обычно составляет 2...3 кд, что достаточно для видимости стоящего автомобиля на расстоянии до 100 м. На транспортных средствах стояночные фонари могут быть сгруппированы или совмещены с соответствующими габаритными огнями. Электрическая схема управления стояночными фонарями должна предусматривать возможность их включения с одной стороны, обращенной к проезжей части дороги.

Противотуманные фонари. Предназначены для применения только в условиях тумана, когда использование задних габаритных огней малоэффективно, так как происходит резкое сокращение дистанции, при которой возможно обнаружение впереди идущего транспортного средства. Для увеличения расстояния, при котором можно заметить располагающийся впереди автомобиль, предназначены задние противотуманные фонари красного цвета с повышеннойсвтоотдачей.

Светораспределение противотуманных фонарей осуществляется таким же образом, как и у противотуманных фар. Угол светораспределения в вертикальной плоскости не должен превышать 5°. Согласно требованиям безопасности движения на транспортном средстве может устанавливаться один или два противотуманных фонаря с силой света 500... 1000 кд и более. Такая сила света при отсутствии тумана может вызывать эффект ослепления или зрительного дискомфорта, в связи с чем включение таких световых приборов допускается только в условиях тумана, причем более эффективно в дневное время. Свет заднего противотуманного фонаря воспринимается следующим позади водителем в виде вытянутого по горизонтали красного светового луча. При этом водитель способен обнаружить расположенный

автомобиль на расстоянии, в несколько раз большем в сравнении с автомобилем, обозначенным только обычными габаритными огнями.

Высота установки противотуманных фонарей ограничивается по условиям безопасности движения величиной 0,25... 1,0 м. Один противотуманный фонарь может быть расположен посередине транспортного средства или в левой его части. При этом противотуманные фонари могут быть составными частями задних блоков светосигнальных приборов.

При раздельной компоновке противотуманные фонари должны располагаться выше или ниже светосигнальных блоков для исключения наложения световых потоков. Схема включения противотуманных фонарей должна предусматривать их работу только совместно с габаритными фонарями.

Сигналы торможения. Служат для предупреждения находящихся сзади транспортного средства участников движения о снижении скорости или остановке. Обязательный комплект сигналов торможения включает в себя два симметрично расположенных сзади транспортного средства фонаря красного цвета. Кроме того, допускается наличие двух дублирующих фонарей с аналогичными характеристиками, располагаемых в пассажирском салоне непосредственно за задним стеклом выше штатных сигналов, обеспечивающих лучшую их видимость.

Сигналы торможения включаются автоматически при срабатывании тормозной системы. С учетом того что световой сигнал должен быть хорошо заметен при ярком солнечном свете, от данных фонарей должна исходить достаточно высокая сила света. Однако в темное время суток это может вызвать зрительный дискомфорт находящихся сзади участников дорожного движения, поэтому сила света сигналов торможения ограничивается в пределах 40... 100 кд. Для повышения безопасности движения могут применяться двухрежимные сигналы торможения с силой света в дневное время 130...500 кд и 50...80 кд в ночное время. Переключение режимов работы таких световых приборов может осуществляться вручную или автоматически, в том числе со следящим действием по освещенности посредством фотоэлектрического датчика.

Электрическая схема управления сигналами торможения должна предусматривать их работу в любых условиях, независимо от положения ключа в замке зажигания и работы других приборов. В связи с большой ответственностью в обеспечении безопасности движения к цепи управления сигналами торможения предъявляются дополнительные требования по надежности, в том числе отсутствие защиты цепи от короткого замыкания посредством плавкого или термобиметаллического предохранителя.

Указатели поворота. Предназначены для передачи информации другим участникам движения о намерении водителя изменить направление следования. Обязательный комплект указателей поворота для всех механических транспортных средств включает в себя два передних, два задних и два боковых фонаря оранжевого цвета, работающих в проблесковом режиме. Частота мигания указателей поворота определяется из условий зрительного восприятия информации и находится в пределах 1 ...2 $с^{-1}$. При уменьшении частоты мигания ухудшается восприятие сигнала; он может быть не замечен другими участниками движения. Увеличение частоты мигания сигнала более 2 $с^{-1}$ приводит к восприятию его как постоянно горящего.

Нормативные характеристики указателей поворота определяются так же, как и для сигналов торможения, с учетом работы в режимах яркого дневного света и отсутствия ночного освещения. Исходя из этого указатели поворота могут быть как однорежимными, так и двух- режимными. Однако двухрежимное исполнение передних указателей поворота нецелесообразно, поскольку их работа ночью происходит при включенных фарах и не вызывает ослепления при силе света в пределах 200...500 кд. Сила света задних указателей поворота при однорежимном исполнении должна находиться в пределах 100... 200 кд, а при двухрежимном исполнении — 200...700 кд днем и 50... 120 кд в ночное время. Такими же характеристиками могут обладать боковые повторители. Электрическая схема включения указателей поворота должна предусматривать их работу только при замыкании цепи включателя зажигания во избежание создания зрительных помех и разряда аккумуляторной батареи во время стоянки автомобиля.

Схема включения указателей поворота должна предусматривать их работу в режиме *аварийной световой сигнализации* — одновременного синхронного мигания всех указателей поворота. При этом частотные и световые характеристики должны оставаться такими же, как и для соответствующих режимов указателей поворота. Включение аварийной световой сигнализации должно производиться вне зависимости от положения включателя зажигания посредством кнопочного включателя или тумблера, располагаемого в легкодоступном месте на панели приборов. При этом работа приборов системы указателей поворота должна предусматриваться как в режиме кратковременного включения, так и в режиме длительной работы по схеме аварийной световой сигнализации.

Фонари освещения номерных знаков. Должны включаться совместно с габаритными фонарями и обеспечивать равномерное освещение от одного или двух фонарей белого цвета. Согласно нормам ЕЭК по безопасности

дорожного движения освещенность таблицы номерного знака должна находиться в пределах 10...490 лк.(Люкс) Яркость света в контрольных точках поверхности знака должна быть не менее 2,5 кд/м^2. Поле видимости номерного знака должно быть в пределах углов: 10° в вертикальной плоскости и 60° в горизонтальной плоскости симметрично оси, перпендикулярно направленной к плоскости знака и проходящей через его центр.

Фонари заднего хода. Должны обеспечивать освещение дороги при движении назад. Согласно действующим требованиям по безопасности дорожного движения на транспортном средстве должны устанавливаться один или два фонаря заднего хода белого цвета, работающих при включении передачи заднего хода. По конструкции и предъявляемым требованиям фонари заднего хода относятся к светосигнальным приборам. Размещение таких фонарей производится в задней части автомобиля на уровне 400... 1200 мм от поверхности дороги. Углы светораспределения данных фонарей могут незначительно различаться для различных видов транспортных средств и обычно находятся в пределах 20...30° в вертикальной плоскости и 85...90° в горизонтальной плоскости. Электрическая схема включения фонарей заднего хода должна предусматривать их работу при включении зажигания и передачи заднего хода независимо от включения габаритных фонарей. Такое решение позволяет сообщать дополнительную информацию другим участникам о движении назад независимо от условий освещенности.

Опознавательные фонари автопоезда. Выполняют информационную роль о наличии сочлененных транспортных средств. На автопоездах и сочлененных транспортных средствах должны располагаться опознавательные знаки в виде трех расположенных рядом фонарей оранжевого цвета, устанавливаемых на крыше кабины тягача. Расстояние между фонарями должно находиться в пределах 150... 300 мм; углы светораспределения должны быть 10... 15° в вертикальной плоскости и до 180° в горизонтальной плоскости. Работа данных фонарей должна предусматриваться в длительном режиме при транспортной работе и стоянке автопоезда, в связи с чем их включение должно осуществляться независимо от положения и наличия ключа в замке зажигания.

Фонарь преимущественного проезда или проблесковый маячок. Устанавливается в верхней части автомобиля и работает в проблесковом режиме с частотой 1 ...2 с$^{-1}$. Углы светораспределения находятся в пределах 10...20° в вертикальной плоскости и 360° в горизонтальной плоскости. В зависимости от назначения и принадлежности к виду специальных служб цвет таких фонарей может быть синим, красным, оранжевым или бело-

лунным. В требуемых случаях параллельно с работой фонаря преимущественного проезда синего цвета должен включаться специальный звуковой сигнал.

Световозвращатели. Относятся к пассивным светосигнальным приборам с возвратно-отражающим действием. Световозвращатели служат для передачи информации другим участникам движения о наличии и примерных габаритных размерах транспортного средства с неработающими габаритными фонарями путем отражения света, исходящего от другого автомобиля. Требования к установке световозвращателей аналогичны требованиям к установке габаритных фонарей. Отражающий эффект световозвращателя основывается на принципе отражения световых лучей, проходящих через треугольную призму. Каждая секция световозвращателя состоит из четырех трехгранных ячеек, расположенных на его внутренней стороне и наклоненных под углом 90°. Лучи света поступают на светоотражатель со стороны внешней гладкой поверхности и после отражения от трехгранных ячеек выходят в обратном направлении (рис. 6.12).

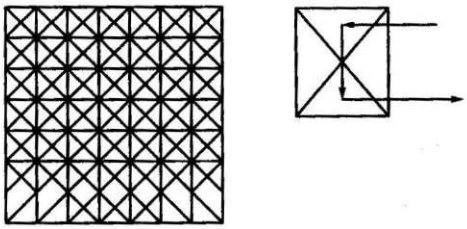


Рис. 6.12. Схема ячейки светозвращателя

На транспортном средстве должны симметрично располагаться два передних световозвращателя белого цвета и два задних красного цвета. На автопоездах и автобусах длиной более 6 м кроме этого должны располагаться боковые световозвращатели оранжевого цвета. Прицепные звенья должны оснащаться передними белыми световозвращателями круглой или прямоугольной формы и задними красными световозвращателями треугольной формы с симметричным расположением.

Приборы внутреннего освещения. Должны быть предусмотрены в кабине водителя грузового автомобиля, пассажирском салоне легкового автомобиля или автобуса, в подкапотном пространстве, багажном отсеке, вещевых ящиках.

Кабина грузового автомобиля и пассажирский салон легкового автомобиля должны освещаться одним или несколькими светильниками, выдающими не слепящий рассеянный свет. Для обеспечения таких

характеристик внутренняя сторона рассеивателя выполняется в виде матовой поверхности с коэффициентом пропускания света в пределах 0,74...0,83 [32]. Применение для этих целей молочных стекол нецелесообразно ввиду малого коэффициента пропускания (в пределах до 0,5). Источники света могут располагаться в средней части потолка или в местах, обеспечивающих наибольший комфорт по восприятию световых лучей.

В салонах автобусов освещенность на высоте 1 м от пола должна быть не менее 80 лк.(Люкс) В современных условиях для этих целей иногда используются светильники с люминесцентными лампами, выдающими свет со спектром, близким к спектру дневного света. Для питания таких ламп требуется переменный ток напряжением 110 или 220 В. Промышленностью освоено производство люминесцентных ламп со встроенными полупроводниковыми преобразователями постоянного тока напряжением 12 или 24 В в переменный ток указанных уровней напряжения и частотой порядка 1 кГц. Высокий уровень частоты переменного тока подавляет реакцию лампы на колебания питающего напряжения и снижает зрительный дискомфорт от стробоскопического эффекта. Использование индивидуальных преобразователей тока позволяет исключить применение в системе электроснабжения автобуса высоковольтных электрических цепей с повышенными требованиями по безопасности. В качестве основных достоинств люминесцентных ламп могут рассматриваться не только их спектральные характеристики, но и более высокая светоотдача при меньшей затрате энергии, а также больший (в 3—4 раза) по сравнению с лампами накаливания срок службы.

Конструкция приборов освещения подкапотного пространства и багажного отделения должна обеспечивать возможность осмотра освещаемого пространства без зрительного дискомфорта. При этом световые приборы могут оборудоваться поворотными колпаками с внутренней отражающей поверхностью. Светотехнические характеристики таких приборов до настоящего времени не нормированы. В качестве источников света в данном случае могут применяться как лампы накаливания, так и люминесцентные лампы или мощные светодиоды.

Освещение. Освещение шкал контрольно-измерительных приборов должно обеспечивать хорошую видимость их показаний в темноте и не вызывать повышенного утомления глаз водителя от чрезмерно яркого света. Включение контрольных световых сигнализаторов при этом должно быть хорошо заметно. Эффекгивность освещения приборов повышается при соответствующем сочетании цвета освещающей лампы и цвета шкалы. Как установлено проведенными исследованиями, наименее утомительным для

водителя и наиболее эффективным по восприятию является освещение черной шкалы с белыми цифрами и красной стрелкой зеленым источником света. В определенных случаях вместо ламп накаливания могут применяться светодиоды соответствующих цветов. При этом сигнализаторы, свидетельствующие о нахождении подконтрольного показателя в заданных пределах, должны выполняться в виде элемента зеленого цвета. При приближении показателя к граничной зоне может включаться сигнализатор желтого цвета. Выход показателя за установленные границы должен сопровождаться включением красного сигнализатора, показания которого могут сопровождаться звуковым сигналом.

7.1.4. Источники света

В современных условиях в качестве источников света транспортных и транспортно-технологических машин могут рассматриваться лампы накаливания, газоразрядные лампы или светодиоды.

Основным требованием к автомобильным световым приборам головного освещения является постоянная готовность к работе, поэтому в качестве источников света в них могут использоваться только лампы накаливания. Требования к их параметрам и областям применения нормируются *Правилом № 37ЕЖ ООН и ГОСТ2023.1—88.* В качестве характеристик лампы, определяющих ее соответствие типу светового прибора, выступают: категория и тип лампы, номинальное и расчетное напряжения, электрическая мощность, контрольный световой поток, световая отдача, средняя продолжительность работы, тип цоколя, масса, геометрические координаты нитевой системы относительно базовой плоскости.

Основными элементами автомобильной лампы (рис. 6.13) являются стеклянная колба *1,* нити накала *2,* цоколь *4* с фиксирующим фланцем 3, штифт 5, контактные выводы *6.*

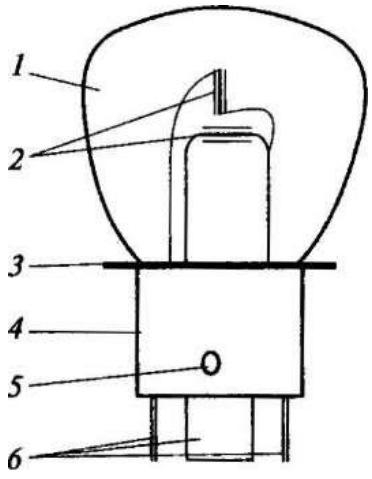


Рис. 6.13. Автомобильная двухнитевая лампа: 1 — колба; *2* — нити накала; 3 — фиксирующий фланец; *4* — цоколь; 5 — штифт; *6* — контактные выводы

Цоколь служит для крепления лампы в патроне и подключения энергии к контактным выводам. Крепление колбы к цоколю осуществляется посредством высокотемпературного клея. Для более точной фиксации нитей накала относительно фокуса светового прибора служит фиксирующий фланец, позволяющий устанавливать лампу в световой прибор только в строго определенном положении. Размеры и расположение нитей накала в лампе определены нормативными документами.

При подключении электрического тока нить накала лампы нагревается и при высокой температуре начинает излучать свет. Энергия светового излучения при этом не превышает 6... 8 %. Остальная часть затрачиваемой на нагрев нити накала энергии расходуется на тепловое излучение. Материалом для изготовления нити накала служит вольфрам, имеющий характеристику температуры плавления 3380°С.

Повышение температуры нити накала позволяет увеличить яркость и световой поток, а также приблизить спектр светового потока лампы к спектру дневного света, при котором человеческий глаз испытывает наименьшее утомление и наиболее полное восприятие зрительной информации. Однако чрезмерное увеличение температуры нити накала приводит к интенсификации потока молекулярной эмиссии, т.е. к отхождению от нее при высокой температуре молекул вольфрама, которые осаждаются на внутренней поверхности колбы и затрудняют прохождение через нее светового потока. В результате температурного перегрева масса нити накала уменьшается и лампа вскоре перегорает.

Исходя из указанных особенностей работы в практике автомобилестроения нашли применение следующие типы автомобильных ламп:

- с вакуумной колбой;
- газонаполненной колбой;
- восстанавливающим циклом.

В лампе с вакуумной колбой температура нити накала находится в пределах 1500... 1800 °С. В результате лампа выдает спектр с преобладанием желтых и розовых тонов, что приводит к повышенной утомляемости глаз и ухудшению восприятия изображения.

Заполнение внутренней поверхности колбы инертными по отношению к вольфраму газами в некоторой степени замедляет процесс молекулярной

эмиссии и позволяет увеличить температуру нити накала до 2200 °С. Такое решение позволяет несколько приблизить характеристики спектра лампы к спектру дневного света, однако удлинение срока службы лампы при этом не достигается.

Наличие восстанавливающего цикла позволяет резко затормозить процесс снижения массы нити накала от молекулярной эмиссии и одновременно повысить ее рабочую температуру до 2800 °С, что существенно позволяет приблизить состав ее спектра к спектру дневного света. В лампе с восстанавливающим циклом внутреннее пространство колбы заполняется парами галогенов, в качестве которых могут использоваться йод, бром, а также их соединения (йодистый метил CH2I2 или бромистый метилен CH_3Br_2). Рабочий процесс такой лампы протекает следующим образом. Отошедшая от нити накала молекула вольфрама по пути к внутренней поверхности стенки колбы при температуре 1 ООО... 1200 °С вступает в химическую реакцию с парами галогена, образуя молекулу прозрачного соединения, например йодистого вольфрама WI_2- Циркулируя по внутреннему пространству колбы под действием конвенктивного теплообмена, эта молекула попадает на нить накала, где при температуре порядка 2 800 °С она разлагается на молекулу вольфрама, соединяющуюся с нитью накала, и молекулу галогена, которая аналогичным образом вступает в реакцию с другой, отошедшей от нити накала молекулой вольфрама, и цикл повторяется. Для обеспечения непрерывности протекания восстановительного цикла необходимо наличие высокой температуры на стенках колбы: 800...900°*С* на внутренней поверхности и 700... 800 °С на наружной поверхности. В связи с этим для изготовления колб галогенных ламп применяется кварцевое стекло, выдерживающее такую температурную нагрузку. Кроме того, после установки галогенной лампы в фару необходимо провести очистку ее колбы спиртом, иначе при высокой температуре произойдет обугливание следов пальцев рук, что вызовет снижение световой отдачи лампы.

Наиболее неблагоприятный режим работы галогенной лампы возникает в момент включения, когда температура нити накала низка и, следовательно, мало ее сопротивление. При этом ток в момент включения в 10—15 раз превышает ток, потребляемый лампой в рабочем режиме. После того как нить накала лампы достигнет рабочей температуры, ее сопротивление возрастает и стабилизирует ток лампы на заданном уровне. Исходя из этого импульсный режим кратковременного включения является нежелательным для ламп с восстанавливающим циклом, в то время как для ламп с

вакуумными или газонаполненными колбами короткие промежутки включения нисколько не снижают их срок службы.

Таблица 6.1. Галогенные лампы отечественного производства

Категория	Обозначение	Номинальное напряжение, В	Светоотдача, Св	
			в режиме дальнего света	в режиме ближнего света
H4	**АКГ 12-60+55**	12	60	**55**
	АКГ 24-75+70	24	75	**70**
H3	**АКГ 12-55-1**	12	**55**	
	АКГ 24-70-1	**24**	**70**	
HI	**АКГ 12-55**	12	**55**	
	АКГ 24-70	**24**	**70**	

Конструкция автомобильных ламп подчинена требованиям Правил № 37 ЕЭК ООН, которыми предусмотрено три категории однонитевых галогенных ламп (HI, H2, H3) и одна категория двухнитевой лампы (H4). Лампы HI и H2 имеют продольно расположенные цилиндрической формы нити накала и различаются только конструкциями цоколей. Наибольшее распространение получила лампа H3, имеющая перпендикулярно расположенную к оси нить накала. В лампе H4 нить накала дальнего света цилиндрической формы расположена параллельно продольной оси, а нить накала ближнего света (также в форме цилиндра) расположена впереди нити дальнего света на продольной оси лампы.

Отечественной промышленностью выпускаются однонитевые галогенные лампы типа АКТ (автомобильная кварцевая галогенная) категорий HI и H3, а также двухнитевые лампы категории H4 (табл. 6.1).

Исходящий от лампы световой поток определяется уровнем расчетного питающего напряжения, которое несколько отличается от номинального. При номинальном напряжении 12 В расчетное напряжение должно находиться на уровне 13,3... 14,2 В и при уровне 24 В соответственно 26,6...28,4 В.

Появление мощных светодиодов с высокой светоотдачей и заданными характеристиками спектра предопределило процесс замещения ими ламп накаливания в световых приборах. В сравнении с лампами накаливания светодиоды при такой же светоотдаче потребляют намного меньше энергии и имеют в несколько раз больший срок службы. Данные обстоятельства

позволяют наряду с экономией энергии снизить массу питающих проводов и повысить надежность светотехнического оборудования. Однако в качестве недостатков, препятствующих более широкому использованию светодиодов в световых приборах, выступают некоторая зависимость светоотдачи от температуры окружающей среды и невозможность создания концентрированного пучка света, исходящего от светового прибора, где световой поток создается несколькими симметрично расположенными светодиодами. Исходя из этого в современных условиях светодиоды в качестве источников света могут применяться в световых приборах, где не требуется наличие концентрированного светового потока: в габаритных и стояночных огнях, сигналах торможения, фарах обозначения движения, освещения номерного знака, пассажирского салона и т.д. Применение светодиодов в фарах головного освещения вследствие указанных недостатков представляется затруднительным.

Ксеноновые лампы. Ксеноновая лампа представляет собой газоразрядный энергосберегающий источник света с длиной волны 470 нм. Галогенная лампа накаливания создает свет с длиной волны 550 нм, в связи с чем она обеспечивает несколько худшие условия видимости. Основной частью ксеноновой лампы является газоразрядная колба, заполненная смесью инертных газов, в состав которых входит ксенон. У такой лампы отсутствует нить накаливания, свет возникает в результате импульса между двумя вольфрамовыми электродами. Самая значительная проблема в использовании ксеноновых ламп — необходим высоковольтный импульс (может достигать 25 ООО В) для включения дуги. Световой поток дуги ксеноновой лампы формируют пары ртути, соли натрия и скандия, а в атмосфере ксенона электрический разряд происходит только на время запуска, до испарения других компонентов.

Согласно закону Релея замещение в обычной фаре галогенной лампы ксеноновой лампой при имеющихся микронеровностях отражателя приводит к значительному увеличению угла рассеивания, следствием чего является возрастание слепящего действия такой фары. Исходя из этого замена галогенных ламп на ксеноновые не допускается по условиям безопасности движения. Вместе с тем в связи с введением требования движения транспортного средства с постоянно включенным ближним светом фар к таким фарам не предъявляется требование постоянной готовности к работе и в этих фарах допускается нахождение источников света с адаптационным периодом. Ксеноновая лампа, как и другие газоразрядные световые приборы, имеет период между моментом включения и началом полной светоотдачи порядка 3... 15 с.

К основным достоинствам ксеноновой лампы следует отнести спектр светового потока, наиболее приближенный к спектру дневного света, а также энергосберегающий рабочий режим в сравнении с лампами других типов. Питание ксеноновых ламп от бортовой сети осуществляется через преобразователь, создающий на выходе переменный ток напряжением 85 В с частотой 100 Гц. Кроме того, в связи с различными размерами габаритных тел накала галогенной лампы и искрового разряда ксеноновой лампы требуется иная кривизна параболоидного отражателя. Для ликвидации эффекта слепящего действия путем снижения угла рассеивания фары с ксеноновой лампой ее отражатель должен выполняться по более высокому классу требований содержания микронеровностей, что требует наличия высоких технологий производства. Это сопровождается значительным повышением стоимости фар с ксеноновыми лампами. В связи с последним обстоятельством фары с ксеноновыми лампами в настоящее время получают ограниченное распространение.

7.1.5. Система обозначения световых приборов

Автомобильные световые приборы (табл. 6.2) как составные элементы конструктивной безопасности перед началом производства должны быть аттестованы на соответствие Правилам ЕЭК ООН с получением знака международного утверждения. Знак международного утверждения представляет собой круг, в который вписана буква Е и номер страны, участницы соглашения, выдавшей разрешение на официальное утверждение. Знак наносится на рассеиватель светового прибора. Номера присвоены странам в порядке ратификации ими соглашения. Под знаком или справа от него указывается порядковый номер официального утверждения прибора.

Таблица 6.2. Обозначение световых приборов

Световой прибор	Знак международного утверждения						
Фары головного освещения и противотуманные фары	R E2 296	C E2 297	CR E2 258	CSR E2 180	HR E2 20 182	HCR E2 25 185	HSCR E2 148
Габаритные огни			A E2 518	R E2 1021	R E2 1021		
Указатели поворотов			1 E2 680	2*a* E2 851	2*b* E2 456		
Сигналы торможения			R-S1 E2 596	R-S2 E2 512	S1 E2 1022		
Световозвращатели	I E2 147						
Задние противотуманные фонари	B E2 00242						

Под знаком над порядковым номером официального утверждения может стоять горизонтальная стрелка, указывающая, что световой прибор сконструирован только для автомобилей, используемых в странах с левосторонним или правосторонним движением. Двухсторонняя стрелка в обозначении фары указывает на возможность ее использования с соответствующей регулировкой положения лампы в обоих вариантах движения. На фарах, используемых в странах с правосторонним движением, стрелка не ставится.

В обозначении светосигнальных фонарей стрелки указывают на соответствующие направления, в которых обеспечивается требуемый геометрический угол видимости сигнала в горизонтальной плоскости. При установке передних и задних указателей поворота стрелка должна быть направлена к близлежащей боковой части автомобиля, а при установке боковых повторителей — вперед по ходу движения.

В прямоугольнике, размещаемом над знаком официального утверждения, располагаются буквы C, R, S, H. Буквы C и R обозначают, что фара удовлетворяет европейским нормам в отношении ближнего или дальнего света. Наличие двух букв CR указывает на то, что оптическая система фары предусмотрена в двух режимах: ближнего и дальнего света.

Буква S обозначает наличие цельностеклянного оптического элемента лампы — фары. Отсутствие буквы Sуказывает на наличие металлостеклянного элемента. Буква H указывает на возможность использования в световом приборе только галогенных ламп. Справа от знака на фарах с галогенными лампами указывается округленное значение силы света фары кд (Кандел), при дальнем свете. На рассеивателях задних габаритных огней в квадрате над знаком официального утверждения наносится буква R. Буквой A обозначаются передние габаритные огни.

Над знаком официального утверждения указателей поворотов указывается категория светового прибора. К категории 1 относятся передние однорежимные указатели поворотов, к категориям 2a и 2b соответственно относятся однорежимные и двухрежимные задние

указатели поворотов. Боковые повторители указателей поворотов разделены на категории 3, 4 и 5.

В обозначении световозвращателей слева от знака официального **утверждения** ставятся римские цифры**I, II, III,** указывающие их категорию. Световозвращатели категории I предназначены для установки на внедорожные транспортные средства шириной более 1,6 м. Световозвращатели категории **II** предназначены для использования дорожных транспортных средств шириной до 1,6 м. Световозвращатели категории III устанавливаются на прицепные звенья автопоездов.

Одно- или двухрежимные сигналы торможения обозначаются знаками S1 или S2.

В настоящее время автомобильные световые приборы компонуются в блочное исполнение различной конфигурации. При этом в передние световые блоки включаются фары головного освещения ближнего и дальнего света, габаритные фонари, указатели поворотов, противотуманные фары, стояночные огни, светоотражатели белого цвета. Задние световые блоки содержат габаритные фонари, сигналы торможения, указатели поворотов, фары заднего хода, стояночные огни, задние противотуманные фонари, светоотражатели красного цвета.

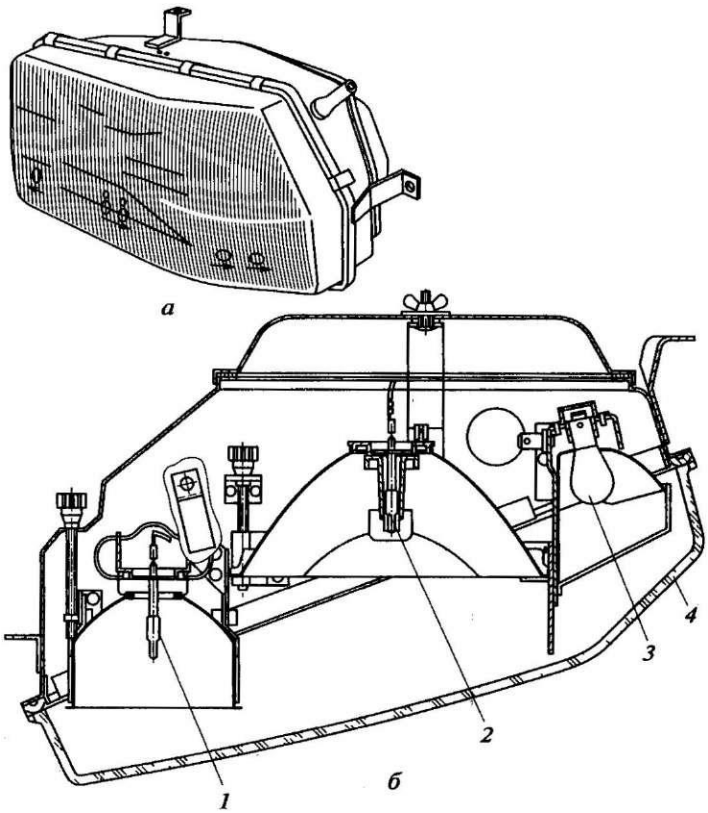


Рис. 6.14. Блок-фара головного освещения:

а — внешний вид; б — горизонтальный разрез; 1 — лампа габаритного фонаря; ***2 —*** лампа двухрежимной фары ближнего и дальнего света; 3 — лампа указателя поворота; *4* — рассеиватель

Применение блочных световых приборов (рис. 6.14) позволяет значительно улучшить автомобильный дизайн, а также упростить схему включения составных элементов. Применение общего рассеивателя позволяет улучшить его очистку.

Недостатком блочного исполнения световых приборов является невозможность их унификации для использования на различных транспортных средствах, а также невозможность взаимозаменяемости правого и левого световых блоков.

Перспективным направлением может рассматриваться создание конструкций световых приборов (прежде всего, стояночных и габаритных огней) на основе использования светодиодов, располагаемых с внутренней стороны линз рассейвателей. Такое решение позволяет повысить надежность световых приборов и значительно сократить расход потребляемой ими электроэнергии.

7.2. Вспомогательное оборудование

К вспомогательному электрооборудованию относится группа приборов и устройств, обеспечивающих звуковую сигнализацию, отопление и

вентиляцию места водителя и пассажирского салона, очистку стекол и световых приборов, подъем и опускание стекол, радиоприем, радиосвязь и другие вспомогательные функции.

7.2.1. Приборы звуковой сигнализации

Звуковые сигналы предназначены для оповещения других участников движения о приближении транспортного средства или состоянии его агрегатов, а также о срабатывании охранной сигнализации. Исходя из этого звуковые сигналы могут быть подразделены по следующим признакам:

- приборы внешней сигнализации, передающие информацию другим участникам движения;
- приборы внутренней сигнализации, передающие информацию водителю о выходе контролируемых показателей работы систем за установленные пределы.

В зависимости от источника энергии внешние звуковые сигналы могут быть электрическими вибрационными или пневматическими.

По характеристикам звучания внешние электрические вибрационные звуковые сигналы могут подразделяться на шумовые и тональные. Конструктивные схемы таких сигналов бывают двух разновидностей: с рупорным резонатором или с дисковым резонатором. При этом шумовые сигналы оснащаются дисковым резонатором, а тональные — рупорным.

На современных транспортных машинах устанавливается комплект из двух звуковых сигналов: одного низкого и одного высокого тона. На легковых автомобилях представительского класса устанавливается комплект из трех сигналов: одного низкого и двух высокого тона. После установки на автомобиль сигналы настраиваются на требуемую звуковую частоту и включаются одновременно. В некоторых случаях на автомобили особо малого класса устанавливается один звуковой сигнал с дисковым резонатором. Частотный диапазон действия звуковых сигналов обычно находится в пределах 300...600 Гц. Разница основных частот звука сигналов низкого и высокого тонов составляет 70... 100 Гц. Наиболее хорошо перекрывают шум движения и слышны в кабине обгоняемого автомобиля сигналы с частотным спектром в пределах 1800...3550 Гц. Уровень интенсивности звука (уровень громкости) находится в диапазоне 105... 125 дБ. Превышение указанных пределов может травмировать органы слуха человека.

Для исключения влияния массы автомобиля на звуковые характеристики сигнала применяется его упругая подвеска. Вихревое движение воздуха,

возникающее при движении автомобиля, уменьшает расстояние слышимости сигнала (чем выше скорость автомобиля, тем более ощутимо).

Питание звуковых сигналов осуществляется от бортовой сети номинальным напряжением 12 или 24 Вв повторно-кратковременном режиме с длительностью рабочего цикла 5 с. Основными исполнительными элементами таких сигналов являются электромагнит с катушкой, подключенной к сети питания через контакты прерывателя, и якорь электромагнита, соединенный со звукоизлучающей мембраной. В редких случаях при наличии в бортовой сети переменного тока, например на мопедах или легких мотоциклах, могут применяться сигналы с мембраной, реагирующей на изменение амплитуды и частоты переменного тока в силовой катушке.

Питание катушки электромагнита 3 (рис. 6.15) подается через контакты прерывателя 7. Возникающий в катушке 3 магнитный поток притягивает якорь *4* к сердечнику 5. При этом перемещающийся выступ якоря действует на держатель *6*подвижного контакта прерывателя и разрывает цепь питания катушки 3 электромагнита. После этого под действием упругой силы мембрана возвращается в исходное состояние, в результате чего контакты прерывателя замыкаются и цикл повторяется. Для уменьшения искрения между контактами прерывателя может быть включен конденсатор емкостью 0,4...0,6 мкФ.

Звуковая частота шумового сигнала с дисковым резонатором в значительной мере зависит от толщины мембраны. Увеличение толщины мембраны вызывает снижение частоты звуковых колебаний, и наоборот.

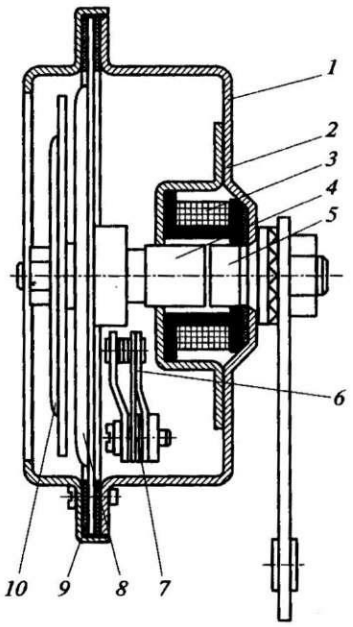


Рис. 6.15. Шумовой сигнал С304 с дисковым резонатором:

1 — корпус; **2 —** ярмо электромагнита; 3 — электромагнитная катушка; *4* — якорь; 5 — сердечник; **6** — держатель подвижного контакта прерывателя; 7 — контакты прерывателя; **8 —** мембрана; *9* — крышка мембраны; *10* — дисковый резонатор

цикл повторяется. Для уменьшения искрения между контактами прерывателя может быть включен конденсатор емкостью 0,4...0,6 мкФ.

Звуковая частота шумового сигнала с дисковым резонатором в значительной мере зависит от толщины мембраны. Увеличение толщины мембраны вызывает снижение частоты звуковых колебаний, и наоборот.

Регулировка звуковой частоты шумового сигнала осуществляется поворотом винта, расположенного на его задней крышке. При этом регулировочный винт изменяет амплитуду хода подвижного контакта прерывателя. Принципиально рабочий процесс тонального звукового сигнала (рис. 6.16) аналогичен действию шумового сигнала. Основное его отличие состоит в том, что резонатором его сигнала является столб воздуха, находящийся в рупоре.

Эффект рупорного резонатора образуется под давлением мембраны *6* на столб воздуха, находящийся в полости между корпусом резонатора 7 и крышкой *8.* Конфигурация резонатора 7 обеспечивает взаимное наложение частот колебаний мембраны *6* и воздушного столба в рупоре. Этим достигается значительное увеличение амплитуды звуковых колебаний определенной частоты. Для повышения эффекта резонансного наложения частот осуществляется расширение конца рупорного резонатора. Настройка тонального сигнала на требуемую звуковую частоту осуществляется путем изменения хода подвижного контакта прерывателя. При этом определенное значение имеет объем воздуха, находящегося в рупоре.

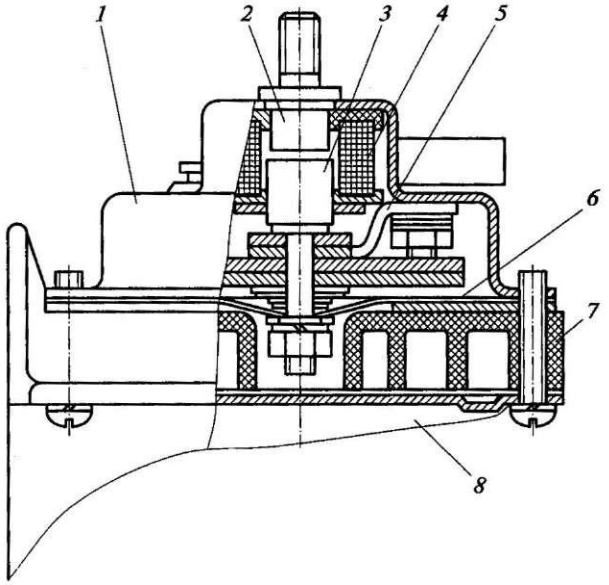


Рис. 6.16. Тональный звуковой сигнал С308 с рупорным резонатором:

1 — корпус; *2* — сердечник электромагнита; *3* — якорь; *4* — катушка электромагнита; *5* — ярмо электромагнита; *6* — мембрана; 7 — корпус рупорного резонатора; 1? — крышка резонатора

В сравнении с шумовыми сигналами, потребляющими ток порядка 4... 6 А, тональные сигналы потребляют ток до 10 А. В связи с этим их включение не может осуществляться посредством механических кнопок. Для включения таких сигналов (рис. 6.17) используются промежуточные реле.

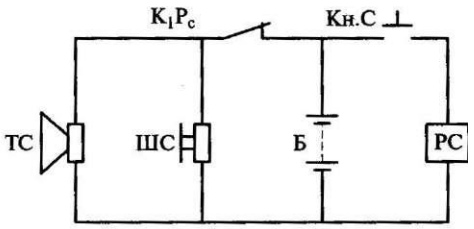


Рис. 6.17. Схема включения звуковых сигналов: $К,Р_С$ — контакты реле включения сигналов; Кн. С — кнопка управления звуковыми сигналами; ТС — тональный сигнал; ШС — шумовой сигнал; Б — аккумуляторная батарея; РС — реле включения сигналов

При нажатии на кнопку управления сигналами Кн. С подается электропитание на обмотку реле включения сигналов РС. Возникающая при этом магнитодвижущая сила притягивает якорек реле и замыкает контакты этого реле $\mathbf{K_1P_c}$, чем обеспечивается подача тока к контактам звуковых сигналов ТС и ШС и их параллельное включение. Такое решение позволяет направлять относительно большой ток, порядка 20...30 А, потребляемый звуковыми сигналами, через контакты реле РС, чем обеспечивается разгрузка контактов кнопки Кн. С. Через контакты кнопки управления сигналами проходит небольшой ток, потребляемый обмоткой реле РС, порядка 1 А, что позволяет снизить вероятность отказа цепи включения сигналов из-за окисления контактов кнопки от искрения. Для обеспечения постоянной

готовности звуковых сигналов к работе цепь управления работой звуковых сигналов обычно не защищается от короткого замыкания посредством включения плавких предохранителей, так как существующая вероятность их перегорания значительно снижает надежность системы. В некоторых случаях для защиты цепи используются термобиметаллические предохранители, имеющие в сравнении с плавкими больший период задержки размыкания цепи при перегрузках по току.

Оборудование и материалы

1. Световые приборы головного освещения
2. Схема реализации световых потоков при европейской асимметричной системе ближнего света
3. Фары-прожекторы
4. Фары-искатели
5. Противотуманные фары
6. Светосигнальные приборы
7. Источники света
8. Автомобильная двухнитевая лампа
9. Ксеноновые лампы
10. Блок-фара головного освещения
11. Шумовой сигнал С304 с дисковымрезонаторомковой сигнализации
12. Тональный звуковой сигнал С308 с рупорным резонатором

Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все

подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

Задания

- Изучить светотехническое оборудование
- Изучить вспомогательное оборудование

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Составление схем и эскизов с пояснениями.
4. Результаты проведения экспериментов.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Каким образом нормируются характеристики фар головного освещения
2. Как можно снизить эффект свечения тумана?
3. Как осуществляется рабочий процесс галогенной лампы?
4. Как осуществляется рабочий процесс звуковых сигналов?
5. Каковы особенности работы электропривода вспомогательного и технологического оборудования?

Лабораторная работа № 8.
Тема: «Информационно-диагностическая система».

Цель: Изучить информационно-диагностическую систему.

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Теоретическая часть

Информационно-диагностическая система предназначена для передачи информации водителю о показателях рабочих режимов агрегатов автомобиля и диагностики их технического состояния. Составными частями информационно-диагностической системы являются контрольно-измерительные приборы, бортовая система контроля, группа датчиков диагностики.

Контрольно-измерительные приборы (КИП) предоставляют водителю информацию о текущих показателях работы агрегатов автомобиля. При этом водитель принимает два вида информации: указывающую текущие изменения показателей и сигнализирующую о выходе контролируемых показателей за установленные пределы. В качестве указывающей информации водитель получает сведения о скорости движения автомобиля, частоте вращения коленчатого вала двигателя, уровне топлива в баке, напряжения бортовой сети, температуре охлаждающей жидкости, давления воздуха в системе пневмооборудования. Сигнализирующие приборы выдают информацию о наступлении аварийных режимов в работе агрегатов автомобиля: падении давления масла в системе смазки двигателя, уменьшении уровня топлива, снижении уровня тормозной жидкости, перегреве охлаждающей жидкости, износе тормозных накладок. При этом информация может передаваться водителю как в виде включения сигнальных ламп или светодиодов, так и посредством звуковых сигнализаторов.

Бортовая система контроля, устанавливаемая на современных автомобилях, предназначена для информирования водителя об изменении контролируемых показателей работы агрегатов автомобиля в пределах, предупреждающих о необходимости проведения технического

обслуживания. При этом может контролироваться состояние тормозных накладок, топливных, масляных и воздушных фильтров, исправность ламп и электрических цепей, а иногда и состав выхлопных газов.

Для повышения удобства диагностики технического состояния узлов и систем на современных автомобилях размещаются группы датчиков, выдающих электрические сигналы на штекерные разъемы, к которым подключается стационарная диагностическая аппаратура.

К приборам информационно-диагностической системы предъявляется ряд жестких требований:

- сохранение работоспособности при работе в условиях вибрационногонагружения при значительных перепадах температуры окружающей среды;
- отсутствие чувствительности к агрессивности окружающей среды и перепадам напряжения бортовой сети;
- стабильность выходных характеристик в течение длительного промежутка времени.

8.1. Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительное оборудование позволяет постоянно информировать водителя о работе соответствующих узлов и агрегатов, в необходимых случаях выдавать специальный сигнал угрозы аварийного состояния или прерывать работу машины во избежание ее разрушения.

8.1.1. Приборы измерения температуры

Контроль теплового режима двигателя осуществляется по двум информационным каналам: измерение текущей температуры охлаждающей жидкости и сигнализация о наступлении аварийной температуры. Таким же образом производится контроль теплового режима j системы смазки двигателя и гидравлической передачи.

Основными элементами электрической цепи измерения текущего значения температуры являются магнитоэлектрический стрелочный прибор и датчик. В зависимости от способа формирования электрического сигнала (аналога температуры) измерение температуры может производиться по двум известным схемам:

- с термобиметаллическим импульсным преобразователем;
- с терморезисторным преобразователем.

Схема с термобиметаллическим импульсным преобразователем. Схема имеет действие, основанное на линейной прямо пропорциональной зависимости частоты замыкания и размыкания цепи от температуры в контрольной точке. Основными элементами схемы являются датчик с термобиметаллическим преобразователем и стрелочный указатель. В данном случае электрические обмотки указателя сопротивлением 35...45 Ом и импульсного преобразователя сопротивлением 13... 15 Ом соединены

последовательно. К недостаткам схемы относится наличие контактной группы, создающей радиопомехи, а также зависимость показаний прибора от напряжения питания.

Появление терморезисторов предопределило вытеснение данной схемы схемой с терморезисторным преобразователем и магнитоэлектрическим указателем.

Схема с терморезисторным преобразователем. Схема действует на основе линейной зависимости сопротивления прохождению тока от температуры на контролируемой поверхности. Основными элементами схемы (рис. 7.1) являются: стрелочный магнитоэлектрический указатель и датчик с терморезисторным преобразователем.

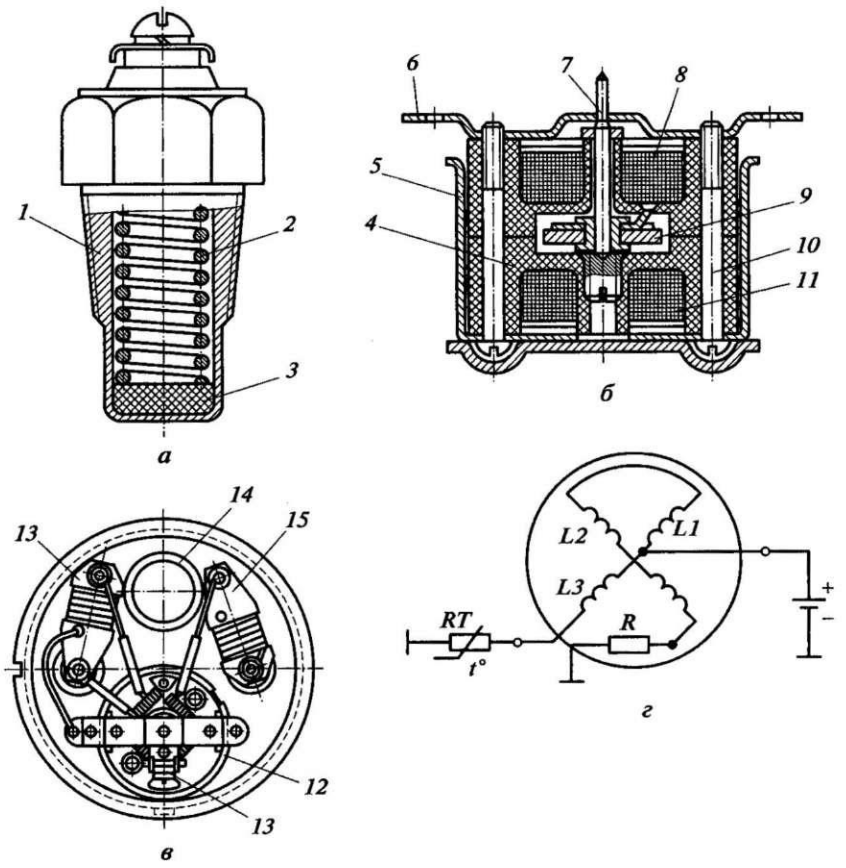


Рис. 7.1. Схема замера температуры на основе терморезисторного преобразователя:

а — датчик; ***б*** — продольный разрез стрелочного указателя; ***в*** — поперечный разрез стрелочного указателя; *г* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — токоведущая пружина; *3* — терморезисторный преобразователь; *4* — каркас; *5* — экранирующий корпус; *6* — диск крепления шкалы; 7— ось стрелки; *8* — измерительные катушки; ***9*** — постоянный магнит; ***10*** — стяжные болты; 11 — подпятник; ***12***— измерительный узел; *13* — регулятор коррекции показаний; *14* —термокомпенсационный резистор; *15* — гнездо осветительной лампы; *16* — калибровочный резистор

Датчик (рис. 7.1, а) представляет собой закрытый баллон, в корпусе 1 которого размещены токоведущая пружина ***2,*** прижимающая ко дну корпуса терморезистор 3. Сопротивление терморезистора находится в линейной зависимости от температуры и при ее колебаниях от -20 до +100 "С изменяется в пределах 50... 500 Ом.

Указатель (рис. 7.1, *б)* имеет несущий каркас *4,* внутри которого содержатся расположенные по периферии чувствительные элементы, измерительные катушки *8* и подвижный элемент в виде оси стрелки 7 с постоянным магнитом *9.* Возвратная пружина (или в некоторых конструкциях постоянный магнит) всегда стремится повернуть ось стрелки 7 в положение, соответствующее показанию наименьшей температуры. Три измерительных катушки расположены между собой под углом 90°. Для повышения чувствительности катушки имеют противоположное направление витков, что создает противоположное направление их магнитных потоков.

Изменение сопротивления терморезисторного преобразователя из-за изменения его температуры вызывает соответствующее изменение тока I_t, проходящего по измерительным катушкам 8, эффективное значение которого может быть определено по отношению напряжения бортовой сети U_c к сумме сопротивлений $R_{и.к}$ измерительных катушек, $R_{пр}$ соединительных проводов и R_t терморезистора:

$$I_t = \frac{U_c}{R_{и.к} + R_{пр} + R_t}.$$

Изменение тока I_t, проходящего через измерительные катушки ***8,*** вызывает соответствующее изменение направления результирующего магнитного потока, вызывающего поворот постоянного магнита *9* и связанных с ним оси 7 и стрелки указателя на угол, определяемый температурой контрольной поверхности датчика.

Для ликвидации влияния на показания прибора температурных колебаний измерительных катушек *8* в схему вводится термокомпенсационный резистор *14* (рис. 7.1, *в),* изменяющий соответствующим образом величину тока I_t. Для коррекции показаний стрелочного прибора по соответствию его характеристик и характеристик датчика служит калибровочный резистор **16.**

Сигнализатор аварийной температуры (рис. 7.2). Имеет действие, основанное на замыкании электрической цепи при достижении определенной температуры контролируемой среды.

Чувствительным элементом датчика является термобиметаллическая пластина *2* или *4*, управляющая контактами. Одним концом термобиметаллическая пластина соединена с массой датчика, а другим — с

подвижным контактом. Изгиб термобиметаллической пластины, а следовательно, и расстояние между контактами определяются ее температурой. При достижении определенной температуры происходит замыкание контактов и включение сигнальной лампы 1, ин формирующей водителя о наступлении аварийного режима. В некоторых типах датчиков настройка на срабатывание при определенной температуре производится соответствующими регулировочными элементами, в частности датчик РС403 имеет регулировочный винт *13.*

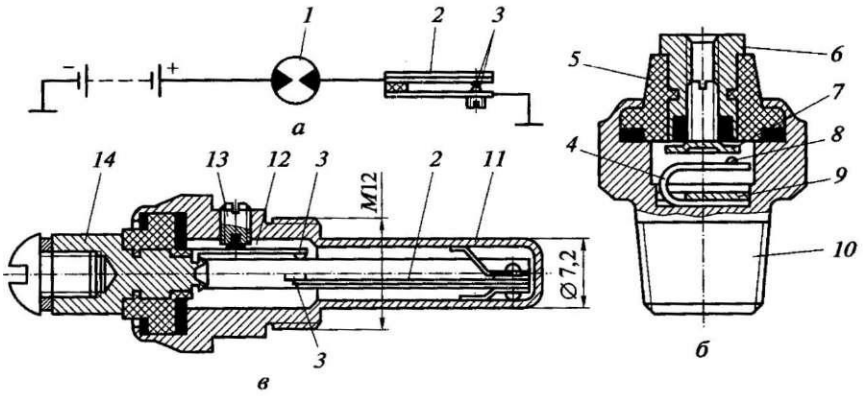


Рис. 7.2. Схема сигнализации аварийной температуры:

а — принципиальная схема; б — датчик с подковообразной термобиметаллической пластиной типа ТМ111; *в* — датчик с плоской термобиметаллической пластиной типа РС403; *1* — сигнальная лампа; *2,4* —термобиметаллическая пластина; *3* — контакты; *5* — изолятор; *6* — выводной контакт; 7 — контактная пластина; *8* — подвижный контакт; *9* — прижимная шайба; *10, 11* — корпус; *12* — контактная пластина; *13* — регулировочный винт; *14* — выводной контакт

Датчики сигнализации аварийной температуры обычно устанавливаются в наиболее теплонапряженных зонах, например в верхнем бачке радиатора системы охлаждения двигателя или в главной масляной магистрали — в двигателях с воздушной системой охлаждения или в гидромеханических передачах. Питающее напряжение не влияет на работу термобиметаллической пластины, в связи с чем такие датчики могут использоваться в системах с напряжением 12 и 24 В.

Разрывная мощность контактов датчиков находится в пределах 15...20 В А, что позволяет их использовать в качестве управляющих элементов для включения через реле электровентиляторов обдува радиаторов по схеме рис. 7.3.

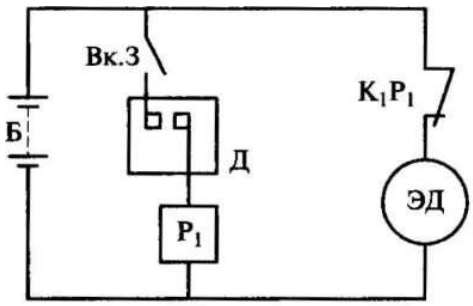


Рис. 7.3. Электрическая схема управления электродвигателем обдува радиатора:

Б — аккумуляторная батарея; Вк.З — включатель зажигания; Д — датчик аварийной температуры; P_1 — электромагнитное реле; K_1P_1 — нормально разомкнутые контакты реле P_1; ЭД — электродвигатель привода вентилятора обдува радиатора

При достижении заданной температуры происходит замыкание контактов датчика Д, в результате чего подается электропитание на обмотку реле P_1, что приводит к замыканию его контактов K_1P_1, замыкающих цепь питания электродвигателя привода обдува радиатора. В результате охлаждения радиатора снижается температура термобиметаллической пластины датчика и происходит размыкание его контактов, что вызывает отключение электропитания обмотки реле P_1, размыкание его контактов K_1P_1 и отключение электродвигателя. Обмотка реле P_1 потребляет ток 1,0... 1,5 А. Контакты реле способны пропускать ток до 100 А, что превышает ток, потребляемый электродвигателем привода вентилятора, находящийся в пределах 45...60 А.

8.1.2. Приборы измерения давления

Приборы контроля давления осуществляют измерения текущего или аварийного давления: масла в системе смазки двигателя; масла в гидромеханической передаче; воздуха в пневматической системе; ; разряжения воздуха во всасывающем коллекторе двигателя.

В зависимости от конструкции приборы измерения давления могут быть непосредственного действия или электрическими.

Приборы непосредственного действия (манометры). Содержат чувствительный элемент и стрелочный указатель в одном узле, размещаемом на панели приборов, а контролируемая среда под давлением подводится к чувствительному элементу по трубопроводу. При этом в качестве чувствительных элементов могут использоваться трубчатые пружины или в отдельных случаях упругие мембраны с противодействующими пружинами.

Показанная на рис. 7.4 конструкция прибора может использоваться как для измерения давления воздуха в контурах пневматической системы, так и для измерения разряжения во впускном трубопроводе двигателя в качестве эконометра.

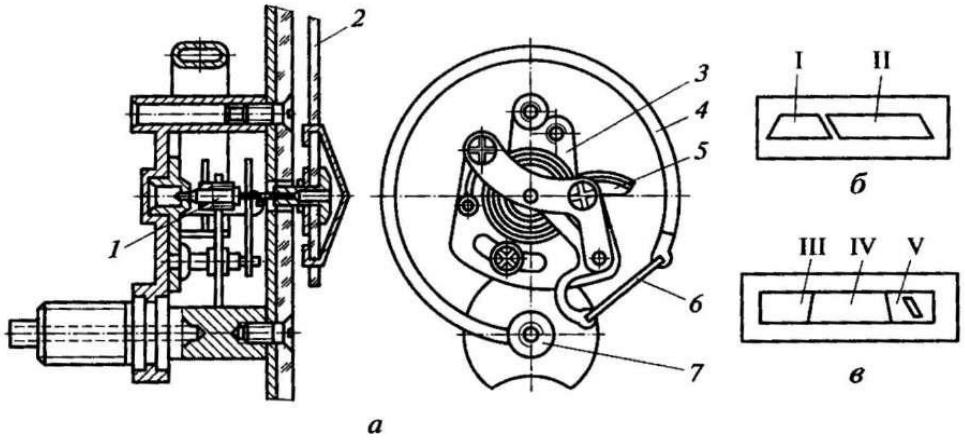


Рис. 7.4. Указатель давления или разряжения с трубчатой пружиной: а — продольный разрез и вид сзади; б ив — шкалы эконометров; 1 — центрирующий узел; *2* — стрелка указателя; *3* — возвратная пружина; *4* — трубчатая пружина; *5* — зубчатый сектор; *б* — тяга; 7 — штуцер подвода воздуха; I — зона увеличенного расхода топлива; И — зона экономного расхода топлива; III — зона повышенного расхода топлива; IV — зона нормального расхода топлива; V — зона повышенного расхода топлива

В приборах (см. рис. 7.4) чувствительным элементом является упругая овальная или прямоугольная в поперечном сечении изогнутая по дуге окружности трубчатая пружина *4.* Одним концом она герметично соединена с штуцером подвода воздуха 7, через отверстие в котором контролируемая среда подается в ее внутреннюю полость. Другим концом пружина *4* соединена с тягой 6, связанной через передаточный механизм со стрелкой ***2*** прибора.

Под действием внутреннего давления пружина *4* стремится к прямолинейной форме. При этом ее свободный конец, связанный с тягой ***6,*** перемещается и через передаточный механизм вызывает соответствующее перемещение стрелки *2* указателя. При падении давления пружина *4* занимает первоначальное положение и под действиемвозвратной пружины 3 стрелка ***2*** указателя перемещается к нулевому делению. При работе такого прибора в режиме эконометра под действием разряжения пружина *4* приобретает большую кривизну, что вызывает перемещение стрелки ***2*** указателя в обратном направлении.

Электрические указатели давления. Могут быть двух видов: биметаллические импульсные и логометрические (магнитоэлектрические с реостатным датчиком). При этом датчик и стрелочный прибор устанавливаются в разных местах и взаимодействуют между собой по электрическим проводам.

Биметаллический импульсный указатель давления имеет принцип действия, идентичный действию термобиметаллического указателя температуры. При этом датчик давления выдает электрические импульсы, частота которых зависит от измеряемого давления.

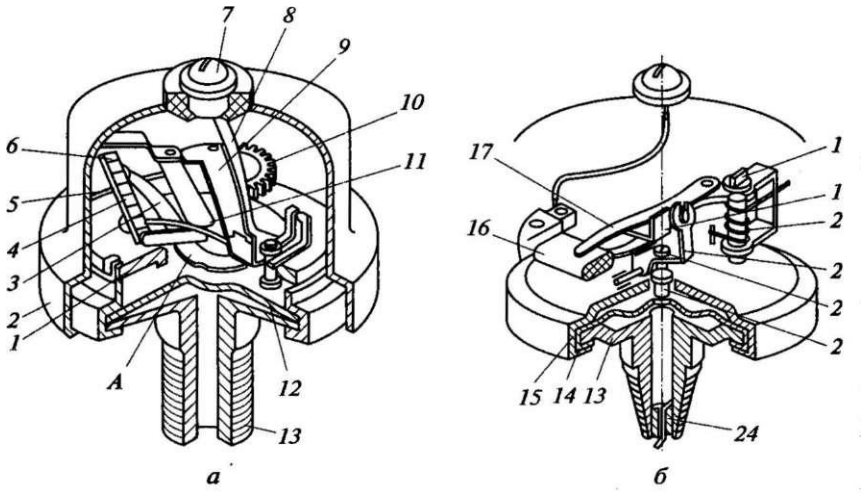


Рис. 7.5. Датчики давления:

а — биметаллический импульсный; б — реостатный; 1 — основание механизма; ***2*** **—** защитный кожух; *3* — упругая пластина; *4* — рабочее плечо пластины; *5* — обмотка; *6* — контакт обмотки; 7 — выводной контакт; *8* — провод; *9* — упругий держатель пластины; *10* — регулятор; *11* — контакт обмотки; *12, 14* — мембрана; *13* — штуцер; *15* — рант; *16* — реостат; /7— подвижный контакт; *18* — ось подвижного контакта;*19* — опорная площадка; *20* — пружина; *21* — качалка; *22* — регулировочные винты; *23* — толкатель; *24* — дюза

Биметаллический импульсный датчик (рис. 7.5, *а)* содержит прогибающуюся под действием давления среды мембрану *12,* на центральную часть которой опирается упругая пластина 3 с контактом, соединенным с массой. Чувствительным элементом датчика является изолированная от массы П-образная биметаллическая пластина, на рабочее плечо *4* которой навита обмотка 5 из константановой проволоки сопротивлением 14 Ом. Один конец этой обмотки приварен к биметаллической пластине, а второй конец соединен с контактом 11, который соединен с выводным контактом 7посредством провода *8.* На конце рабочего плеча биметаллической пластины установлен подвижный контакт ***6,*** соединяющийся с неподвижным контактом упругой пластины 3. При отсутствии давления под мембраной *12* контакты на пластинах находятся в замкнутом состоянии. Второе плечо биметаллической пластины закреплено на упругом держателе *9,* положение которого определяется поворотом регулятора *10.* При замыкании электрической цепи обмотка 5 нагревается, что вызывает нагрев биметаллической пластины, ее изгиб и размыкание контактов.

Принцип работы биметаллического импульсного датчика давления идентичен принципу работы биметаллического датчика температуры, только в данном случае частота замыкания и размыкания контактов, а следовательно, и величина эффективного тока, нагревающего биметаллическую пластину указателя, определяются величиной прогиба мембраны датчика (см. рис. 7.5) от измеряемого давления среды.

В качестве основных недостатков термобиметаллических импульсных приборов следует рассматривать наличие искрящих контактов и расход

энергии на нагрев пластин, что предопределило их ограниченное использование. В современных условиях большее распространение получили логометрические системы измерительных приборов с реостатными датчиками.

Логометрические (магнитоэлектрические с реостатным датчиком) приборы измерения давления содержат магнитоэлектрический указатель и реостатный датчик давления, преобразующий давление в аналоговый электрический сигнал. В качестве чувствительного элемента в таком случае используется упругая мембрана с противодействующей пружиной, соединяемая с подвижным контактом реостата. Реостатный датчик (рис. 7.5, 6) содержит основание с резьбовым штуцером *13,* на котором посредством стального ранта *15* закреплена мембрана *14.* На ранте 75 установлен реостат с передаточным механизмом, осуществляющим связь между мембраной *14* и подвижным контактом 17. В центре мембраны 14 установлен толкатель *23,* к которому прижимается качалка *21 с* регулировочными винтами *22.* Качалка воздействует на подвижный контакт /7 реостата, вызывая его поворот относительно оси *18* против действия возвратной пружины *20.* Для ликвидации реакции подвижного контакта реостата на пульсации измеряемого давления в канал штуцера запрессована дюза *24* со стержнем для очистки канала. Она создает сопротивление проходу масла к мембране и сглаживает пульсации давления масла в полости под мембраной. При работе двигателя под давлением масла мембрана *14* прогибается, и перемещение центра мембраны передается через передаточный механизм к подвижному контакту реостата. Прогиб мембраны, а следовательно, и перемещение подвижного контакта реостата зависят от давления масла. При перемещении подвижного контакта изменяется сопротивление реостата и, соответственно, величина проходящего через него тока, являющегося аналогом давления масла.

В целях унификации деталей логометрические датчики, предназначенные для замера давления масла в разных диапазонах и при разных уровнях напряжения, изготовляются одинаковых размеров с одними данными присоединительных штуцеров. Сопротивление реостата в диапазоне 20... 160 Ом и характеристики передаточного механизма также являются однотипными для всех разновидностей датчиков. Индивидуальной деталью для каждого типа датчиков является мембрана с определенной характеристикой упругости. Упругость мембраны определяется, как правило, ее толщиной. Данное обстоятельство определяет применимость конкретного типа датчика только при работе в данном уровне напряжения с определенным стрелочным указателем.

Принцип действия стрелочного магнитоэлектрического указателя давления, работающего с реостатным датчиком, аналогичен принципу действия стрелочного магнитоэлектрического указателя температуры, работающего с терморезисторным преобразователем (см. рис. 7.1).

Перемещение стрелки указателя при этом происходит за счет изменения магнитных полей катушек*L 1 — L 4* (рис. 7.6), изменяющихся в зависимости от проходящего через них тока за счет изменения сопротивления реостата датчика R3.

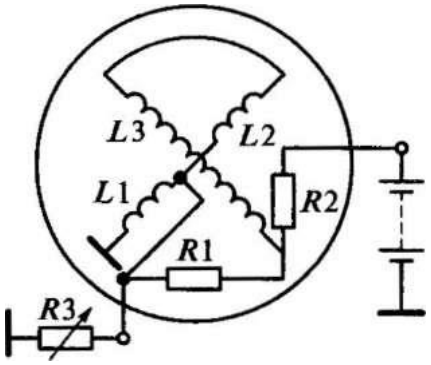


Рис. 7.6. Схема соединения приборов измерения давления с магнитоэлектрическим указателем и реостатным датчиком: ***L1…L4*** — катушки индуктивности указателя;***R1*** — термокомпенсационный резистор; R2 — добавочный резистор для напряжения 24 В;***R3*** — реостат.

Характеристики катушек магнитоэлектрических указателей измерения температуры и давления различны в связи с тем, что при измерении давления изменение тока происходит в большем диапазоне. При этом приборы, применяемые при напряжениях 12 и 24 В, однотипны. Для адаптации приборов, рассчитанных на напряжение 12 В, к системе с напряжением 24 В в схему вводится добавочный резистор по типу *R2* (см. рис. 7.6), снижающий напряжение до требуемого уровня.

В современных условиях на многих транспортных средствах наряду со стрелочными указателями давления применяются сигнализаторы, информирующие водителя о падении давления масла ниже допустимого уровня.

Сигнализаторы аварийного давления. Содержат чувствительный элемент, воспринимающий давление и контактную группу, замыкающую электрическую цепь при падении давления масла. При отсутствии давления мембрана 3 (рис. 7.7) под действием упругой силы рычага *4* находится в положении, наиболее близком к штуцеру /. Контакты 5 и 6 при этом находятся в замкнутом состоянии, и электрическая цепь контрольной лампы между выводным контактом 7и штуцером 1, соединенным с массой двигателя, является замкнутой.

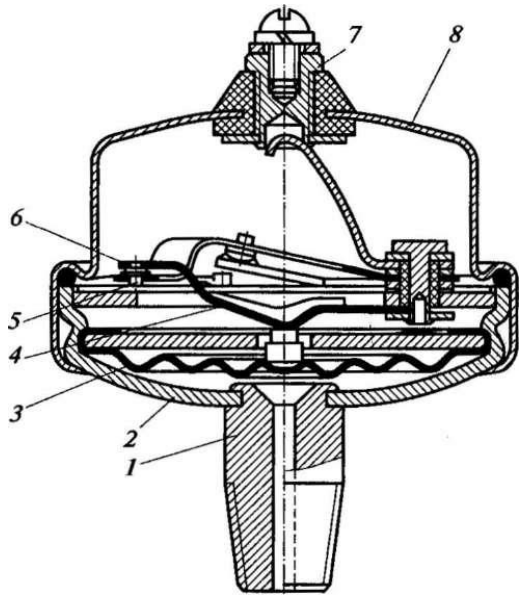


Рис. 7.7. Мембранный датчик аварийного давления масла: / — штуцер; *2* — корпус; 3 — мембрана; ***4*** — рычаг выключателя; 5 — неподвижный контакт; 6— подвижный контакт; 7— выводной контакт; *8* — кожух

После пуска двигателя под действием силы от давления масла мембрана *3* прогибается, преодолевая силу от рычага *4,* в результате чего контакты 5 и 6размыкаются, разрывая цепь питания контрольной лампы. При падении давления мембрана выпрямляется и замыкает контакты, контрольная лампа загорается и водитель получает информацию о падении давления масла.

Основной характеристикой датчиков данного типа является минимальное давление, соответствующее замыканию контактов, обычно находящееся в пределах 0,04...0,08 МПа. Уровень питающего напряжения в данном случае имеет значение только для контрольной лампы.

8.1.3. Приборы измерения уровня жидкости

В конструкции современных транспортных машин требуется информация об уровнях топлива в баке или газовом баллоне, тормозной жидкости в резервуаре, охлаждающей жидкости в расширительном бачке, масла в поддоне картера двигателя.

При этом сведения об уровне топлива в баке поступают к водителю в виде текущей информации, в остальных случаях водитель информируется о снижении уровня жидкости ниже установленной величины.

Дистанционные указатели уровня топлива могут быть двух видов: электромагнитные и магнитоэлектрические. В обоих случаях в качестве приборов исходной информации используются реостатные датчики с поплавковым устройством.

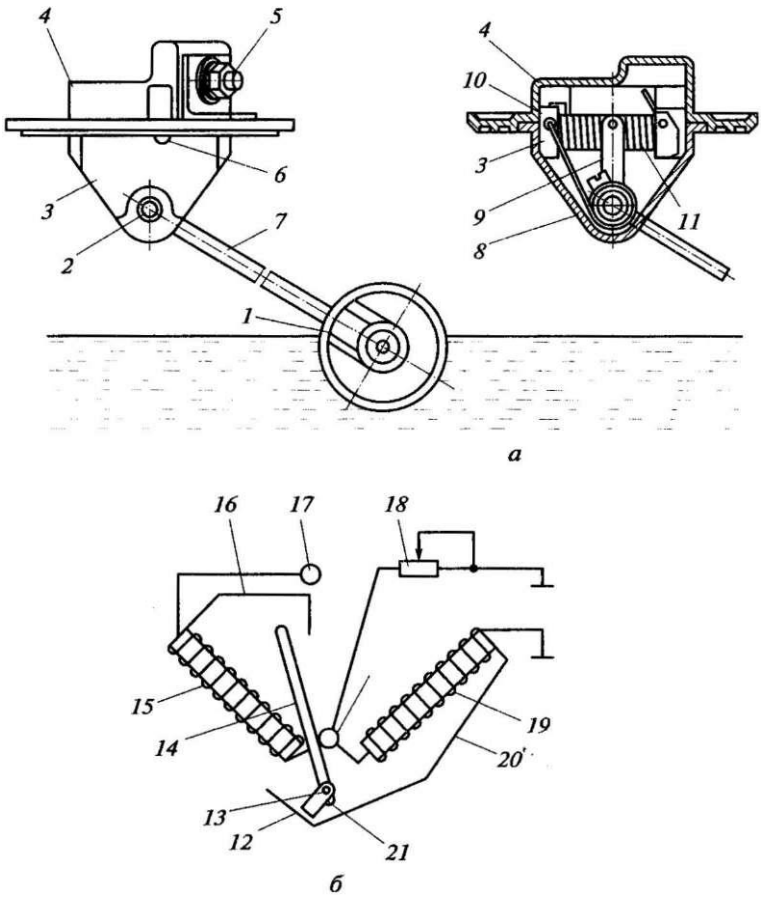


Рис. 7.8. Электромагнитный указатель уровня топлива: а — датчик; б — схема указателя; 1 — поплавок; *2* — ось ползунка реостата; *3* — нижняя часть корпуса; *4* — верхняя часть корпуса; 5 — выводной контакт; ***6*** — винт крепления; 7— рычаг поплавка; *8* — проволочная петля; *9* — подвижный контакт (ползунок) реостата; ***10*** — пластина реостата; ***11*** — обмотка реостата;12, 16, 20 — полюсный наконечник указателя; *13* — противовес стрелки указателя; *14* — стрелка указателя; *15, 19* — обмотки указателя; 17 — входной контакт питающего напряжения; ***18*** — реостат; ***21*** — якорек; *22* — контактный зажим

Реостат датчика (рис. 7.8), содержащий обмотку 11, расположенную на диэлектрической пластине 10,находится в герметичном отсеке внутри нижней *3* и верхней *4* частей корпуса. Подвижный контакт 9 реостата связан с рычагом 7 поплавка 1. Угол наклона рычага 7 и положение подвижного контакта *9* реостата зависят от уровня топлива в баке или в газовом баллоне. При наличии нескольких баков в каждом из них должен находиться индивидуальный реостатный датчик. Элементы механической системы датчика должны выполняться из материалов, устойчивых к агрессивному действию паров топлива.

Электромагнитный указатель содержит две обмотки *15* и *19* с сердечниками из ферромагнитной стали, снабженными полюсными наконечниками *16*и *20.* Полюсный наконечник 72 соединен с полюсным наконечником *20.* Обмотки *15* и *19* установлены под углом 90° на

основании механизма. Стрелка *14* указателя расположена на оси в сборе с латунным противовесом *13* и стальным якорьком *21,* находящемся в точке пересечения осей катушек.

Ток от включателя зажигания подводится к входному контакту 17, далее проходит по обмотке левой обмотки *15* и от контактного зажима ***22*** идет на массу по двум направлениям: через подвижный контакт реостата и через правую обмотку *19.* В результате этого магнитный поток правой обмотки *19* остается постоянным, а магнитный поток левой обмотки *15* является функцией угла поворота рычага 7 датчика или уровня жидкости в баке. Магнитные потоки обмоток *15* и *19* пересекаются в точке нахождения подвижного якорька *21* магнитной системы стрелки *14* указателя, положение которой зависит от соотношения этих магнитных потоков или от уровня топлива в баке. При полном топливном баке сопротивление реостата является наибольшим и якорек *21* находится в положении, ближайшем к сердечнику обмотки *19,* а стрелка — в крайнем левом положении. При снижении уровня топлива сопротивление реостата снижается, ток, проходящий по нему, возрастает и якорек *21* перемещается в положение ближе к сердечнику обмотки *15,* а стрелка — соответственно ближе к правому краю шкалы. Расчетное сопротивление реостата датчика для всех типов магнитоэлектрических указателей находится в пределах 35... 50 Ом. Шкала указателя обычно градуируется в долях топлива в баке: 1,0...3/4...0,5... 1/4...0. В некоторых случаях градуировка шкалы производится в литрах топлива, остающегося в баке. Датчики различных моделей имеют одинаковые механизмы и отличаются между собой длиной рычага поплавка.

Современные транспортные машины снабжаются указателем, сигнализирующим о предельно низком уровне топлива, которого может хватить на пробег 70...80 км или работу в течение 1,2... 1,5 моточасов. Для этого в механическую систему датчика вводится контактная группа, посредством которой на панели приборов включается соответствующий сигнализатор.

Магнитоэлектрический, или логометрический, указатель уровня топлива имеет реостатный датчик, отличающийся от датчика электромагнитной системы несколько большим сопротивлением реостата (порядка 90 Ом). Конструктивная схема указателя аналогична схеме указателя температуры или давления (см. рис. 7.6), в которой роль чувствительного элемента выполняет реостат датчика уровня топлива. При этом указатель уровня топлива отличается обмоточными данными катушек и величинами резисторов. В сравнении с электромагнитным указателем логометрический указатель обладает большей точностью измерений из-за отсутствия массивных магнитопроводов, магнитная проницаемость которых зависит от окружающей температуры. Кроме того, логометрические указатели допускают больший поворот стрелки, что позволяет градуировать шкалу не в долях топливного бака, а в литрах остающегося в баке топлива.

Приборы контроля уровня тормозной жидкости работают по схеме контактного датчика, замыкающего цепь сигнальной лампы при снижении уровня жидкости до предельно низкого значения. По такой же схеме могут работать сигнализаторы снижения уровня охлаждающей жидкости и масла в системе смазки двигателя.

8.1.4. Приборы контроля частоты вращения и скорости

Для контроля частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости движения автомобиля применяются спидометры и тахометры. По принципу действия данные приборы разделяются на магнитоиндукционные и электрические; по способу привода — с приводом от гибкого вала и с электроприводом.

Спидометр. Предоставляет водителю информацию о скорости движения автомобиля и пройденном пути. Исходя из этого спидометр содержит два функциональных узла, объединенных в одном корпусе и имеющих общий привод. Скоростной узел преобразует частоту вращения входного вала в показания скорости на шкале. Счетный узел преобразует частоту вращения входного вала или иной сигнал от датчика в показания пробега автомобиля на счетных барабанах. В качестве задающего узла, с которым соединяется привод магнитоиндукционного спидометра, используется винтовой редуктор, располагаемый на выходном валу коробки передач.

Тахометр. Выполняется как в виде одного скоростного узла, когда необходимо контролировать только частоту вращения вала, так и в комплектации со счетным узлом, когда необходимо вести учет моточасов работы двигателя. Принцип действия узлов тахометра идентичен принципу действия аналогичных узлов спидометра. Привод магнитоиндукционного тахометра обычно соединяется с распределительным валом двигателя.

Привод магнитоиндукционных спидометров и тахометров осуществляется посредством гибких валов, если их длина не превышает 3,5 м. При большей длине между спидометром и задающим узлом целесообразно использовать электропривод, так как с увеличением длины гибкого вала увеличивается амплитуда колебаний его угловой скорости, вызывающая колебания стрелки.

Магнитоиндукционные скоростные узлы спидометров и тахометров с приводом от гибкого вала и с электроприводом работают по одному принципу. Различия проявляются только в конструктивном исполнении отдельных деталей.

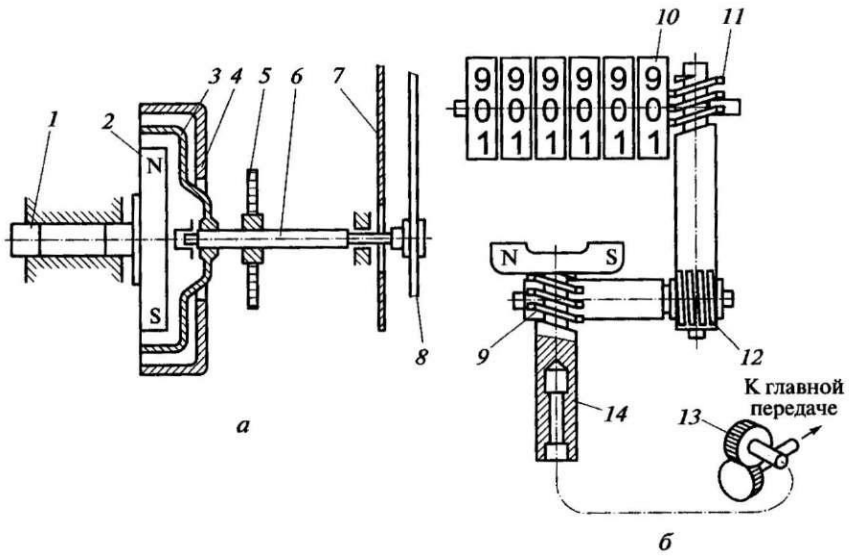


Рис. 7.9. Схема действия спидометра с приводом от гибкого вала: а — магнитоиндукционный скоростной узел; б — привод счетного узла; 1 — приводной валик; *2* — постоянный магнит; *3* — алюминиевая картушка; *4* — магнитный экран; 5 — возвратная пружина; *6* — ось стрелки; 7 — шкала; *8* — стрелка; *9* — ведущий червяк; ***10*** — начальный барабанчик счетного узла; 11 — ведомый червяк; ***12*** — промежуточный червяк; *13* — винтовой редуктор; *14* — входной валик

Задающим элементом магнитоиндукционного скоростного узла (рис. 7.9, *а)* является постоянный магнит *2,* закрепленный на оси приводного валика 1. Магнит может иметь одну или несколько пар полюсов, расположенных на его периферии. На оси *6,* вращающейся на двух подшипниках, вместе со стрелкой ***в*** закреплена алюминиевая картушка 3. С противоположной от магнита стороны за картушкой размещен магнитный экран *4,* концентрирующий магнитное поле от вращающегося магнита *2.* Экран *4* изготовляется из ферромагнитной стали типа СТ10.

При вращении магнита *2* его поле наводит в картушке вихревые токи, образующие ее собственное магнитное поле. Взаимодействие поля магнита с магнитным полем картушки создает тяговый крутящий момент, стремящийся повернуть картушку 3 в направлении вращения магнита *2* против действия момента от возвратной пружины 5. Величина тягового момента $M_т$, действующего на картушку, прямо пропорциональна угловой скорости вращения магнита:

$$M_т = \frac{c\Phi^2\upsilon}{\rho},$$

где ***c*** — постоянный коэффициент; Ф — магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом; υ — окружная скорость вращения по люсов магнита; ρ — электрическое сопротивление материала картушки.

Тяговый момент $M_т$ уравновешивается противодействующим моментом $M_{пр}$ возвратной пружины 5:

$$M_{пр} = \frac{Ehb^3\varphi}{12L},$$

где Е — модуль упругости материала пружины, Е = 215 МПа; h, b, *L* — соответственно ширина, толщина и длина возвратной пружины; **φ** — угол поворота картушки.

При постоянной скорости движения автомобиля частота вращения магнита также является постоянной и моменты, действующие на картушку со стороны магнита и возвратной пружины, уравновешиваются: $M_т = M_{пр}$.

Тогда угол поворота картушки или стрелки спидометра

$$\varphi = \frac{12c\Phi^2 L}{Eb^3 h\rho}\upsilon.$$

Если выразить постоянные величины одним коэффициентом

$$\frac{12c\Phi^2 L}{Eb^3 h\rho} = K,$$

то угол поворота стрелки $\varphi = K\upsilon$

можно рассматривать как величину, прямо пропорциональную угловой скорости или частоте вращения магнита. Следовательно, зависимость показаний спидометра от скорости автомобиля может рассматриваться как линейная величина в пределах равновеликой шкалы.

Точность показаний скоростного узла спидометра регулируется двумя действиями: изменением натяжения возвратной пружины 5 и 1 изменением степени намагниченности постоянного магнита *2.* В качестве основного показателя прибора используется его внешняя скоростная характеристика (рис. 7.10).

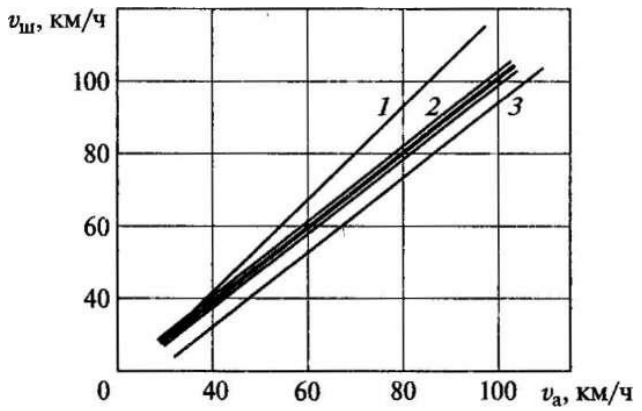


Рис. 7.10. Внешняя скоростная характеристика спидометра:

$v_а$ — фактическая скорость автомобиля; $v_ш$ — показания скорости по шкале скоростного узла спидометра

Регулирование степени намагниченности магнита изменяет на- клон характеристики (линия 1 на рис. 7.10). Изменение силы натяжения возвратной пружины вызывает параллельный сдвиг характеристики вверх или вниз (линия 3 на рис. 7.10). Посредством обеих регулировок можно добиться смещения характеристики в требуемую зону (линия *2* на рис. 7.10).

На приводном валике спидометра располагается однозаходный червяк, от которого приводится в действие счетный узел. Привод барабанчиков счетного узла представляет собой механический редуктор с последовательным действием трех пар червячных передач. Общее передаточное число такого редуктора в зависимости от модели прибора находится в пределах $U_с = 600 \ldots 1000.$

Точность показаний счетного узла спидометра зависит от правильности расчета передаточного числа редуктора спидометра и состояния шин автомобиля. Передаточное число $U_р$ винтового редуктора *13* (см. рис. 7.9), располагаемого на ведомом валу коробки передач, определяется в зависимости от передаточного числа главной передачи U_0 и радиуса качения колеса $r_к$.

Если за один километр пути колесо сделает $n_к = \dfrac{1000}{2\pi r_к}$ оборотов, то за это же расстояние входной валик спидометра сделает число оборотов

$$n_{в.с} = \frac{1000}{2\pi r_к U_0 U_р}.$$

Откуда при известном передаточном числе спидометра $U_с$ передаточное число редуктора спидометра можно выразить в виде

$$U_р = \frac{U_с}{U_0}\frac{2\pi r_к}{1000} = 6{,}28 \cdot 10^{-3}\frac{U_с r_к}{U_0}$$

Точность измерения пройденного пути зависит как от точности выбора передаточного числа редуктора спидометра $U_р$, так и от отклонений действительного радиуса качения колеса $r_к$ от расчетного из-за износа протектора давления воздуха в шинах, пробуксовки колес. Отклонения в показаниях спидометра, вызываемые такими факторами, достигают 10... 15 % от общего пробега. Кроме того, показания счетного узла могут быть занижены у автомобилей, совершающих часть пробега задним ходом вследствие сброса показаний при движении назад. Для исправления такого недостатка некоторые спидометры, устанавливаемые на грузовые автомобили, оборудуются специальным приводом счетного узла,

обеспечивающим суммирование показаний независимо от направления движения.

Привод спидометра посредством гибкого вала получил достаточно широкое распространение, однако в современных условиях его применение считается нежелательным вследствие присущих ему недостатков: малый срок службы; наличие крутильных колебаний; ограничения по длине; сложность прокладки. В качестве более совершенного варианта получает распространение электропривод по схеме «генератор — электродвигатель».

В схеме с электроприводом в качестве задающего узла используется трехфазный синхронный тахогенератор, приводимый в действие от ведомого вала коробки передач, а в качестве исполнительного элемента используется трехфазный синхронный электродвигатель, вал которого приводит во вращение приводной валик 1 спидометра (см. рис. 7.9). Ротор тахогенератора, выполняемый в виде постоянного магнита, соединен через редуктор с ведомым валом коробки передач. Напряжение, снимаемое с каждой обмотки фазы тахогенератора, подается по линиям связи на базу соответствующего транзистора. Частота импульсов напряжения, снимаемых с фазных обмоток тахогенератора, прямо пропорциональна скорости движения автомобиля. В коллекторную цепь каждого транзистора включается соответствующая фазная обмотка исполнительного электродвигателя. Импульсы напряжения имеют синусоидальную форму, что вызывает соответствующее переключение транзисторов в открытое и закрытое состояние. При переходе каждого транзистора в открытое состояние импульс напряжения от бортовой сети поступает на соответствующую фазную обмотку исполнительного электродвигателя, расположенную в его статоре. В результате чередования таких импульсов в статоре электродвигателя создается вращающееся магнитное поле, частота вращения которого прямо пропорциональна скорости автомобиля. Ротор электродвигателя, содержащий постоянный магнит, приводит в действие скоростной и счетный узлы спидометра.

Частота вращения коленчатого вала двигателя может быть измерена тремя способами:

- посредством тахогенератора, приводимого в действие от коленчатого или распределительного вала;
- путем регистрации частоты импульсов датчика момента ценообразования в системе зажигания;
- путем регистрации частоты импульсов напряжения с одной из фаз генератора.

Принцип действия тахометра, регистрирующего частоту импульсов датчика момента искрообразования, основан на преобразовании импульсов, возникающих в первичной цепи системы зажигания, в аналог напряжения с последующим измерением его магнитоэлектрическим прибором со шкалой, градуированной в единицы частоты вращения вала.

В преобразованном виде датчик выдает импульсы напряжения прямоугольной формы с частотой, прямо пропорциональной частоте вращения подконтрольного вала. Блок формирования запускающих импульсов БФИ (рис. 7.11) принимает входные сигналы и преобразует их в импульсы определенной амплитуды и формы с последующей их передачей на вход блока измерения импульсов. Блок измерения импульсов БИИ преобразует поток импульсов постоянной формы с переменной частотой в напряжение с линейной зависимостью от частоты импульсов. Это напряжение подается на вход магнитоэлектрического прибора с соответствующей градуировкой шкалы, мин$^{-1}$ или с$^{-1}$.

Внешняя скоростная характеристика электронного тахометра должна иметь линейную зависимость напряжения *U,* поступающего к контактам стрелочного магнитоэлектрического прибора *V* от частоты п вращения коленчатого вала двигателя.

На транспортных машинах с дизельными двигателями в качестве управляющих импульсов используется сигнал напряжения с одной из фаз генератора, где генератор оснащается специальным выводом для электронного тахометра. Функциональная схема тахометра аналогична схеме, представленной на рис. 7.11. Соответствующие изменения вносятся только в схему блока формирования импульсов.

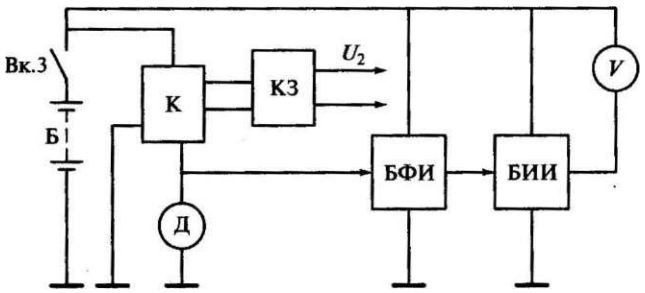


Рис. 7.11. Функциональная схема тахометра, регистрирующего частоту размыкания контактного датчика момента искрообразования:Вк. 3 — включатель зажигания; КЗ — катушка зажигания; Б — аккумуляторная батарея; Д — датчик импульсов; БФИ — блок формирования импульсов; БИИ — блок измерения импульсов; V— магнитоэлектрический стрелочный прибор; К — коммутатор системы зажигания

Электронные спидометры. Используют тот же принцип действия, что и электронные тахометры с получением сигнала от датчика импульсов, который в данном случае (рис. 7.12) получает привод от подконтрольного вала, как правило, выходного вала коробки передач. Синусоидальные импульсы, выходящие от тахогенератора Д, посредством встроенного амплитудно-цифрового преобразователя преобразуются в импульсы прямоугольной формы и подаются на вход блока БИИ измерения частоты импульсов, который выдает аналоговый сигнал напряжения, прямо пропорциональный скорости автомобиля. Этот сигнал подается к блоку

установки масштаба БМ и далее к стрелочному магнитоэлектрическому прибору *V с* градуировкой шкалы, км/ч, и информирует водителя о скорости автомобиля.

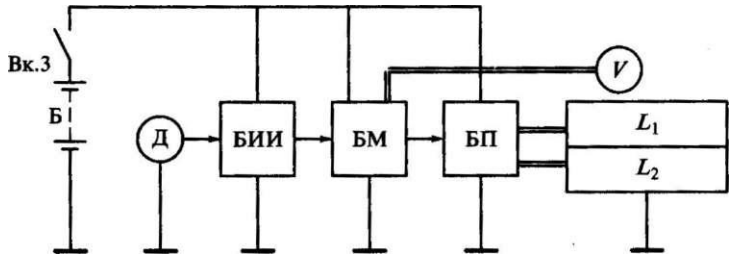


Рис. 7.12. Функциональная схема электронного спидометра: Б — аккумуляторная батарея; Вк.З — включатель зажигания; Д — датчик импульсов; БИИ — блок измерения импульсов; БМ — блок установки масштаба; БП — блок памяти; V — стрелочный магнитоэлектрический прибор измерения скорости; L_1 и L_2— информационные узлы счетчика пути от конкретного места и от начала эксплуатации

Блок установки масштаба выдает цифровой сигнал к блоку памяти, осуществляющему регистрацию количества принимаемых импульсов в масштабе проходимого автомобилем пути. Подсистема памяти разделяется на две составляющие: счетчик пути от начала эксплуатации автомобиля L_2 и счетчик пути от конкретного места с возможностью обнуления предыдущей информации L_1 Информация от блока памяти передается водителю посредством цифровых светодиодных или жидкокристаллических индикаторов. В некоторых случаях такие же цифровые индикаторы используются для передачи информации водителю и о скорости автомобиля.

8.1.5. Тахографы

В ряде случаев при выполнении транспортной работы на автомобилях, совершающих дальние перевозки, требуется учет фактических данных пройденного пути, скорости движения и расхода топлива на участках пути. Цель установки тахографа — контроль за режимом работы автомобиля и его водителей, а также предоставление необходимых данных в случае дорожно-транспортных происшествий.

Тахограф представляет собой записывающий прибор, осуществляющий непрерывное измерение и регистрацию скорости движения, км/ч, времени, ч или мин, пройденного пути, км, превышения заданной скорости, действий каждого из водителей по управлению автомобилем, проведения ремонтных работ и отдыха.

Регистрирующая система тахографа может производить запись подконтрольных показателей как в аналоговой форме на диаграммных дисках, так и в цифровой форме с записью на компьютерных носителях информации. Питание тахографа осуществляется от бортовой сети автомобиля.

Составными частями тахографа являются блоки часового механизма с механизмом записи показаний отметчика времени, механизма записи пройденного пути, механизма записи скорости, механизма записи расхода топлива, устройства регистрации режимов работы водителей, устройства регистрации попыток вскрытия тахографа и электронных блоков.

Часовой механизм тахографа осуществляет отсчет и индикацию текущего времени, а также вращение диаграммного диска. Привод часового механизма производится посредством шагового электродвигателя, питаемого от бортовой сети. При отключении питания часовой механизм производит соответствующие отметки на диске. Механизм записи пройденного пути включает в себя электродвигатель, кинематическую цепь самописца и суммирующий счетчик. Механизм записи скорости состоит из электродвигателя постоянного тока, самописца и стрелочного индикатора скорости. Датчик скорости тахографа приводится в действие от ведомого вала коробки передач параллельно спидометру. Механизм записи расхода топлива включает в себя шаговый электродвигатель, кинематический механизм и самописец. Датчик расхода топлива включается в магистраль между топливоподкачивающим насосом и топливным насосом высокого давления, чтобы исключить долю потока топлива, проходящую по обратной магистрали.

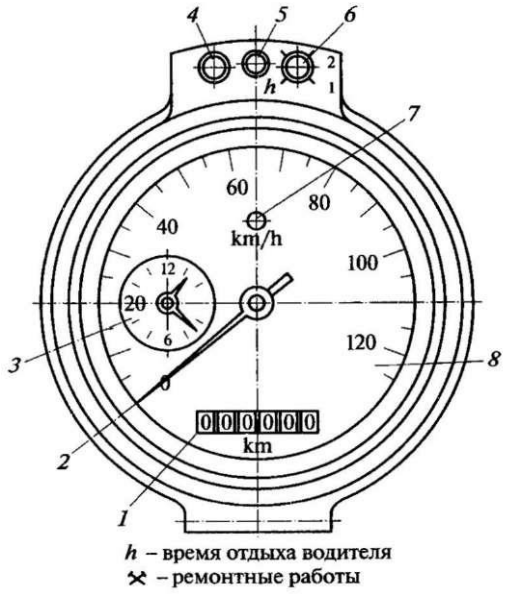


Рис. 7.13. Информационное табло тахографа**:** 1 — счетный узел пробега автомобиля; *2* — стрелка указателя скорости; 3 — циферблат часового механизма; *4* — запасной переключатель режимов записи; *5* — включатель зажигания; *6* — переключатель режимов работы водителей (1 — первый водитель; 2 — второй водитель); 7 — сигнализатор достижения заданной скорости; 8 — отметка предельно допустимой скорости

Конструкция тахографа предусматривает возможность предоставления информации на дополнительном индикаторе посредством переключателя *4*

(рис. 7.13) о пройденном пути, км, расходе топлива, л, удельном расходе топлива, л/ч, и путевом расходе топлива, л/100 км.

Отдельные модели тахографов предусматривают возможность записи информации как на диаграммных дисках, так и на бумажной ленте. При записи на бумажной ленте по продольной оси ее движения производится запись отметчика времени, а по перпендикулярной ей оси осуществляется запись всех остальных показателей.

Запись на бумажной ленте представляется более удобной для расшифровки, однако тахографы с записью на диаграммных дисках получили большее распространение вследствие лучшей защищенности их записывающих систем от толчков и вибраций, а также меньшей собственной массы прибора, находящейся в пределах 3,5...5,0 кг.

Аналоговыйтахограф осуществляет запись на диаграммные диски или на бумажную ленту. При записи на диски их замена производится автоматически, что позволяет обеспечить непрерывную регистрацию показателей движения в течение нескольких суток.

Тахограф цифровой записи принимает аналоговые сигналы от датчиков требуемых показателей. В каждом канале аналоговый сигнал преобразуется в цифровую форму с последующей записью на магнитный диск или CD. Расшифровка записи осуществляется посредством бортового или стационарного компьютера при сдаче отчетной документации о проделанной транспортной работе. Тахограф любого типа регистрирует попытки несанкционированных вмешательств в его рабочий процесс.

8.2. Бортовая система контроля

В соответствии с рекомендациями Европейской Экономической Комиссии по безопасности движения каждый автомобиль должен оборудоваться бортовой системой контроля или системой, информирующей водителя о возникновении неисправностей, а также предельных состояний работоспособности деталей, узлов и агрегатов. В качестве основных подконтрольных бортовой системе контроля параметров рассматриваются уровень масла в картере двигателя, коробки передач и главной передачи, уровень охлаждающей жидкости, уровень тормозной жидкости, уровень жидкости в бачке стеклоомывателя, износ тормозных накладок, неисправность ламп световых приборов, неплотность закрытия дверей.

Проведение водителем перед каждым выездом таких проверок представляет значительную трудоемкость и определенные потери времени, в связи с чем более удобной представляется система, информирующая водителя о состоянии подсистем автомобиля в процессе движения.

В зависимости от предъявляемых требований к безотказности систем автомобиля и безопасности движения перечень указанных параметров может изменяться. Простейшая бортовая система контроля включает в себя датчики подконтрольных параметров, блоки управления и отображения информации на панели приборов.

Для контроля уровней эксплуатационных жидкостей используются герметичные контактные датчики (герконы), замыкающие электрическую цепь при приближении к ним постоянного магнита.

При снижении уровня эксплуатационной жидкости (рис. 7.14) поплавок *2* с встроенным постоянным магнитом опускается по направляющей трубке 3, ив определенном его положении срабатывает геркон 7, замыкая электрическую цепь питания сигнальной лампы или светодиода, выдающий соответствующий информационный сигнал на панели бортовой системы контроля. В определенных случаях могут применяться герконы, срабатывающие как на замыкание, так и на размыкание электрической цепи при приближении к ним или удалении от них постоянного магнита.

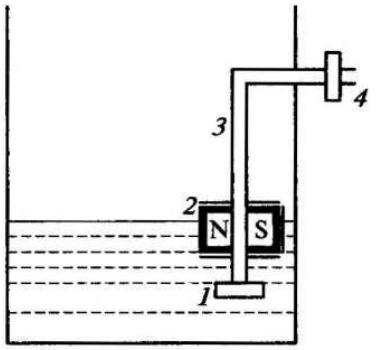


Рис. 7.14. Датчик уровня жидкости:1 — геркон;2 — поплавок с встроенным постоянным магнитом; *3* — направляющая трубка; *4* — контактный разъем

Для контроля износа тормозных накладок и накладок сцепления могут применяться датчики двух видов: размыкающие и замыкающие подконтрольную электрическую цепь. При наличии размыкающего датчика в накладку на определенную глубину, соответствующую ее предельному износу, вводится тонкий провод, который при наступлении предельного состояния перетирается и размыкает электрическую цепь, о чем передается соответствующая информация водителю.

При наличии замыкающего датчика в накладку на глубину предельного износа встраивается пластина из мягкого металла, замыкающая электрическую цепь при соприкосновении с барабаном или диском при торможении, о чем также передается соответствующий сигнал на информационную панель. Контроль износа накладок сцепления в настоящее время представляется затруднительным вследствие сложности подвода электрической цепи к вращающимся деталям.

Контроль исправности ламп приборов светотехнической системы осуществляется посредством специального реле, контролирующего нормальную работу ламп подконтрольных цепей.

При исправном состоянии ламп Л1...Л6 реле контроля исправности ламп РКП (рис. 7.15) пропускает ток требуемой величины по каждой из контролируемых цепей. Сигнальная лампа, расположенная на

информационной панели, не горит. При возникновении неисправности в одной из контролируемых цепей в случаях перегорания лампы, размыкания предохранителя, повышения переходного сопротивления в контактном переходе срабатывает соответствующая подсистема реле контроля РКЛ, в результате чего на информационной панели включается сигнальная лампа СЛ, сообщающая водителю о возникновении неисправности в системе световых приборов. В качестве дальнейших действий от водителя требуется установление места и причины неисправности.

На автомобилях представительского класса применяются реле контроля ламп световых приборов, сигнализирующих еще о месте возникновения неисправности посредством светодиодной индикации на информационной панели.

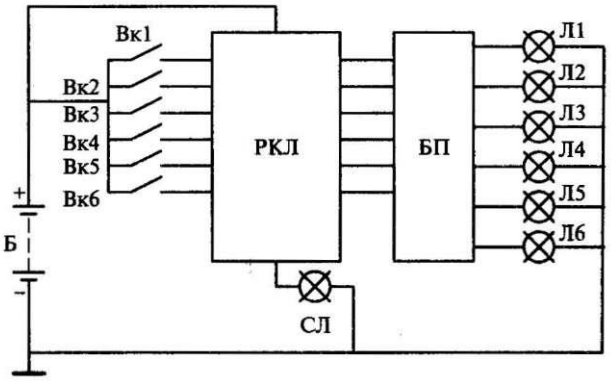


Рис. 7.15. Функциональная схема реле контроля ламп световых приборов: Б — аккумуляторная батарея; Вк1... Вкб — включатели цепей подконтрольных ламп; БП — блок предохранителей; РКЛ — реле контроля исправности ламп; Л1... Л6 — подконтрольные лампы световых приборов; СЛ — сигнальная лампа

Для информации о неплотном закрытии дверей применяются гер- коны, располагаемые в замках дверей, с постоянными магнитами, размещаемые на соответствующих штоках, связанных с подвижными элементами замков. Штоки, на которых располагаются магниты, имеют соответствующие регулировки по длине хода магнита для обеспечения точности срабатывания геркона при фиксации двери в закрытом состоянии. При открытой или не полностью закрытой двери высвечивается соответствующая светодиодная индикация.

Для контроля блока сигнализации бортовой системы контроля предусматривается соответствующий кнопочный включатель, при нажатии на который происходит одновременное включение всех контрольных ламп или светодиодов.

Среди параметров, трудно поддающихся дистанционному контролю бортовой системой контроля, находятся износ накладок ведомого диска сцепления и давление воздуха в шинах. Конструкции таких систем,

возможных к применению на автомобилях, находятся в стадии технических разработок.

8.3. Система встроенных датчиков

Для диагностического контроля состояния узлов и агрегатов автомобиля с использованием специальных стендов каждый современный автомобиль оборудуется системой встроенных датчиков. Местом подключения диагностического стенда и системы встроенных датчиков на отечественных автомобилях является универсальный 12-полюсный штекерный разъем, к контактам которого подводятся электрические аналоговые сигналы от датчиков, контролирующих соответствующие показатели работы узлов и агрегатов автомобиля. Количество контролируемых показателей, а следовательно, и количество каналов передачи информации в общем случае не нормируется, однако в современных условиях на отечественных автомобилях, работающих на легком топливе, система встроенных датчиков содержит:

- датчик положения коленчатого вала относительно верхней мертвой точки первого или четвертого цилиндра (на автомобилях ВАЗ моделей 2101 ...2107);
- датчик высокого напряжения системы зажигания;
- датчик опорного цилиндра (при наличии высоковольтного распределителя).

Кроме указанного к контактам штекерного разъема подводятся: клемма «+» генератора, «масса» двигателя, клеммы «+» и «-» катушки зажигания.

Система встроенных датчиков позволяет определять:

- напряжение аккумуляторной батареи без нагрузки, под нагрузкой от работающего стартера, при заторможенном стартере;
- напряжение генератора при работающем регуляторе напряжения;
- исправность выпрямительных диодов генератора;
- уровень высокого напряжения при пуске двигателя и в зависимости от частоты вращения коленчатого вала;
- показатель скважности в системе зажигания;
- асинхронизм искрообразования по цилиндрам двигателя;
- исправность автоматов регулировки угла опережения зажигания (или впрыска топлива) при контрольных значениях частоты вращения коленчатого вала и в некоторых случаях нагрузки на двигатель;
- эффективность работы цилиндров по падению частоты вращения коленчатого вала при отключениях цилиндров.

Система встроенных датчиков позволяет за короткое время произвести диагностический анализ состояния двигателя и по полученным показателям принять решение о необходимости регулировочных или ремонтных работ.

Диагностика состояния узлов и агрегатов силовой передачи и подвески возможна на специальных стендах с беговыми барабанами. Электрическая схема системы встроенных датчиков при этом должна быть согласована с электрической схемой стенда.

8.4. Электронные информационные устройства

Передача водителю информации о режиме транспортной работы современного автомобиля и техническом состоянии его узлов и агрегатов осуществляется как посредством панели, на которой размешаются контрольно-измерительные приборы и блок индикации бортовой системы контроля, так и при помощи электронной информационной системы.

Электронные информационные устройства позволяют водителю получать намного больший поток информации дополнительно к поступающему потоку от приборной панели ограниченной площади. Электронное информационное устройство управляется бортовым компьютером, который по командам водителя может выдавать на монитор несколько вариантов значимой информации, в том числе с дублированием звуковым сообщением. При этом аварийная информация передается водителю без его участия. Для электронной индикации применяются светодиодные или жидкокристаллические дисплеи.

При стоянках автомобиля электронные информационные системы могут работать в режиме приема телевизионных программ. Кроме того, информационное устройство, подключенное к системе спутниковой или местной сотовой связи, позволяет вызывать на экран карту местности с индикацией на ней места нахождения автомобиля и дорожной обстановки на конкретных участках. При этом водитель может получать информацию о наиболее удобном маршруте движения с выполнением соответствующих расчетов затрат времени и расхода топлива.

В некоторых случаях бортовая информационная система может информировать водителя о прогнозных оценках последствий принимаемых им действий, включая выдачу предупреждений о возможных угрозах аварийных ситуаций. При этом бортовая система контроля дополняется рядом датчиков, позволяющих измерять расстояния до идущего впереди и следующего позади автомобилей, оценивать состояние дорожного покрытия, наличие продольных и поперечных уклонов и т.д.

В качестве недостатков электронных информационных устройств можно рассматривать их повышенную требовательность к температурному режиму и защищенности от вибрационных нагрузок, а также высокую стоимость эксплуатации систем спутниковой связи, составляющую в настоящее время величину порядка 1ООО долл. в год на одно транспортное средство.

8.5. Противоугонные системы

В современных условиях электронные противоугонные системы являются частью стандартного оборудования выпускаемого транспортного

средства. Порядок действия противоугонной системы определяется ее алгоритмом, реализующим защиту автомобиля на следующих трех уровнях.

Защита по периметру. Используются микровыключатели для контроля за открывающимися элементами автомобиля. При попытке несанкционированного открытия одной из дверей, капота или багажника включаются звуковой и световой сигналы.

Защита по объему. Посредством инфракрасных, ультразвуковых или микроволновых датчиков контролируется движение в салоне автомобиля. При появлении несанкционированного движения включается сигнал тревоги.

Иммобилизация двигателя. Блокируется пуск двигателя при получении сигнала тревоги. Данное решение осуществляется следующими двумя способами:

- аппаратной иммобилизацией, когда при получении сигнала тревоги специальная аппаратура осуществляет разрывы в цепях управления пусковой системой двигателя;
- программной иммобилизацией, когда при получении сигнала тревоги электронный блок управления двигателем блокирует калибровочные диаграммы подсистем зажигания и подачи топлива. Стартер может прокручивать коленчатый вал, но двигатель не запустится. Для повышения эффективности работы такой системы необходима адаптация электронного блока управления к данному двигателю посредством алгоритмического кода, без введения которого невозможна работа двигателя с другим работоспособным электронным блоком управления.

Комплектация автомобиля противоугонными устройствами обычно определяется его классом или размерной группой. Минимальная комплектация предусматривает установку средств периферической защиты и аппаратной иммобилизации.

Управление работой противоугонного устройства. Выполнение данной функции осуществляется посредством дверного ключа, когда исключается сканирование радиочастотного сигнала, либо от дистанционного пульта.

Система управления противоугонным устройством состоит из портативного передатчика, размещаемого в дистанционном пульте (который находится у водителя вместе с ключом зажигания), и размещаемого в автомобиле приемника, подключенного к электронному блоку управления двигателем и центральному замку. В некоторых случаях передатчик может размещаться в ключе зажигания. Электропитание передатчика осуществляется от малогабаритных батареек. Исполнительный элемент передатчика выполняется на базе 8 или 16-разрядного микропроцессора.

Работу противоугонной системы можно рассматривать в двух режимах: «режим ожидания» и «режим охраны». Переключение системы из одного режима в другой осуществляется передатчиком посылкой соответствующего цифрового кода. Посылка кода может быть осуществлена посредством

инфракрасного излучения либо радиосигналом в УКВ-диапазоне. Сигнал инфракрасного излучения не создает электромагнитных помех и не может быть перехвачен для несанкционированного использования, однако этот сигнал может передаваться на небольшой дистанции и для его наведения на приемник требуется большая точность.

Управляющий УКВ-сигнал может быть передан на расстояние до 300 м и более, однако он может быть перехвачен и декодирован посредством специальной аппаратуры. В связи с тем, что такой сигнал может являться источником радиопомех, законодательно установлен частотный диапазон работы систем управления охранными устройствами.

Повышение секретности линий связи достигается использованием набора кодов, когда при каждом включении передатчика происходит смена кода. Программное обеспечение приемника синхронизирует его работу с передатчиком, когда приемник ожидает появление соответствующего очередного кода. Система может работать по циклическому набору кодов из заданного количества, когда при очередном нажатии кнопки посылается следующий из заданного набора код, либо по программируемому набору кодов, когда приемник ожидает появление кода, определенного генератором случайных чисел.

Данная система не исключает появления сбойных ситуаций выхода из синхронизации приемника и передатчика, возникающих при случайном нажатии кнопки управления вне зоны связи. В таких случаях дистанционная система управления выключается из работы, но при отпирании двери ключом система связи приемника и передатчика вновь возвращается в режим синхронизации.

При включении приемника в режим охраны запускается 16-разрядный синхронизирующий счетчик. По определенному алгоритму генератор динамического кода вырабатывает динамический код объемом до 32 бит в функции от значения статического кода или секретного ключа и состояния синхронизирующего счетчика. Код нажатой кнопки, заводской номер пульта управления и динамический код образуют управляющее слово объемом до 70 бит, которое передается приемнику.

Если идентификационный номер пульта управления, статический код и состояние синхронизирующего счетчика известны программно-запоминающему устройству приемника, принятая информация идентифицируется по номеру пульта и обрабатывается. Далее включается синхронизирующий счетчик приемника и в его генераторе случайных чисел вырабатывается динамический код. При совпадении динамических кодов приемника и передатчика переданная команда выполняется.

В качестве статических кодов приемника и передатчика используются их заводские номера. Генератор динамического кода, работающий от 16-разрядного микропроцессора, вырабатывает 65635 различных меняющихся по заданному алгоритму комбинаций кода.

При включении противоугонной системы 25 раз в сутки повторение кода произойдет через 2620 сут.

Системы дистанционного управления противоугонными устройствами являются криптографическими, т. е. вероятность расшифровки кода тем меньше, чем больше длина статического кода.

Современные противоугонные системы могут выполняться с наличием обратной связи, когда блок приемника дополняется передатчиком, который при вскрытии автомобиля в дополнение к работе внешней сигнализации посылает сигнал тревоги в приемник, размещаемый в находящемся у водителя пульте управления. Дальность действия такого устройства обычно составляет 300...500 м.

Иммобилизатор с микротранспондером в ключе зажигания. Данная подсистема позволяет осуществлять пуск двигателя без введения в замок ключа зажигания, при нахождении в непосредственной близости от замка управляющего элемента — транспондера, выполняющего роль электронного ключа. Как правило, транспондер размещается в виде подсистемы в пульте управления противоугонной системой.

Транспондер содержит выполненный в виде микросхемы программный идентификатор, принимающую электромагнитную катушку и конденсатор, образующие емкостно-индуктивный колебательный контур. В замке зажигания располагается приемник, содержащий блок памяти и исполнительное устройство, позволяющее осуществлять пуск двигателя.

При нахождении транспондера в непосредственной близости от приемника (около 1 м) возникает электромагнитная связь между приемником и колебательным контуром транспондера. При этом на вход приемника передается кодовое слово.

Если это слово соответствует коду, находящемуся в памяти приемника, электронный блок управления двигателем получает разрешение на пуск двигателя.

Пуск двигателя возможен как посредством поворота ротора замка, так и дистанционно, без открытия дверей автомобиля. После пуска двигателя от приемника передается транспондеру новое кодовое слово, которое будет использоваться при следующем запуске двигателя.

Если приемник утрачивает связь с транспондером, например когда водителя выбрасывают из салона, через небольшой промежуток времени двигатель останавливается.

Несмотря на малый радиус действия такого сигнала возможно его сканирование с последующей расшифровкой и воспроизведением. Для противодействия такому явлению принимаются те же меры, что и для связи пульта управления с приемником электронного управления двигателем.

В качестве основного направления рассматривается использование микропроцессоров с большим числом разрядов, позволяющих удлинять кодовые комбинации и усложнять задачи по их расшифровке.

Электропитание размещаемых в автомобиле приборов противоугонной системы осуществляется от бортовой сети. Однако в некоторых случаях для таких целей возможно их питание от автономных, размещаемых в потайных местах источников энергии.

Дополнительные датчики. В дополнение к рассмотренной базовой противоугонной системе в целях большей защищенности автомобиля могут применяться дополнительные возможности:

• отключение подачи топлива возможно путем введения в топливную магистраль электромагнитного клапана прямого либо чаще обратного действия, когда перекрытие топлива происходит одновременно с включением зажигания. При наличии топливоподающего насоса с электроприводом возможно включение в цепь электропитания этого насоса геркона, управляемого от постоянного магнита. При наличии магнита цепь электропитания насоса оказывается замкнутой. При оставлении автомобиля водитель уносит с собой малогабаритный магнит и цепь питания топливного насоса оказывается разомкнутой, что делает невозможным несанкционированный запуск двигателя. Место расположения геркона внутри какой-либо пластмассовой панели и место расположения постоянного магнита снаружи этой панели определяются по усмотрению водителя;

• фиксаторы разбивания стекла, включающие охранную сигнализацию при разбивании стекол, могут выполняться по двум вариантам. В первом варианте на стекле размещается петля из тонкого провода. При разбивании стекла происходит разрыв провода, сопровождаемый срабатыванием охранной сигнализации. Этот вариант более целесообразен для использования на неподвижных стеклах. Во втором варианте при наличии опускающихся стекол в корпусе двери возле нижнего конца стекла размещается геркон, а на соответствующей ему поверхности стекла — постоянный магнит. При разбивании или попытке опустить стекло магнит отходит от геркона и включается охранная сигнализация;

• датчик наклона автомобиля включает охранную сигнализацию при попытке поднять автомобиль для снятия колеса, при буксировке либо при других попытках его несанкционированного перемещения;

• датчик нахождения автомобиля на местности выдает информацию посредством системы ГЛОНАСС или GPS в случае его несанкционированного движения. Для большей надежности такого датчика его питание осуществляется от автономного источника. Для затруднения обнаружения такого датчика на автомобиле его сигнал выдается не непрерывно, а только по соответствующему запросу по навигационной системе. До получения такого запроса датчик работает только в режиме приемника.

Оборудование и материалы

1. Приборы измерения температуры

2.Сигнализатор аварийной температуры
3. Указатель давления или разряжения с трубчатой пружиной
4. Датчик давления биметаллический импульсный
5. Датчик давления реостатный
6. Схема соединения приборов измерения давления с магнитоэлектрическим указателем и реостатным датчиком
7. Мембранный датчик аварийного давления масла
8. Электромагнитный указатель уровня топлива
9. Спидометр
10. Тахометр
11. Электронные спидометры
12. Аналоговый тахограф
13. Тахограф цифровой
14. Датчик уровня жидкости
15. Противоугонные системы

Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

Задания

- Изучить контрольно-измерительные приборы
- Изучить бортовую систему контроля
- Изучить автомобильные провода

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Составление схем и эскизов с пояснениями.
4. Результаты проведения экспериментов.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные характеристики включателей и переключателей?
2. Как различаются приборы коммуникационной аппаратуры по функциональному назначению?
3. Какова область использования электромагнитных контактов?

Лабораторная работа № 9.
Тема: Электропривод вспомогательного и технологического оборудования.
Схемы электрооборудования. Коммутационная и защитная аппаратура

Цель: Изучить электропривод вспомогательного и технологического оборудования. Изучить схемы электрооборудования и коммутационная и защитная аппаратура

Знать:
- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности электропривода вспомогательного оборудования, схем электрооборудования и коммутационной и защитной аппаратуры транспортных средств.

Уметь:
- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов электропривода вспомогательного оборудования, схем электрооборудования и коммутационной и защитной аппаратуры транспортных средств.

Владеть:
- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов электропривода вспомогательного оборудования, схем электрооборудования и коммутационной и защитной аппаратуры транспортных средств.

Теоретическая часть

9.1. Электропривод вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию относится система узлов, приборов и аппаратов, обеспечивающих возможность работы транспортного средства в неблагоприятных условиях, а также создание для водителя и пассажиров достаточно комфортной обстановки по наличию отопления и вентиляции, очистке стекол, радиосвязи, подъему и опусканию стекол дверей, приводу замков и т.д.

В зависимости от класса конструкция современного автомобиля предусматривает наличие до 30 и более узлов вспомогательного оборудования, действие которого обеспечивается электроприводом. Электропривод представляет собой электромеханическую систему, объединяющую электродвигатель, передаточный механизм, исполнительный механизм, коммутационную аппаратуру и аппаратуру управления электродвигателем. В некоторых случаях электропривод может включать несколько электродвигателей и передаточных механизмов.

Объектами использования вспомогательного оборудования с электроприводом являются: нагнетатели воздуха системы отопления и вентиляции салона, обдува радиатора, предпусковые подогреватели, стекло- и фароомыватели, стекло- и фароочистители, механизмы подъема и

опускания стекол, нагнетания топлива от бака к двигателю, механизмы выдвижения антенн, поворота фар-искателей и прожекторов, механизмы регулировки положения сидений и т.д. Довольно часто конструкция механизма предусматривает объединение электродвигателя с системой передачи энергии и частично с системой управления и защиты. При этом электродвигатель, объединенный с редуктором, представляет собой моторедуктор, а электродвигатель, объединенный с насосом, может рассматриваться как мотонасос.

Основным показателем, характеризующим длительность рабочего цикла электродвигателя, является его рабочий режим, который может быть: продолжительным, кратковременным или повторно- кратковременным.

Продолжительный режим характеризуется неограниченной по времени длительностью рабочего цикла, при которой температура электродвигателя и других устройств привода находится в заданных границах. В качестве примеров могут быть рассмотрены нагнетатели воздуха системы отопления и вентиляции салона, электродвигатели стеклоочистителей непрерывной работы, электробензонасосы.

Кратковременный режим характеризуется относительно короткими промежутками времени включения, в течение которых температура электродвигателя не успевает достичь предельного значения. Перерыв в работе механизма оказывается достаточным для охлаждения электродвигателя до температуры окружающей среды. В кратковременном режиме работают электродвигатели механизмов подъема и опускания стекол, выдвижения антенн, регулировки сидений и т.д.

Повторно-кратковременный режим характеризуется периодическим чередованием циклов работы и пауз остановки. При этом во время работы температура электродвигателя не успевает достичь предельного значения, а во время остановки она не успевает снизиться до температуры окружающей среды. В качестве примера устройств, работающих в таком режиме, могут быть рассмотрены электродвигатели стеклоочистителей периодического включения, электродвигатели стеклоомывателей и т.д. Основным показателем повторно-кратковременного режима является относительная продолжительность включения (ПВ), представляющая собой отноше- I ние

$$\text{ПВ} = \frac{t_\text{р}}{T_\text{ц}},$$

где $t_\text{р}$ — временной промежуток работы электродвигателя; — время цикла. $T_\text{ц}$

i

Время цикла определяется по формуле

$$T_\text{ц} = t_\text{р} + t_\text{о},$$

где $t_\text{о}$ — временной промежуток отдыха электродвигателя.

Требования, предъявляемые к электродвигателям, обусловлены режимами работы узлов. Электродвигатели отопителей и вентиляторов имеют продолжительный режим работы и обладают малым пусковым моментом. Электродвигатели стеклоподъемников должны обладать большим пусковым моментом при кратковременном режиме работы. Электродвигатели стеклоочистителей должны обладать жесткой механической характеристикой, обеспечивающей постоянство частоты вращения вала при переменных нагрузках. Электродвигатели предпусковых подогревателей, выдвижения антенн, наклона фар должны нормально работать в широком диапазоне температур окружающего воздуха.

В автомобильной и тракторной промышленности нашли применение электродвигатели постоянного тока номинальным напряжением 12 и 24 В. Номинальная мощность таких электродвигателей соответствует ряду 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 150, 180, 250, 370 Вт при номинальных частотах вращения вала из ряда 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 9000, 10000 мин$^{-1}$. В зависимости от требуемой механической характеристики электродвигатели электромагнитного возбуждения имеют последовательное или параллельное возбуждение. Электродвигатели, работающие в реверсивном режиме, оснащаются двумя обмотками возбуждения. При этом перспективным направлением в настоящее время считается конструкция электродвигателей мощностью до 120 Вт с возбуждением от постоянных магнитов. Это позволяет в определенной мере уменьшить их массогабаритные параметры, повысить КПД, повысить безотказность и долговечность за счет упрощения электрической схемы. Кроме того, все электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов могут работать в реверсивном режиме.

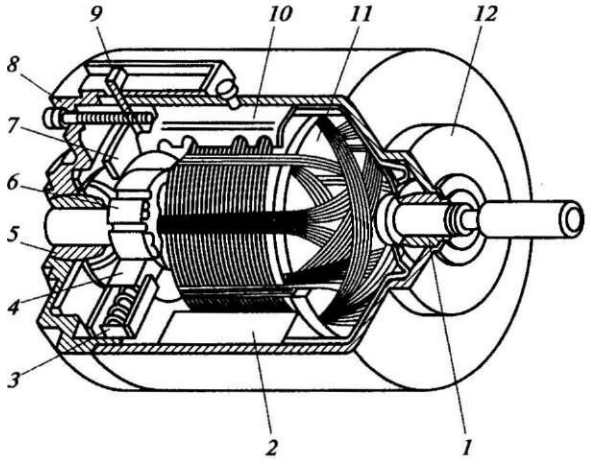


Рис. 6.18. Электродвигатель с возбуждением от постоянных магнитов: *1* — передний подшипник; *2* — постоянные магниты; *3* — щеткодержатель; *4* — щетка; 5— задний подшипник; *6* — коллектор; 7— траверса; 8— задняя крышка; 9— пластина; ***10*** — пружины постоянных магнитов; ***11*** **—** вал якоря; ***12*** — крышка передняя

Источником магнитного потока в таких электродвигателях (рис. 6.18) являются расположенные в статоре постоянные магниты 2, имеющие

несколько пар полюсов. Опорами вала ротора являются металлокерамические подшипники скольжения 1 и 5, располагаемые в передней *12* и задней *8* крышках, которые крепятся к корпусу посредством стяжных винтов. Электропитание силовой обмотки якоря производится посредством контакта щеток *4* с коллектором *6*. В конструкции электродвигателей мощностью до 100 Вт в качестве опор ротора используются подшипники скольжения с металлокерамическими вкладышами. Электродвигатели большей мощности оснащаются шариковыми или роликовыми радиально-упорными подшипниками качения с запасом смазки, рассчитанным на весь период эксплуатации.

Электродвигатели мощностью более 100 Вт, как правило, оборудуются обмоткой возбуждения, располагаемой на сердечниках, в качестве которых используются постоянные магниты. Для обеспечения жесткой механической характеристики электродвигателя обмотка возбуждения включается параллельно обмотке якоря.

При необходимости работы электродвигателя с жесткой механической характеристикой в режиме с несколькими скоростями обмотка возбуждения оснащается дополнительными выводами, на которые подается электропитание, исходя из потребности в скоростном режиме. Электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов оборудуются дополнительными щетками, при включении или отключении которых изменяется частота вращения якоря.

Электродвигатели привода систем отопления и вентиляции, а также нагнетания воздуха предпусковых подогревателей должны иметь мощность до 40 Вт при частоте вращения вала в диапазоне 2500... 3000 мин$^{-1}$, обладать жесткой механической характеристикой и работать в диапазоне окружающих температур от -40 до +70 С. Скоростной режим такого электродвигателя должен иметь две или три ступени.

Электродвигатели привода стеклоочистительных установок и стеклоподъемников также должны обладать жесткой механической характеристикой, обеспечивающей постоянство скорости перемещения рабочего органа независимо от сил сопротивления его движению. При этом для увеличения момента на выходном валу и снижения частоты его вращения используется механический редуктор, объединяемый с электродвигателем. Единая конструкция (рис. 6.19) представляет собой моторедукгор, используемый для привода различных механических систем: стеклоочистителей, фароочистителей, регулировки углов наклона оптических осей фар, привода стеклоподъемников, выдвижения и поворота антенн, фароискателей. В конструкциях автомобилей представительского класса моторедукторы используются для привода механизмов перемещения крыш, открытия моторного и багажного отсеков, а также ряда других вспомогательных механизмов.

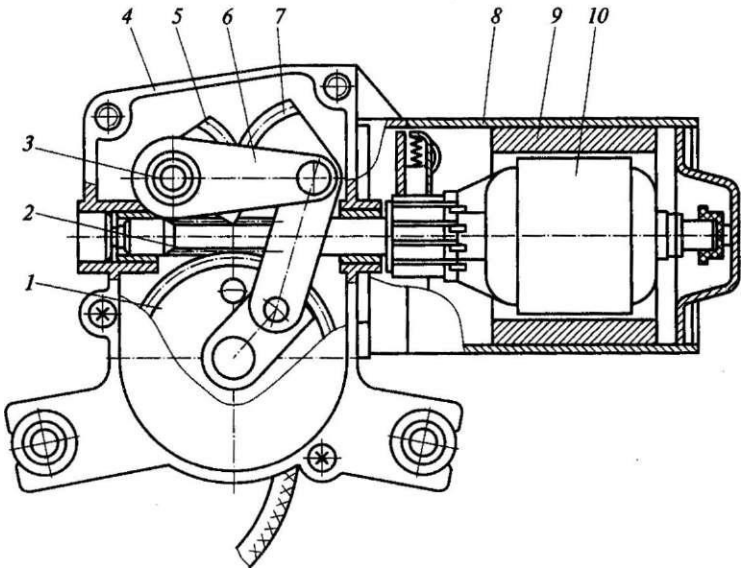


Рис. 6.19. Моторедуктор привода стеклоочистителя:

1 — шестерня; *2* — червяк; *3* — выходной вал; *4* — корпус редуктора; *5* — зубчатый сектор; *6* — серьга; 7 — зубчатый сектор; *8* — корпус; *9* — постоянный магнит; *10* — якорь электродвигателя

Дополнительно для работы стеклоочистителей устанавливаются омыватели ветрового и заднего стекол. Система омывателя стекла представляет собой небольшой бачок жидкости с центробежным насосом, приводимым от электродвигателя. Электродвигатель обладает жесткой механической характеристикой и рассчитан на работу в кратковременном режиме. При включении электродвигателя жидкость под давлением до 0,1 МПа подается к форсункам, от которых в распыленном виде смачивает стекло для облегчения работы щеток стеклоочистителя.

Очистка фар от грязи может производиться как посредством механических щеток, так и струйным способом посредством подачи потока жидкости на стекло под давлением порядка 0,3 МПа. Струйный способ очистки фар оказывается более предпочтительным, поскольку представляет собой более простую конструкцию, однако его применение требует большего объема омывающей жидкости.

Важным элементом в конструкции электродвигателя (рис. 6.20) является уровень радиопомех, входящий в состав сертификационных требований автомобилестроения. Основным источником радиопомех в данном случае является искрение в щеточно-коллекторном узле. Для электродвигателей мощностью до 100 Вт оказывается до статочным применение встроенных емкостных или емкостно-индуктивных фильтров, включаемых параллельно щеточно-коллекторному узлу.

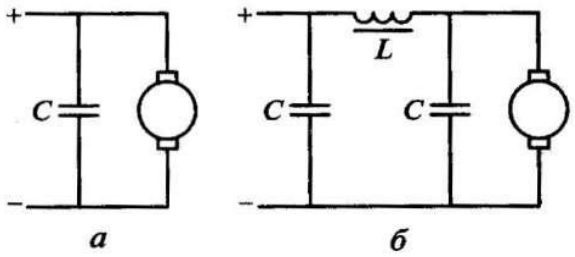


Рис. 6.20. Схемы включения емкостного (*а*) и емкостно-индуктивного (*б*) фильтров:
L — катушка индуктивности; *C* — конденсатор

Для электродвигателей мощностью более 100 Вт подавление радиопомех осуществляется посредством выносных емкостно- индуктивных фильтров, а также экранированием корпуса электродвигателя на массу автомобиля.

В качестве перспективного направления может рассматриваться создание конструкций бесконтактных [34] электродвигателей постоянного тока с полупроводниковыми коммутаторами, замещающими j механический коллектор. Положение ротора при этом определяется встроенными бесконтактными датчиками. Такое решение позволяет в несколько раз продлить ресурс электродвигателя, повысить его КПД и резко снизить уровень радиопомех. Требование по сокращению габаритной длины электродвигателей, применяемых, в частности, для приводов вентиляторов обдува радиаторов, привело к созданию конструкций с торцевыми щеточно-коллекторными узлами и дисковыми якорями. При этом возможны конструкции с расположением щеток внутри цилиндрического коллектора.

Управление работой электродвигателей привода вспомогательных механизмов может осуществляться включателем в силовой цепи или посредством контактов промежуточного реле.

9.2. Электропривод технологического оборудования

Применение электропривода технологического оборудования представляется целесообразным на автомобилях с максимальной разрешенной массой до 5 т, когда использование гидропривода оказывается более дорогостоящим. Объектами электропривода в таком случае могут быть механизмы привода грузоподъемного борта, стреловые грузоподъемные устройства, приводы различного рода выдвижных устройств, приводы холодильных установок и т.д.

По виду энергоснабжения рассматриваемые системы электропривода могут быть с питанием от бортовой сети или с питанием от стационарной электросети.

В любом случае длительность рабочего цикла электродвигателя определяется расчетным режимом продолжительности его включения таким же образом, как и для электродвигателей электропривода вспомогательного оборудования. При этом подбор или расчет механического редуктора осуществляется по показателям крутящего момента и частоты вращения выходного вала.

Выбор электродвигателя производится с учетом его механической характеристики и требуемой мощности, удовлетворяющей требованиям экономичности, производительности и надежности системы электропривода. В большинстве случаев для привода рабочих органов технологического оборудования транспортно-технологических машин применяются электродвигатели параллельного возбуждения с жесткой механической характеристикой, при которой изменение нагрузки не оказывает заметного влияния на частоту вращения выходного вала.

Однако если электродвигатель должен работать в условиях регулируемой частоты вращения вала (например, в приводе подъемного механизма), большую привлекательность представляет собой электродвигатель последовательного возбуждения с мягкой механической характеристикой.

При кратковременном или повторно-кратковременном, а также продолжительном с переменной нагрузкой режимах работы электродвигателя важное значение приобретает прирост температуры электродвигателя относительно температуры окружающей среды. Если считать электродвигатель однородным телом, то изменение теплоты, выделяющейся в его обмотках в единицу времени: $Q\mathrm{d}t = C\mathrm{d}\upsilon + H\upsilon\mathrm{d}t,$

где Q — количество теплоты, выделяющееся в обмотках электродвигателя в единицу времени; C — теплоемкость материалов электродвигателя; υ — превышение температуры электродвигателя над температурой среды; Н— теплоотдача электродвигателя в пространство; t — время.

$$\text{При } t \to \infty,\ Q\mathrm{d}t = C\mathrm{d}\upsilon_{max}\mathrm{d}t \text{ и } \upsilon_{max} = \frac{Q}{H}.$$

Тогда прирост температуры электродвигателя в единицу времени:

$$\upsilon_{max}\mathrm{d}t = \frac{C}{H}\mathrm{d}\upsilon + \upsilon\mathrm{d}t.$$

В результате решения этого уравнения можно получить разность температур: $\upsilon_{max} - \upsilon = Ae^{-\frac{t}{\tau}},$

где А — постоянная величина; т — постоянная времени нагрева электродвигателя, $\tau = \frac{C}{H}.$

При $t = 0,\ \upsilon = \upsilon_0$ и $A = \upsilon_{max} - \upsilon_0$, где υ_0 — температура электродвигателя до его включения.

Тогда прирост температуры электродвигателя при его работе

$$\upsilon = \upsilon_{max} - (\upsilon_{max} - \upsilon_0)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

будет происходить по экспоненциальному закону, стремясь к достижению максимально допустимой температуры υ_{max}.

Для защиты электродвигателей от перегрева в рассматриваемом случае применяются различного рода термобиметаллические предохранительные реле, размыкающие цепь питания электродвигателя при достижении предельно допустимой температуры υ_{max} и автоматически включающие цепь после его охлаждения.

Наличие электродвигателей большой мощности, питаемых от бортовой сети автомобиля, требует наличия в системе электроснабжения генераторов соответствующей мощности и действие технологических механизмов в таком случае может осуществляться только при работающем автомобильном двигателе.

Проводная и защитная системы

Передача электроэнергии от источников тока к потребителям осуществляется посредством электрических проводов. При этом схема передачи энергии может быть однопроводной или двухпроводной. При однопроводной схеме роль одного проводника (как правило, отрицательного) выполняет металлическая масса машины, а вторым проводником является проводная система. При двухпроводной схеме передача энергии осуществляется по двухполюсной проводной системе, как правило, с изоляцией от массы машины. К преимуществам двухпроводной схемы относится меньший уровень радиопомех, однако это вдвое увеличивает расход проводов, в связи с чем преимущественное распространение получила однопроводная схема электрооборудования.

9.1. Автотракторные провода

В системах электрооборудования транспортных машин используются провода, изоляция которых рассчитана на передачу постоянного тока напряжением до 48 В. При наличии цепей более высокого напряжения (например, питание люминесцентных световых приборов в автобусах) используются провода с соответствующими характеристиками изоляции. Во вторичных цепях систем зажигания используются специальные провода высокого напряжения с изоляцией, выдерживающей напряжение до 30…35 кВ.

В качестве основного изоляционного материала автотракторных проводов используется поливинилхлоридный пластикат, удовлетворяющий требованиям масло-, бензо- и кислотостойкости, устойчивостью против горения, сохранением пластичности при низких температурах. При необходимости снижения радиопомех применяются провода с

экранированной оплеткой. В зависимости от характеристик изоляции принята следующая маркировка автотракторных проводов отечественного производства: ПВА, ПГВАБ, ПВАЭ, ПВАЛ, где буквы имеют следующие обозначения: ПВ — наличие полихлорвиниловой изоляции; А — автотракторный; Г — гибкий; Б — наличие бронированной изоляции; Э — наличие экранированной оплетки; Л — наличие лакостойкой изоляции. Нормальная работа проводов гарантируется производителями в диапазоне от -40 до +70 «С, наличие лакостойкой изоляции позволяет использовать провод при температуре до 150 °С. Наличие бронированной изоляции придает проводу повышенную защиту от механических повреждений. Провод ПГВА-ХЛ применяется на транспортных и технологических машинах, работающих в зоне холодного климата при температурном диапазоне от -60 до +80 «С.

Высоковольтные провода отечественного производства, применяемые во вторичных цепях систем зажигания, маркируются ПВВ, ПВВО, ПВВП со следующими обозначениями используемых букв: ПВВ — провод с поливинилхлоридной изоляцией, высоковольтный; О — наличие высокоомного распределенного сопротивления; П — с эффектом подавления радиопомех. Провод ПВВП, соответствующий требованиям ЕЭК ООН по безопасности дорожного движения по допустимому уровню радиопомех, имеет в центре льняную нить, на которую нанесен слой ферропласта, включающий в себя 20 % поли-винилхлоридного пластиката и 80 % ферритового порошка. Поверх ферропластового слоя в виде спирали намотана проволока диаметром 0,12 мм, выполняющая роль токопроводящей жилы. Поверх спирали наложен слой поливинилхлоридной изоляции. Подавление радиопомех в таком проводе осуществляется как спиральным проводником, так и слоем ферропласта.

Для улучшения условий монтажа и поиска неисправностей применяется маркировка низковольтных проводов по цвету изоляции, которая может иметь сплошную или комбинированную расцветку. Отечественными производителями установлено 11 сплошных цветов изоляции: белый, желтый, оранжевый, красный, розовый, синий, зеленый, коричневый, черный, серый, фиолетовый. Комбинированная расцветка применяется в виде сочетания сплошной расцветки с нанесением на нее полос или колец других цветов: белого, красного, черного, голубого.

Токоведущая часть провода выполняется из медного сплава и состоит из нескольких жил. Суммарное сечение жил определяет механическую прочность провода, а также передаваемую электрическую мощность и соответствующие при этом потери. Минимальная механическая прочность провода обычно ограничивается статическим усилием разрыва в пределах

100… 120 Н. Для автомобильной и тракторной промышленности изготовляются провода со следующим рядом суммарного поперечного сечения жил, мм^2:0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95.

Оценка применимости низковольтного провода для работы в электрической цепи производится посредством теплового расчета по исходным данным передаваемых тока и напряжения с получением прироста температуры провода относительно температуры окружающей среды. Однако в некоторых случаях целесообразно определять допустимую токовую нагрузку на провод с учетом допустимого прироста его температуры относительно температуры окружающей среды. В работе [34] приводятся следующие формулы для определения допустимой токовой нагрузки $I_д$:

для одиночного провода $I_д = \sqrt{\Delta t 4\left(S_м + S_м^{1,5}\right)}$;

для жгута проводов $I_д = \sqrt{\Delta t\left(4S_м + 1{,}75S_м^{1,5}\right)}$,

где Δt — перегрев провода относительно температуры окружающей среды; $S_м$ — поперечное сечение медного провода.

Перед установкой на автомобиль или транспортно-технологическую машину провода собираются в жгуты, содержащие кроме проводов, их наконечники, защитные колпачки, оплетку, детали крепления к несущей системе. Наконечники выполняются как под винтовое, так и под штекерное соединения. Закрепление наконечников с концами проводов осуществляется посредством пайки или опрессовки. Конструкция плоских штекеров подчинена стандартному ряду, предусматривающему толщину 0,2, 0,3, 0,4 и 0,5 мм и ширину 2,8, 4,8, 6,3 и 9,5 мм. Максимально допустимый ток для таких соединений зависит от контактной площади и находится в пределах 6…40 А.

В современных условиях более широкое применение находят применение плоские жгуты, в которых крепление проводов к несущей системе осуществляется путем тепловой сварки. Такое решение снижает ремонтопригодность системы, однако это позволяет улучшить технологичность и повысить ее безотказность.

Сечение провода в жгуте определяется с учетом тепловой нагрузки на провод относительно температуры окружающей среды, числом проводов в жгуте, конструкцией жгута. В работе приведены величины допустимой токовой нагрузки для жгутов обычной конструкции. При температуре окружающей среды 30 °С и числе проводов в жгуте до семи изменение

сечения провода от 1 до 6 мм^2 позволяет изменять допустимую токовую нагрузку на провод от 14,5 до 44 А. Если увеличить число проводов в жгуте до 19, то допустимая токовая нагрузка может быть установлена в пределах 10,5…31 А. Увеличение сечения провода позволяет как уменьшить потери энергии, преобразуемые в тепловыделения, так и улучшить условия охлаждения провода за счет увеличения поверхности охлаждения.

Падение напряжения в проводах определяется по формуле

$$\Delta U = \frac{\rho l I}{S},$$

где ρ — удельное сопротивление провода, для меди при 20 °С р = 0,0185 Ом мм^2/м; l — длина провода; I— токовая нагрузка в проводе;*s* — сечение провода.

При передаче тока по двухпроводной схеме длина провода l должна учитывать суммарную протяженность прямого и обратного проводников.

Падение напряжения в цепи складывается как из падения напряжения в проводах, так и падений напряжения в переходных контактах, штекерных соединениях, включателях, переключателях, соединительных панелях.

Допустимые потери напряжения в электрических цепях устанавливаются с учетом потребляемого тока и уровня номинального напряжения бортовой сети 12 или 24 В и в рассматриваемых случаях не должны превышать соответственно 0,5 и 1,0 В. При превышении указанных величин необходимо применять для питания потребителей провода большего сечения.

Возрастание электрической мощности потребителей при неизменном номинальном напряжении бортовой сети вызывает необходимость применения силовых проводов достаточно большого сечения, что увеличивает расход дорогостоящих медных материалов. В современных условиях снижение энергетических потерь на преодоление внутреннего сопротивления проводов можно достичь посредством следующих мероприятий:

- использование проводов с содержанием драгметаллов;
- повышение напряжения бортовой сети;
- применение мультиплексной системы бортовой сети.

Применение драгметаллов. Применение драгметаллов в содержании сплава, используемого для изготовления проводов, в определенной степени снижает величину удельного сопротивления и повышает их эластичность.

Однако применение драгметаллов в больших количествах вызывает непропорциональный рост стоимости таких проводов, в связи с чем данный путь совершенствования электрооборудования транспортных и транспортно-технологических машин представляется маловероятным.

Повышение напряжения бортовой сети. Позволяет увеличить электрическую мощность при сохранении потребляемого тока, а следовательно, и уменьшить площадь поперечного сечения проводов.

Однако при этом вынужденно предъявляются более высокие требования к изоляции проводов, коммутационной аппаратуре и безопасному проведению сервисных работ. Кроме того, повышение напряжения бортовой сети вызывает необходимость применения большего количества аккумуляторных батарей, что также приводит к увеличению стоимости электрооборудования и делает данный путь его развития малоперспективным.

Применение мультиплексной системы бортовой сети (рис. 9.1). Основано на использовании в электрической системе транспортной машины двух общих шин: питающей силовой, к которой подключен положительный полюс, и управляющей, обеспечивающей прохождение сигнала на включение или отключение данного прибора. Отрицательный полюс при этом соединен с металлической массой машины.

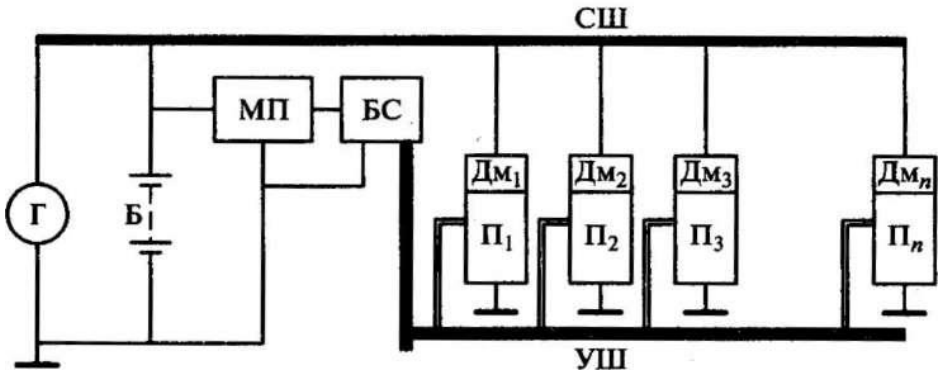


Рис. 9.1. Функциональная схема варианта мультиплексной системы:

Г — генератор; Б — аккумуляторная батарея; МП — мультиплексор; БС — блок синхронизации управляющих сигналов; П, — П,, — приборы электрооборудования; Дм,—Дм,, — демультиплексоры приборов; СШ — силовая шина; УШ — управляющая шина

Управляющий сигнал, зашифрованный в виде двоичного кода, формируется в мультиплексоре при нажатии соответствующего включателя.

Демультиплексор прибора расшифровывает сигнал и осуществляет содержание команды на включение или выключение прибора.

Синхронизация прохождения управляющих сигналов от мультиплексора до демультиплексоров осуществляется в блоке синхронизации.

Силовая шина представляет собой относительно короткий участок толстого провода круглого или прямоугольного сечения, обладающего малым удельным сопротивлением и обеспечивающим ничтожно малую величину энергетических потерь.

Управляющая шина может выполняться как в виде тонкого экранированного на массу провода, так и в виде световода в системе оптической связи. При этом управляющий электрический сигнал преобразуется в световую форму.

9.2. Защитная аппаратура

Для защиты электрических цепей транспортных машин от коротких замыканий, перегрузок и неправильных включений используются плавкие и термобиметаллические предохранители. В качестве основных показателей, определяющих эффективность действия предохранителя, используются ампер-секундная характеристика и коэффициент перегрузки.

Ампер-секундная характеристика представляет собой зависимость промежутка времени t срабатывания предохранителя от тока $I_{\text{п}}$ перегрузки.

Коэффициент перегрузки предохранителя определяется по отношению тока перегрузки $I_{\text{п}}$ к номинальному току $I_{\text{ном}}$ нагрузки от потребителей:

$$k_{\text{п}} = \frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$$

Современные проводные системы автомобильного и тракторного электрооборудования предусматривают установку плавких проволочных или ленточных, размещаемых в блоке и биметаллических кнопочных предохранителей. Биметаллические предохранители в сравнении с плавкими обладают большей инерционностью в зоне больших перегрузок при $k_{\text{п}} > 3$, и им свойственна большая чувствительность в зонах малых перегрузок при $k_{\text{п}} < 2$. В связи с этим биметаллические предохранители целесообразно применять для защиты цепей, питающих электродвигатели с жесткими механическими характеристиками, пусковые токи которых в 4 — 6 раз превышают номинальные токи.

Биметаллические предохранители могут быть однократного или многократного действия. При перегрузке или коротком замыкании контакты предохранителя однократного действия размыкаются, и после устранения неисправности для замыкания цепи требуется нажать на кнопку управления предохранителем. Конструкция предохранителя многократного действия предусматривает при возникновении перегрузки или короткого замыкания нагрев биметаллической пластины и размыкание цепи.

После остывания пластины контакты предохранителя вновь замыкаются и питание цепи восстанавливается. Биметаллические предохранители целесообразно включать в цепи питания световых приборов большой длины, наиболее подверженных вероятности коротких замыканий.

В зависимости от конструктивного исполнения плавкие предохранители могут быть одиночными проволочными в стеклянной трубке, размещаемыми в разъемном корпусе и устанавливаемыми в жгуте проводов, или ленточными, размещаемыми в блоке. Размещение предохранителей в блоке позволяет упростить монтаж и облегчить работы по замене предохранителей и поиску неисправностей.

Сила тока срабатывания предохранителя выбирается с учетом сравнения ампер-секундных характеристик предохранителя и провода защищаемой цепи. Ампер-секундная характеристика провода представляет собой зависимость времени достижения изоляцией провода предельной температуры от тока нагрузки. При этом, как показано на рис. 9.2, ампер-секундная характеристика провода должна располагаться выше ампер-секундной характеристики предохрани теля для достижения опережающего действия предохранителя относительно нагрева провода.

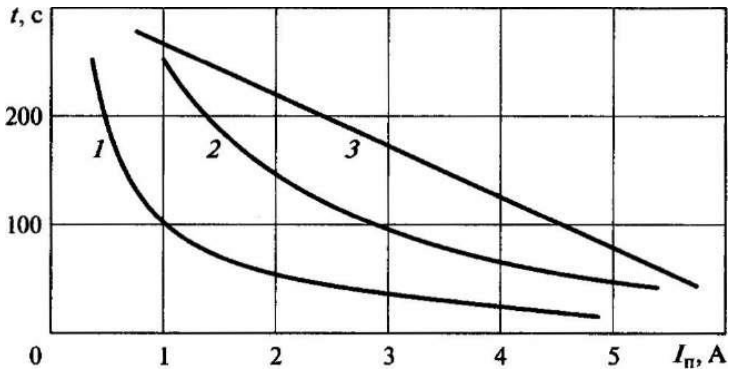


Рис. 9.2. Ампер-секундные характеристики:

1 — плавкого предохранителя; ***2*** — биметаллического предохранителя; 3 — защищаемого провода

Ток короткого замыкания для любой цепи

$$I_{к.з} = \frac{U_с}{R_б + R_ц},$$

где $U_с$ — напряжение бортовой сети в зоне предохранителя; $R_б$ — внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи; $R_ц$ — сопротивление цепи короткого замыкания.

Значение $R_ц$ определяется по формуле

$$R_ц = R_к + R_м + R_{пр},$$

где $R_к$ — сопротивление элементов коммутационной аппаратуры;

$R_м$ — сопротивление по металлической массе; $R_{пр}$ — сопротивление проводов до короткого замыкания.

$R_м$ Номинальные токи биметаллических предохранителей для проводов сечением до 1 мм^2 составляют 15 А и для проводов сечения 1,5 мм^2 — 20 А.

Номинальные токи плавких ленточных предохранителей для проводов сечением до 1 мм^2 составляют 15 А и для проводов сечением 1,5 мм^2 — 16 А.

Для сокращения числа контактных соединений в цепях и уменьшения расхода проводов применяется групповой способ защиты электрических цепей, когда один предохранитель используется для защиты нескольких цепей.

При этом одновременная работа группы цепей не должна вызывать срабатывания предохранителя. Ответственные цепи, в частности указателей поворотов, аварийной сигнализации, должны защищаться индивидуальными предохранителями.

Для обеспечения надлежащей работоспособности автомобиля в любых дорожных условиях цепи наиболее важных электрических систем, обеспечивающих постоянную готовность к работе (заряда аккумуляторной батареи, пуска двигателя, управления подачей топлива и зажигания), не защищаются.

Безопасность движения автомобильного транспорта, а также его производительность в темное время суток и в условиях недостаточной видимости во многом обеспечивается состоянием и качеством работы элементов светотехнического и вспомогательного оборудования. Светотехническое и вспомогательное оборудование транс- г портных и транспортно-технологических машин предназначено для обеспечения возможности управления ими независимо от погодных условий, а также внешней освещенности при соблюдении требований безопасности движения.

Совместная работа некоторых элементов светотехнического и вспомогательного оборудования может рассматриваться в виде комплексной информационной системы, обеспечивающей прием и передачу J информации по внешнему и внутреннему направлениям. Внешняя информация может подразделяться на входную и выходную. Поток, входной информации сообщает водителю ориентировочные данные об уровне безопасности дорожной обстановки, в соответствии с которым он может выбирать соответствующий режим транспортной работы. Внешняя выходная информация в виде световых и звуковых, сигналов предназначена для сообщения другим участникам движения о качественных (присутствие на дороге) и некоторых количественных характеристиках режима движения транспортного средства (скорость, габаритные размеры, направление движения, статус). Внутренняя информация в виде соответствующих световых, а иногда и звуковых сигналов сообщает водителю о нахождении в норме или выходе за пределы нормы контролируемых показателей работы транспортного средства.

Выполнение международных автомобильных перевозок, а также экспорт автомобильной транспортной продукций подчинены требованиям международной регламентации, определяемым правилами Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК) ООН. Согласно этим требованиям определен перечень осветительных, светосигнальных и звуковых сигнальных приборов, обязательных к установке на транспортных средствах, а также их основные характеристики и правила установки. Действие указанных международных требований распространяется и на территории Российской Федерации.

9.2.Коммутационная аппаратура

Конструктивное совершенствование транспортных и транспортно-технологических машин, включая автомобильный подвижной состав, в целях повышения безопасности движения, комфортабельности, удобства управления и других потребительских свойств привело к значительному увеличению количества электрических приборов и возрастанию их мощности.

Следствием этого явилось значительное усложнение схемы электрических соединений и увеличение количества коммутационных узлов:

- разъемных соединителей;
- соединительных панелей;
- включателей;
- переключателей;
- электромагнитных реле;
- контакторов;
- предохранительных блоков;

• розеток;

• вилок.

В качестве основного узла коммутационной аппаратуры мно рассматривается контактная часть, содержащая включатели и переключатели, приводимая в действие посредством механического ручного, гидравлического или пневматического привода.

По схеме коммутации включатели и переключатели могут различаться числом коммутационных цепей, количеством позиций и числом выводов.

Основными характеристиками включателей и переключателей являются номинальное напряжение, предельно допустимый ток, схема коммутации, падение напряжения на контактах, ресурс по количеству циклов срабатывания.

По функциональному назначению включатели и переключатели могут рассматриваться в следующей последовательности:

• главный включатель зажигания приборов и стартера;

• центральный переключатель внешних световых приборов;

• вторичный подрулевой переключатель света фар;

• многофункциональный переключатель стеклоочистителя и стеклоомывателя ветрового и заднего стекол;

• переключатель работы системы отопления и вентиляции;

• переключатель указателей поворота;

• включатель аварийной световой сигнализации;

• включатель сигналов торможения;

• переключатели приводов стеклоподъемников;

• включатель массы;

• включатели различных управляющих и исполнительных систем.

В конструкции современной транспортной машины количество включателей и переключателей превышает 80 единиц.

В зависимости от конструктивного исполнения включатели и переключатели могут быть кнопочными, клавишными, поворотными, перекидными, рычажными, ползунковыми, поворотными со съемным ключом.

Величина коммутируемого тока при номинальном напряжении 12 или 24 В находится в пределах 1... 80 А.

Включатели— коммутационные устройства с двумя положениями: «Цепь замкнута» — «Цепь разомкнута». Количество одновременно коммутируемых цепей обычно составляет от одной до шести.

*Переключатели*в отличие от включателей могут иметь до 16 положений, что позволяет осуществлять коммутацию в системе, содержащей до 10 цепей.

В современных условиях все большее применение находят комбинированные переключатели, объединяющие несколько первичных включателей и переключателей: внешних световых приборов, работы фар, стеклоочистителей и стеклоомывателей ветрового стекла. Такое решение позволяет сокращать материалоемкость узла и улучшать эргономические свойства машины. При этом в качестве основного требования к объединенному узлу выступает его высокая надежность.

Когда требуется работа включателя или переключателя в условиях коммутации больших токов, а также при больших расстояниях от мест управления до исполнительных устройств, целесообразно применение электромагнитных реле и контакторов.

Реле— электромагнитный прибор с одной или несколькими парами контактов, управляемых электромагнитом, потребляющим незначительный ток (порядка 1 А). Контакты реле могут быть как нормально разомкнутыми, так и нормально замкнутыми, т.е. размыкаться при включении электромагнита. Применение реле позволяет сократить длину проводов большого сечения, пропускающих большой ток, и применять в цепи управления провода малого сечения. В общем случае по конструктивному исполнению реле подразделяются на три группы: обычные, малогабаритные и специальные. Малогабаритные реле применяются в условиях ограниченного пространства, когда использования обычных реле является затруднительным.

Специальные реле применяются в условиях повышенных требований (например, герметичного исполнения, отсутствия радиопомех и т.д.).

В современных условиях реле применяются для включения стартерного электродвигателя и его тягового реле, звуковых сигналов, фар головного освещения, обогрева заднего стекла, стеклоочистителя и т.д.

Ресурс реле определяется числом включений, которое в зависимости от назначения находится в пределах от 25 до 200 тыс. циклов, что должно превышать ресурс транспортной наработки машины.

По схеме коммутации тока реле могут быть замыкающими, размыкающими и переключающими. В зависимости от функционального назначения режим работы реле может быть кратковременным или длительным. Основными параметрами реле являются: коммутируемый ток, напряжение срабатывания и напряжение отпускания якорька. Ток, коммутируемый реле, обычно составляет величину до j 80 А.

Для удобства доступа имеющиеся на транспортной машине реле, объединяются в одну группу, размещаемую в одном блоке с группой предохранителей.

Для удобства монтажа и легкости замены реле оснащаются штекерными выводами.

Электромагнитные контакторы применяются для включения приборов, потребляющих ток более 80 А. Областью их использования являются электропневматические клапаны дверей автобусов, клапаны пневматических звуковых сигналов и прочие узлы, где применение реле представляется затруднительным в силу ограниченной разрывной мощности их контактов.

Соединительные панели применяются при монтаже схем электрооборудования.

В условиях высокотехнологичного производства используются соединительных панели гнездо-штырькового типа с фиксирующим зажимом.

Такое решение позволяет упростить схему монтажа и повысить надежность контактного соединения. Панели отечественного производства имеют от 2 до 12 гнездовых зажимов, рассчитанных на напряжение до 28 В при силе тока до 150 А.

Розетки для подключения внешних потребителей энергии или диагностического оборудования имеют до семи контактных зажимов, рассчитанных на напряжение до 28 В и ток до 40 А. Обычно розетка выпускается в паре с соответствующей ей по конструкции вилкой, имеющей соответствующие характеристики. Розетка для подключения переносной лампы, прикуривателя или переносного компрессора рассчитывается на ток до 10 А.

Выключатель массы предназначен для отключения аккумуляторной батареи от бортовой сети при длительной стоянке автомобиля, а также при возникновении аварийных режимов. В зависимости от конструктивного исполнения выключатели массы могут быть непосредственного ручного или дистанционного управления. При этом кнопки управления выключателем массы располагаются на панели приборов.

Оборудование и материалы

- Электродвигатель с возбуждением от постоянных магнитов
- Моторедуктор привода стеклоочистителя
- Функциональная схема варианта мультиплексной системы
- Главный включатель зажигания приборов и стартера;
- Центральный переключатель внешних световых приборов;
- Вторичный подрулевой переключатель света фар;

- Многофункциональный переключатель стеклоочистителя и стеклоомывателя ветрового и заднего стекол;
- Переключатель работы системы отопления и вентиляции;
- Переключатель указателей поворота;
- Включатель аварийной световой сигнализации;
- Включатель сигналов торможения;
- Переключатели приводов стеклоподъемников;
- Включатель массы;
- Включатели различных управляющих и исполнительных систем.

Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 мм.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

Задания

- Изучить электродвигатели
- Изучить моторедукторы
- Изучить мотонасосы
- Изучить схемы управления электроприводов
- Изучить Техническое обслуживание электропривода
- Изучить автомобильные провода
- Изучить защитную аппаратуру
- Изучить коммуникационную аппаратуру
- Изучить мультиплексную систему проводки
- Изучить техническое обслуживание бортовой сети

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Составление схем и эскизов с пояснениями.
4. Результаты проведения экспериментов.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Расшифруйте термин «полный электропакет»
2. Общее устройство электродвигателя с электромагнитным возбуждением
3. Общее устройство электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов
4. Общее устройство моторедукторов, применяемых в стеклоочистителях
5. Общее устройство моторедукторов очистителя фар
6. Моторедукторы стеклоподъемников
7. Моторедукторы блокировки замков
8. Общее устройство мотонасосов
9. Какие схемы применяются для управления электроприводом агрегатом автомобиля
10. Техническое обслуживание электропривода
11. Однопроводная система передачи электроэнергии.
12. Рекомендации стандартов при подключении электропотребителей в электросеть.
13. Провода низкого и высокого напряжения, применяемые в автомобилях

14. Как осуществляется защита электрических сетей от коротких замыканий и перегрузок
15. Коммутационная аппаратура прямого действия
16. Коммутационная аппаратура дистанционного действия
17. Мультиплексная система проводки.
18. ТО бортовой сети

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Глазков, Ю.Е. Типаж и эксплуатация технологического оборудования / Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 82 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444734. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1400-9. – Текст : электронный.

Перечень дополнительной литературы:

1. Баржанский, Е.Е. Типаж и эксплуатация технического оборудования / Е.Е. Баржанский ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. – 59 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429842. – Текст : электронный.

Перечень ресурсов информационно-телеккомуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов »
для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2024

Содержание

Введение 221
1.Общая характеристика самостоятельной работы студента 222
2. План - график выполнения самостоятельной работы 223
3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала 223
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы 223
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям 224
4. Методические указания 224
Список рекомендуемой литературы 224

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов » по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов ».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 готовность к руководству выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов	ИД-1$_{ПК-1}$ Владеет методами организации работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов в соответствии с требованиями организаций изготовителей	Готовность к руководству выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов
	ИД-2$_{ПК-1}$Определяет рациональные методы рационального обеспечения процесса технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и их компонентов	

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-9	Собеседование	95	11	106
ПК-1	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	1	1	2
Итого за 5 семестр			96	12	108
Итого			96	12	108

3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов » рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Общие сведения об автомобильном электрооборудовании
2. Система электроснабжения
3. Пусковые системы
4. Системы зажигания
5. Электронные системы управления агрегатами машин
6. Светотехническое и вспомогательное оборудование.
7. Информационно-диагностическая система.

8. Электропривод вспомогательного оборудования.
9. Схемы электрооборудования. Коммутационная и защитная аппаратура.

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям

Итоговый продукт: отчет по лабораторной работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов », направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Глазков, Ю.Е. Типаж и эксплуатация технологического оборудования / Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 82 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444734. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1400-9. – Текст : электронный.

Перечень дополнительной литературы:

1. Баржанский, Е.Е. Типаж и эксплуатация технического оборудования / Е.Е. Баржанский ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. – 59 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429842. – Текст : электронный.

Перечень ресурсов информационно-телеккомуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань