

В.М. ПЕТРОВ, И. Ф. ДЬЯКОВ

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ,
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ
И БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИКА
АВТОМОБИЛЯ**

Учебное пособие

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 190201 (150100)
– «Автомобиле- и тракторостроение»

Ульяновск 2005

ВВЕДЕНИЕ

Электрооборудование, электроника и бортовая диагностика автомобилей составная часть современного наземного транспортного средства. В книге обобщены сведения по электрооборудованию в системах автомобиля, особое внимание обращено на работу электронных систем. Приведены технические требования к электрооборудованию и электронным системам, показано устройство и принцип действия различных модификаций, обобщены неисправности и способы их устранения. Рассмотрены вопросы бортовой диагностики электрооборудования и современные электронные системы автомобиля. Современными тенденциями развития отечественного автомобилестроения являются:

- повышение технического уровня;
- экономия материалов и трудовых затрат при производстве;
- охрана окружающей среды;
- повышение требований к электрооборудованию и электронным системам при эксплуатации;
- возможность бортовой диагностики для устранения неисправностей двигателя, трансмиссии и электрооборудования.

Материал книги содержит основные технические требования к каждой системе с электрооборудованием и электроникой, которые отражены в государственных стандартах или пополнены в течение практической эксплуатации автотранспортных средств. Рассмотрено устройство и принцип действия основных компонентов систем. Систематизированы основные неисправности и показаны пути их исправления. Особо рассмотрены пути автоматического управления системами автомобиля, применяемые на отечественных и зарубежных автомобилях.

Рассмотрены перспективы развития автоматических систем. Усложнение электрооборудования и электронных систем автомобилей привело к тому, что около 70 % отказов в работе связано с ними. В то же время стоимость электрооборудования растет и достигает в некоторых моделях 10 % и более от стоимости автомобиля. Элементы электрооборудования и электроники производятся на различных предприятиях. Единственным регламентирующим документом к требованиям является государственный стандарт. В настоящее время не обновляются старые государственные стандарты и не выпускаются новые. Недостаточно поставлен маркетинг выпускаемого оборудования и перспективных разработок. Отсутствует перспективное планирование автомобильной отрасли.

Электрооборудование и электронные системы должны в современном автомобиле способствовать:

- снижению вредных воздействий на окружающую среду;
- повышению безопасности движения;
- улучшению комфортабельности и снижению утомляемости водителя;
- обеспечению надежности агрегатов и узлов автомобиля;
- использованию ресурсосберегающих конструкций и технологий;
- повышению производительности как при производстве, так и при их техническом обслуживании.

Для проведения сертификации автомобильного электрооборудования, соответствующей государственным и международным требованиям, в НИИ «Автоэлектроника» организован испытательный центр «Эталон». Разработана комплексная программа по электронизации автомобильной техники. Начат выпуск неразборных аккумуляторных батарей, совершенствуется конструкция стартера с постоянными магнитами и сниженным током пуска, вместо генераторов постоянного тока применяются более надежные синхронные трехфазные генераторы переменного тока с выпрямительным блоком. Вместо контактно-транзисторных регуляторов напряжения внедряются бесконтактные регуляторы на дискретных элементах. Ведутся работы по сокращению протяженности электропроводки, по внедрению электроснабжения с помощью шин. Разрабатываются локальные сети связи с применением контроллера. Совершенствуются методы электромагнитного совмещения электрооборудования и элементов электроники, а так же защиты окружающей среды от электромагнитного влияния. В бортовую систему включают компьютер для диагностики и управления оптимальным режимом работы различных систем.

Разрабатываются и внедряются различные автоматические системы управления двигателем, трансмиссией, коробкой передач, повышения комфортности и безопасности движения. Изыскиваются возможности единого управления, бортовой диагностики с помощью бортового компьютера, возможности индикации периодичности ухода за системами или отдельными элементами автомобиля в зависимости от нагрузки.

В современном автомобиле возможны разработки с электронными элементами централизованных блокировок, противоугонных систем, отопления и кондиционирования, радарных систем, систем безопасности, управления функциями через голосовое распознавание и др.

При подготовке книги были использованы материалы как отечественных, так и зарубежных разработок. Большой вклад в разработку и систематизацию по электрооборудованию и электронным системам внесли: Ю. А. Тимофеев, Н. М. Ильин, А. Б. Брюханов, В. Н. Хомич, А. Я. Валяев, А. Х. Синельников, С. В. Акимов, Ю.И. Боровских, В. Е. Ютт, Ю. П. Чишков.

Авторы признательны рецензентам проф. Ф. Н. Сарапулову и проф. В. Н. Дмитриеву за полезные замечания, сделанные при чтении рукописи.

1. АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

1.1. Назначение и технические требования к аккумуляторным батареям

Аккумуляторные батареи (АБ) предназначены для запуска двигателя, питания электрооборудования и электронных устройств при неработающем двигателе или при недостаточной мощности генератора и являются основным автономным источником тока автомобилей.

На практике широко распространены стартерные свинцово-кислотные АБ и железо-никелевые щелочные АБ. Щелочные аккумуляторы имеют на 20÷25 % меньшую электродвижущую силу по сравнению с кислотными. В качестве электролита в них используется 35 % -ый раствор едкого калия (КОН) в дистиллированной воде. Этот электролит имеет более высокое внутреннее сопротивление, чем электролит кислотных АБ. Согласно ГОСТ 15596-82 к АБ транспортных средств предъявляются следующие требования: максимальное рабочее напряжение; минимальная общая масса; минимальное внутреннее сопротивление; малое изменение напряжения в процессе разряда; максимальное количество энергии с единицы массы; быстрое восстановление емкости в процессе заряда; малые габариты и простота обслуживания; малая стоимость при массовом производстве.

Этим требованиям соответствуют стартерные свинцово-кислотные батареи, срок службы которых составляет 4...5 лет (300-500 циклов); технические характеристики обусловлены ГОСТом 9590-91Е. АБ (например, 6-СТ-55, 3-СТ-215) характеризуются плотностью электролита 1,27, электродвижущей силой – 2,11 В, внутренним сопротивлением – 0,01 Ом, напряжением батареи – 12,6 В, емкостью – 55 А·ч, 215 А·ч.

1.2. Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи

Тип и конструкция аккумуляторной батареи определяется условиями ее разряда в стартерном режиме при пуске двигателя, поэтому АБ называют стартерными.

Аккумулятор был создан в 1861 году французом Планте. АБ могут составлять из трех, шести и двенадцати последовательно соединенных аккумуляторов напряжением 2 В каждый. Батареи собираются в одном многоячеечном эбонитовом или пластмассовом корпусе. На дне ячеек моноблока имеются

опорные ребра, на которые опираются электроды и сепараторы. В каждой ячейке моноблока помещены поочередно отрицательные и положительные электроды, пластины аккумулятора разделены сепараторами. Аккумуляторы собираются из электродов намазного типа, электроды одной полярности свариваются между собой ушками с определенным зазором посредством свинцового мостика. К мостику, в свою очередь, приварен борн, служащий наружным токоотводом. Обычно количество отрицательных электродов на единицу больше, чем положительных. Отрицательные электроды имеют меньшую толщину, а крайние из них иногда бывают тоньше остальных, сепараторы между электродами служат для предотвращения замыкания разноименных электродов.

Работоспособность и техническое состояние АБ определяется следующими показателями.

1. Плотность электролита. В процессе разряда АБ часть серной кислоты в электролите (30 % - ый раствор H_2SO_4) затрачивается на образование сернокислого свинца в активной массе положительных и отрицательных пластин, и одновременно образуется вода



Плотность электролита при этом уменьшается на 0,16 от обычного уровня 1,27. При заряде аккумулятора происходит распад сернокислого свинца активной массы положительных и отрицательных пластин и воды в электролите



Образуется серная кислота при одновременном уменьшении воды, поэтому плотность электролита увеличивается. Плотность электролита влияет на остальные показатели, а так же на температуру замерзания воды в электролите. Электролит плотностью 1,27 замерзает при $-58^\circ C$, а плотность 1,11 при $-18^\circ C$.

2. Электродвижущая сила. Электродвижущая сила (ЭДС) АБ зависит в основном от плотности электролита. Величину ЭДС измеряют вольтметром, при отсутствии последнего можно судить об ЭДС по плотности электролита:

$$E = 1.27 + 0.84 = 2.11 \text{ В};$$

$$E = 1.11 + 0.84 = 1.95 \text{ В}.$$

3. Внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление батареи должно быть очень малым, что необходимо для получения большой силы разрядного тока при работе стартера ($R_{ВН\ 1.27} = 0,01 \text{ Ом}$, $R_{ВН\ 1.11} = 0,02 \text{ Ом}$). Внутреннее сопротивление аккумулятора при разряде можно определить по формулам:

$$R_{RH.P} = (E - U_P) / I_P; \quad R_{RH.З} = (U_3 - E) / I_3,$$

где E – ЭДС аккумулятора; I_P, I_3 – значение разрядного и зарядного тока; U_P, U_3 – напряжения при разряде и заряде.

Внутреннее сопротивление аккумулятора зависит от количества пластин и их площади, пористости и толщины сепараторов, изменения температуры и плотности электролита и состояния активной массы пластин. Утепление АБ в зимнее время уменьшает сопротивление.

4. Напряжение АБ. Напряжение батареи меньше ЭДС на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении. В момент включения стартера напряжение снижается с 12 В до 7 – 8 В, что ухудшает работу системы зажигания и других потребителей.

5. Емкость АБ. Емкость АБ определяется количеством электричества в ампер-часах, которое полностью заряженная батарея отдает, разряжаясь до 1,7 В на зажимах одного аккумулятора при силе тока, равной 0,1 емкости, и температуре электролита +30 °С. Емкость батареи зависит от количества пластин и их размеров, пористости активной массы, температуры электролита и силы разрядного тока. Увеличение активной массы и повышение температуры увеличивает емкость, а увеличение силы тока уменьшает емкость. Например, заряженная батарея 6-СТ-68 при силе разрядного тока 6,8 А и температуре электролита +30 °С отдает 68 А-ч, то при температуре 0 °С – отдает 47,6 А-ч, а при стартерном разряде в 205 А и температуре +30 °С – только 18,7 А-ч.

Срок службы свинцово-кислотных АБ составляет 300. . .500 циклов, что соответствует 4–5 лет. АБ и их технические характеристики приведены в таблице 1.1 и должны соответствовать ГОСТу 959.0-91Е.

Таблица 1.1

Основные технические характеристики	Тип батареи							
	3-СТ-150	3-СТ-250	6-СТ-55	6-СТ-60	6-СТ-75	6-СТ-50	6-СТ-105	6-СТ-190
Номинальное напряжение, В	6	6	12	12	12	12	12	12
Зарядный ток, А	15	21,5	5,5	6,0	7,5	9,0	10,5	19,0
Количество электролита, л	37,5	50,4	3,8	3,8	5,0	6,0	7,0	11,0
Разрядный ток, А:								
– 20 часов	7,5	10,8	2,75	3,0	3,75	4,5	5,25	9,5
– 10 часов	15	21,6	5,0	5,4	6,8	8,1	9,5	17,0
– старт	450	646	255	255	225	270	315	570
Емкость при разряде, А-ч:								
– 20 часов	150	215	55	60	75	90	105	190
– 10 часов	135	190	50	54	68	81	95	170
– 3 –х мин старт	22,5	32,25	12,75	9,5	11,25	13,5	15,7	28,5
Масса, кг	40	40	20	20	20	20	40	40

Первая цифра маркировки указывает число аккумуляторов в батарее, буквы С Т – батарея стартерного типа, число после букв – номинальную емкость батареи в А-ч. Последние буквы означают материал корпуса (Э – эбонит, Т – термопласт, П – полипропилен) и материал сепаратора (Р – мипор, М – мипаст, П – пластинор, С – стекловолокно) и исполнение (Н – несухозаряженная, А – с общей крышкой). В последнее время используются и производятся необслуживаемые батареи, например, 60Т-55А3Н, серия с 44 по 110

ампер-часов. В зависимости от климатического пояса, в котором эксплуатируется автомобиль, плотность доводится до значений, данных в табл. 1.2.

Если температура электролита выше или ниже 15°C, то вносят соответствующую поправку к показанию ареометра, пользуясь данными табл. 1.3.

Плотность электролита позволяет определить степень заряженности батареи (табл. 1.4).

Таблица 1.2

Климатический пояс	Время года	Плотность электролита полностью заряженной батареи, при 15 °С, г/см ³
Резко континентальный ниже минус 40 °С	Зима,	1,37
	лето	1,27
Континентальный до минус 40 °С	Круглый год	1,29
Теплый с морозами до минус 10 °С, жаркий и тропический	Круглый год	1,25

Таблица 1.3

Температура электролита, °С	-15	0	15	30	45
Поправка к показанию ареометра	-0,02	-0,01	0,00	0,01	0,02

Таблица 1.4

Плотность электролита, приведенная к 15°C, г/см ³		
Полностью заряженная батарея	Разряд батареи	
	25%	50%
1,31	1,27	1,23
1,29	1,25	1,21
1,27	1,23	1,19
1,25	1,21	1,17
1,23	1,19	1,15

Степень заряженности и исправности определяют нагрузочной вилкой модели ЛЭ – 2 ГАРО или прибором Э – 401, дополнительным сопротивлением от 0,018 ... 0,020 Ом для проверки полностью заряженной батареи на ток 100 А, дополнительным сопротивлением 0.010 ÷ 0.0112 Ом для проверки при разряженной батарее. Состояние батареи определяется по результатам проверки ее нагрузочной вилкой согласно ГОСТ 29111-91: если напряжение каждого элемента в течении 5 с остается постоянным и составляет 1,7...1,8 В, то батарея исправна и полностью заряжена; если напряжение всех элементов одинаково и в течении 5 с остается постоянным и равно 1,4...1,7 В, то батарея требует зарядки; если напряжение всех элементов одинаково и равно 0,4... 1,4 В, то батарея неисправна; если напряжение в элементах разное и отличается на 0,2 В или в течение 5 с падает до 0,4...1,4 В, то батарея требует зарядки или ремонта. При подготовки электролита надо учитывать количество серной кислоты в зависимости от плотности электролита, которое показано в табл. 1.5.

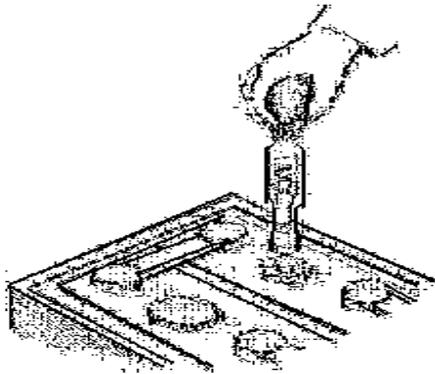
Проверку плотности электролита при нормальном уровне в аккумуляторной батарее проводят не реже одного раза в квартал, а также при уча-

стившихся неудачных попытках пуска двигателя. Использовать денсиметр (рис.1.1 а) с пределами измерения $1,1 \dots 1,4 \text{ г/см}^3$ и ценой деления $0,01 \text{ г/см}^3$; при этом замеряют температуру электролита, чтобы учесть поправку согласно табл. 1.6 и уровень электролита, рис.1.1а и б.

Таблица 1.5

Плотность электролита приведена к 15°C , г/см^3	Количество серной кислоты плотностью $1,83 \text{ г/см}^3$ на 1 л дистиллированной воды
1,31	0,425
1,29	0,385
1,27	0,345
1,25	0,310
1,23	0,280

б)



а)

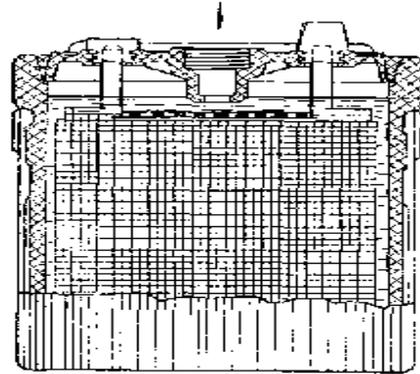


Рис.1.1. Проверка степени заряженности (а) и уровня электролита (б)

Таблица 1.6

Температура окружающей среды, $^\circ \text{C}$	Поправка
45	+0,02
30	+0,01
15	+0,00
0	- 0,01
Минус 15	- 0,02
Минус 30	- 0,03

1.3. Основные неисправности и их устранение

Срок службы АБ определяется продолжительностью с начала эксплуатации до момента, когда ее емкость снизится до 40% от номинального значения. Основными причинами выхода из строя являются.

1. Окисление полюсных выводов, которое повышает сопротивление в цепи всех потребителей, особенно стартера, что ухудшает их работу. Окислен-

ные выводы зачищают абразивной бумагой, зернистостью 60-80 и смазывают техническим вазелином.

2. Трещины в мастике, крышках и стенках моноблока, что приводит к понижению уровня электролита, отсюда окисление электродов и уменьшение емкости батареи. Трещины в мастике и крышке устраняют, а трещины в корпусе требуют более сложного ремонта после демонтажа. Лучший способ ремонта – замена.

3. Трещины во внутренней стенке моноблока вызывают замыкание электролитом разноименных групп электродов двух соседних аккумуляторов. ЭДС двух соседних аккумуляторов, замыкающихся через электролит, будет равна 2 В. Ремонт заключается в замене моноблока.

4. Ускоренный саморазряд аккумулятора. Нормальный саморазряд характеризуется тем, что заряженная батарея в течение 14 суток и при температуре электролита равной 20 градусов по Цельсию теряет емкость не более 10 %. Причинами ускоренного саморазряда являются замыкание выводов грязью, электролитом на поверхности крышки, замыкание разноименных электродов осыпающимся активным веществом, металлические примеси в электролите. Допустимый разряд летом 50 %, зимой 25 %. Основным средством уменьшения саморазряда является чистота и периодический подзаряд неработающей батареи, смена электролита.

5. Пониженная или повышенная плотность. При понижении плотности электролита увеличивается внутреннее сопротивление батареи и снижается ее емкость. В случае повышения плотности электролита ускоряется разрушение активного вещества и решеток электродов, что снижает срок службы и емкость. Необходимо периодически контролировать плотность в соответствии с окружающей температурой (очень холодная – 1.31, умеренная – 1.27, теплая влажная – 1.23).

6. Сульфатация пластин, которая приводит к образованию труднорастворимых кристаллов на поверхности электродов и на стенках пор активного вещества и снижение емкости. Сульфатированные электроды исправляют 2-3 разовыми длительными циклами заряд – разряд.

7. Преждевременное разрушение электродов происходит при длительном перезаряде, при замерзании воды в электролите, непрочном креплении АБ, при применении грязной кислоты.

8. Короткое замыкание разноименных электродов, которое происходит при разрушении сепараторов, большом выпадении активного вещества, обнаруживается по кипению электролита. Устраняется путем замены элемента АБ.

2. СИСТЕМА ПУСКА АВТОМОБИЛЯ

2.1. Назначение и технические требования

Система пуска автомобиля служит для автоматического дистанционного пуска двигателя и состоит из стартера, механизма зацепления, электромагнитного реле и вспомогательного реле. Основными техническими требованиями к системе пуска являются:

- надежная работа стартера при 40-50 тыс. км пробега;
- надежная работа стартера при пуске до температуры 15°C
- надежная работа механизма зацепления и электромагнитных реле;
- электрическая проводка питания стартера и реле надежно крепится.

Стартеры, например, для легковых автомобилей СТ 29.3708, СТ 230-62, для грузовых автомобилей СТ 142 Б, СТ 130 Б потребляют ток от 550 до 850 А с частотой вращения до 5 тыс. мин^{-1} с последующим снижением тока до 80-100 А.

2.2. Устройство и принцип действия стартера

В стартерах применяют четырехполюсные электродвигатели постоянного тока с последовательным или смешанным возбуждением. Сила тока, питающая стартер при его работе, не остается постоянной и зависит от степени заряда аккумуляторной батареи, сопротивления электрической цепи и скорости вращения якоря. Обмотка якоря и обмотка возбуждения выполнены из проводов большого сечения и малой длины, поэтому стартеры обладают малым сопротивлением в результате чего при полном торможении якоря в момент включения, например, стартеров СТ 130-В, СТ 130, СТ 142-В грузовых автомобилей и 29.3708 или СТ 230-62 легковых автомобилей потребляют силу тока от 850 А до 550 А.

При вращении якоря его обмотка пересекает силовые линии магнитного поля обмотки возбуждения и в проводниках якоря индуцируется ЭДС, действующая навстречу току в цепи стартера и уменьшающая силу этого тока. При холостом ходе якоря (без нагрузки) скорость вращения его возрастает до 5 тыс. мин^{-1} , при этом сила тока снижается до 110 ... 80 А. С увеличением силы тока, питающего стартер, возрастает магнитное поле возбуждения, которое взаимодействуя с магнитным потоком якоря, развивает большой крутящий момент, что облегчает пуск двигателя. Наибольший крутящий момент будет при неподвижном якоре, когда в цепи стартера сила тока максимальна. На рис. 2.1 представлен стартер легковых автомобилей СТ 29.3708.

Основные узлы стартера – корпус или стартер 16 с обмотками возбуждения, якорь 18 с обгонной муфтой 4, крышка 6 со стороны привода с рычагом 5, крышка 14 со стороны коллектора с щеткодержателями и тяговое реле. Крышки 6, 14 и корпус соединены двумя стяжными болтами. Корпус изготовлен из свернутой в цилиндр и сваренной в стыке мягкой полосовой стали. Внутри корпуса закреплены винтами четыре стальных полюса 17, на которые надеты катушки обмотки. Корпус вместе с катушками и полюсами образует статор. Три катушки статора (серийные) соединены с обмоткой якоря последовательно, а одна (шунтовая) – параллельно. Поэтому возбуждение стартера и является смешанным. Оно обеспечивает сравнительно низкую частоту вращения якоря на холостом ходу, что уменьшает износ втулок подшипников, облегчает условия работы обгонной муфты и предотвращает разнос якоря.

Через серийные катушки и обмотку якоря протекает основной ток, потребляемый стартером. Поэтому они намотаны медной лентой с большим поперечным сечением. Через шунтовую катушку протекает сравнительно небольшой ток, зависящий в основном от напряжения аккумуляторной батареи. Поэтому шунтовая катушка намотана медным проводом в эмалевой изоляции. Катушки оплетены хлопчатобумажной лентой и пропитаны лаком. Якорь 18 состоит из вала, на который напрессован сердечник, набранный из пластин электротехнической стали, и коллектор 12.

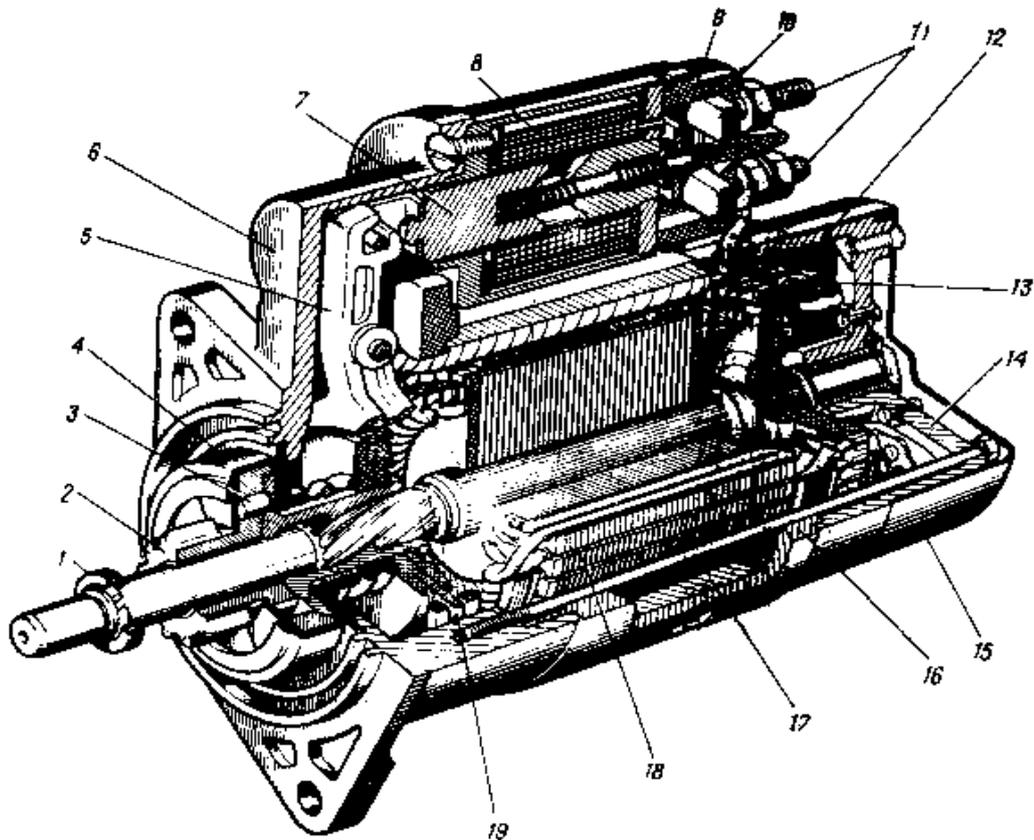


Рис. 2.1. Общий вид стартера легкового автомобиля:

1 – ограничительное кольцо; 2 – шестерня привода; 3 – ролик обгонной муфты; 4 – обгонная муфта; 5 – рычаг привода; 6 – крышка со стороны привода; 7 – якорь реле; 8 – обмотка реле; 9 – контактная пластина; 10 – крышка реле; 11 – контактные болты; 12 – коллектор; 13 – щетки; 14 – крышка со стороны коллектора; 15 – кожух; 16 – корпус; 17 – полюс стартера; 18 – якорь; 19 – поводковое кольцо.

В пазы сердечника уложена обмотка, выполненная из медной ленты, концы обмотки припаяны к пластинам коллектора. Вал якоря вращается в двух металлокерамических втулках, пропитанных маслом. Задняя втулка запрессована в крышку 14, а передняя расположена в картере сцепления.

Передний конец вала якоря входит в эту втулку при закреплении стартера на картере сцепления. В стартере применен коллектор торцевого типа.

Он представляет собой пластмассовый диск, в котором залиты медные контактные пластины коллектора. Применение торцевого коллектора позво-

лило уменьшить длину стартера и его массу. Кроме того, такой коллектор способствует более стабильной и длительной работе щеточного контакта.

На переднем конце вала якоря установлен привод стартера, состоящий из роликовой обгонной муфты и шестерни 2. Назначение обгонной муфты – передать через шестерню 2 крутящий момент от вала якоря стартера к венцу маховика при пуске двигателя, а после пуска, работая в режиме обгона, не допускать передачи крутящего момента от маховика на якорь, иначе обмотка якоря может выйти из пазов сердечника из-за «разноса» – чрезмерно высокой частоты вращения якоря маховиком работающего двигателя.

Обгонная муфта состоит из наружного кольца с роликами 3 и внутреннего, объединенного с шестерней 2 привода. В наружном кольце имеется три паза переменной глубины. В более глубокой части паза ролики могут свободно вращаться, а в менее глубокой заклиниваются между наружными и внутренним кольцом.

Пружинами ролики вжимаются в менее глубокую часть паза. Рычаг передает тяговое усилие от реле к приводу стартера. Тяговое реле служит для ввода шестерни привода в зацепление с венцом маховика и для замыкания цепи питания обмоток якоря и статора. Реле имеет две обмотки: втягивающую и удерживающую, намотанные в одну сторону. Начала обмоток припаяны к штеккеру для соединения с сетью. Конец удерживающей обмотки приварен к фланцу реле, т. е. соединен с «массой», а конец втягивающей обмотки соединен с нижним контактным болтом реле.

Работает стартер следующим образом. При повороте ключа зажигания подается питание на обмотку вспомогательного реле. Реле срабатывает, контакты его замыкаются и через них подается напряжение от аккумуляторной батареи на обмотки тягового реле стартера. Якорь тягового реле втягивается и контакты реле замыкаются. При этом втягивающая обмотка реле обесточивается, так как оба ее конца оказываются соединенными с «плюсом» аккумуляторной батареи. Но поскольку якорь реле уже втянут, то для его удержания в этом положении требуется сравнительно небольшой магнитный поток, который и обеспечивает одна удерживающая обмотка.

Одновременно якорь реле через рычаг перемещает обгонную муфту с шестерней. Ступица обгонной муфты, поворачиваясь на винтовых шлицах вала якоря стартера, поворачивает также и шестерню, что облегчает ввод ее в зацепление с венцом маховика.

Через замкнутые контакты тягового реле идет ток, питающий обмотки статора и якоря, и якорь стартера начинает вращаться со ступицей и наружным кольцом обгонной муфты. Поскольку ролики муфты смещены пружинами в менее глубокую часть паза наружного кольца, а шестерня торопится венцом маховика, то ролики заклиниваются между наружным и внутренним кольцом обгонной муфты и крутящий момент от вала якоря передается через муфту и шестерню к венцу маховика. В результате торможения шестерни ступица муфты свинчивается со шлицев вала якоря и шестерня досылается до упора в кольцо, полностью войдя в зацепление с венцом маховика. После пуска двигателя частота вращения шестерни превышает частоту вращения якоря стартера. Внутреннее кольцо обгонной муфты увлекает ролики в более глубокую часть паза наружного кольца, сжимая пружины плунжеров. В этой

части паза ролики свободно вращаются не заклиниваясь, и крутящий момент не передается от маховика двигателя на вал якоря.

После возвращения ключа зажигания в исходное положение цепь питания обмотки вспомогательного реле прерывается и контакты реле размыкаются. В результате отключается цепь питания обмоток тягового реле через контакты вспомогательного реле. Теперь ток через обмотки тягового реле идет от нижнего контактного болта реле сначала через втягивающую, а затем через удерживающую обмотку и на «массу». Так как направление тока в витках обмоток противоположное, то магнитные потоки, создаваемые обмотками, взаимно компенсируются и сердечник реле размагничивается. Якорь реле пружиной отжимается в исходное положение. Контакты реле размагничиваются, а шестерня привода выходит из зацепления с венцом маховика.

На рис. 2.2 показан стартер установленный на грузовых автомобилях, обычно мощностью $1,03 \div 1,04$ кВт. с принудительным электромагнитным включением шестерни привода и дистанционным управлением. Работа его аналогична выше описанной.

а)

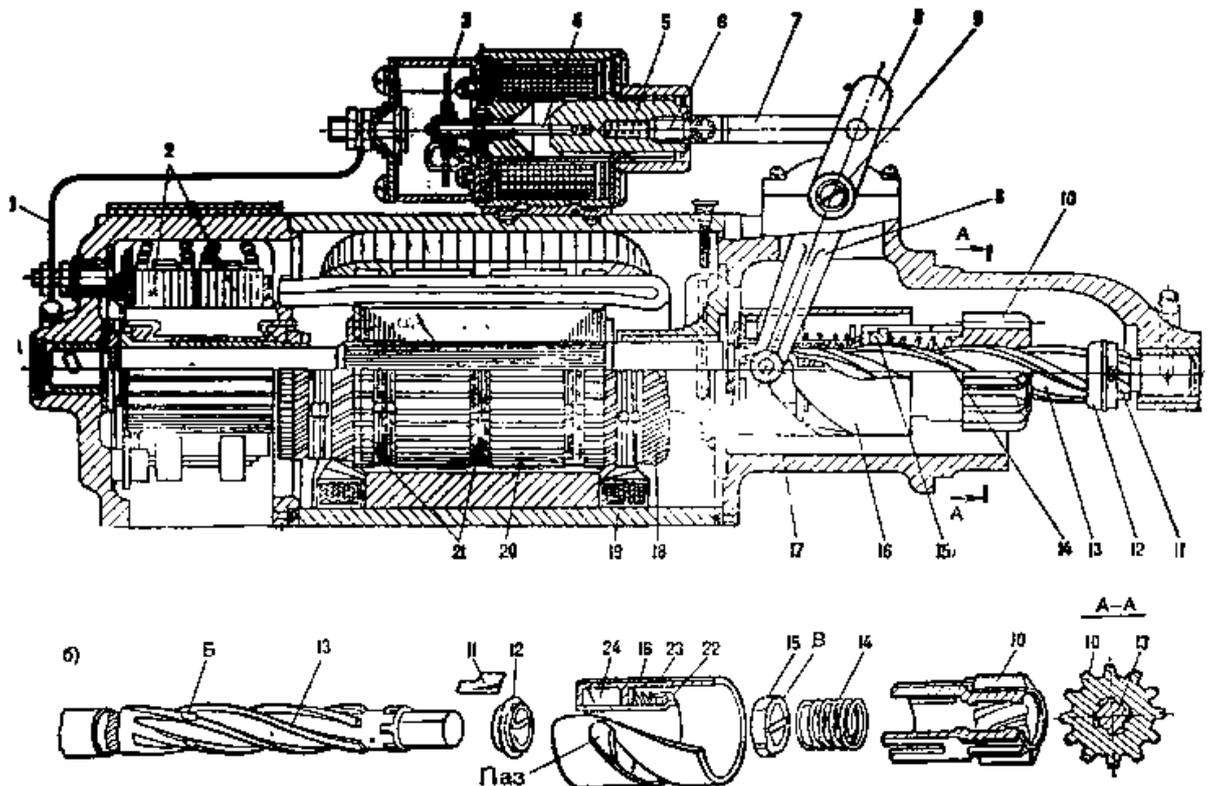


Рис. 2.2. Общий вид стартера грузового автомобиля:

1 – соединительный провод; 2 – щетки; 3 – контактный диск; 4 – шток диска; 5 – якорек; 6 – регулировочный винт; 7 – шток; 8 – рычаг; 9 – опора рычага; 10 – шестерня; 11 – винтовой вал якоря; 12 – ограничительное кольцо; 13 – шлицы вала якоря; 14 – пружина; 15 – кольцо; 16 – поводковая муфта; 17 – пазовый ролик; 18 – обмотка якоря; 19 – обмотка полюса; 20 – якорь; 21 – бандаж обмотки якоря; 22...24 – устройство поводковой муфты.

Стартер СТ 103, СТ 142Б – четырехполюсный, напряжением 24 В имеет значительную мощность $6...7,3$ кВт – устанавливаются для пуска дизельных двигателей. Технические характеристики стартеров приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные технические характеристики	Тип стартера					
	СТ-2	СТ-130-6	СТ-103	23..3708	29.0708	35.3708
Напряжение, В	12	12	12	12	12	12
Мощность, кВт	1,4 -1,5	1,4 -1,5	9-11	1,5 - 1,6	1,4 -1,5	1,4 - 1,5
Число полюсов	4	4	4	4	4	4
Реле включения	БК 50	БК 50	БК 50	БК 50	БК 50	БК 50
Тяговое реле	РС 103	РС 103	РС 103	РС 103	РС 103	РС 103
Максимальный ток, А	600	600	850	500	500	500
Ток при 5 тыс мин ⁻¹ , А	80	80	110	80	80	80
Устанавливается на автомобилях	ЗИЛ	ГАЗ	КаМАЗ	АЗЛК ГАЗ УАЗ	ВАЗ	ВАЗ

2.3. Основные неисправности и их устранение

А Б исправна и заряжена, тогда основные причины в стартере, реле включения стартера или механизме привода.

1. Стартер не включается. Тяговое реле стартера включается, но вал двигателя не вращается. Это возможно при сильном подгорании контактов и диска тягового реле, нарушением контакта щеток с коллектором.

2. Тяговое реле стартера не включается, слышен щелчок контактов реле включения, что происходит при сильном окислении или подгорании контактов реле включения; при обрыве провода, соединяющего реле включения с зажимом обмоток тягового реле; при обрыве втягивающей обмотки тягового реле.

3. Стартер включается, но якорь вращается с малой частотой или вообще не вращается, что возможно при сильном окислении выводов аккумуляторной батареи или наконечников проводов; слабой затяжке наконечников проводов; окислении контактов тягового реле; окислении и замасливанием коллектора, износе щеток или ослаблении пружин щеткодержателей; замыкании на корпус обмотки возбуждения или обмотки якоря; загустении смазки двигателя. Основными мерами устранения является зачистка контактов, определение короткого замыкания.

4. При включении стартера слышны частые удары шестерни привода о венец маховика; коленчатый вал двигателя не вращается. Эти признаки вызываются нарушением контакта в соединении наконечников проводов, обрывом удерживающей обмотки тягового реле, нарушением регулировки реле включения. Обмотка на обрыв проверяется контрольной лампой. Нарушение регулировки реле включения происходит из-за увеличения зазора между

якорьком и сердечником или сильное натяжение пружины приводит к отключению стартера при пониженном напряжении аккумуляторной батареи.

5. Якорь электродвигателя стартера вращения с большой частотой, а коленчатый вал не вращается. Эти признаки вызываются пробуксовкой роликовой муфты свободного хода; отсоединением рычага привода от якорька тягового реле. Пробуксовка муфты происходит из-за износа пазов в обойме шестерни или роликов, или загрязнении. Муфту промывают и смазывают.

6. При включении стартера слышен скрежет шестерни привода, которая не входит в зацепление с венцом маховика. Это возможно при неправильной регулировке привода, ослаблении болтов крепления стартера к картеру, перекосе в креплении стартера, забоинах на зубьях шестерни или венца. Нарушение регулировки привода приводит к замыканию контактов тягового реле раньше, чем шестерня входит в зацепление с венцом.

7. Стартер не выключается после запуска двигателя. Это возможно при заедании привода на валу якоря, сваривании контактов тягового реле или реле включения, заедании механизма выключения зажигания и стартера, ослаблении или поломке возвратной пружины, перекосе в креплении стартера.

Заедание привода на валу якоря происходит из-за загрязнения шлицев, износа подшипников втулки привода или изгиба вала. Механизм очищают и смазывают.

3. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

3.1. Назначение и технические требования

Система электроснабжения предназначена для питания электрической энергией сложного комплекса коммутирующей аппаратуры, контрольно-измерительных приборов, исполнительных механизмов и систем с помощью соединительных проводов.

К линии АБ - амперметр подключаются стартер, звуковые сигналы, прикуриватель, аварийная сигнализация с указателем поворота и переносная лампа. К линии генератор-амперметр подключаются остальные потребители.

В принципиальной электрической схеме в каждой отдельной цепи различают (рис. 3.1) три участка: А – участок, соединяющий коммутационный прибор или предохранитель F с линией питания. Цветовая маркировка осуществляется по цвету провода той или иной линии питания. В – участок, состоящий из нескольких проводов, разделенных контактами, обмотками реле, предохранителями. Цветовая маркировка этого участка осуществляется по следующим принципам:

чтения цепи – участки цепи, разделенные контактами, обмотками реле, резисторами, предохранителями, должны иметь различную расцветку;

– участки, проходящие через разъемные разборные и неразборные контактные соединения и являющиеся продолжением одной цепи, должны

иметь одну расцветку. С – участок, соединяющий изделие (Е) с корпусом автомобиля. Цвет проводов должен быть одинаковым для все системы, например, черный.

Электроснабжение современных автомобилей осуществляется жгутами согласно ГОСТ 23544-84. На рис. 3.2 показаны некоторые тенденции электрификации автомобиля.

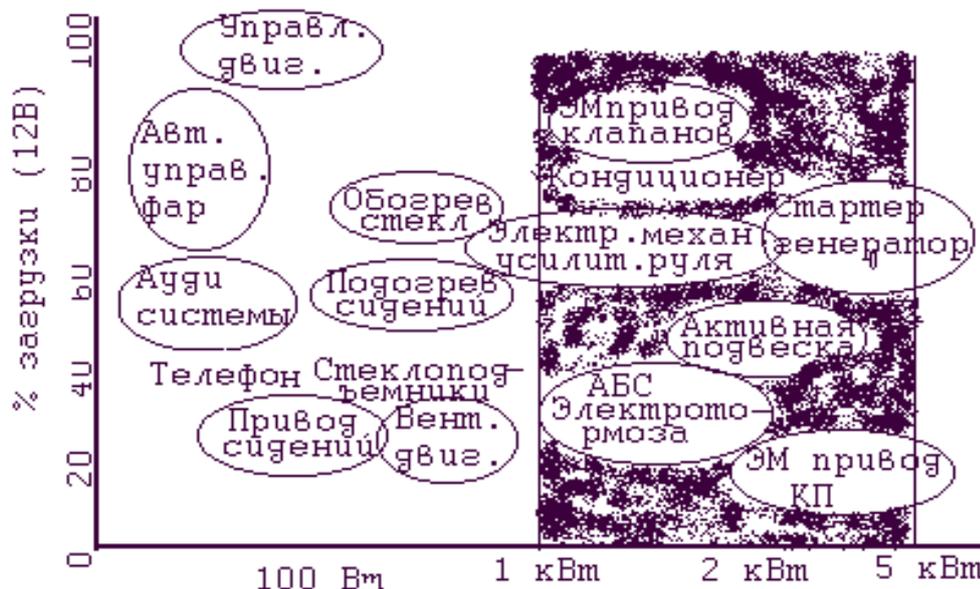


Рис.3. 2. Тенденции в электрификации автомобиля

На рис 3.3 показана принципиальная схема электроснабжения легкового автомобиля. Регулятор напряжения (РН) и обмотка возбуждения генератора (ОВГ) подключены к трем диодам (Д).

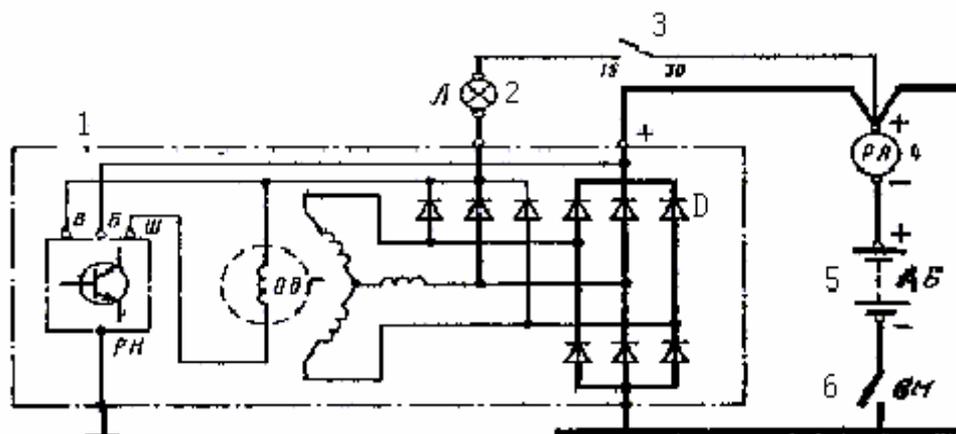


Рис. 3.3. Схема подключения цепи регулируемого напряжения:

1 – генератор; 2 – контрольная лампа; 3 – выключатель зажигания; 4 – амперметр; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – выключатель «массы»

Контрольная лампа (Л) служит для индикации подпитки ОВГ в момент пуска двигателя и сигнализирует об исправности генераторной установки. При включении зажигания (ВЗ) контрольная лампа загорается. После того, как напряжение на выводе Д генератора достигает номинальной величины,

контрольная лампа гаснет. Регулируемое напряжение U_p в схеме (рис.3.3) измеряется между выводом «Д» и «массой». Напряжение в бортсети U_c на выводе (+) амперметра (РА) будет меньше регулируемого на величину потери напряжения в цепи генератор – амперметр (на $0.2 \div 0.5$ В). ВМ – выключатель массы.

За счет выноса АБ за капот в грузовых автомобилях общее сопротивление цеп и генератор – аккумуляторная батарея в $1.5 \div 2$ раза больше, чем у легковых автомобилей. Питание РН осуществляется от силовой цепи генератора через выключатель зажигания. Регулируемое напряжение U_p измеряется между выводом (В) регулятора напряжения и «массой». Напряжение U_c будет выше U_p на величину потери напряжения на участке вывод (+) амперметра – вывод (В) генератора, что компенсирует потери напряжения в цепи заряда АБ.

На рис. 3.4 показана принципиальная схема электроснабжения грузовых автомобилей с дизельными двигателями. Питание ОВГ осуществляется от нулевой точки статора генератора. Напряжение в этой точке относительно «массы» равно половине выпрямляемого (14 В). Питание РН производится от силовой цепи генератора через выключатель приборов и стартера

В ПР (промежуточное реле), КВМ – кнопка выключателя массы ВМ. Чтобы частота переключения РН не была ниже 30 Гц, потеря напряжения в цепи генератор – РН не должна превышать 0,5 В. Выключатель массы ВМ при работающем генераторе не отключается, так как в схеме использован дистанционный выключатель «массы» импульсного действия с фиксированными контактами.

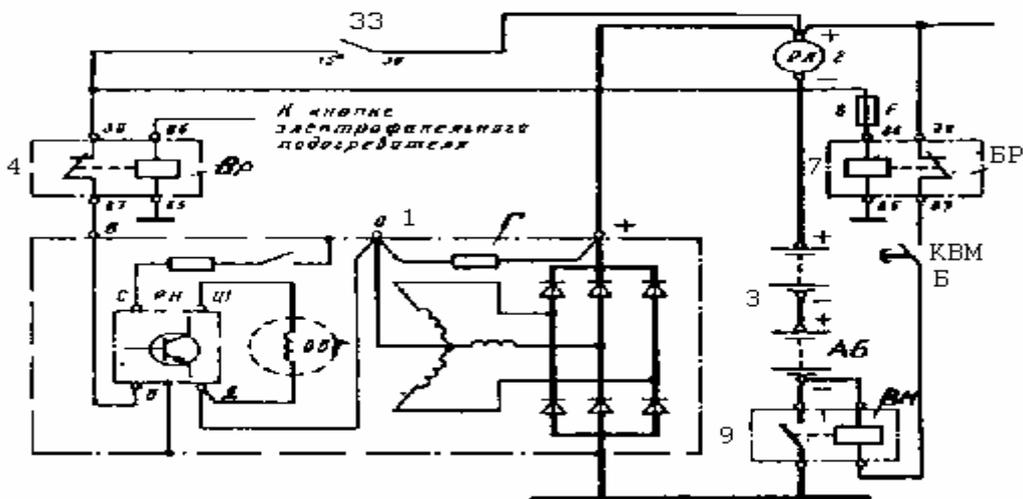


Рис. 3.4. Схема подключения электроснабжения:

1 – генератор; 2 – амперметр; 3 – аккумуляторная батарея; 4 – промежуточное реле; 5 – кнопка выключателя «массы»; 6 – выключатель «массы»; 7 – промежуточное реле; 8 – предохранитель; 9 – выключатель приборов и стартера.

В схему введено блокировочное реле БР, размыкающее контакты которого включены в цепь обмотки дистанционного выключателя «массы». При работающем генераторе от вывода 15 выключателя (33) подается питание на обмотку реле БР. Контакты реле разомкнуты и цепь питания выключателя «массы» ВМ разорваны. Для того, чтобы отключить ВМ, необходимо (ВЗ)

перевести в нейтральное положение. При этом обесточивается вывод 15 выключателя (33) и отключается питание РН. Короткое замыкание в цепи ОВГ не опасно для РН. Выходной транзистор в цепи ОВГ изолирован от АБ. При коротком замыкании ОВГ генератор возбуждается и цепь транзистора обесточивается. При работе электрооборудования между электродами распределителя и свечей зажигания, контактами электрических приборов, а так же между щетками и коллектором генератора и электродвигателей создается искрение, являющееся причиной возникновения высокочастотных электромагнитных волн, которые создают помехи, ухудшающие прием радио и телевизионных передач, мешают работе радиолокационных установок. Особенно сильные помехи создает система зажигания.

Современные устройства снижения уровня радиопомех:

1. В проводах от катушки зажигания к распределителю и от него к свечам устанавливаются подавительные сопротивления от 7 до 14 кОм, изготовленные в виде стержней из очищенного обуглероженного асбеста, перемешанного с бакелитовым или другим лаком, помещенных в патронах из изоляционного материала. На большинстве автомобилей подавительным сопротивлением является контактный уголек центрального ввода крышки распределителя.

Применяют высоковольтные провода с высокоомным распределительным сопротивлением – 14...40 кОм/ч, в резиновой или полихлорвиниловой изоляции которых заключен хлопчатобумажный сердечник, оплетенный капроновой ниткой и пропитанный полупроводящим составом.

2. Так на ЗИЛ-131, ГАЗ-66 с экранированной системой в первичную цепь зажигания и цепь заряда АБ включались специальные фильтры, состоящие из катушки (дросселя), намотанной на ферритовый сердечник, и двух проходных конденсаторов емкостью по 1 мкФ. Один электрод каждого проходного конденсатора соединен на массу, а другой соединен с проводником. Катушки дросселей включаются в цепь последовательно.

3. На автомобилях с экранированием проводов параллельно генератору и реле регулятору включается конденсаторный фильтр, включенный параллельно стеклоочистителю, указателю уровня топлива, контрольной лампе заряда батареи и обмотке реле включения стартера.

Подавительные сопротивления уменьшают амплитуды силы тока в контурах высокочастотных колебаний, а дроссели и конденсаторные фильтры нарушают периодичность колебаний в искрообразующих контурах, и энергия импульсов электромагнитных волн расходуется на заряд конденсатора и гасится в них.

4. Экранируют провода высокого и низкого напряжения генератора и реле-конденсатора, распределитель высокого напряжения, свечи и катушку зажигания и другие приводы, где при их работе создаются импульсы тока.

Экранирование создается установкой на приборы металлических корпусов и коробок и заключение проводов в металлические оболочки. Концы экранов соединяют с массой автомобиля. Импульсы тока электромагнитного поля, пересекая экраны, индуцируют в них вихревые токи, вследствие чего энергия поля расходуется на нагрев экрана.

5. На антенный кабель радиоприемника устанавливают экранирующую оплетку, которая соединена с массой.

6. Соединяют металлическими гибкими проводами двигатели с рамой, кузов с рамой и устанавливают под головки болтов крепления приборов и кузовных деталей звездчатые пружинные шайбы, обеспечивающие хороший электрический контакт.

3.2. Устройство и принцип действия автомобильных генераторов

Генератор при работающем двигателе является основным источником энергии, который обеспечивает электроснабжение потребителей и подзаряд АБ. К генераторам предъявляют следующие требования: простота конструкции; долговечность и надежность в эксплуатации; малые габаритные размеры, масса и стоимость; большая удельная мощность; возможность заряда аккумуляторных батарей при малой частоте вращения вала двигателя.

На рис. 3.5 показано устройство генераторов переменного тока типа 37.3701 с электромагнитным возбуждением и встроенными в крышку кремниевыми диодами.

Промышленность выпускает трехфазные синхронные генераторы с клювообразным ротором, контактными кольцами, кремниевыми диодами и встроенным регулятором напряжения, например, Г221, Г222, Г250, 37.3701, Г272, Г273 и др, индукторные генераторы – бесконтактные генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением для автомобилей и сельхозмашин, например, 2102, 3701, бесщеточные генераторы переменного тока с укороченными полюсами, например, 45.3701, 49.3701.

В настоящее время на смену генераторам постоянного тока пришли генераторы переменного тока, которые удовлетворяют выше перечисленным требованиям (таблица 3.1). Генераторы Г 250-А, Г 270-А от генератора Г 250 отличаются сепараторами, что предупреждает выброс смазки на контактные кольца, и герметизированной установкой кремниевых диодов в алюминиевые оребренные теплоотводы. В 24-В генераторе Г 270-А обмотка возбуждения и каждая катушка обмотки статора намотаны более тонким проводом с большим числом витков. Сердечник статора 21 (рис. 3.5) для уменьшения нагрева вихревыми токами набирают из тонких стальных пластин, изолированных друг от друга лаком.

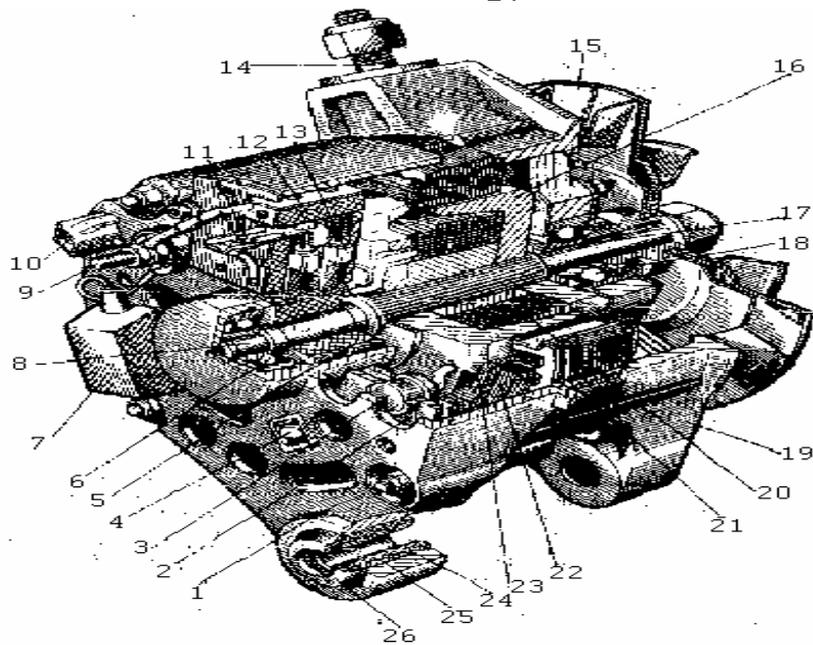


Рис. 3.5. Общий вид генератора переменного тока:

1 и 19 – алюминиевые крышки; 2 – блок диодов выпрямителя; 3 – вентиль выпрямительного блока; 4 – винт крепления выпрямительного блока; 5 – контактные кольца; 6 и 18 – задний и передний шарикоподшипники; 7 – конденсатор; 8 – вал ротора; 9 и 10 – выводы; 11 – вывод регулятора напряжения; 12 – регулятор напряжения; 13 – щетка; 14 – шпилька; 15 – шкив с вентилятором; 16 – полюсный наконечник ротора; 17 – дистанционная втулка; 20 – обмотка ротора; 21 – статор; 22 – обмотка статора; 23 – полюсный наконечник ротора; 24 – буферная втулка; 25 – втулка; 26 – поджимная втулка

Внутренняя поверхность статора имеет 18 пазов, в которые укладывают 18 катушек обмотки. Катушки распределены на три фазы и включены по схеме «звезда». В каждой фазе включено по шесть катушек.

Таблица 3.1

Технические характеристики	Тип генератора					
	Г-250	16.3701	17.3701	29.3701	Г-273	37.3701
Напряжение, В	14	14	14	14	28	14
Максимальный ток, А при $n=5000 \text{ мин}^{-1}$	40	65	40	45	30	55
Частота вращения, мин^{-1} при $J_n = 0$ $J_n = \text{max}$	950 2100	950 2100	950 2100	950 2100	1000 2100	1000 5000
Номинальный ток, А	28	50	24	32	20	-
Регулятор напряжения	РР-350	13,3702	Я-1121	Я-1121	Я-210	РР-380
Выпрямительный блок	ВБГ-1	БПВ-60	БПВ-45	БПВЧ-60	БПВЧ-45	Встроен

Окончание таблицы 3.1

Сопротивле- ние ОБТ.Ом	0,12	-	0,12	0,12	-	-
Установлен на автомобиль	ЗИЛ ГАЗ	ГАЗ	ЛИАЗ	АЛК	КамАЗ	ВАЗ АЗЛК

Концы катушек присоединены к трем изолированным зажимам или к зажимам блоков диодов выпрямителя. Ротор состоит из двух стальных шести-полюсных наконечников 10. Наконечники одной половины ротора с северной магнитной полярностью входят между наконечниками второй половины ротора с южной магнитной полярностью.

Катушка обмотки возбуждения 20 расположена между полюсами наконечниками. Оба конца этой обмотки присоединены к двум медным контактными кольцам 5. Две щетки установлены в щеткодержателях и прижимаются к контактными кольцам пружинами. Изолированная от корпуса щетка соединена проводником с зажимом «Ш», другая щетка соединена на массу. Крышки 1 и 19 имеют прорези для движения воздуха, нагнетаемого крыльчаткой 15 шкива. Подшипники 6 и 18 защищены сальниками. На задней крышке 1 установлен зажим (-) и зажим (+). В начале работы генератора обмотка возбуждения питается от АБ, а затем от выпрямителя и создает сильное магнитное поле. При вращении ротора под каждым зубцом статора происходит то северный, то южный полюс ротора, в результате чего магнитный поток, проходящий через зубцы статора, изменяет свое направление и величину. В результате этого происходит пересечение катушек обмотки статора магнитными силовыми линиями, и в них индуктируется ЭДС переменного направления. ЭДС создает трехфазный переменный ток, который посредством кремниевых диодов выпрямляется в постоянный ток.

Выпрямительный блок БПВ 4-60-02 состоит из шести кремниевых диодов, включенных по трехфазной мостовой схеме к зажимам обмотки статора. Три диода (Д242АП) соединены с массой, а другие три (Д242А) с положительным зажимом генератора. Диоды обладают большой механической и электрической прочностью, имеют большой срок службы, хорошо работают при температуре от -60° до $+125^{\circ}$ С, выдерживают до 100 В. Генератор типа 37.3701 – переменного тока представляет собой трехфазную синхронную машину с электромагнитным возбуждением. Для преобразования переменного тока в постоянный имеется встроенный выпрямитель из шести кремниевых диодов. Напряжение регулируется встроенным микроэлектронным регулятором напряжения. Генератор установлен на двигателе и приводится во вращение клиновым ремнем от шкива коленчатого вала. Лапами крышек генератор крепится к кронштейну на двигателе, а шпилькой 14 – к натяжной планке.

Чтобы не обломилась лапа крышек при затягивании болта крепления, в отверстие крышки 1 устанавливаются две стальные втулки 25 и 26 и резиновая буферная втулка 24. При затягивании болта буферная втулка сжимается между втулками 25, 26 и осевое усилие затяжки не передается на крышки генератора.

При включении зажигания ток от АБ поступает в обмотку возбуждения. При вращении ротора его магнитный поток пересекает витки обмоток статора и в них индуцируется переменный ток, который затем преобразуется в постоянный. Когда напряжение, вырабатываемое генератором, станет больше, чем напряжение АБ, ток от генератора пойдет во внешнюю цепь на заряд батареи и на питание других потребителей.

В обмотку возбуждения в это время ток поступает также от генератора. Напряжение генератора с увеличением частоты вращения вала двигателя может достигнуть недопустимой величины. Для поддержания напряжения генератора в определенных пределах в крышку генератора со стороны контактных колец встроены неразборный интегральный регулятор напряжения. Когда напряжение генератора превысит 14,5 В, регулятор напряжения прерывает поступление тока в обмотку возбуждения.

В результате этого напряжение генератора падает, регулятор снова пропускает ток в обмотку возбуждения и процесс повторяется. Напряжение поддерживается в пределах 13,5...14,5 В. Максимальная сила тока отдачи при напряжении 13 В – 55 А. Индукторные генераторы, например, 2102, 3701 представляют собой одноименно – полюсную семифазную индукторную машину с односторонним электромагнитным возбуждением и встроены кремниевым выпрямителем. Статор имеет 14 зубцов, на которых закреплены катушки семифазной обмотки. Обмотка – катушечная одноплоскостная, имеет по две последовательно соединенных катушки в фазе. Фазы соединены в семиугольник.

Ротор представляет собой цилиндрический пакет с зубцами снаружи – 10 зубцов и цилиндрическими отверстиями внутри. Ротор соединен с приводом консольно с помощью стального фланца. Система возбуждения состоит из обмотки возбуждения и внешнезамкнутого магнитопровода, наружная часть которого – магнитопроводящая стальная крышка, внутренняя – центральная втулка, ось и переходная втулка. Созданный обмоткой возбуждения магнитный поток замыкается через элементы статора и ротора.

При вращении ротора в зубцах статора магнитный поток обмотки возбуждения пульсирует и вызывает ЭДС в катушках обмотки статора, охватывающих зубцы. В бесщеточных генераторах переменного тока с укороченными полюсами, например, 49.3107 за счет неподвижного крепления обмотки возбуждения с помощью немагнитной обоймы достигается бесконтактность.

Полюса клювообразной формы имеют длину меньше половины длины активной части ротора. В процессе вращения ротора магнитный поток возбуждения пересекает витки обмотки статора, индуцируя в них ЭДС.

Трудоемкость обслуживания этих генераторов сведена к минимуму, но они имеют большие весовые показатели.

3. 3. Устройство и принцип действия регуляторов

Регулятор напряжения служит для автоматического поддержания в заданных пределах напряжения автомобильного генератора, работающего в широком диапазоне изменения скоростей вращения ротора и тока нагрузки.

Основным техническим требованием в регулирующем устройстве является поддержание в весьма узких пределах выходного напряжения генератора, что в свою очередь диктуется надежностью работы и долговечность различных потребителей.

Регулирование напряжения до недавнего времени осуществляли вибрационные регуляторы. В последние годы на автомобилях устанавливают контактно-транзисторные и бесконтактные регуляторы, выполненные как на дискретных элементах, так и по интегральной технологии.

В контактно-транзисторных регуляторах напряжения функцию регулирующего элемента, включенного в цепь обмотки возбуждения генератора, выполняет транзистор, а управляющего и измерительного – вибрационное реле. Бесконтактные регуляторы в дискретном и интегральном исполнении в качестве регулирующего и управляющего элементов используют транзисторы и тиристора, а измерительного – стабилизаторы. Замена вибрационных регуляторов напряжения транзисторными позволила удовлетворить требования, предъявляемые к электрооборудованию. Стало возможным увеличить возбуждение генераторов до 3 А и более; достичь высокой точности и стабильности регулируемого напряжения; повысить срок службы регулятора напряжения; упростить техническое обслуживание системы электропитания автомобиля. В настоящее время применяют транзисторные реле – регуляторы напряжения РР-362 и РР-350 в схемах с генераторами типа Г 250. Транзисторный регулятор напряжения РР-356 предназначен для работы с генератором Г272. Интегральные регуляторы напряжения Я 112А предназначены для работы с 14 – вольтовым генератором.

Интегральный регулятор Я 120 предназначен к генератору Г272 большегрузных автомобилей. На рис. 3.6 показана схема контактно-транзисторного регулятора. Регулятор состоит из транзистора Т (регулирующий элемент), вибрационного реле-регулятора напряжения РН (управляющий элемент) и реле защиты РЗ.

Реле-регулятор имеет одну шунтовую обмотку R_{H_0} , включенную на выпрямленное напряжение генератора через запирающий диод Д2, ускоряющий резистор R_y и резистор термокомпенсации R_T . Реле имеет нормально разомкнутые контакты, включенные в цепь управления транзистора.

Когда скорость вращения ротора генератора не велика и напряжение генератора еще не достигло заданной величины, контакты РН разомкнуты, транзистор Т отперт.

База транзистора соединяется с полюсом источника питания и транзистор запирается. В этом случае ток возбуждения проходит через добавочный R_d и ускоряющий R_y резисторы, шунтирующие транзистор, что вызывает снижение тока возбуждения и, следовательно, напряжение генератора.

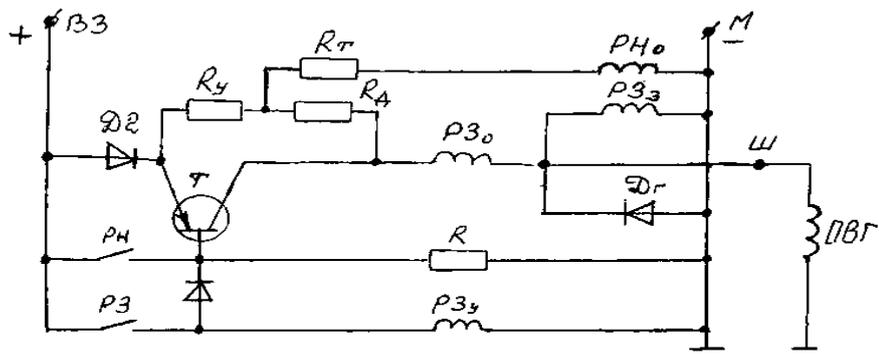


Рис. 3.6. Схема контактно-транзисторного регулятора

Контакты реле-регулятора снова размыкаются и транзистор отпирается. Далее процесс повторяется с определенной частотой. R_y – позволяет увеличить частоту срабатывания и отпускания реле-регулятора напряжения РН из-за изменения падения напряжения на резисторе при открытом и закрытом состоянии транзистора, приводящее к более резкому изменению напряжения на обмотке РН₀. Диод Д2, включенный в цепь эмиттера транзистора Т, служит для активного запирающего выходного транзистора, которое необходимо для обеспечения надежной работы транзистора при повышенной температуре. Запирание осуществляется за счет того, что падение напряжения на Д2 от тока, протекающего через R_y и R_d , когда транзистор закрыт, приложено к переходу эмиттер – база транзистора в запирающем направлении. Термкомпенсационный резистор R_T необходим для поддержания напряжения на заданном уровне в условиях широкого изменения температуры. Диод ДГ служит для гашения ЭДС самоиндукции обмотки возбуждения и защиты транзистора от перенапряжения в момент его запирающего. Реле защиты РЗ предназначено для защиты транзистора от больших токов, возникающих в случае короткого замыкания зажима Ш на корпус генератора или регулятора.

Реле имеет основную обмотку РЗ₀, включенную последовательно с ОВГ, вспомогательную РЗ_в, включенную параллельно ОВГ и удерживающую РЗ_у, РЗ₀ и РЗ_в включены встречно.

При КЗ ток через РЗ₀ увеличивается, одновременно шунтируется РЗ_в, замыкаются контакты РЗ, запирается транзистор и включается удерживающая обмотка РЗ_у. Резисторы R_y и R_d ограничивают ток короткого замыкания до 0.3 А. Только после устранения короткого замыкания и отключения АБ РЗ_у отключит РЗ. Диод Д1 применен для исключения срабатывания РЗ при замыкании контактов регулятора напряжения РН, так как при отсутствии этого диода РЗ_у будет включена на напряжение генератора.

Надежность регулятора обусловлена снижением разрывной мощности контактов. Однако износ, подгар и эрозия контактов, наличие пружинной и колебательных систем часто служит причиной выхода их строя.

На рис. 3.7 показан бесконтактный регулятор напряжения типа РР-350, который применяется в автомобилях ГАЗ «Волга».

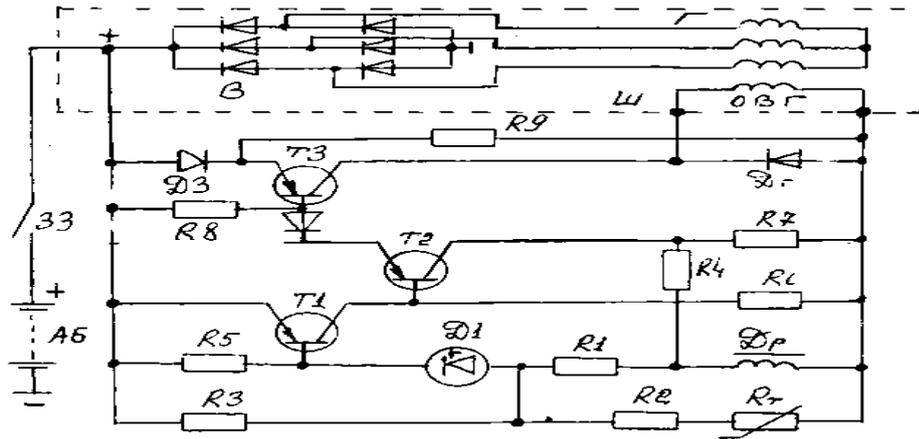


Рис. 3.7. Схема бесконтактного регулятора напряжения

Бесконтактный регулятор состоит из транзисторов Т2 и Т3 – германиевых; Т1 – кремниевого, резисторов R6 – R9 и диодов Д2 и Д3, стабилитрона Д1, входного делителя напряжения R1, R2, R3, R_т и дросселя Д_р. Если выпрямленное напряжение генератора, приложенное к входному делителю, меньше величины, на которую настроен регулятор, то стабилитрон Д1 запер, а транзисторы Т2 и Т3 отперты и по цепи (+) выпрямителя – диод Д3 – переход эмиттер – коллектор транзистора Т3 – обмотка возбуждения ОБГ – (–) протекает максимальный ток возбуждения.

Как только выпрямленное напряжение достигает заданного уровня, стабилитрон «пробивается» и транзистор Т1 отпирается. Сопротивление этого транзистора становится минимальным и шунтирует эмиттерно-базовые переходы транзисторов Т2 и Т3, что приводит к их запираению. Ток ОБГ начинает спадать. Переключение схемы производится с определенной частотой и создается такая величина тока возбуждения, при которой средняя величина регулируемого напряжения поддерживается на заданном уровне. Для повышения четкости переключения транзисторов и уменьшения времени перехода схемы из одного состояния в другое в ней предусмотрена цепочка обратной связи, включающая резистор R4.

При повышении входного напряжения, то (+) выпрямителя – диод Д3 – переход эмиттер – база транзистора Т3 – диод Д2 – переход эмиттер – коллектор транзистора Т2 – резистор R4 – обмотка дросселя Д_р – (–), уменьшается, что приводит к уменьшению падения напряжения на Д_р. В этом случае падение напряжения на стабилитроне Д1 увеличивается, вызывая возрастания базового тока Т1 и более быстрое переключение этого транзистора.

При понижении входного напряжения цепочка обратной связи способствует быстрому запираению транзистора Т1. Для активного запираения выходного транзистора Т3 и надежной работы при повышенной окружающей температуре в эмиттерную цепь транзистора Т3 включен диод Д3. Падение напряжения на диоде выбирается с помощью резистора R9.

Диод Д2 служит для улучшения запираения транзистора Т2 при отпертом транзисторе Т1 благодаря дополнительному падению напряжения на этом диоде. Для фильтрации входного напряжения применен дроссель Д_р. Терморезистор R_т компенсирует изменение падения напряжения на переходе эмиттер – база транзистора Т1 и стабилизатора Д1 от температуры окружающей

среды. Регулятор напряжения для большегрузных автомобилей МАЗ, КамАЗ, КрАЗ выполняется на кремниевых транзисторах (рис. 3.8).

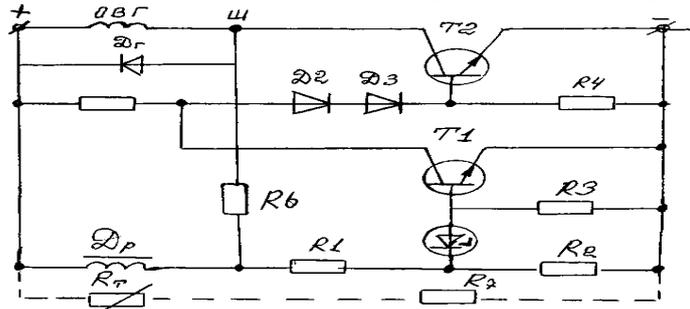


Рис. 3.8. Схема регулятора напряжения

Схема регулятора упрощена по сравнению с РР-350, уменьшено количество транзисторов. Диоды Д2 и Д3, включенные в базовую цепь транзистора Т2, делают возможным применение транзисторов с более широкими допусками на параметры, в частности на величину напряжения насыщения Т1. При питании 24 В предусмотрено применение в делителе напряжения дополнительной цепочки включающей термистор R_T и резистор R_7 .

На рис. 3.9 представлена схема регулятора напряжения РР132А, применяемых на УАЗ.

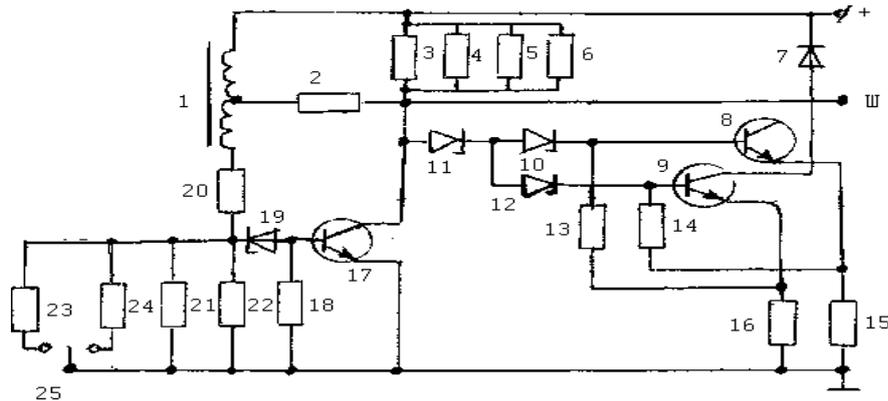


Рис. 3.9. Схема регулятора напряжения РР 132А:

1 – дроссель; 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24 – резисторы; 7 – диод; 8, 9, 17 – транзисторы; 10, 11, 12, 19 – стабилитроны.

Данная схема является бесконтактным транзисторным регулятором напряжения, который имеет три диапазона настройки регулируемого напряжения. Изменение диапазонов регулируемого напряжения осуществляется переключением 25, расположенным на верхней части корпуса регулятора. Регулируемое напряжение при частоте вращения ротора генератора – 35 мин^{-1} , нагрузке 14 А, температуре 20°C в положении (min) – $13.6 \pm 0.35 \text{ В}$; (ср) – $14.2 \pm 0.25 \text{ В}$; (max) – $14.7 \pm 0.25 \text{ В}$.

На рис. 3.10 приведена схема регулятора напряжения в интегральном исполнении. Интегральная технология снижает стоимость регулятора, появляется возможность общей герметизации, уменьшаются габариты, повышается надежность. Для интегрального исполнения, например, регулятор фирмы «Лукас» выбрана схема на трех транзисторах. При этом снижается мощность входных цепей и повышается общий коэффициент усиления схемы. Выход-

ная цепь регулятора состоит из транзисторов Т1 и Т2, переключающихся с помощью управляющего транзистора Т3. Роль чувствительного элемента в схеме выполняет стабилитрон Д1, подключенный к входному высокоомному делителю напряжения R1 и R_T. Схема содержит цепочку обратной связи R4, C1. Терморезистор R_T, включенный в цепь входного делителя, позволяет поддерживать практически постоянным регулируемое напряжение при изменении окружающей среды, создавая тем самым благоприятный режим заряда АБ. Конденсатор С2 служит для фильтрации входного напряжения, поступающего на транзистор Т3. Резистор R_{oc} введен для улучшения релейности действия схемы. Масса регулятора 25 г. Имеется и другие разработки: японской фирмы «Хитачи», немецкой фирмы «Бош». Интегральный регулятор отечественного производства R112А предназначен для работы со всеми генераторами U_н = 14 В и встраивается в щеткодержатель генератора (рис. 3.11). Регулятор состоит из металлического основания, на которое наклеено интегральное регулирующее устройство и жесткие выводы.

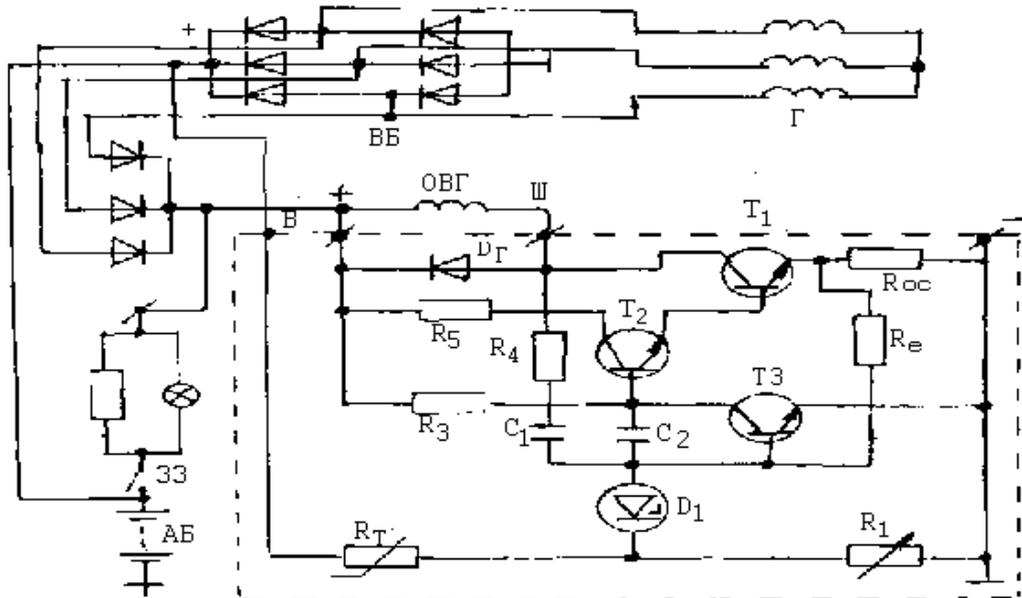


Рис. 3.10. Схема регулятора напряжения в интегральном исполнении

Когда напряжение генератора ниже заданной величины, стабилитрон Д1 не пропускает ток, так как напряжение на нем меньше напряжения стабилизатора. При этом транзистор Т1 закрыт, так как потенциалы базы и эмиттера равны. По цепи, которую составляют резистор R5, диод Д2 и резистор R6, от источников идет ток; при этом база составного транзистора Т2 – Т3 оказывается под положительным потенциалом и в цепи база – эмиттер транзистора Т2, а затем база – эмиттер транзистора Т3 будет походить ток управления и составной транзистор открывается, соединяя цепь обмотки возбуждения генератора с минусом источника тока.

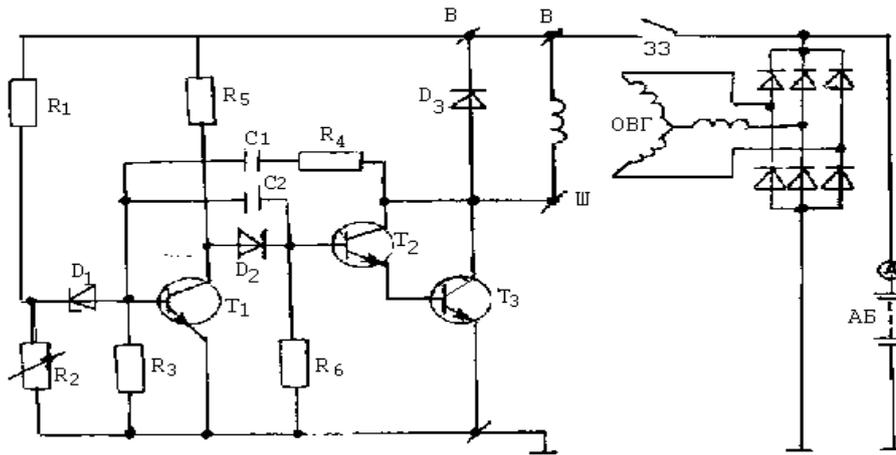


Рис. 3.11. Схема интегрального регулятора

Цепь тока обмотки возбуждения: плюсовой вывод источников тока – выключатель 33 – зажим В регулятора – ОБГ – зажим «Ш» регулятора – переход коллектор – эмиттер Т1 и Т2 – минусовой вывод источников. Когда напряжение генератора достигает заданного значения $13 \pm 15,5$ В, происходит резкое снижение сопротивления стабилитрона Д1, и через резистор R1, Д1 и переход база – эмиттер Т1 начинает проходить ток управления: Т1 открывается. Так как Т1 включен параллельно цепочке, состоящей из Д2 и R6, то при очень малом сопротивлении перехода коллектор – эмиттер открытого Т1 сила тока в цепи Д2 и R6 резко падает, а потому отрицательные потенциалы базы и эмиттера Т2 – Т3 оказываются равными, и составной транзистор Т2 – Т3 закрывается. При этом цепь обмотки возбуждения прерывается, что приводит к снижению напряжения генератора. Напряжение на стабилитроне также уменьшается и становится меньше напряжения стабилизации. Сопротивление стабилитрона возрастает и ток через него проходить не будет и Т1 закрывается, а Т2 – Т3 открывается. Цепочка обратной связи С1 и R4 ускоряет открывание и закрывание. Когда Т2 – Т3 закрывается, положительный потенциал его коллектора повышается и по цепочке R4 – С1 и переходу база – эмиттер Т1, а также через R3 действует импульс тока, способствующий более быстрому открыванию Т1, что ускоряет закрывание Т2 – Т3. Конденсатор С1 при этом заряжается. Когда Т2 – Т3 открывается, С1 разряжается по цепи: С1 – R4 – коллектор – эмиттер Т2 – Т3 – корпус – резистор R3, а также эмиттер – база Т1 – С1, что способствует более быстрому закрыванию Т1, а следовательно, открыванию Т2 – Т3. При запираии составного транзистора прерывается ток в цепи обмотки возбуждения и в обмотке индуцируется ЭДС самоиндукции. Под действием этой ЭДС создается ток самоиндукции, который проходит через гасящий диод Д3, тем самым предотвращается пробой Т2 – Т3. Конденсатор С2 выполняет роль фильтра. Интегральный регулятор Я120 работает с генератором Г373 с номинальным напряжением 28 В, отличается величинами сопротивлений резисторов делителя напряжения, установкой двух последовательно включенных стабилитронов и схемой включения в цепь питания обмотки возбуждения.

3.4. Коммутирующая и установочная аппаратура

Коммутирующая и установочная аппаратура автомобиля: выключатели и переключатели; электромагнитные реле и контакторы; разъемные и соединительные панели. Основным узлом коммутационных устройств является контактная часть, имеющая в конструкции изделий первой группы механической (ручной, пневматический и др.) привод и в конструкции второй группы – электромагнитный привод. По схеме коммутации выключатели и переключатели отличаются количеством коммутационных цепей, количеством позиций, числом выводов, исполнением привода – клавишные, кнопочные, повторные, вытяжные.

Основными параметрами выключателей и переключателей являются номинальное напряжение, номинальный ток, схема коммутации, величина падения напряжения на контактах, ресурс по количеству циклов включения, отключения.

По функциональному назначению можно выделить: главный выключатель; центральный переключатель света; многофункциональный подрулевой переключатель; переключатель системы стеклоочистки; переключатель отопления; переключатель указателей поворота; выключатель стоп-сигнала; выключатель аварийной световой сигнализации; выключатель различных управляющих и исполнительных устройств.

В схемах электрооборудования автомобилей все больше распространение получают реле. Реле включения стартера; реле сигналов дальнего и ближнего света фар; электроклапана в системе охлаждения двигателя; обогрева заднего стекла; отопителя; фарочислителей; отключения обмотки возбуждения генератора.

Реле-прерыватели применяются в схемах контрольной лампы ручного тормоза стеклоочистителя. Электромагнитные реле делят на три группы по конструктивному исполнению; обычные; малогабаритные; специальные. По схеме коммутации реле подразделяются на замыкающие, размыкающие и переключающие. Реле отличаются по режиму работы: продолжительному и кратковременному.

В силовых цепях с токами свыше 50 А применяют контакторы на 12 и 24 В. Разъемы и соединительные панели служат для обеспечения монтажа жгутов и приборов электрооборудования, соединения тягача и прицепа, подключения внешнего питания, подключения переносной лампы и т. д.

3.5. Основные неисправности и их устранение

Электрические неисправности, которые можно определить по показаниям контрольных приборов.

1. Амперметр показывает разрядный ток при средней частоте вращения вала. Контрольная лампа заряда батареи (ВАЗ) горит полным огнем. Это указывает на неисправность приборов системы генератора, реле - регулятора или цепи зарядного тока, цепи возбуждения. Исправность цепей проверяется на-

личием и величиной напряжения от аккумуляторной батареи при неработающем двигателе.

Для проверки цепи возбуждения генератора необходимо отсоединить провод от зажима «Ш» генератора и вместо разрыва цепи присоединить вольтметр и включить зажигание. Отсутствие напряжения свидетельствует об обрыве в цепи ОВГ. При исправном генераторе, если амперметр показывает зарядный ток, то это указывает на неисправность регулятора напряжения.

Отсутствие зарядного тока может быть при слабом натяжении ремня привода ротора генератора.

2. Амперметр постоянно регистрирует большую силу зарядного тока. Причиной нарушения может быть неисправность регулятора напряжения, пробой силового транзистора, короткое замыкание проводов между «+» и «Ш» генератора, увеличение сопротивления выключателя зажигания.

При обнаружении неисправности до выяснения причины необходимо отключить провод от зажима «Ш» генератора. Состояние цепи возбуждения на увеличение сопротивления можно обнаружить по показанию вольтметра (10 В) между «+» и «Ш».

3. Амперметр показывает малую силу зарядного тока при разряженной аккумуляторной батарее и средней частоте вращения вала.

Это может быть при неисправности генератора или нарушении регулировки реле регулятора. Замыкают контакты «+» и «Ш» при отключенном регуляторе напряжения и наблюдают показания амперметра. Если амперметр покажет зарядный ток, то это указывает на неправильную работу реле регулятора, а отсутствие зарядного тока – на неисправность генератора.

4. Стрелка амперметра колеблется, контрольная лампа заряда батареи мигает при средней частоте вращения вала. Подобное возможно при периодических нарушениях в цепи зарядного тока и возбуждении генератора, а так же при пробуксовке приводного ремня. Причиной периодических нарушений может быть плохой контакт между щетками и кольцами.

5. Основные неисправности генераторов:

- плохой контакт между щетками и контактными кольцами ротора возникает при загрязнении и замазливании контактных колец;
- обрыв обмотки возбуждения чаще всего происходит в местах пайки концов обмотки с контактными кольцами;
- замыкание обмотки возбуждения на корпус ротора происходит при разрушении изоляции обмотки;
 - межвитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения;
 - замыкание обмотки статора на корпус при механическом или тепловом повреждении изоляции;
 - межвитковое замыкание или обрыв в цепях фазных обмоток статора;
 - плохой контакт между щетками и контактными кольцами ротора в результате загрязнения и замазливании контактных колец;
 - обрыв обмотки возбуждения чаще всего происходит в местах пайки концов обмотки с контактными кольцами;

– замыкание обмотки возбуждения на корпус ротора при этом происходит при разрушении изоляции обмотки. При этом генератор не развивает мощности.

6. Основные неисправности выпрямителя:

Пробой диодов выпрямительного блока из-за перегрева внешними токами или повышения напряжения генератора, механическом повреждении. В пробитом диоде сопротивление равно нулю и он проводит ток в обоих направлениях, что вызовет короткое замыкание фаз обмотки статора. Напряжение генератора снижается и аккумуляторная батарея не будет заряжаться;

7. Проверка неисправности интегральных регуляторов напряжения. Подключают регулятор на пониженное напряжения (зажим «В» и «масса») и контрольную лампу к зажимам «В» и «Ш», если лампа горит полным накалом - При обнаружении неисправности до выяснения причины необходимо отключить провод от зажима «Ш» генератора. Состояние цепи возбуждения на увеличение сопротивления можно обнаружить по показанию вольтметра (10 В) между «+» и «Ш».

3. Амперметр показывает малую силу зарядного тока при разряженной аккумуляторной батарее и средней частоте вращения вала.

Это может быть при неисправности генератора или нарушении регулировки реле регулятора. Замыкают зажимы «+» и «Ш» при отключенном регуляторе напряжения и наблюдают показания амперметра. Если амперметр покажет зарядный ток, то это указывает на неправильную работу реле регулятора, а отсутствие зарядного тока – на неисправность генератора.

4. Стрелка амперметра колеблется, контрольная лампа заряда батареи мигает при средней частоте вращения вала. Подобное возможно при периодических нарушениях в цепи зарядного тока и возбуждении генератора, а так же при пробуксовке приводного ремня. Причиной периодических нарушений может быть плохой контакт между щетками и кольцами.

5. Основные неисправности генераторов:

– плохой контакт между щетками и контактными кольцами ротора возникает при загрязнении и замасливание контактных колец;

– обрыв обмотки возбуждения чаще всего происходит в местах пайки концов обмотки с контактными кольцами;

– замыкание обмотки возбуждения на корпус ротора происходит при разрушении изоляции обмотки;

– межвитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения;

– замыкание обмотки статора на корпус при механическом или тепловом повреждении изоляции;

– межвитковое замыкание или обрыв в цепях фазных обмоток статора;

– плохой контакт между щетками и контактными кольцами ротора в результате загрязнения и замасливания контактных колец;

– обрыв обмотки возбуждения чаще всего происходит в местах пайки концов обмотки с контактными кольцами;

– замыкание обмотки возбуждения на корпус ротора при этом происходит при разрушении изоляции обмотки. При этом генератор не развивает мощности.

6. Основные неисправности выпрямителя:

Пробой диодов выпрямительного блока из-за перегрева внешними токами или повышения напряжения генератора, механическом повреждении. В пробитом диоде сопротивление равно нулю, и он проводит ток в обоих направлениях, что вызовет короткое замыкание фаз обмотки статора. Напряжение генератора снижается и аккумуляторная батарея не будет заряжаться.

7. Проверка неисправности интегральных регуляторов напряжения. Подключают регулятор на пониженное напряжения (зажим «В» и «масса») и контрольную лампу к зажимам «В» и «Ш», если лампа горит полным накалом –

регулятор исправен, при неисправном – лампа не горит или горит с неполным накалом. Второй способ выявления неисправности заключается в подключении вместо 12 В 16 В. При исправном регуляторе контрольная лампа не будет гореть.

4. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

4.1. Назначение и технические требования

Система зажигания двигателя предназначена для генерации импульсов высокого напряжения, вызывающих вспышку рабочей смеси в камере сгорания двигателя, синхронизации этих импульсов с фазой двигателя и распределения импульсов зажигания по цилиндрам (ГОСТ 28827–90).

От мощности искры и момента зажигания рабочей смеси в значительной степени зависит экономичность и устойчивость работы двигателя, а так же токсичность отработавших газов. Бесперебойное искрообразование происходит при напряжении 8...20 кВ, при этом энергия электрического разряда при пуске может достигать 30...100 мДж, а при установившемся режиме до 5 мДж. Различают следующие системы зажигания, которые серийно выпускаются в настоящее время у нас и за рубежом или будут в производстве в ближайшие годы: батарейная с механическим прерывателем, или классическая; контактно-транзисторная; контактно-тиристорная; бесконтактно-транзисторная; цифровая с механическим распределителем; цифровая со статическим распределителем; микропроцессорная система управления автомобильным двигателем.

К системам зажигания предъявляются следующие требования:

- система зажигания должна развивать напряжение, достаточное для пробоя искрового промежутка во всех режимах работы двигателя;
- искра должна обладать определенной энергией и продолжительностью для воспламенения рабочей смеси;
- момент зажигания должен быть строго определенным и соответствовать условиям работы двигателя;

- работа всех элементов системы должна быть надежной при высоких температурах и механических нагрузках;
- эрозия электродов свечи должна находиться в пределах допуска.

Современные автомобили имеют:

- катушки зажигания с разомкнутой или замкнутой магнитной цепью, например, Т.273705, 29.3705 для ВАЗ;
- распределитель зажигания, например, Т. 30.3706 для ВАЗ;
- датчики распределители, например, Т. 24.3706 для бесконтактной системы зажигания (БСЗ) для ГАЗ, ПАЗ;
- коммутатор Т. 13.3734 для БСЗ или ТК102 для контактно-транзисторной системы, 36.3734 – с нормируемой активностью для ВАЗ, 42.3734 – двухпанельный дискретный коммутатор, 56.3734 – гибридный интегральный коммутатор;
- контроллеры, например, Т. МС 2713-01 для ЗИЛ, МС 2715-03 для ВАЗ;
- свечи зажигания: с воздушным искровым промежутком со скользящей искрой, например, А20ДВ.

На ВАЗ-21083 и 21093 устанавливается микропроцессорная цифровая система зажигания.

Преимущества электронных систем зажигания:

- универсальность применения на всех типах двигателей;
- значительное в 1,3...1,5 раза увеличение вторичного напряжения, достигающего 20...30 кВ при всех режимах работы двигателя;
- меньшую чувствительность к шунтирующим нагрузкам $R_{ш}$ и C_2 вторичной цепи;
- большой срок службы контактов прерывателя (150...200 тыс. км пробега);
- более полное сгорание топлива на малых и больших оборотах (экономия горючего 2...3 %);
- увеличенный зазор (до 1...2 мм) между электродами свечей зажигания;
- облегченный запуск двигателя в зимних условиях;
- значительная экономия времени на профилактические и регулировочные работы.

Недостатками являются большая сложность и стоимость системы, большая мощность потребляемая от источника (для транзисторной системы), повышенная чувствительность к замасливанью контактов прерывателя (конденсаторная система).

4.2. Батарейная система зажигания

Любая система зажигания характеризуется согласно ГОСТ 23434-79 следующими параметрами:

- развиваемым вторичным напряжением в пусковом и рабочем режимах работы U_{2m} ;
- коэффициентом запаса по вторичному напряжению K_3 ;
- скоростью нарастания вторичного напряжения dU_{2m}/dt ;

- энергией W_p и длительностью индуктивной составляющей искрового разряда t_p ;
- зазором между электродами свечей δ ;
- углом опережения зажигания θ .

Причем

$$K_3 = \frac{U_{2m}}{U_{np}} = 1.5 \div 1.8, \quad (4.1)$$

где U_{np} – пробивное напряжение между электродами свечи.

По способу управления системы зажигания делят на системы с контактным управлением и системы с бесконтактным управлением.

Электронные системы регулирования угла опережения зажигания лишены недостатков предыдущих схем. Реализуют две электронные системы: аналоговую или цифровую. Наиболее совершенными являются цифровые электронные системы на базе микропроцессоров. Функцию распределителя в этой схеме выполняют многовыводные катушки зажигания и катушечные модули, управляемые контроллером.

Батарейная система зажигания (рис.4.1) установлена на большинстве существующих автомобилей.

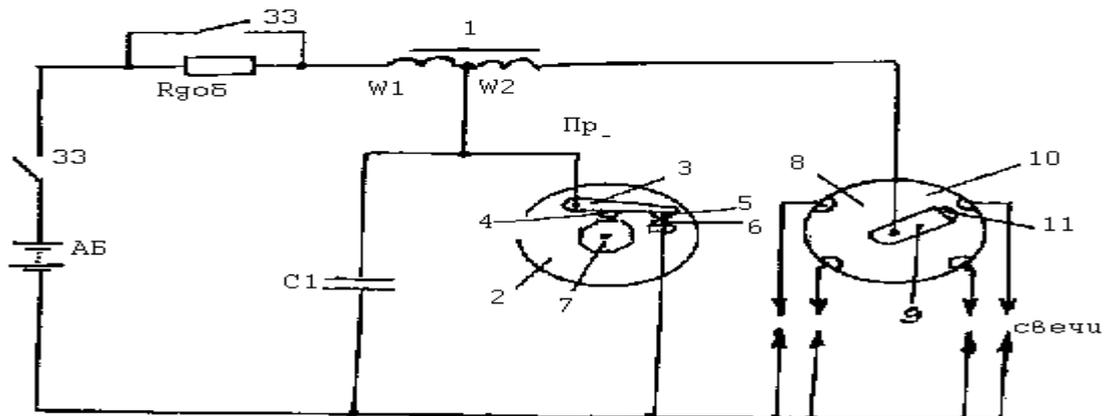


Рис. 4.1. Схема батарейной системы зажигания

Система состоит из аккумуляторной батареи АБ, катушки зажигания 1 для получения высоковольтного импульс вызывающего искрообразование между электродами свечи и прерывателя Пр.

Распределитель 8 состоит из бегунка 9 с контактом 11, и крышки 10 с неподвижными электродами, число которых равно числу цилиндров. Прерыватель Пр состоит из пластины 2, рычажка 3 с подушечкой 4 из изоляционного материала, подвижного 5 и неподвижного 6 контактов прерывателя, кулачка 7. Ось кулачка прерывателя 7 вращается с частотой вдвое меньшей, чем частота вращения коленчатого вала. Выключатель 33 служит для включения и выключения системы зажигания.

Добавочное сопротивление $R_{доб}$ улучшает характеристики системы зажигания, в момент запуска замыкается накоротко ключом 33. Искрогасительный конденсатор C_1 уменьшает искрение между контактами и является составным элементом колебательного контура, образуемого в первичной цепи после размыкания контактов прерывателя. При вращении вала вращается кулачок и контакты замыкаются и размыкаются.

После замыкания контактов при замкнутом контакте выключателя зажигания через W_1 катушки 1 протекает ток, нарастающий от нуля до некоторого значения, определяемого параметрами первичной цепи и временем, в течение которого контакты замкнуты. Протекание тока через первичную обмотку вызывает образование магнитного потока в сердечнике катушки зажигания и накопление электромагнитной энергии. Схема замещения при этом имеет вид: (рис. 4.2).

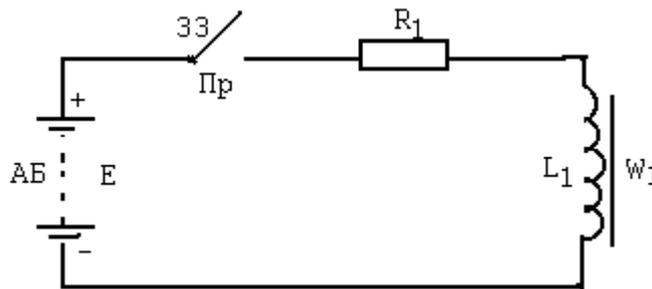


Рис.4.2. Схема катушки зажигания

Изменение тока происходит по экспоненциальному закону. Ток первичной цепи в момент размыкания контактов прерывателя $Пр$ (ток разрыва) будет равен:

$$I_p = \frac{E}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{R_1 t}{L_1}} \right) \leq I_{max}, \quad (4.2)$$

где $I_{max} = E/R_1$ – максимальный ток первичной цепи.

При $t = 0$, $I_p = 0$, а при $3 \frac{L_1}{R_1}$ I_p достигает установившегося значения. После размыкания контактов прерывателя ток проходит через конденсатор C_1 и в контуре, образованном этим конденсатором и первичной обмоткой, возникают затухающие колебания. Так как катушка зажигания представляет собой импульсный трансформатор с большим коэффициентом трансформации (около 100), то в результате переходного процесса в первичной цепи во вторичной обмотке возникает высокое напряжение, достигающее 15-30 кВ. Распределение высокого напряжения по соответствующим цилиндрам производится распределителем. Схема замещения после размыкания контактов прерывателя, показана на рис.4.3. В схеме C_2 – емкость вторичной цепи – емкость свечи, распределителя, вторичной обмотки катушки зажигания, высоковольтных проводов.

Колебательный контур в первичной цепи характеризуется (C_1+C_2) , L_1 и R_1 , которые определяют собственное затухающее колебание.

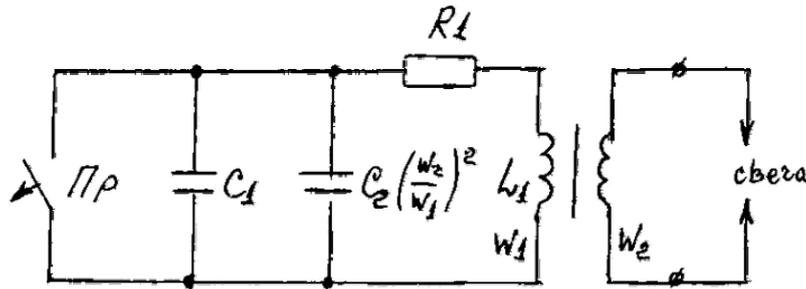


Рис. 4.3. Схема замещения

Величина вторичного напряжения $U_{2\max}$ катушки зажигания, являющиеся выходным напряжением батарейной системы зажигания определяется выражением:

$$U_{2\max} \approx I_p \cdot \frac{W_2}{W_1} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2}}, \quad (4.3)$$

где W_2/W_1 – коэффициент трансформации катушки зажигания.

Для катушки зажигания Б1, индуктивность которой 8,5 мГн, а максимальный ток разрыва $I_p = 4$ А. Максимальная энергия, накопленная в магнитном поле катушки, равна:

$$W_{L\max} = \frac{8.5 \cdot 10^{-3} \cdot 4^2}{2} \approx 0.07 \text{ Вт} \cdot \text{с}. \quad (4.4)$$

Энергия 0,025-0,03 Вт·с соответствует выходному напряжению 12...14 кВ:

- минимальная энергия, обеспечивающая бесперебойную работу системы зажигания. Однако в действительности на $U_{2\max}$ может влиять неправильная установка угла опережения зажигания;
- снижение напряжения АБ в холодное время.

Основные недостатки батарейной системы зажигания.

1. Вторичное напряжение уменьшается при увеличении частоты вращения вала двигателя и числа цилиндров, из-за снижения величины тока разрыва, вследствие сокращения времени замкнутого состояния контактов прерывателя.

2. Снижение вторичного напряжения наблюдается и при малых частотах вращения вала двигателя. Это снижение объясняется дуговым разрядом между контактами прерывателя из-за уменьшения скорости размыкания. Напряжение на контактах возрастает быстрее, чем увеличивается электрическая прочность межконтактного пространства.

3. $U_{2\max}$ значительно снижается при загрязнении свечей зажигания. Образуются шунтирующие сопротивление свечи $R_{ш} = 0,25...0,5$ МОм, которое обычно 3...6 МОм, и $U_{2\max}$ может стать ниже пробивного.

4. Величина U_{2max} прямо пропорциональна току I_p , величина которого ограничивается электроэрозионной стойкостью контактов прерывателя. Обычно $I_p = 4...4,5$ А, что довольно сильно влияет на износ контактов.

4.3. Контактнo-транзисторная система зажигания

Контактнo-транзисторная система зажигания повышает срок службы двигателя, улучшает его эксплуатационные характеристики, увеличивает надежность запуска, способствует более полному сгоранию топлива, уменьшает загрязнение воздуха, увеличивают срок службы свечей и уменьшает эрозию контактов прерывателя.

Системы на одном и на двух транзисторах применены на ЗИЛ-4310 и ГАЗ-3207. Контактнo-транзисторная система зажигания (рис. 4.4) состоит из катушки зажигания 1 (типа Б114), распределителя зажигания (типа Р4-Д), состоящего из прерывателя 2 и распределителя 3, транзисторного коммутатора 4 (типа ТК-102), блока резисторов 5 (типа СЭ-107), замка зажигания ЗЗ. Электронный коммутатор повышает вторичное напряжение до необходимых пределов без электрической перегрузки контактов прерывателя. Режим работы контактов значительно облегчается, а срок их службы увеличивается. Схема транзисторного коммутатора включает мощный транзистор, в цепь эмиттера которого включена первичная обмотка катушки зажигания, а в базовую – включены контакты прерывателя. Трансформатор T_p , первичная обмотка которого включена последовательно с контактами прерывателя, предназначен для управления работой транзистора Т. Для облегчения работы Т в режиме переключения включена цепочка R_2, C_2 . При включении замка зажигания в момент замкнутых контактов прерывателя транзистор Т отперт и по первичной обмотке катушки зажигания протекает ток.

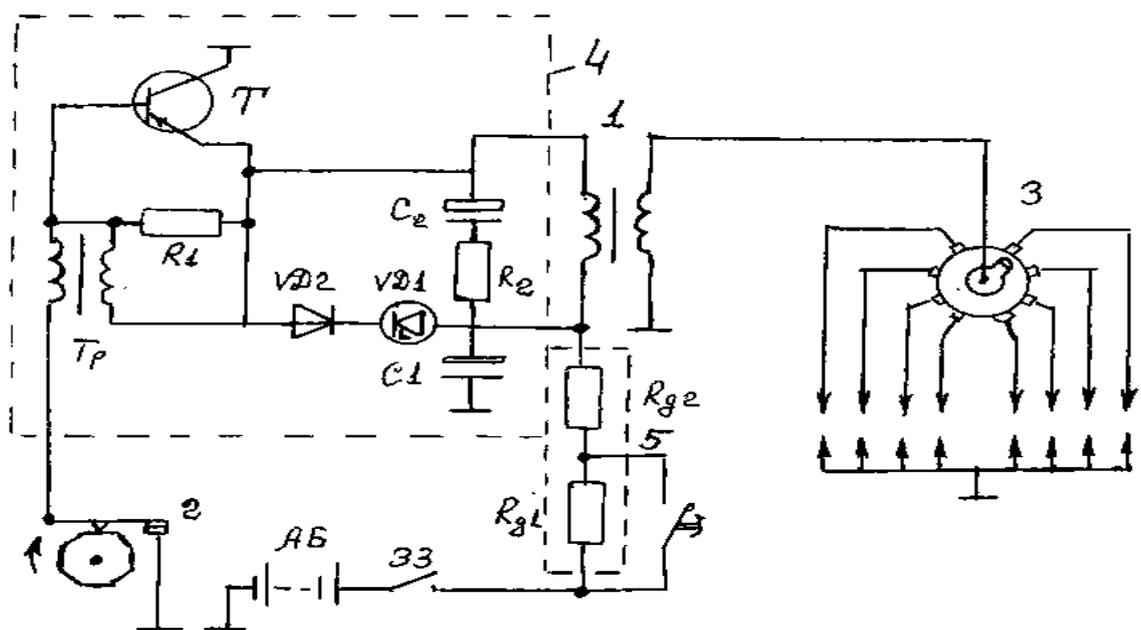
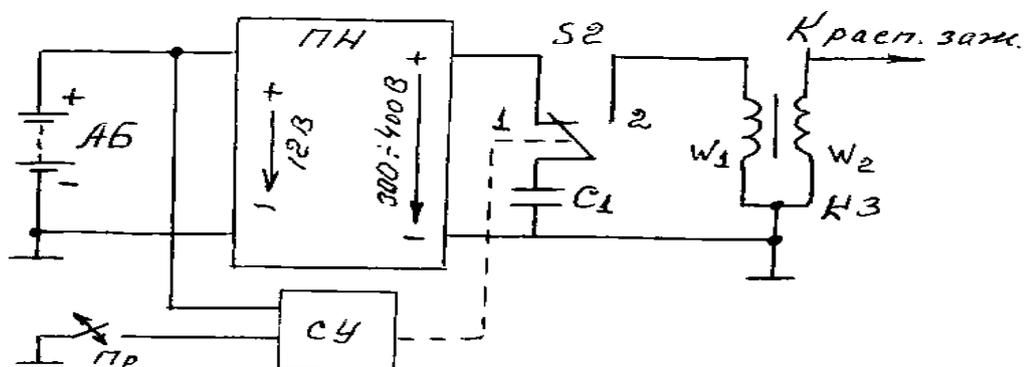


Рис.4.4 Схема контактнo-транзисторной системы зажигания

После размыкания контактов прерывателя транзистор запирается. Ток в первичной цепи катушки зажигания резко уменьшается, и во вторичной обмотке возникает импульс высокого напряжения. Периодически повторяющиеся импульсы высокого напряжения распределяются в необходимой последовательности по свечам зажигания. Для улучшения работы системы в схему включены стабилитрон VD1 и электролитический конденсатор C_1 , защищающие транзистор от перенапряжения. Диод VD2 ограничивает ток через стабилитрон VD1. Блок добавочных сопротивлений $R_{д1}$ и $R_{д2}$ разгружает катушку зажигания от повышенной тепловой нагрузки. Недостатком транзисторной системы зажигания является большая потребляемая мощность, которая при неработающем двигателе и замкнутых контактах прерывателя достигает 100 Вт, а при работающем двигателе – 60 Вт, что вдвое превышает потребляемую мощность обычной батарейной системы зажигания. Отсюда нежелательность применения данной системы для легковых автомобилей.

4.4. Конденсаторная тиристорная система зажигания с непрерывным накоплением энергии

Эта система нечувствительна к утечкам в элементах вторичной цепи и обеспечивает независимость напряжения искрообразования от частоты вращения вала двигателя. Новым элементом является преобразователь напряжения ПН, накопительный конденсатор C_1 , коммутатор S2 и схема управления СУ, рис.4.5. Преобразователь преобразует напряжение АБ 12 В в высокое 300 В. В накопительном конденсаторе накапливается энергия искрообразования. Коммутатор подключает накопительный конденсатор то к выходу преобразователя, то к первичной обмотке катушки зажигания. Схема управ-



ления управляет работой коммутатора.

Рис.4.5. Схема преобразователя напряжения системы зажигания

Система зажигания работает следующим образом. При вращении вала контакты прерывателя (Пр) попеременно размыкаются и замыкаются. При замыкании контактов сигнал от схемы управления устанавливает коммутатор S2 в положение 1. На выходе преобразователя имеется высокое напряжение 350 В, до которого заряжается накопительный конденсатор.

В момент размыкания контактов прерывателя схема управления вырабатывает сигнал, который переключает коммутатор в положение 2. Заряженный до высокого напряжения 350 В накопительный конденсатор подключается к первичной катушке W_1 катушки зажигания КЗ. В контуре, образованном конденсатором C_1 и W_1 , возникают затухающие синусоидальные колебания, амплитуда напряжения первой полуволны которых близка к напряжению заряда конденсатора C_1 . При этом во вторичной обмотке W_2 катушки зажигания индуцируется высокое напряжение достигающее 20-30 кВ.

Схема замещения конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для этапа заряда накопительного конденсатора после переключения коммутатора в положение 1 имеет вид (рис. 4.6). Цепь, состоящая из накопительного конденсатора C_1 , резистора R_{BH} , сопротивление которого равно внутреннему сопротивлению преобразователя ПН, и резистора R_{YT} , сопротивление которого равно результирующему сопротивлению утечки во вторичной цепи; с помощью коммутатора S2 подключается к источнику постоянного напряжения U_B , которым является преобразователь ПН.

Напряжение на конденсаторе равно:

$$U_C = U_B \frac{R_{YT}}{R_{BH} + R_{YT}} \left(1 - e^{-\frac{R_{YT} + R_{BH}}{R_{YT} \cdot R_{BH} \cdot C_1} \cdot t} \right). \quad (4.5)$$

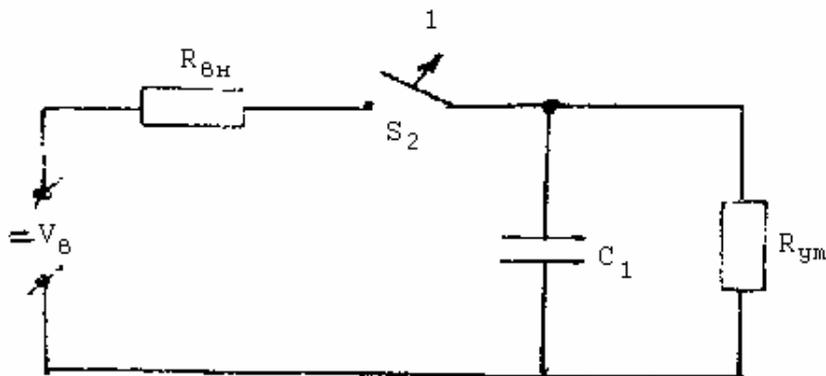


Рис. 4.6. Схема конденсаторной системы зажигания

Как правило $R_{YT} \gg R_{BH}$, и U_C через $t = 3R_{BH} \cdot C_1$ практически достигает установившегося значения U_B . Схема замещения для этапа, характеризующегося после размыкания контактов прерывателя и переключения коммутатора в положение 2, рис. 4.7.

При составлении и анализе приняты следующие допущения: гальваническая связь между обмотками катушки зажигания устранена, искровой контакт распределителя заменен скользящим, распределительные емкости вторичной цепи заменены одной сосредоточенной емкостью C_2 , активное сопротивление обмоток катушки зажигания равны нулю, коэффициент связи между катушками равен единице, шунтирование вторичной цепи отсутствует.

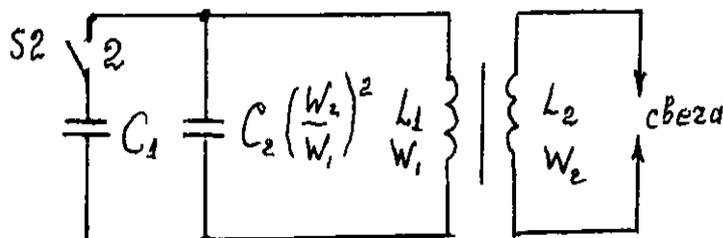


Рис.4.7 Схема замещения после размыкания контактов

Напряжение на накопительном конденсаторе уменьшается, и максимум первичного напряжения будет равен:

$$U_{1\max} = U_B \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2}. \quad (4.6)$$

Тогда максимум вторичного напряжения определяется выражением:

$$U_{2\max} = U_{1\max} \cdot \frac{W_2}{W_1}. \quad (4.7)$$

Отсюда можно добиться малой зависимости $U_{2\max}$ от значения емкости C_2 , что невозможно в батарейной системе зажигания. Из-за малой зависимости $U_{2\max}$ от значения сопротивления, шунтирующего вторичную цепь, снижаются требования к уходу за свечами зажигания, срок их использования можно значительно увеличить.

4.5. Бесконтактные системы зажигания

При системном подходе к расчету бесконтактных систем зажигания (БСЗ) с магнитоэлектрическим (МЭ) датчиком и регулированием времени накопления энергии в индуктивности за счет специальной формы выходного сигнала датчика, исходят из требуемых выходных характеристик всей системы. Так учитывается величина требуемой энергии, выделяющаяся в искровом промежутке и параметры разряда, характеристика зависимости вторичного напряжения от частоты, характеристика накопления, обеспечивающая минимальное потребление системой зажигания энергии от бортовой сети. На ВАЗ 2101, 2102, 2103, 21011 с катушками зажигания Б1, Б7, Б7А, Б13,

Б21, Б21А, Б117 установлена бесконтактная конденсаторная тиристорная система зажигания с непрерывным накоплением энергии. Схема работоспособна при $U_{AB} = 9...15$ В. Принципиальная схема электронного блока такой системы представлена на рис. 4.8. В настоящее время выпускаются 3 комплекта БСЗ повышенной энергии: БСЗ-01, БСЗ-02, БСЗ-03 для ВАЗ, АЗЛК, ИЖ. Это позволяет снизить расход топлива на 3-5 % и на 15-20 % снизить выбросы вредных веществ в отработавших газах. Для примера рассмотрим бесконтактную систему зажигания, установленную на переднеприводных автомобилях ВАЗ (рис. 4.9). При включении зажигания замыкаются контакты «30» и «87» реле 1 (на рис. 4.9) подается напряжение питания к клемме «4» коммутатора 5 и бесконтактному датчику в датчике-распределителе зажигания 6. Распределительный вал вращает валик датчика-распределителя зажигания и бесконтактный датчик выдает импульс напряжения на клемму «б» коммутатора. В свою очередь коммутатор преобразует их в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания 4. Ток, протекающий по первичной обмотке катушки зажигания, создает вокруг витков обмотки магнитное поле.

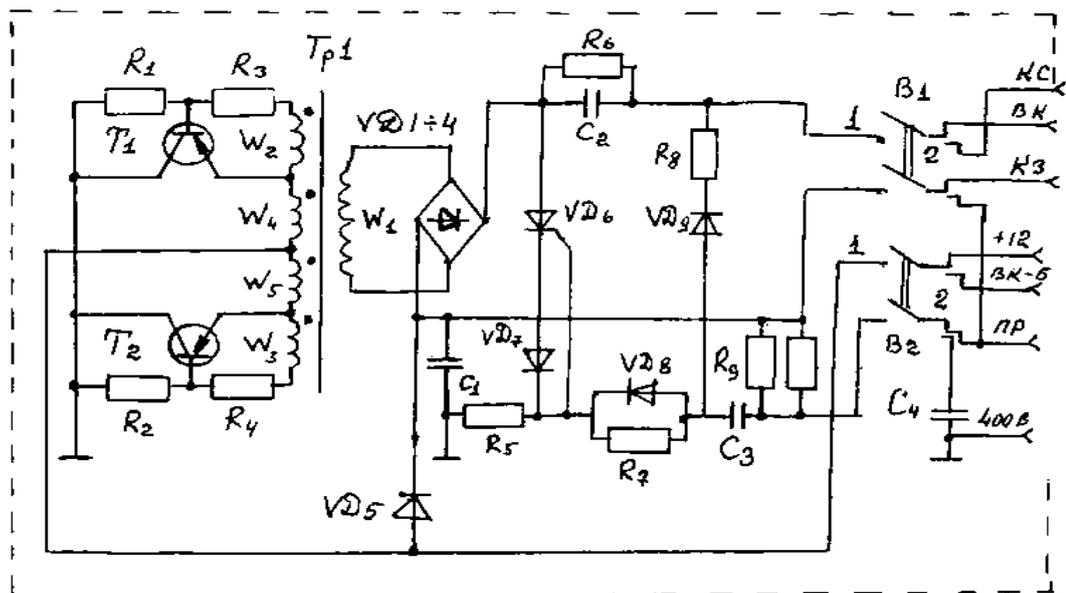


Рис. 4.8. Принципиальная схема электронного блока системы зажигания

В момент прерывания тока магнитное поле резко уменьшается, и пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в ней ЭДС около 22 ...25 кВ. Путь тока высокого напряжения: вторичная обмотка катушки зажигания, провод высокого напряжения, центральная клемма крышки, центральный и наружный контакты ротора, боковой электрод крышки датчика-распределителя зажигания, свеча зажигания, «масса». Затем по параллельным цепям через АБ, генератор, все включенные потребители, на контакты «87» и «30» реле зажигания, на жажим (+Б) и к вторичной обмотке катушки зажигания.

Для получения максимальной мощности и экономичности необходимо воспламенять рабочую смесь несколько ранее прихода поршня в верхнюю мертвую точку, чтобы сгорание закончилось при повороте коленчатого вала на 10-15° после верхней мертвой точки.

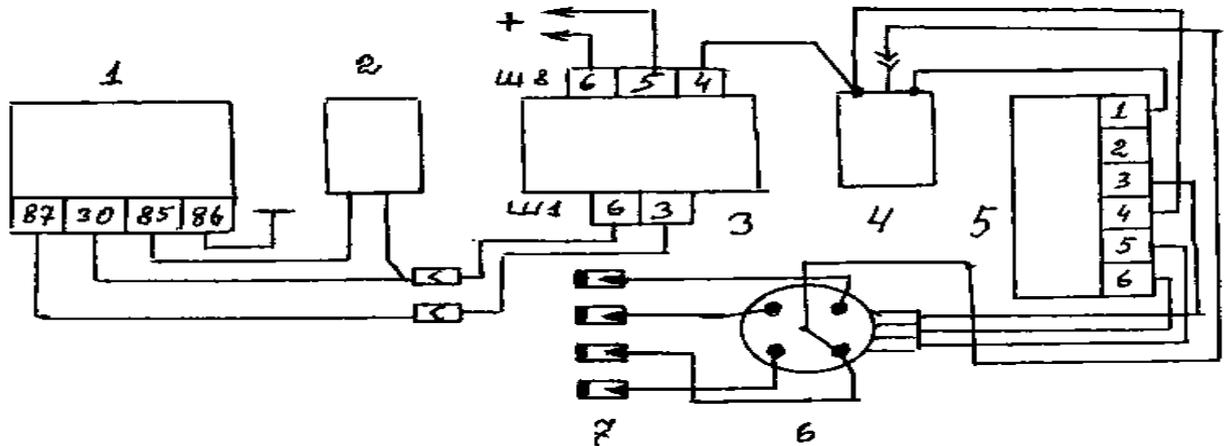


Рис. 4.9. Бесконтактная схема зажигания автомобиля ВАЗ

Чтобы сгорание топлива происходило своевременно, каждой частоте вращения двигателя необходим свой угол опережения зажигания. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала угол опережения зажигания должен уменьшаться, а при увеличении – повышаться. При высокой частоте вращения центробежный регулятор проворачивает ведомую пластину в направлении вращения валика датчика-распределителя зажигания и датчик раньше выдает импульс, т. е. опережение зажигания увеличивается. Технические данные центробежного регулятора, который изменяет угол в зависимости от вращения коленчатого вала следующие: частота вращения 200, 500, 1000, 1500, 1900–2200 мин⁻¹ валика распределителя. Угол опережения зажигания 0...3; 3...6; 8...11; 13,5...16; 17,5...20 град. по кулачку прерывателя. При изменении нагрузки на двигатель изменяется содержание остаточных газов в цилиндрах двигателя. При больших нагрузках, когда дроссельные заслонки карбюратора полностью открыты, содержание остаточных газов в рабочей смеси низкое, поэтому смесь сгорает быстрее и зажигание должно происходить позже. При снижении нагрузки количество остаточных газов увеличивается, рабочая смесь горит дольше и зажигание должно происходить раньше. Корректировку угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель выполняет вакуумный регулятор опережения зажигания. Технические данные вакуумного регулятора, который изменяет угол в зависимости от разрежения во впускной трубе следующие: разрежение. мм рт. ст. 60, 100, 200, 280. Угол опережения по 0; 0...0,5; 5,5...8,5; 10...13 по кулачку прерывателя в град. При небольших открытиях дроссельной заслонки в зоне отверстия появляется разрежение, которое передается к вакуумно-

му регулятору. Диафрагма прогибается и тягой поворачивает опорную пластину датчика против направления вращения валика датчика-распределителя зажигания. Опережение зажигания увеличивается. По мере дальнейшего открытия дроссельной заслонки разряжение уменьшается и пружина отжимает диафрагму в исходное положение и опережение зажигания уменьшается. Другая схема бесконтактной системы зажигания показана на рис. 4.10. В системе применяется модуль зажигания, состоящий из двух катушек зажигания и управляющей электроники высокой энергии. Система не имеет подвижных деталей и поэтому не требует обслуживания. В свечах зажигания из-за образования нагара на изоляторах, забрызгивания свечей маслом или парами бензина необходима зачистка, просушка и регулировка. В высоковольтных проводах может быть обрыв или пробой изоляции провода, соединяющего катушку зажигания с центральным вводом крышки распределителя, неплотный контакт наконечников. В распределителе возможен пробой изоляции, загрязнение, обугливание поверхности ротора и контактов на крышке, образование трещин, разрушение подавительного сопротивления. В катушке зажигания возможен обрыв первичной обмотки, пробой крышки катушки, обрыв дополнительного резистора. Обрыв цепи определяют контрольной лампой. В резисторном коммутаторе ТК 102 возможно тепловое разрушение транзистора.

Затруднительный пуск и перебои в работе цилиндров. В свечах, высоковольтных проводах, распределителе и катушке зажигания причины те же.

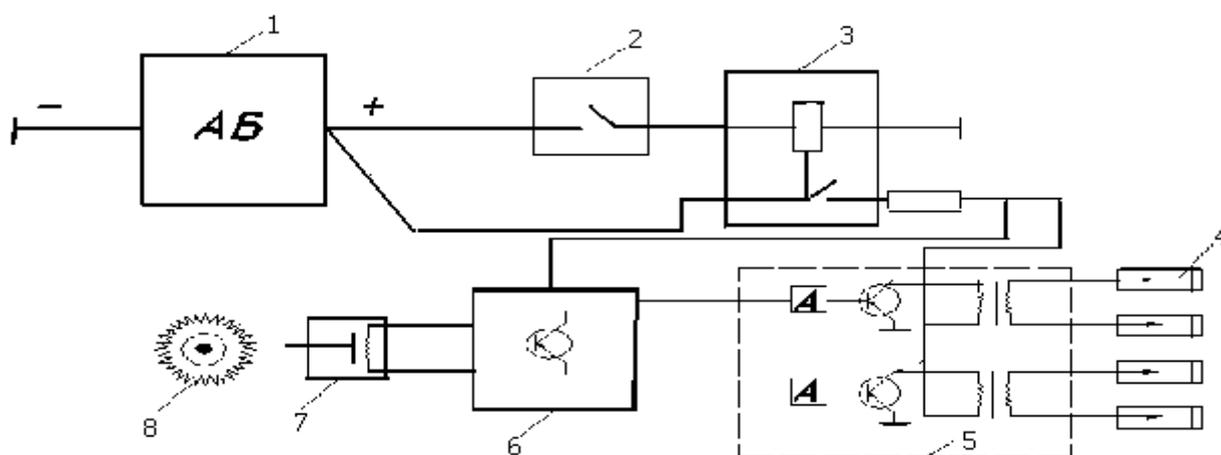


Рис. 4.10. Принципиальная схема бесконтактной системы зажигания:

- 1 – АБ- аккумуляторная батарея; 2 – выключатель зажигания; 3 – реле зажигания; 4 – свечи зажигания; 5 – модуль зажигания; 6 – контроллер; 7 – датчик положения коленчатого вала; 8 – задающий диск; А – устройство согласования

Основной причиной является неисправность прерывателя: замасливание, окисление и подгорание контактов, отклонение величины зазоров от оптимальной, потеря упругости пружины рычажка, износ втулок вала прерывателя, обрыв провода между подвижной и неподвижной пластинами прерыва-

теля, пробой конденсатора. Уменьшение величины зазора между контактами происходит вследствие неправильной регулировки, износа подушечки, выступов кулачка и люфта на оси рычажка. Увеличение зазора между контактами может быть при неправильной регулировке и неплотном креплении винта держателя неподвижного контакта. При потере упругости пружины прерывателя происходит отбрасывание рычажка на большой частоте вращения кулачка, что вызывает перебой зажигания. Все эти неисправности способствуют снижению мощности и экономичности двигателя. Эти недостатки возникают при нарушении нормальной работы центробежного регулятора из-за обрыва провода и уменьшения времени замыкания контактов.

4.6. Цифровая система зажигания

На двигателях автомобилей ВАЗ-21083 и 21093 устанавливается микропроцессорная (цифровая) система зажигания. Основой системы является контроллер, представляющий собой специализированную микроЭВМ. По сигналам датчиков контроллер по заданной программе точно определяет момент зажигания в цилиндрах двигателя и выдает команды на коммутатор. В результате уменьшается расход топлива, снижается токсичность отработавших газов и достигаются оптимальные мощностные характеристики двигателя. В цифровую систему зажигания входят следующие оригинальные узлы: контроллер, двухканальный коммутатор, две катушки зажигания и датчики начала отсчета, угловых импульсов и температуры.

Принципиальная схема цифровой системы зажигания представлена на рис. 4.11

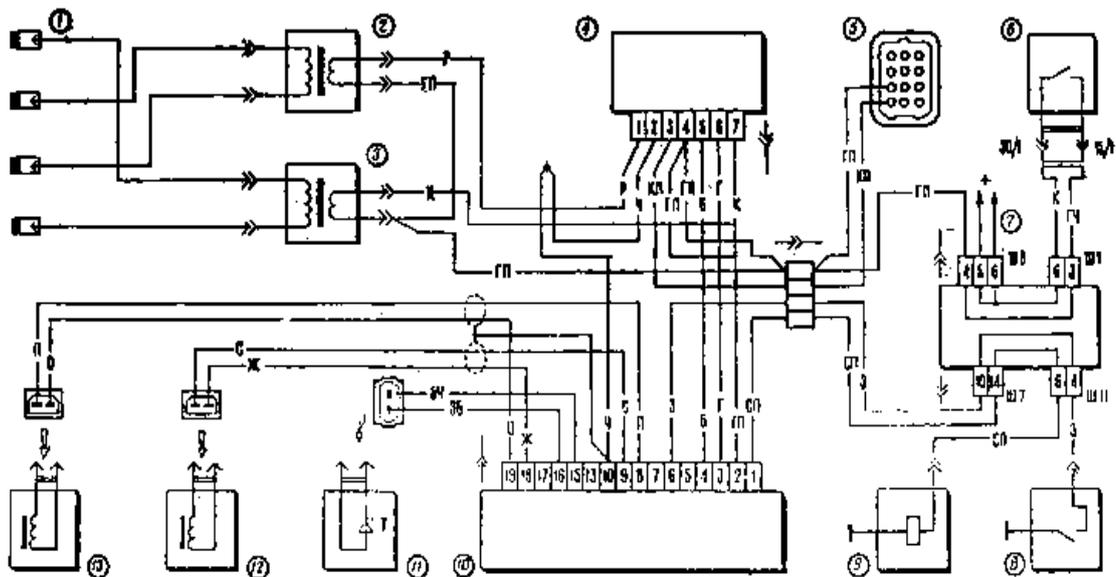


Рис.4.11. Схема цифровой системы зажигания:

1 – свечи зажигания; 2 – катушка зажигания 2-го и 3-го цилиндра; 3 – катушка зажигания 1-го и 4-го цилиндра; 4 – коммутатор; 5 – колодка диагностики; 6 – выключатель зажигания; 7 – монтажный блок; 8 – концевой выключатель карбюратора; 9 – электромагнит-

ный клапан карбюратора; 10 – контроллер; 11 – датчик температуры; 12 – датчик угловых импульсов; 13 – датчик начала отсчета

Когда включено зажигание, напряжение питания через монтажный блок 7 и выключатель 6 зажигания подается на штекер «4» коммутатора 4, к штекеру «2» контроллера 10 и к низковольтным выводам катушек 2 и 3 зажигания. При пуске двигателя маховик начинает вращаться и датчики начала отсчета (НО) и угловых импульсов (УИ) выдают импульсы на контроллер. Он преобразует их в импульсы прямоугольной формы, определяет по ним частоту вращения коленчатого вала и его угловое положение. Кроме того, от датчика 11 идет сигнал о температуре охлаждающей жидкости, а от датчика давления – сигнал о разряжении во впускной трубе двигателя. Контроллер, учитывая информацию, поступающую от датчиков, из памяти выбирает оптимальный угол опережения зажигания для данных условий и формирует импульсы «Момент зажигания» (СЗ) и «Выбор канала» (ВК). Момент искрообразования сигнала (СЗ) определяется срезом импульса (переходом с высокого уровня на низкий). Момент искрообразования сигнала ВК соответствует в 1-м и 4-м цилиндрах переходу с низкого уровня сигнала на высокий, а во 2-м и 3-м цилиндрах – с высокого уровня на низкий.

Коммутатор плавно увеличивает силу тока в первичных обмотках катушек зажигания и по сигналам (СЗ) и (ВК) контроллера резко прерывает ее. В результате в первичных обмотках катушек зажигания действуют импульсы тока величиной 8...10 А. При этом амплитуда импульсов напряжения на выходных транзисторах коммутатора в момент прерывания тока достигает 350...400 В. Длительность импульсов тока зависит от частоты вращения вала и при напряжении питания 14 В уменьшается с 8 мс при 750 мин⁻¹ до 4 мс при 4500 мин⁻¹. Ток высокого напряжения, например для одной катушки, идет по пути: верхний высоковольтный вывод катушки – свеча 1-го цилиндра – «масса» – свеча зажигания 4-го цилиндра – нижний высоковольтный вывод катушки зажигания. При этом создается искровой разряд одновременно у двух свечей зажигания. Если в одном из цилиндров в это время происходит конец такта сжатия и искровой разряд поджигает рабочую смесь, то в другом цилиндре в это время завершается выпуск отработавших газов и разряд в нем ничего не воспламеняет. Электромагнитным клапаном 9 карбюратора контроллер управляет в зависимости от частоты вращения вала и состояния концевого выключателя 8 дроссельной заслонки. В системе применяется метод распределения искры называемый методом холостой искры. Цилиндры двигателя объединены в пары 1-4 и 2-3, искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах: в цилиндре, в котором заканчивается такт сжатия (рабочая искра) и в цилиндре, в котором происходит такт выпуска (холостая искра).

В связи с постоянным направлением тока в обмотках катушек зажигания, ток искрообразования у одной свечи всегда протекает с центрального электрода на боковой, а у второй – с бокового на центральный. Свечи применяются А17ДВРМ – для 8 клапанных двигателей или АУ17ДВРМ – для 16 кла-

панных двигателей, с уменьшением до 16 мм размером под ключ. Зазор между электродами свечи составляет 1,0...1,15 мм.

Управление зажиганием в системе осуществляется с помощью контроллера. Датчик положения коленчатого вала подает в контроллер опорный сигнал, на основе которого контроллер делает расчет последовательности срабатывания катушек в модуле зажигания. Для точного управления зажиганием контроллер использует следующую информацию: частоту вращения коленчатого вала; нагрузку двигателя (массовый расход воздуха); температуру охлаждающей жидкости; положение коленчатого вала; наличие детонации.

При закрытой заслонке, выключатель замкнут на «массу», контроллер отключает клапан при частоте вращения выше 1750 мин^{-1} и снова включает его при снижении частоты вращения до 1650 мин^{-1} . Если дроссельная заслонка приоткрыта, то клапан не отключается.

Для диагностических целей у контроллера можно брать на контроль сформированные сигналы. Преимущества электронных систем зажигания: универсальность применения на всех типах двигателей; значительное в 1,3...1,5 раза увеличение вторичного напряжения, достигающего 20...30 кВ при всех режимах работы двигателя; меньшая чувствительность к шунтирующим нагрузкам $R_{ш}$ и C_2 вторичной цепи; большой срок службы контактов прерывателя (150...200 тыс. км. пробега); более полное сгорание топлива на малых и больших оборотах (экономия горючего 2–3 %); увеличенный зазор (до 1...1,2 мм) между электродами свечей зажигания; облегченный запуск двигателя в зимних условиях; значительная экономия времени на профилактические и регулировочные работы.

Недостатками являются большая сложность и стоимость системы, большая мощность потребляемая от источника (для транзисторной системы), повышенная чувствительность к замасливанню контактов прерывателя (конденсаторная система).

4.7. Основные неисправности и их устранение

1. Двигатель не запускается при следующих неисправностях системы зажигания или элементов системы:

- в свечах зажигания из-за образования нагара на изоляторах, забрызгивания свечей маслом или бензином необходима зачистка, просушка и регулировка;
- в высоковольтных приводах может быть обрыв или пробой изоляции провода, соединяющего катушку зажигания с центральным вводом крышки распределителя, неплотный контакт наконечников проводов;
- в распределителе возможен пробой изоляции, загрязнение, обугливание поверхности ротора и контактов на крышке, образование трещин, разрушение подавительного сопротивления;

- в катушке зажигания возможен обрыв первичной обмотки, пробой крышки катушки, обрыв дополнительного резистора. Обрыв цепи определяют контрольной лампой;
- в транзисторном коммутаторе ТК102 возможно тепловое разрушение транзистора.

2. Затруднительный пуск и перебои в работе цилиндров. В свечах, высоковольтных проводах, распределителе и катушке зажигания причины те же. Основной причиной является неисправность втулок вала прерывателя, обрыв провода между подвижной и неподвижной пластинами прерывателя, пробой конденсатора. Уменьшение величины зазора между контактами происходит вследствие неправильной регулировки, износа подушечки рычажка, люфта рычажка на оси и износа выступов кулачка. Увеличение зазора между контактами может быть при неправильной регулировке и неплотном креплении винта держателя неподвижного контакта. При потере упругости пружины рычажка прерывателя происходит отбрасывание рычажка на большой частоте вращения кулачка, что вызывает перебой зажигания.

3. Снижение мощности и экономичности двигателя.

Эти недостатки возникают при нарушении нормальной работы центробежного регулятора из-за обрыва и уменьшения усилия пружины грузиков; при нарушении нормальной работы вакуумного регулятора из-за потери герметичности полости регулятора, ослабления пружины диафрагмы, ослабления винтов крепления регулятора к корпусу.

5. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

5.1. Назначение и технические требования

Система освещения и сигнализации предназначена для автономной системы освещения автомобиля, для освещения пути 2-х или 4-х фарной системой, для установки средств автосигнализации, которые должны обеспечивать участников движения информацией о характере движения (торможение, разгон, стоянка), о совершаемом маневре (поворот, обгон), о виде транспортного средства, его габаритах, а так же о его принадлежности (освещение номерного знака).

В минимальный обязательный комплект светосигнальных приборов для всех легковых и грузовых автомобилей входят: габаритные огни - 2 передних и 2 задних; 2 сигнала торможения, расположенные сзади; мигающие указатели поворота – 2 передних, 2 задних и боковые; фонарь освещения номерного знака.

Некоторые категории автомобилей согласно принятым правилам должны иметь следующее дополнительное светосигнальное оборудование: контурные огни для грузовых автомобилей; опознавательные огни; огонь преимущественного проезда. К необязательным сигнальным огням, установка которых допускается, относятся: задний противотуманный огонь; стояночный огонь; дополнительный сигнал торможения; боковые (маркировочные) огни; фонарь заднего хода; указатель траектории.

Различают светосигнальные приборы с активной светотехнической системой и пассивные – светоотражатели. По условиям применения и степени видимости приборы разделяют на следующие:

- приборы ночного применения – габаритные, контурные, опознавательные, боковые и стояночные огни с силой света от 2 до 12 кД;
- приборы круглосуточного применения – сигналы торможения, указатели поворота и аварийная сигнализация с силой света 200–700 кД.

Многообразие функций, выполняемых светосигнальными приборами, требует, наряду с решением задач определения наиболее рационального светораспределения для каждого вида сигнального прибора, их размещения на транспортном средстве, нормирования углов видимости сигнальных огней, решения вопросов цветового различия. Передние огни – белые, задние – красные. Коммутационная аппаратура системы освещения и световой сигнализации включает в себя главный переключатель света, реле переключателя света, переключатель указателя поворота, различного рода выключатели.

5.2. Головные фары автомобиля

Головное освещение должно обеспечивать достаточную видимость дороги и объектов на ней как при ближнем свете, так и при дальнем свете.

По способу реализации системы светораспределения на автомобиле устанавливают двух- или четырехфарную систему. По форме оптических элементов фары бывают круглыми или прямоугольными (ГОСТ 3544–95).

Система освещения (европейская) конструктивно обеспечена следующим образом: нить дальнего света имеет подковообразную форму у обычных ламп типа А 12-45+40 (по ГОСТ 2023–95) и цилиндрическую у галогенных ламп типа Н4 и сориентирована вдоль оптической оси отражателя так, чтобы вершина подковы или край цилиндра нити накала размещался в фокусе отражателя. При этом нить накала ближнего света цилиндрической формы, экранированная снизу металлическим экраном, срезанным с левой стороны под углом 15° , выдвинута вперед и поднята вверх относительно оптической оси отражателя. Двухфарная система имеет небольшую потребляемую мощность, малый занимаемый объем, низкую себестоимость и технологичность (тип ФГ–140, ФГ–105).

Четырехфарная система состоит из четырех фар, установленных попарно как горизонтально, так и вертикально. Наружные и верхние фары всегда являются двухрежимными. Внутренние и нижние являются фарами только дальнего света. При включении дальнего света работают все четыре фары. Четырехфарная система освещения обладает следующими достоинствами:

- позволяет распределить режимы дальнего и ближнего света по двум типам фар, что избавляет от компромиссности конструкции;
- значительно улучшает дальний свет.

Противотуманные фары (тип Ф 119, ФГ 120, ФГ 152) предназначены для улучшения видимости при движении в тумане, снегопаде и других метеорологических условиях.

Светораспределение противотуманных фар различное, общим является низкое расположение этих фар конструкция круглая или прямоугольная. В качестве источников света обычные и галогенные лампы типа А-12-35, Н1, Н2 и НЗ-АКГ24-90. Современные стандарты допускают выполнение рассеивателя белого или желтого цвета (ГОСТ 6964-92). Фары рабочего освещения тракторов применяют по ГОСТ 7742-97.

5.3. Светосигнальные огни

Габаритные огни предназначены для обозначения габаритов транспортных средств в ночное время суток или при плохой видимости по ГОСТ 8769-95. Режим работы – длительный, с небольшой мощностью, обычно 5 Вт. Для автомобилей длиной более 6 м предусмотрена установка боковых габаритных огней оранжевого цвета, дублирующие боковые светоотражатели. Сигналы торможения предназначены для предупреждения других участников движения о замедлении хода или остановки автомобиля. Сигналы должны быть хорошо видны днем, поэтому при ночном движении сила света их вызывает слепящее действие.

Указатели поворота и их боковые повторители предназначены для сигнализации о предстоящем и выполняемом маневрах транспортного средства, идущим впереди, сзади и навстречу автомобилям. Нормативные характеристики этих огней определяются их заметностью при ярком солнечном освещении днем и отсутствии ослепления и дискомфорта у других участников движения в ночное время суток.

5.4. Коммутационная аппаратура

Главный переключатель света предназначен для перехода от габаритного освещения передних фонарей на ближний свет фар или с ближнего света фар – на дальний свет. Этим же целям служит ножной переключатель света на грузовых автомобилях.

Реле переключения света фар применяют для подключения мощных нитей лампы к источнику напряжения. Например, РС711 – электромагнитное реле с кривошипно-кулисным механизмом переключения. Для включения противотуманных фар применяется реле РС527. Переключатель указателей поворота типа П105А устанавливается на рулевой колонке под рулевым колесом и действует полуавтоматически. Для легковых автомобилей устанавливают комбинированный переключатель, который состоит из переключателя указателей поворотов, переключателя света фар, переключателя стеклоочистителя и омывателя фар, выключателя звукового сигнала.

Применяют указатели поворота с прерывателями, например, П105 с прерывателем РС57, контактно-транзисторные прерыватели указателей поворотов типа РС950, РС951, РС951А, РС950Е, РС950И.

Выключатели стоп-сигнала могут быть: с гидравлическим приводом; с пневматическим приводом. Выключатель ламп заднего хода устанавливается на крышке коробки передач и работает при включении задней передачи.

Предохранители предназначены для отключения защищаемой электрической цепи или прибора от источников тока при коротких замыканиях и перегрузках. Применяют плавкие и термобиметаллические предохранители. При увеличении нагрузки на 50% свыше номинальной плавкие предохранители за время не более 1 мин. расплавляются, а термобиметаллические предохранители при увеличении нагрузки на 50% свыше номинальной отключают цепь за время не более 20 с.

5.5. Основные неисправности и их устранение

1. Вся система освещения не работает. Причиной неисправности может быть обрыв провода общего для всех приборов освещения или отключения предохранителя системы освещения из-за короткого замыкания в цепи. Необходимо убедиться в отсутствии обрыва или определить место короткого замыкания.

2. Не горят отдельные лампы. Чаще всего это происходит при перегорании нитей ламп, при плохом контакте в патроне лампы, переключателях, выключателях, на соединительных панелях, при обрыве или отсоединении провода.

3. Частое перегорание нитей накала ламп происходит при повышении регулируемого напряжения в системе электроснабжения, а также при сильной вибрации ввиду слабого крепления лампы в патроне. Регулируют регулятор напряжения или закрепляют винты крепления.

4. Уменьшение силы света приборов освещения. Причиной этого может быть загрязнение отражателя и рассеивателя оптического элемента, потемнение колбы лампы, плохой контакт лампы в патроне, окисление контактных пластин в выключателях и переключателях.

5. Основные неисправности указателей поворота. Нарушение регулировки прерывателя, что вызывает изменение частоты миганий света и даже сваривания контактов; перегорания одной из сигнальных ламп вызывает в зависимости от степени натяжения струны реле или очень частое мигание включенной лампы, или прекращение вибрации контактов прерывателя.

6. ПРИБОРЫ ИНФОРМАЦИИ И КОНТРОЛЯ

6.1. Назначение и технические требования

Для контроля за режимом движения, техническим состоянием автомобиля и отдельных систем служит бортовая система информации и диагностирования. Бортовая система контроля информирует водителя о скорости движения автомобиля, частоте вращения вала двигателя, напряжении бортовой сети, количестве топлива в баке, температуре охлаждающей жидкости, давлении масла. С помощью бортовых систем возможен автоматизированный контроль уровня эксплуатационных жидкостей в заправочных емкостях, состояния тормозных накладок, исправности ламп приборов светосигнальной аппаратуры, состояния фильтров.

К системе контроля и диагностирования предъявляются высокие требования: приборы и датчики должны выдерживать вибрации и тряски; работоспособность при значительных перепадах температур; выдерживать воздействие агрессивной окружающей среды; быть малочувствительными к пульсациям и изменению напряжения в бортовой сети; быть надежными, долговечными и простыми в обслуживании.

Датчики, используемые в бортовой системе, предназначены для преобразования физической или химической величины в электрическую количественную величину и подразделяются:

- по назначению и применению;
- по функции надежности и резервированию, способу контроля и получения информации;
- по характеристике с непрерывной линейной и нелинейной, с дискретной многоступенчатой и двухуровневой;
- по типу выходного сигнала пропорционального: амплитуде, величине, частоте или периодичности, продолжительности импульса, многоуровневых сигналов;
- по надежности: класс 1 относится к рулевому управлению, тормозам, защите пассажира; класс 2 – двигатель, трансмиссия, подвеска, шины; класс 3
- комфорт, информация, диагностика, противоугонная защита.

Датчики положения (перемещение /угол) могут иметь конструкцию с подвижными контактами или бесконтактную, например: положение дроссельной заслонки; положение педали управления подачи топлива; положение сидения и автозеркала; ход и положение тяги механизма управления; уровень топлива.

Датчики косвенно измеряемых параметров: угол отклонения заслонки датчика (скорость потока воздуха); перемещение подпружиненной массы (ускорение); перемещение диафрагмы (давление); статический прогиб под-

вески (вертикальная регулировка пучка света фары автомобиля); угол закручивания торсиона (момент).

Датчики нового вида применения: перемещения сервомеханизма капота двигателя, сцепления; определение дистанции до другого автомобиля или препятствия, определение угла поворота рулевого колеса; определение угла поворота колеса; определения угла наклона поддрессоренной массы при повороте; определение курсового угла и угла положения педали тормоза.

По принципу действия приборы подразделяются на электромагнитные, магнитоэлектрические, электроимпульсные, магнитоиндукционные, механические, электронные и др.

а) *Приборы контроля системы электроснабжения*: амперметры, вольтметры и световые сигнализаторы измеряют силу зарядного или разрядного тока, определяют напряжение питания потребителей. Автомобильные амперметры и вольтметры относятся к электрическим приборам электромагнитной или магнитоэлектрической системы. Например, амперметр АП100 – прибор магнитоэлектрической системы с подвижным магнитом, обеспечивает большую точность и надежность работы.

Амперметр АП110 и АП170 – приборы магнитоэлектрической системы с неподвижными магнитами. Вольтметр – прибор магнитоэлектрической системы на напряжение 14 В служит указателем напряжения в автомобилях ВАЗ. Шкала вольтметра имеет цветовые зоны 8...11 В – красного цвета, 11...12 В – белого цвета, 12...15 В – зеленого цвета, 15...16 В – красного цвета;

б) *Приборы измерения давления и разряжения – манометры, эконометры*. Манометры применяют для контроля давления масла в двигателе, воздуха в пневматической тормозной системе, масла в гидромеханической передаче, в центральной системе подкачки воздуха и др. Эконометр применяют для контроля разряжения во впускном коллекторе. По способу измерения манометры делятся на приборы непосредственного действия, которые имеют чувствительный элемент и указатель на приборном щитке, а давление среды подводится по трубопроводу, и на приборы электрические, которые преобразуют неэлектрические величины в электрические и содержат датчик и соединенный с ним указатель.

К приборам непосредственного действия относятся манометры с трубчатой пружиной и эконометры. По положению стрелки водитель оценивает состояние. Недостатками этих приборов является низкая виброустойчивость и невысокая точность и перегрузочная способность.

К электрическим приборам относится термобиметаллический импульсный манометр, состоящий из датчика и указателя. При возникновении давления под мембраной датчика упругая пластина с контактом поднимается и входит в контакт с термобиметаллической пластиной. Ток, проходящий по образовавшейся вследствие этого цепи, нагревает термобиметаллическую пластину указателя. Контакты датчика при нагревании рабочего плеча термобиметаллической пластины вследствие ее изгиба размыкаются и прерыва-

ют ток до момента остывания пластины и последующего замыкания контактов. При установившемся давлении в датчике происходит периодическое размыкание контактов. В настоящее время термобиметаллические импульсные приборы вытесняются логометрическими указателями, состоящими из реостатного датчика и магнитоэлектрического указателя. Электрическая схема логометрического указателя приведена на рис. 6.1.

При включении датчика и указателя в цепь питания ток проходит по катушкам W_1 , W_2 и W_3 , по реостату датчика R_d и термокомпенсационному резистору R_{TK} . Изменение давления вызывает изменение сопротивления R_d , подключенного параллельно W_1 . Ток, протекающий по катушке W_1 , изменяет свое значение, что приводит к изменению величины магнитного поля. Изменение направления результирующего магнитного поля вызывает отклонение магнита и стрелки логометра. Применение стрелочных манометров иногда недостаточно для обеспечения надежного контроля, по длине медленного привлечения внимания применяют сигнализаторы давления со световой индикацией. Сигнализаторы аварийного давления датчиками устанавливают в систему смазки, аварийного давления в пневмоприводе тормозов, вакуумную систему открывания дверей. Например, сигнализатор давления масла с датчиком ММ111-А и ММ111-Б, сигнализатор давления воздуха тормозной системы ММ124-Б;

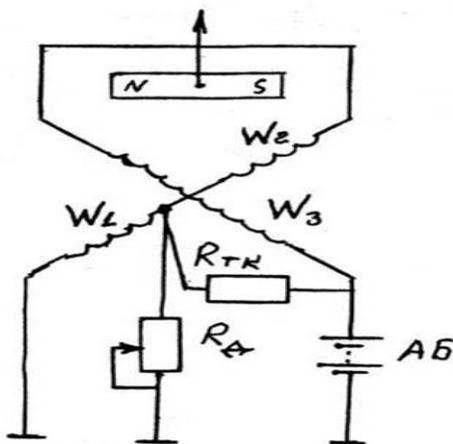


Рис.6.1. Схема логометрического указателя

аналогичные приборам давления. В дополнение к стрелочным термометрам в некоторых автомобилях устанавливают сигнализаторы аварийной температуры. Например, магнитоэлектрический термометр, состоящий из датчика ТМ100 или ТМ101-А с полупроводниковым терморезистором и магнитоэлектрического указателя. Сигнализатор температуры охлаждающей жидкости состоит из датчика ТМ102, ТМ104, ТМ104-Т и сигнальной лампы на щитке приборов. Сигнализатор температуры масла состоит из датчика РС403-Б и сигнальной лампы.

г) Приборы измерения уровня топлива. Приборы предназначены для информации о количестве топлива в баке и изготавливаются двух типов: электромагнитные и магнитоэлектрические (логометрические).

Для непосредственного измерения уровня топлива используются реостатные датчики с поплавковым устройством, применяющиеся в комплексе с электромагнитным или магнитоэлектрическим указателем. Например, датчик

БМ158-6 автомобилей КамАЗ и магнитоэлектрический измеритель. На автомобилях ВАЗ и ГАЗ применяются датчики уровня топлива, снабженные контактным устройством, при помощи которого включается сигнализатор, оповещающий водителя о снижении уровня топлива до минимального значения.

д) *Приборы контроля режима движения и частоты вращения вала двигателя (спидометры и тахометры).* По принципу действия спидометры делят на индукционные и электрические, а по способу приведения в действие - с приводом гибким валом и электроприводом. Скоростной узел всех спидометров имеет одинаковый принцип действия на основе индукционного преобразователя, состоящего из постоянного магнита и диска. Гибкий вал скоростного узла широко применяется, но имеет ряд недостатков: быстрый износ, неравномерность вращения, ограничения по длине и сложность прокладки. Электропривод скоростного узла выполняется по схеме генератор-двигатель. Функции генератора выполняет синхронный генератор, вращаемый от ведомого вала КПП, а двигателем служит трехфазная синхронная электрическая машина, на валу которой находится постоянный магнит. Например, спидометр с электроприводом состоит из указателя 12.3802 и датчика МЭ307 на автомобилях КамАЗ. Частота вращения коленчатого вала двигателя измеряется тахометром. Возможны следующие способы измерения - с помощью специального датчика, регистрирующего частоту вращения вала; путем регистрации частоты размыкания контактов прерывателя системы зажигания; путем регистрации частоты импульсов напряжения в одной из фаз автомобильного генератора; путем передачи вращения гибким валом (в дизельных автомобилях ТХ106). Например, тахометр с электроприводом на автомобилях КамАЗ, ЗИЛ состоит из указателя 121.3813 и датчика МЭ307. Вал датчика приводится во вращение от вала привода топливного насоса. Электрическая схема тахометра с электроприводом приведена на рис. 6.2.

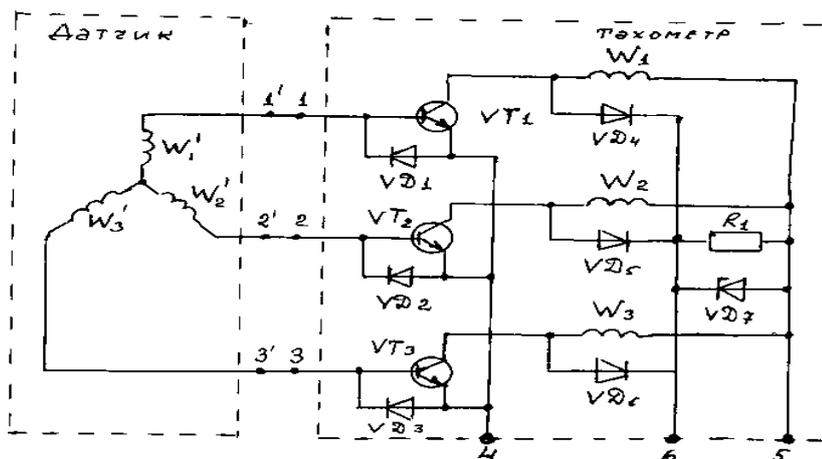


Рис. 6.2. Электрическая схема тахометра

Дополнительный вывод 6 предназначен для блокировки реле стартера. Диоды VD4, VD5, VD6, резистор R₁ и стабилитрон VD7 служат для защиты транзисторов VT1, VT2, VT3 от перенапряжения в момент их запаривания,

когда в обмотках статора электродвигателя индуцируется ЭДС самоиндукции. Диоды VD1, VD2, VD3 предохраняют соответствующие транзисторы от импульсов обратной полярности.

6.2. Приборы диагностирования

Система предназначена для информации, предупреждения водителя о возникновении неисправностей или нарушении рабочих функций узлов или агрегатов, определения оптимальных действий по выбору режима и маршрута. Основными параметрами контроля являются: уровень масла в двигателе; уровень охлаждающей жидкости; уровень жидкости в бочке стеклоомывателя; уровень тормозной жидкости; износ тормозных накладок; исправность ламп системы освещения и сигнализации.

Номенклатуру параметров контроля можно изменять и добавлять. В состав простейшей бортовой системы контроля входят датчики контролируемых параметров, блок управления и средство отображения информации.

Следующим этапом улучшения диагностики автомобиля является система встроенных датчиков, которая позволяет определять напряжение АБ во всех режимах работы; регулируемое напряжение генератора; исправность диодов выпрямителя генератора; напряжение на катушке зажигания, при включении замка зажигания и при включении стартера; падение напряжения на контактах прерывателя; угол замкнутого состояния контактов прерывателя при контрольных значениях частоты вращения двигателя; асинхронизм искрообразования по цилиндрам; угол опережения зажигания при контрольных значениях частоты вращения двигателя; падение частоты вращения двигателя при отключении цилиндров. В состав системы встроенных датчиков входят датчики, жгуты проводов и многополюсные штекерные разъемы.

Широкое применение в современных автомобилях находят бортовые персональные компьютеры или контроллеры, которые предназначены для оказания всесторонней помощи водителю. Компьютер имеет универсальный блок, в который поступают сигналы, характеризующие работу систем регулирования подачи топлива, скорости автомобиля, уровня топлива в баке, температуры окружающей среды, напряжения АБ, включения подсветки приборной панели. Связь с компьютером водитель поддерживает с помощью блока управления и индикатора. Бортовой компьютер может выполнять функции противоугонного устройства, управлять антиблокировочной системой, выбрать оптимальный маршрут.

На ВАЗ 2108 и 2109 имеется дополнительная система для контроля технического состояния автомобиля при помощи мотор-тестера. Эта система включает в себя датчик верхней мертвой точки двигателя и колодку ди-

агностики, на которую выведены следующие контрольные точки системы электрооборудования: (+) АБ, «30» генератора, «масса», клеммы низкого напряжения катушки зажигания и датчик верхней мертвой точки.

С помощью навесного датчика высокого напряжения и мотор-тестера система встроенной диагностики позволяет на СТО определять уменьшение компрессии в цилиндрах двигателя, степень заряженности и состояние АБ, неисправность генераторов, стартера и системы зажигания. Для улучшения бортовой диагностики автомобиля применяются следующие датчики электронных систем автоматического управления (САУ).

1. Для преобразователей угла и сервоприводов применяется бесконтактный преобразователь «угол-код» на базе синусно-косинусных вращающихся трансформаторов-редуксинов с использованием преобразователя «угол-фаза-код». Применяются бесконтактные двигатели постоянного тока в качестве интегрированного датчика положения ротора двигателя, при этом электронная часть выполнена в виде гибридной микросхемы.

2. Для расширения функций контроля и диагностики и наличия разветвленных информационных систем требуются системы с большим числом каналов. Для этого применяют мультиплексные или многоканальные шины. Основу составляет центральный модуль и несколько периферийных. Каждый периферийный модуль является коммутатором информации с нескольких датчиков, а центральный модуль осуществляет функции управления процессом сбора информации и обработки ее на базе микроЭВМ серии 1816. Результаты обработки информации выводятся на светодиодный дисплей водителя.

3. Датчик температуры воздуха на базе микросхемы K1019EM1 с чувствительностью 10 мВ/С в температурном диапазоне 0...50 °С, имеет погрешность не более ±1,5 °С для автомобилей и тракторов.

4. Датчик скорости для автомобиля «Ока» на основе микросхемы, элемента Холла и вращающегося магнита, создающего модуляцию магнитного поля.

5. Магнитострикционные датчики перемещения имеют импульсный выходной сигнал, удобный для преобразования в цифровой код.

6. Датчик расхода топлива ДРТ-Б. Датчик содержит электронный преобразователь, обеспечивающий импульсный выходной сигнал и узел демпфера для устранения влияния пульсации от работы топливного насоса.

7. Устройство контроля снижения уровня масла (УКУМ) содержит анализатор уровня теплового типа, состоящего из двух фольговых терморезисторов, соединенных в мостовую схему. Сигналы с моста снимаются на компаратор в виде микросхемы 521СА3.

8. Для систем АБС/ПБС применяют датчики КМЭД-4М-1989, устанавливаемые на тормозном узле колеса автомобиля, бесконтактный магнитоэлектрический датчик.

9. Топливомер автотракторный резонансного типа «ТАТР» для измерения и индикации уровня жидких нефтепродуктов в баке, а также сигнализации допустимого уровня воды на дне бака. 12, 24 В.

Для примера рассмотрим компоновку панели приборов автомобиля ВАЗ-2108. В центральной зоне панели расположены спидометр с одометром и счетчиком суточного пробега. В правой части сгруппированы контрольно-измерительные приборы: указатель температуры охлаждающей жидкости, вольтметр, эконометр и указатель уровня топлива.

Левая зона занята индикаторами, сигнализирующими о включении наружного освещения, заднего противотуманного фонаря, дальнего света фар, указателей поворота, обогрева заднего стекла, аварийной сигнализации, разряда аккумуляторной батареи и вытянутой рукоятки воздушной заслонки. В центре зоны индикаторов расположено табло «Stop», которое загорается совместно с соответствующим индикатором в следующих случаях: недостаточное давление в системе смазки двигателя; уровень тормозной жидкости в бачке ниже «Min»; поднят рычаг стояночного тормоза.

Развитие и внедрение электроники дало возможность создать электронную приборную панель, в которой устанавливаются электронные информационные устройства и индикаторы. Электронные индикаторы могут выполнять обычные функции и предоставлять водителю информацию в цифровой, графической и текстовой форме, возможен синтез человеческой речи, индикации показателей, для определения которых требуются сложные вычисления, анализ целесообразности передачи информации водителю.

Панель приборов, например, автомобилей «Мерседес-Бенц» и «Ауто 2000» содержит следующее:

1. Автоматизированный контроль:

- уровень тормозной жидкости; толщина тормозных накладок; антиблокировочная система; гидропривод тормозов; гидроподвеска; засоренность воздушного фильтра; уровень масла; давление масла; температура двигателя; уровень охлаждающей жидкости; контроль заряда; контроль исправности ламп сигнальной аппаратуры; уровень омывающей жидкости; стояночный тормоз; ремень безопасности; замки дверей.

2. Постоянные основные указатели:

- уровень топлива; скорость; пробег; режим движения; время.

3. Приборы:

- эконометр; расчет расхода топлива; «запас хода»; температура двигателя; тахометр; давление масла; интервалы обслуживания; наружная температура; пробег; время в пути; время простоя; частота радиопередатчика.

6.3. Неисправности и их устранение

1. Отклонение стрелки за пределы шкалы в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла, давления воздуха и уровня топлива. В случае обрыва провода в момент включения зажигания в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла и воздуха стрелка будет резко отклоняться до отказа влево, а в указателе уровня топлива - вправо за деление «П» шкалы. Устраняют обрыв. В случае замыкания провода на корпус в момент включения зажигания в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла и давления воздуха стрелка будет резко отклоняться вправо за пределы шкалы, а в указателе уровня топлива - влево от нуля. Устраняют короткозамкнутый провод.

2. Резкие колебания стрелки и неточное показание указателей. Подобное нарушение происходит при неплотном креплении наконечников проводов, что создает в цепи ненадежный контакт с большим переходным сопротивлением.

3. Неисправности указателя и датчика электрического манометра.

Обрыв спирали реостата датчика или плохой контакт ползунков со спиралью реостата приводит к отклонению стрелки приемника влево от нулевого деления. Нарушение регулировки датчика приводит к неправильным показаниям указателя.

При обрыве в цепи катушки W_1 стрелка указателя отклоняется за максимальное деление шкалы. При обрыве в цепи катушек W_2 и W_3 стрелка указателя отклоняется влево от нулевого деления. Обрыв в цепи катушек происходит при расплавлении провода током при повышенном напряжении генератора или замыкании провода.

4. Неисправности указателя и датчика электрического термометра.

Изменение первоначального сопротивления терморезистора датчика приводит к неточным показаниям. Обрыв в цепи катушки W_1 вызывает отклонение стрелки влево за пределы шкалы. Обрыв в цепи катушки W_2 и W_3 стрелка указателя устанавливается в крайнее правое положение.

5. Неисправности указателя и датчика измерителя уровня топлива.

При нарушении контакта ползунков со спиралью реостата датчика из-за износа контактной поверхности будет прерываться ток в цепи указателя и стрелка указателя будет резко колебаться.

При обрыве реостата датчика стрелка приемника будет располагаться за делением «П» до тех пор, пока ползунки реостата не переместятся до места обрыва, после чего стрелка устанавливается на соответствующее деление шкалы. При обрыве в цепи W_1 стрелка приемника устанавливается за деление «П» шкалы. При обрыве в цепи W_2 и W_3 стрелка приемника установится левее деления «О». Сигнализатор не горит при включении зажигания при не-

работающем двигателе по причине перегорания лампы, окисления контактов, дефектов датчика. Лампа сигнализатора гаснет при большой частоте вращения вала, что может быть при нарушении работы датчика.

7. Неисправности сигнализаторов температуры охлаждающей жидкости и масла. Лампа сигнализатора горит при низкой температуре жидкости в системе охлаждения. Для проверки датчика нужно отсоединить провод от датчика, при этом если лампа горит, заменяют датчик.

8. Не работает спидометр (тахометр).

В механических приборах с приводом от гибкого вала это происходит при износе граней концов, при защемлении троса в местах крепления значительном перегибе и отсутствии смазки. В электрических приборах нарушение работы происходит при нарушении контакта в штекерном соединении проводов, в обрыве цепи питания обмотки указателя.

9. Неточные показания спидометра (тахометра).

Подобное нарушение вызывается нарушением регулировки и усталостью пружины или размагничиванием магнита скоростного узла.

10. Шум гибкого вала привода спидометра.

Деформированная оболочка гибкого вала или монтаж гибкого вала выполнен с радиусом изгиба менее 100 мм.

11. Не загорается контрольная лампа стояночного тормоза: перегорела контрольная лампа; окисление контактов реле-прерывателя стояночного тормоза; неисправен выключатель контрольной лампы; повреждены провода, соединяющие выключатель с комбинацией приборов.

Поврежденные провода заменяют, лампы и неисправные приборы заменяют, контакты зачищают.

12. Не мигает контрольная лампа стояночного тормоза (горит постоянно): обрыв в обмотке реле-прерывателя. Проверить цепь, если реле неисправно, заменяют.

13. Бортовая диагностика современного автомобиля рассмотрена в отдельном разделе.

7. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ

7.1 Назначение и технические требования

Применение автоматического управления двигателем (АУД) существенно повышает мощность и экономические показатели, снижает токсичность отработанных газов.

АУД может включать в себя: электронную систему управления впрыском топлива; систему управления зажиганием; систему управления клапанами цилиндров; систему управления рециркуляцией отработавших газов; карбюраторы с электронным управлением; экономайзер принудительного холостого хода с электронным управлением; электронные системы управления топливоподачей автомобильных дизелей; электромеханические системы впрыска «Jetronik».

Электронные системы АУД по схемотехническому решению делятся на три типа: аналоговые системы на операционных усилителях; цифровые регуляторы, построенные на элементах средней степени интеграции; микропроцессорные системы.

Аналоговые системы имеют существенные недостатки: зависимость качества регулирования от точности изготовления элементов; зависимость электрических параметров элементов от внешних факторов; узкая специализированность системы.

Цифровые регуляторы сложны в конструктивном отношении, имеют малую надежность, не перестраиваются на другой тип двигателя.

Функциональные задачи диагностики микропроцессорных систем управления автомобилем, а также идентичность функциональных систем управления и диагностирования позволяет за счет совместного использования общей аппаратуры (датчиков, исполнительных механизмов, устройств сопряжения, устройства отображения информации и микроЭВМ) обеспечить непрерывный контроль системы и объекта управления как в функциональном, так и в текстовом режимах без использования каких-либо специализированных технических средств и избежать тем самым необоснованного усложнения конструкции автомобиля и необходимости разработки дополнительного диагностического оборудования.

Сложные технические системы, работающие в реальном масштабе времени, должны быть наделены свойством отказобезопасности, т. е. способностью частично или полностью компенсировать недостатки обычных устройств.

7.2. Электронная система впрыска топлива в бензиновых двигателях

В системах электронного впрыска топлива состав смеси определяется долей времени (длительностью импульса), в течение которого происходит принудительный впрыск за один цикл работы двигателя.

По месту подачи топлива впрыск может быть непосредственным (в камеру сгорания) или во впускной тракт (в зону впускных клапанов или во впускную трубу).

По способу подачи топлива различают впрыск с циклической подачей (на каждый цикл работы цилиндра) и непрерывный. Установлено, что при переносе форсунок из камеры сгорания во впускной тракт, момент подачи топлива не влияет на рабочие характеристики двигателя. Это позволяет подойти к групповому впрыску, что значительно упрощает аппаратуру управления.

Оптимальная доза впрыскиваемого топлива зависит от абсолютного давления (разряжения) во впускной системе, частоты вращения коленчатого вала, расхода воздуха, температуры всасываемого воздуха, угла открытия дроссельной заслонки.

Аппаратуру электронного впрыска топлива можно разделить на две группы: системы с программным управлением; системы с автоматической адаптацией или экстремальные системы управления.

К электронным системам управления впрыском топлива программного

типа относятся системы, осуществляющие управление электромагнитными форсунками по заранее заданному закону управления или программе. Необходимым элементом таких систем является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), где хранится характеристика управления – программа включения-выключения форсунок в зависимости от режимов работы двигателя.

Принцип работы таких систем следующий: получение информации с датчиков, установленных на двигателе и характеризующих его рабочий режим; обработка сигналов в аналого-цифровых преобразователях (АЦП) с дальнейшей адресацией к ПЗУ выборка из ПЗУ информации, характеризующей определенный режим работы двигателя; преобразование информации в удобную для работы исполнительных механизмов величину; отработка исполнительными механизмами-форсунками программы, характеризующей данный режим работы двигателя.

Когда водитель включает зажигание, установленный в топливопроводе электрический топливный насос начинает подавать топливо в электромагнитные форсунки. Давление, под которым топливо подается в форсунки, остается все время постоянным и количество впрыскиваемого в цилиндр топлива определяется длительностью интервала времени, в течение которого форсунка находится в открытом состоянии. Таким образом, каждый хранящийся в ПЗУ код соответствует определенному интервалу времени.

На рис.7.1 представлена структурная схема электронной системы управления впрыском топлива программного типа бензинового двигателя.

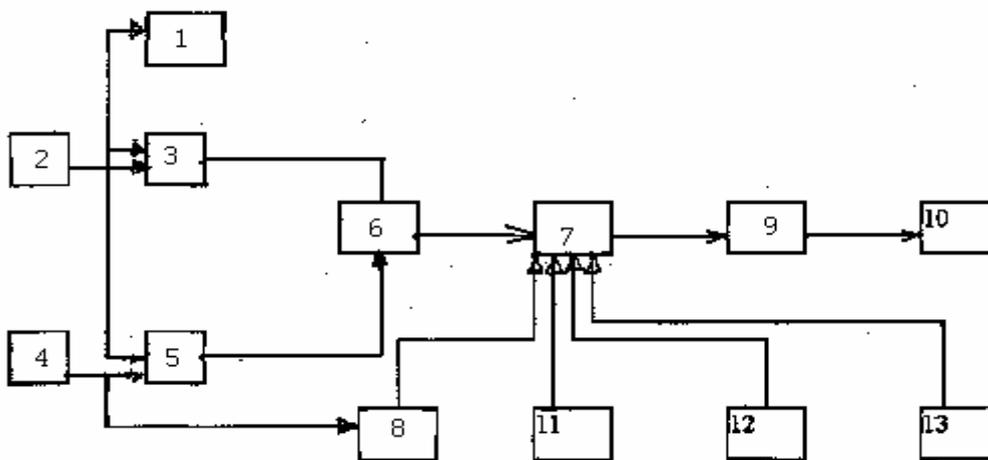


Рис.7.1. Структурная схема электронной системы управления впрыском топлива

Система управляет включением-выключением форсунок, т. е. длительностью импульса, в течение которого происходит принудительный впрыск топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки, частоты вращения коленчатого вала, температуры охлаждающей жидкости и величины абсолютного давления.

Информация о необходимом количестве впрыскиваемого топлива в виде кодовых комбинаций, представленных в двоичной системе исчисления, хранится в ПЗУ.

Каждая кодовая комбинация соответствует определенной частоте враще-

ния коленчатого вала и углу открытия дроссельной заслонки. Необходимое количество топлива определяется временем включения форсунки. Выбирая из ПЗУ нужную кодовую комбинацию в определенный момент времени, система впрыскивает в зону впускного клапана двигателя соответствующее количество топлива. Выбор кодовой комбинации из ПЗУ осуществляется системой управления на основании информации от датчиков частоты вращения вала и угла открытия дроссельной заслонки. Синхронизация работы системы осуществляется с помощью датчика положения коленчатого вала двигателя.

На распределителе 4 установлены дополнительные контакты, которые формируют информацию о частоте вращения коленчатого вала двигателя в виде импульсного сигнала. Этот сигнал поступает на вход АЦП 5, с помощью которого преобразуется в двоичный код для обращения к ПЗУ 6. Для преобразования аналогового напряжения, снимаемого с датчика угла открытия дроссельной заслонки 2, используется другой аналого-цифровой преобразователь 3. Тактовый генератор 1 предназначен для формирования импульсов постоянной частоты, необходимых для работы АЦП. Преобразуемые сигналы, представленные в двоичном коде, один из которых характеризует угол открытия дроссельной заслонки, а второй – частоту вращения коленчатого вала, подаются на адресные входы ПЗУ.

С выхода ПЗУ снимается сигнал в виде двоичного кода, характеризующий время открытия электромагнитной форсунки в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя и угла открытия дроссельной заслонки. Этот двоичный код преобразуется в устройстве 7 в интервал времени, пропорциональный требуемому количеству топлива. Преобразование двоичного кода в интервал времени синхронизируется от устройства синхронизации 9, выходы которого связаны с распределителем 4. Это означает, что электромагнитные форсунки впрыскивают топливо в цилиндры в соответствующей точке рабочего цикла двигателя. На входы преобразователя 7 дополнительно подается информация от датчиков температуры охлаждающей жидкости 11, абсолютного давления 12, температуры всасываемого воздуха 13 для осуществления коррекции интервала времени, формируемого преобразователем 7. Далее этот сигнал усиливается в усилителе мощности 8 и подается на электромагнитные форсунки 10.

ЭУД обеспечивает высокую стабильность параметров и управляет впрыском топлива по сложной характеристике, что обеспечивает ей преимущество перед работой обычного карбюратора. ЭУД программного типа не учитывает индивидуальных особенностей двигателя, изменений параметров двигателей при старении.

Большой интерес представляет в системах управления впрыском топлива применение экстремального управления. В процессе управления и регулирования оценивается влияние управляющего воздействия на эксплуатационные характеристики двигателя и формирования на основе этой оценки управляющего сигнала, обеспечивающего максимальное значение регулируемого параметра. Сложности этой системы связаны с обеспечением требуемого быстродействия, ее эксплуатационной надежности и помехоустойчивости.

Например, на автомобилях УАЗ-31516 устанавливается система впрыска бензина с микропроцессорным управлением топливоподачи и зажиганием.

Система обеспечивает: фазированный многоточечный впрыск бензина во впускной трубопровод двигателя; управление системой зажигания и ориентированную работу системы нейтрализации отработавших газов в зависимости от окружающих условий, режима работы и состояния двигателя.

В состав системы входят: блок управления, содержащий микропроцессор МИКАС-534 и устройство управления БУМ-Р; датчик массового расхода воздуха термоаналитического типа, датчик углового положения дросселей заслонки потенциометрический, датчик температуры всасываемого воздуха; полупроводниковый термочувствительный, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик углового положения коленчатого вала, электромагнитный индуктивного типа, датчик начала отчета частоты вращения коленчатого вала и начала отсчета угловых импульсов, датчик положения распределительного вала, датчик детонаций, датчик давления топлива; электромагнитные форсунки в виде быстродействующих электромагнитных клапанов; регулятор холостого хода золотникового типа; электробензонасос коловоротного типа с рабочими органами в виде роликов; регулятор давления топлива-мембранный перепускной клапан; фильтр грубой очистки и фильтр тонкой очистки; коммутатор зажигания в цепи первичных обмоток катушек зажигания; двухвыводные катушки зажигания; свечи зажигания; дроссельное устройство, фильтры грубой и тонкой очистки.

7.2. Карбюраторы с электронным управлением

Электронные карбюраторные системы на основных режимах работы двигателя являются замкнутыми системами регулирования, а некоторые производят поиск оптимального значения выходного параметра. Регулирующим органом, управляющим составом смеси, служит линейный соленоид с конусными измерительными иглами. Одним из основных вопросов, решаемых при разработке карбюраторов с электронным управлением, является стабилизация состава рабочей смеси, что осуществляется обратной связью от датчика состава смеси, называемого λ -датчиком.

Назначение λ - датчика - фиксировать момент перехода состава смеси через состояние, соответствующее стехиометрическому. Широко используется циркониевый датчик. Упрощенная схема системы управления, служащей в качестве стабилизатора стехиометрического состава смеси, представлена на рис.7.2.

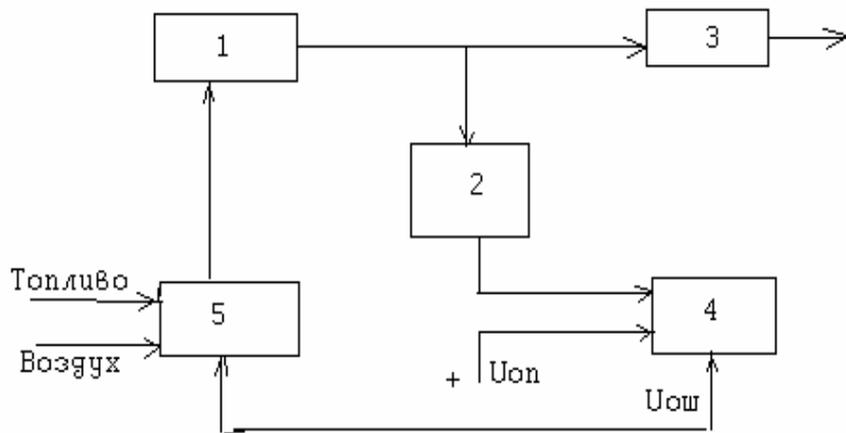


Рис.7.2.Блочная схема стабилизатора состава смеси

Если дозирующее устройство 5 вырабатывает стехиометрический состав смеси, то с λ -датчика 2, установленного во впускном тракте двигателя 1, снимается соответствующее напряжение. Оно поступает на схему сравнения 4, на второй вход которой подается опорное напряжение $U_{оп}$, величина которого равна напряжению λ -датчика при стехиометрическом составе смеси.

Пока на оба входа схемы сравнения поступает одинаковое напряжение, на ее выходе напряжение, называемое напряжением рассогласования, равно нулю и дозирующее устройство продолжает вырабатывать стехиометрическую смесь, каталитический нейтрализатор 3 продолжает нормально работать, т. е. окислять и, восстанавливать токсичные компоненты отработавших газов.

При этом происходит разрушение трех токсичных компонентов – CO, CH, NO. Если по какой-либо причине состав смеси отклонится от стехиометрического, то напряжение на выходе λ -датчика изменится. В результате на выходе схемы сравнения появится напряжение рассогласования $U_{ош}$ не равное нулю. В этом случае сигнал со схемы сравнения поступает в дозирующее устройство, что приводит вновь к образованию стехиометрического состава смеси.

7.3. Экономайзер принудительного холостого хода

В процессе движения значительное время занимает режим принудительного холостого хода, когда вал двигателя вращается за счет кинематической энергии автомобиля. Этот режим наблюдается при движении автомобиля с высокой скоростью при включенной передаче и отпущенной педали акселератора, т. е. когда двигатель работает в тормозном режиме. Экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ) предназначен для прекращения подачи топлива в двигатель на режиме принудительного холостого хода. При этом обеспечивается снижение расхода топлива на 2-3 % и снижается выброс токсичных веществ на 15-30 %.

Режим принудительного холостого хода в ЭПХХ определяется исходя из двух условий: частота вращения коленчатого вала двигателя должна быть больше частоты, соответствующей холостому ходу; дроссельная заслонка

должна быть закрыта.

Прекращение подачи топлива осуществляется электромагнитными клапанами, установленными в каналах холостого хода карбюратора в ЗИЛ-130, а на легковых автомобилях – два клапана. Один из них – вакуумный, устанавливается в канале холостого хода, а другой, – электромагнитный – в магистрали, соединяющей впускной коллектор с диафрагменной камерой вакуумного клапана.

На рис. 7.3 приведена функциональная схема ЭПХХ ВАЗ-2108. Информация о частоте вращения коленчатого вала снимается с клеммы "К" катушки зажигания и подается на вход частотного компаратора ЧК электронного блока управления (ЭБУ).

При частоте вращения вала ниже порога срабатывания ЧК на его выходе формируется сигнал высокого уровня, а при высокой частоте вращения – сигнал низкого уровня. Сигнал с выхода ЧК подается на первый вход логического элемента ИЛИ. Датчик Д – положения дроссельной заслонки – контактного типа; его контакт при отпущенной дроссельной заслонке соединяется с «массой» автомобиля.

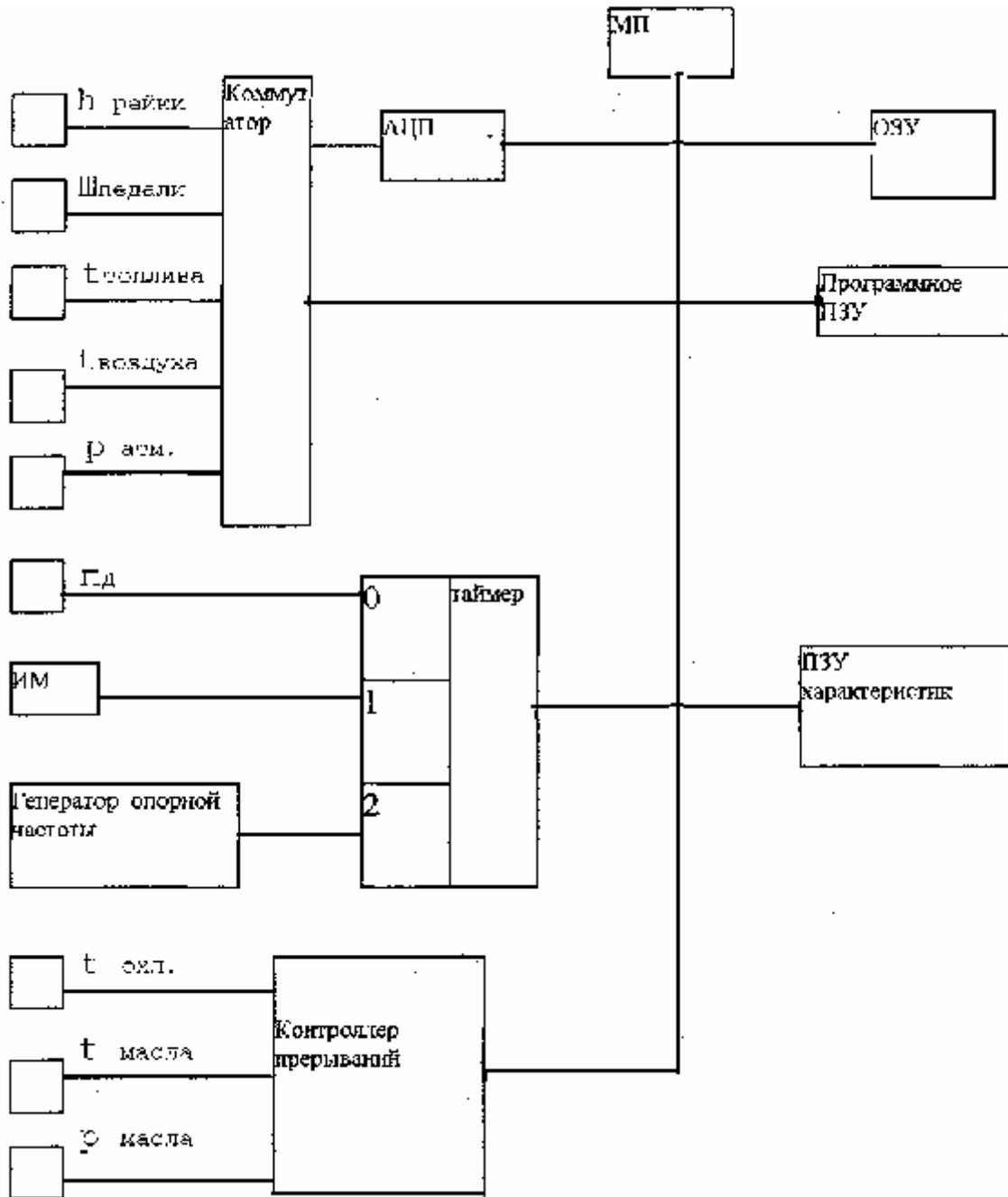


Рис. 7.3. Функциональная схема холостого хода

Датчик Д связан со вторым входом логического элемента ИЛИ и через резистор R с источником литания +U. Сигнал на втором входе логического элемента ИЛИ будет иметь высокий уровень, когда контакт датчика отсоединен от «массы» автомобиля, и низкий уровень, когда контакт датчика Д подключен к «массе» автомобиля. На выходе логического элемента ИЛИ формируется напряжение высокого уровня (соответствующего напряжению бортовой сети), если хотя бы на один из его входов подается сигнал высокого уровня. Это напряжение подается на обмотку электромагнитного клапана ЭМК. Включенное состояние клапана обеспечивает открытие канала холостого хода карбюратора.

На режиме принудительного холостого хода дроссельная заслонка закрыта и на второй вход логического элемента ИЛИ подается сигнал низкого

уровня. Состояние электромагнитного клапана в этом случае будет определяться уровнем выходного сигнала ЧК. То есть при частоте вращения вала двигателя выше порога срабатывания ЧК электромагнитный клапан будет обесточен и топливо подаваться не будет, а при снижении частоты ниже порога срабатывания ЧК подача топлива возобновится. Если же дроссельная заслонка будет открыта, что соответствует нагрузочному режиму двигателя, топливо будет подаваться независимо от частоты вращения коленчатого вала. ЭМК установлен в карбюраторах ВАЗ-2108-1107010; 21081-1107010; 21083-1107010.

Устроена система управления электромагнитным клапаном карбюратора ВАЗ-2108 следующим образом: основным узлом системы является электронный блок. В него поступает информация по двум каналам. Во-первых, от концевого выключателя карбюратора о положении первой дроссельной заслонки. Этот выключатель соединяет с «массой» вывод блока управления при закрытой заслонке. Во-вторых, от катушки зажигания о частоте вращения коленчатого вала. Эта информация поступает в виде импульсов напряжения, снимаемых с первичной обмотки катушки зажигания, блок управления всю эту информацию учитывает и в заданные моменты выдает напряжение, включающее электромагнитный клапан карбюратора.

Когда концевой выключатель карбюратора не замкнут на «массу», т. е. первая дроссельная заслонка не закрыта, то блок управления подает напряжение на электромагнитный клапан при любой частоте вращения коленчатого вала. Если в момент первого закрытия дроссельной заслонки частота вращения вала была выше 2100 мин^{-1} , то блок управления отключит электромагнитный клапан, а включит его только при снижении частоты вращения до 1900 мин^{-1} .

7.5. Электронная система управления топливоподачей автомобильных дизелей

Микропроцессорная система управления топливоподачей дизеля показана на рис .7.4.

Схема включает в себя микропроцессор МП, осуществляющий все арифметические операции и общее управление устройствами, оперативное запоминающее устройство ОЗУ для хранения промежуточных результатов вычислений, постоянное запоминающее устройство ПЗУ для хранения программ управления всей системы в целом.

Для сбора информации о работе двигателя в системе предусмотрены три типа датчиков, а также датчики режимных параметров и датчики коррекции.

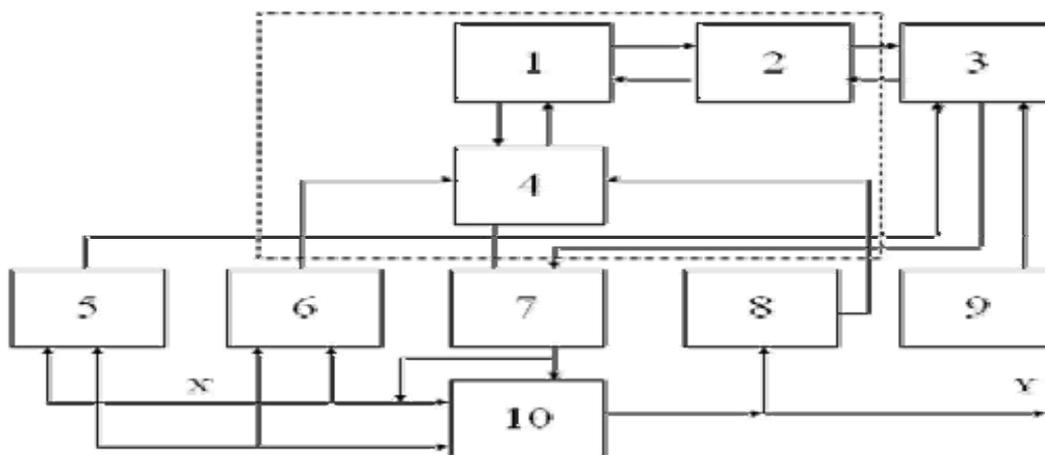


Рис. 7.4. Микропроцессорная система управления подачей топлива

К первому типу относятся датчики: частоты вращения коленчатого вала двигателя n_d ; положения рейки ТНВД, $h_{\text{рейки}}$; положения педали акселератора $h_{\text{педали}}$. По сигналам от этих датчиков вычисляется предварительное значение управляющего воздействия на исполнительный механизм.

Для более точного регулирования необходимо осуществлять коррекцию управляющего воздействия в зависимости от того, в каких условиях работает двигатель. Коррекция проводится по сигналам от следующих датчиков: температуры топлива $t_{\text{топл}}$; температуры всасываемого воздуха $t_{\text{возд}}$; атмосферного давления $P_{\text{атм}}$. Информация этих датчиков позволяет корректировать величину необходимой дозы впрыскиваемого топлива. Датчик температуры масла в системе смазки двигателя $t_{\text{масла}}$ служит для оценки условий пуска двигателя.

Для предупреждения аварийных режимов работы дизеля служит датчик температуры охлаждающей жидкости $t_{\text{охл}}$ и датчик давления масла в системе смазки $P_{\text{масла}}$. Для связи с аналоговыми датчиками в системе предусмотрен аналогово-цифровой преобразователь АЦП и коммутатор, поскольку в каждый отдельный момент времени АЦП может получать информацию только с одного датчика.

В процессе выполнения программы коммутатор опрашивает последовательно все аналоговые датчики. Для подключения датчика частоты вращения коленчатого вала предусмотрен цифровой таймер. Непосредственное управление перемещением рейки топливного насоса осуществляется исполнительным механизмом. Контроллер прерываний осуществляет синхронизацию работы программы управления в соответствии с сигналами снимаемыми с датчиков.

Особо важной задачей регулирования топливоподачи дизельного двигателя является обеспечение качественных переходных процессов, т.к. это непосредственно связано с технико-экономическими показателями работы двигателя. Поэтому в системе производится управление по пропорционально интегрально-дифференциальному закону с целью устранения статических ошибок регулирования и получения наилучших динамических характеристик регулятора. Интегральная составляющая закона управления формируется в виде суммы всех управляющих воздействий, предшествующих рассчитываемому в данный момент. Дифференциальная составляющая формируется в виде

приращений регулируемого параметра за единицу времени, поэтому в системе необходимо иметь устройство измерения времени. Эту функцию выполняет таймер, выдающий сигналы отметок времени, которые, поступая на контроллер прерываний, приостанавливают работу основной программы управления для замера приращения регулируемого параметра через равные промежутки времени.

Аварийные датчики также подключаются к контроллеру прерываний. В случае превышения каким-либо параметром предельно допустимого значения выполнение основной программы приостанавливается и запускается программа автоматической защиты двигателя.

Так, например, при превышении температуры охлаждающей жидкости 105С° обеспечивается плавное снижение частоты вращения до холостого хода с включением аварийной световой и звуковой сигнализации. При недопустимом падении давления масла в системе смазки включается аварийная сигнализация и двигатель останавливается.

Регулирование в зоне частичных характеристик сводится к вычислению расчетного положения рейки в рабочую точку по оптимальному закону, в соответствии с рассогласованием.

8. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСМИССИЕЙ

8.1 Назначение и технические требования

Применение автоматического управления трансмиссией (АУТ) повышает устойчивость и управляемость при торможении, облегчает работу водителя, особенно в городских условиях. Находят применение следующие системы :

- электронная антиблокировочная система (АБС);
- гидромеханическая передача с электронным управлением;
- прибор учета ресурса и бортовой диагностики;
- автоматическая система управления ступенчатыми механическими трансмиссиями;
- электронное управление подвеской.

Для замера энергии, затраченной при движении автомобиля, разработан и изготовлен прибор для учета ресурса и бортовой диагностики, который применяют на автомобилях УАЗ.

С помощью прибора учитывают ресурс деталей, оценивают качество смазки и регулировки подшипников трансмиссии, сборки и ремонта автомобиля в процессе эксплуатации. Прибор имеет датчики частоты вращения вала двигателя колеса и давления во всасывающем коллекторе двигателя. Контроль за техническим состоянием двигателя или трансмиссии осуществляется с помощью микропроцессора. Первоначальное состояние двигателя записывается в микропроцессор. По мере снижения параметров двигателя и трансмиссии относительно первоначального состояния по показаниям индикатора судят о состоянии агрегатов, точность измерения составляет 5-13%.

8.2.Электронная антиблокировочная система

Автомобильное колесо в процессе торможения замедляет свое вращение от свободного качения, до полного блокирования, т.е. движется относительно дорожного полотна с проскальзыванием. Величина проскальзывания определяется отношением разности скорости автомобиля и окружной скорости вращения к скорости автомобиля. От величины проскальзывания зависит коэффициент сцепления с дорогой, а, следовательно, и тормозная сила на колесе автомобиля.

Типовая зависимость коэффициента сцепления колеса с дорогой φ от величины проскальзывания S имеет явно выраженный максимум коэффициента сцепления в продольном направлении. Для получения максимального замедления автомобиля и наименьшего тормозного пути (оптимального торможения) необходимо, чтобы колеса автомобиля при торможении имели проскальзывание, которому соответствовал бы максимальный коэффициент сцепления колеса с дорогой в продольном направлении. Эту задачу и решают антиблокировочные системы.

При экстренном торможении обычная тормозная система осуществляет торможение колес до их блокирования. Как показывают исследования, оптимальное торможение по сравнению с торможением до блокирования колеса позволяет уменьшить тормозной путь автомобиля по сухой дороге на 20%, а по мокрой и покрытой льдом дороге - на 50-60%. При этом коэффициент сцепления колеса с дорогой в поперечном направлении также имеет высокое значение.

На рис.8.1 приведена функциональная схема АБС. Система содержит датчик скорости колеса, электронный блок управления и, исполнительный элемент.

Датчик скорости колеса вырабатывает импульсы, частоте следования которых пропорциональна частоте вращения колеса. Электронный блок управления на основе анализа скорости колеса и ее изменения формирует команды управления исполнительным элементом. Исполнительный элемент содержит два электромагнитных клапана, которые конструктивно объединены в один узел, называемый модулятором давления. Через нормально открытый электромагнитный клапан (клапан отсечки) в тормозную камеру подается сжатый воздух. Нормально закрытый электромагнитный клапан (клапан выпуска) связывает тормозную камеру с атмосферой.

АБС является системой, дискретно управляющей давлением в тормозной камере. При этом скорость колеса также периодически изменяется. Преобразователь режиме выборки.

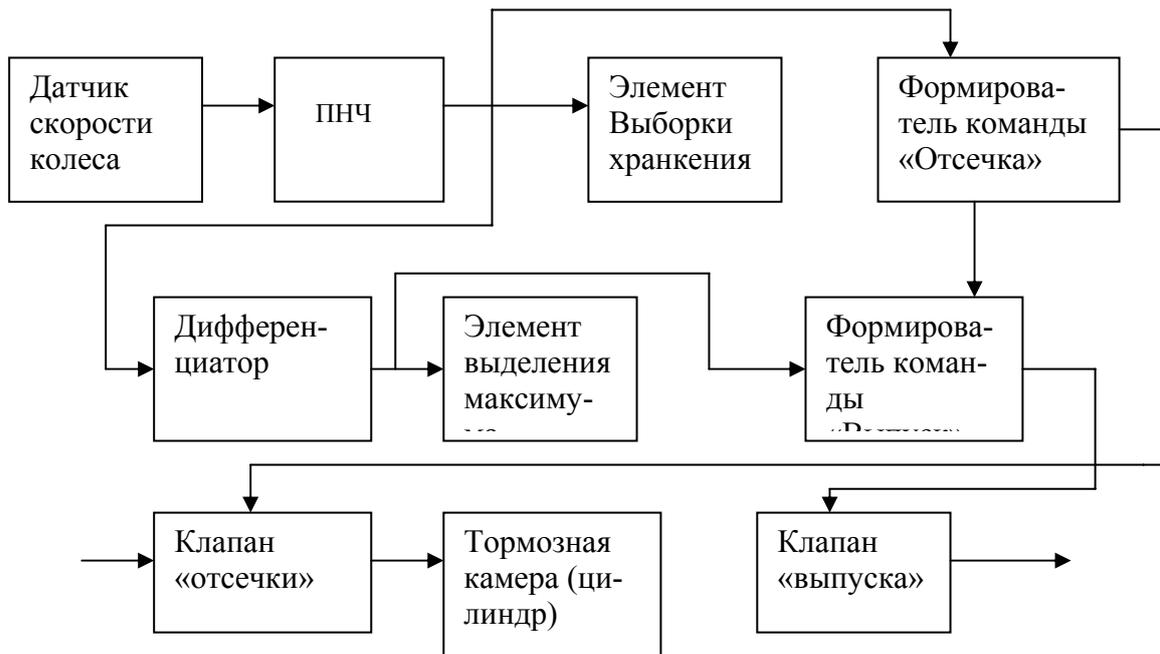


Рис.8.1 Функциональная схема АБС

Таким образом, сигнал U_3 (заданной скорости) на выходе элемента выборки хранения будет соответствовать скорости колеса, при которой наблюдается максимальный коэффициент сцепления колеса с дорогой во время разгона, и будет корректироваться после завершения каждого цикла (периода колебаний скорости колеса). Формирователь команды "Отсечка" сравнивает действительную скорость колеса U_k с заданной U_3 и вырабатывает выходной сигнал. Если действительная скорость меньше заданной, то происходит срабатывание клапана отсечки и прекращается подача воздуха в тормозную камеру. Формирователь команды "Выпуск" вырабатывает выходной сигнал при наличии сигнала на выходе формирователя команды "Отсечка" и при отрицательном значении сигнала на входе дифференциатора. Таким образом, при снижении скорости колеса ниже заданного значения срабатывают клапаны отсечки и выпуска, давление в тормозной камере начинает уменьшаться. Однако в силу инерционности процессов регулирования давления в тормозной камере, измерения и регулирования скорости колеса оно некоторое время продолжает замедляться. После начала разгона колеса выпуск воздуха из тормозной камеры прекращается. Колесо разгоняется и, когда его скорость превысит заданную, в тормозную камеру снова подается воздух. По истечении некоторого времени это приводит к замедлению колеса и процесс повторяется до завершения торможения автомобиля.

В состав электронного блока управления входит также узел контроля, который отключает АБС при различного рода неисправностях, при снижении скорости автомобиля ниже определенного уровня. Этот же узел определяет интенсивность торможения (экстренное или служебное) и участвует в формировании заданного значения скорости U_3 для первого цикла работы АБС.

Например, ИЖ-2125 установлена экспериментальная установка АБС. В состав АБС входят: трансмиссионный электронный частотный датчик со-

стояния колеса, электронный блок управления и клапанный узел с расширительными цилиндрами, установленный на тормозной магистрали между главным и колесным тормозными цилиндрами. Управление работой клапанного узла осуществляется при помощи соленоида по командам блока управления. Поршни расширительных цилиндров контактирует с кулачком, механически связанным через полуось с затормаживаемым колесом автомобиля.

Система АБС тормозов является системой автоматического управления процессом затормаживания колес при устранении юза.

В нее входят: датчик состояния колёс; блок управления; дополнительный механизм (модулятор) для изменения давления рабочего тела и тормозного момента на колесе; энергетическое устройство для периодического снижения и нарастания давления рабочего тела при функционировании модулятора в соответствии с командами блока управления; гидросиловое оборудование, включающее в себя гидрокомпас с приводом.

В тормозной системе «Мерседес-Бенц -450 SEL» привод гидронасоса осуществляется от специального электродвигателя, кроме того установлены аккумуляторы, резервуар для жидкости, гидромагистраль с предохранительными и обратными клапанами. Система имеет высокую себестоимость (10% от себестоимости автомобиля), требует дополнительные объемы внутри кузова для размещения оборудования и увеличивает частоты в напряжение (ПЧН) преобразует импульсный сигнал, вырабатываемый датчиком скорости, в напряжение U_k , пропорциональное частоте вращения колеса. На выходе дифференциатора формируется сигнал, соответствующий производной от скорости колеса

На выходе элемента выделения максимума формируется импульсный сигнал в момент максимального ускорения колеса при разгоне, т.е. при максимальном коэффициенте сцепления колеса с дорогой в продольном направлении. Элемент выделения максимума управляет режимами работы элемента выборки хранения. Импульсный сигнал с выхода элемента выделения максимума переводит элемент выборки хранения в режим выборки. В этом режиме сигнал на выходе элемента выборки хранения соответствует его входному сигналу. Когда сигнал на выходе элемента выделения максимума отсутствует, элемент выборки хранения переходит в режим хранения, т.е. на его выходе сохраняется сигнал, записанный в вес, потребляется мощность 0,3-0,6 кВт, что нагружает дополнительно основной двигатель, увеличивая его время работы в неустойчивых режимах, а это в свою очередь приводит к росту токсичности отработавших газов и снижению топливной экономичности двигателя.

8.3. Гидромеханическая передача с электронным управлением

Гидромеханическая передача (ГМП) с электронным управлением предназначена для применения на автобусах. Применение электронного управления упрощает конструкцию гидравлических и механических элементов передачи,

повышает надежность системы в целом и позволяет оптимизировать закон переключения передач, обеспечивая тем самым снижение расхода топлива.

На рис. 8.2. приведена функциональная схема ГМП. В ее состав входят: ДС – датчик скорости, вырабатывающий сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна частоте вращения выходного вала ГМП; ДН- датчик нагрузки двигателя, представляющий собой ступенчатый переключатель на три положения, связанный с топливоподающим органом двигателя.

Первое положение соответствует нагрузке от 0 до 50%, второе - от 50 до 100%, третье - более 100% (так называемый режим пик-дозы); КУ - контроллер управления - ступенчатый переключатель на пять положений; ДГ - контактный датчик включения гидрозамедлителя; БУ ГМП - электронный блок управления; ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3, ЭМ"ЗХ", ЭМ"БЛ" - исполнительные электромагниты включения первой ЭМ1, второй ЭМ2 и третьей ЭМ3 передач, передачи заднего хода и блокировки гидротрансформатора; КЛ - контрольная лампа индикации аварийного режима.

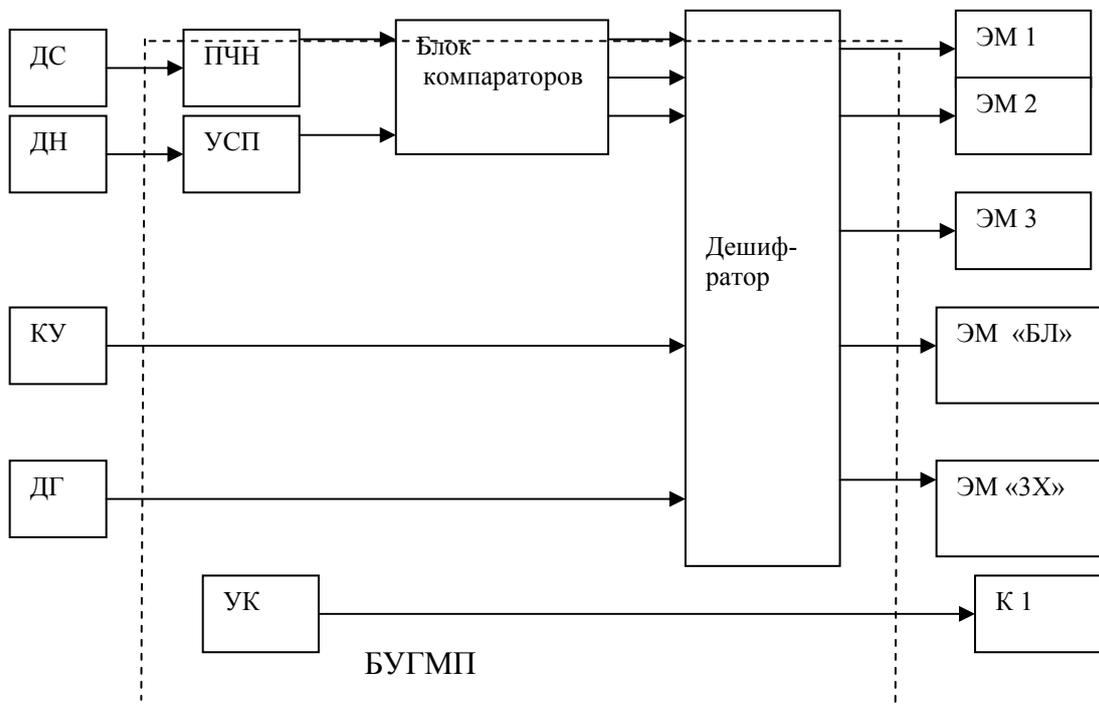


Рис.8.2 Блочная схема ГМП

Сигнал с датчика скорости ДС поступает в преобразователь частоты в напряжение ПЧН, где преобразуется в сигнал постоянного тока, напряжение которого пропорционально частоте входного сигнала. Напряжение с выхода ПЧН подается на вход блока компараторов. Этот блок содержит три компаратора, сигнальные входы которых объединены. опорным сигналом для компараторов является сигнал, формируемый в устройстве сдвига порогов УСП. Каждый из компараторов настроен таким образом, что при увеличении (или уменьшении) скорости автобуса происходит поочередное переключение компараторов. При срабатывании первого компаратора формируется

команда на включение второй передачи. Второй и третий компараторы соответственно формируют команды на включение третьей передачи и блокировки гидротрансформатора БЛ. Отсутствие сигналов на входах компараторов будет свидетельствовать о включении первой передачи. Устройство сдвига порогов изменяет пороги срабатывания компараторов в зависимости от положения датчика нагрузки двигателя. При этом при увеличении нагрузки переключение компараторов будет происходить при больших скоростях движения автобуса.

Команды на переключение передач с выходов блока компараторов поступают на выходы дешифратора. Сюда же подаются командные сигналы с контроллера управления КУ и с датчика включения гидрозамедлителя ДГ. В зависимости от положения контроллера управления дешифратор обеспечивает автоматическое переключение передач по командам блока компараторов, принудительное включение первой передачи, заднего хода или отключение коробки передач "нейтраль". При включении гидрозамедлителя обеспечивается принудительная блокировка гидротрансформатора.

Узел контроля УК обеспечивает защиту от аварийных режимов при коротком замыкании или обрыве в цепи датчика скорости и при непредусмотренных комбинациях одновременного включения двух электромагнитов при возникновении аварийных режимов узел контроля снимает напряжение питания с электромагнитов и включает контрольную лампу КЛ.

Функциональная схема автоматического переключения передач, в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала показана на устройстве с применением логических и корректирующих устройств, следящих за ходом рейки ТНВД дизельных автомобилей, приведена на рис.8.3.

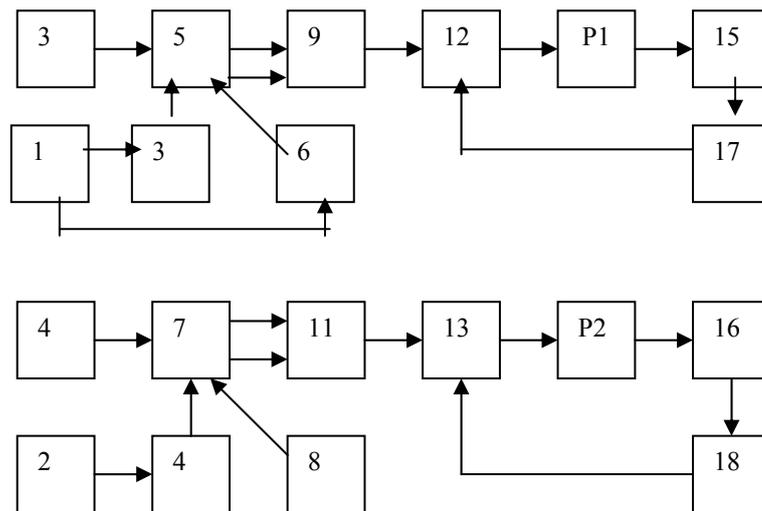


Рис8.3. Блочная схема автоматического переключения передач

Преобразователи положения рейки состоят из индуктивных датчиков 6 и 8, составными элементами которых являются катушки индуктивности и конденсатор, питающихся от источников переменного тока, мультивибраторов 1 и 2; детекторов амплитудно-модулированных сигналов, выполненных на фильтрах низких частот и диодах. При перемещении рейки

внутри катушки изменяется ее индуктивность и, как следствие, индуктивное сопротивление, что приводит к изменению выходных сигналов преобразователя. Преобразователи частоты вращения коленчатого вала состоят из индукционных датчиков 3 и 4, дифференцирующих цепей 5 и 7, выпрямителя и фильтра низких частот. При вращении вала стальная пластина, закрепленная на нем, периодически входит в зазор импульсного модулятора, на выходе которого периодически появляется импульсный сигнал, который поступает затем в преобразователь. Устройство для переключения передач содержит электромагнитные клапаны с катушками P1 и P2 механизма переключения передач. Катушки через усилители 12 и 13 подключены к выходам соответствующих сумматоров 9 и 11. К их диодам подключены датчики 6 и 8 положения рейки ТНВД, а индукционные датчики 3 и 4 частоты вращения коленчатого вала через дифференцирующие цепи 5 и 7 подключены: один – к суммирующему входу сумматора, второй – к вычитающему. С выходами усилителей 12 и 13 соединены цепи отключения электромагнитов 15 и 16 и эмиттерные повторители 17 и 18, а выходы цепей отключения электромагнитов – со входами релейных усилителей 12 и 13, поэтому цепь отключения электромагнитов представляет собой обратную отрицательную связь, охватывающую нелинейный элемент устройства для переключения передач. В сумматоре 9, установленном в канале включения высших передач, сигналы преобразователей частоты вращения коленчатого вала и положения рейки топливного насоса складываются, а в сумматоре параллельного канала включения низших передач – вычитаются. Если выходной сигнал сумматора 9 достигает порога срабатывания усилителя 12, запитывается катушка P1 электромагнита высших передач; если выходной сигнал сумматора 11 достигает порога срабатывания усилителя 13, срабатывает катушка P2 электромагнита низших передач; если выходные сигналы обоих сумматоров не достигают соответствующих порогов срабатывания своих усилителей в оптимальном режиме, значит, электромагниты отключены. При уменьшении нагрузки дизеля частота вращения его коленчатого вала увеличивается, и рейка ТНВД перемещается в сторону уменьшения подачи топлива. Входные сигналы сумматора 9 канала управления включением высших передач увеличиваются, при этом постоянно формируется сигнал управления. При оптимальной загрузке дизеля в цепи обратной связи, ток не протекает. При достижении выходным сигналом сумматора порога срабатывания усилителя, электромагнит выключается, изменяя при этом потенциал эмиттерного повторителя 17. При истечении заданной выдержки времени, в цепь усилителя 12 подается отрицательный потенциал, электромагнит отключается. Переключение передач при увеличении нагрузки дизеля осуществляется аналогично. Элементы устройства для повышения надежности выполнены бесконтактными. Устройство снижает расход топлива из-за оптимальной работы двигателя, независимо от режимов движения.

8.4. Электронное управление подвеской легкового автомобиля

Электронное управление упругими элементами подвески превращает устройство в многофункциональную систему: смягчение ударов, воспринимаемых колесами при движении; регулирование положения кузова по высоте; обеспечение динамической стабильности кузова при и равномерном и неравномерном движении; создание максимального комфорта; сохранение горизонтального положения кузова.

Такие показатели работы подвески как жесткость упругих элементов, интенсивность демпфирования и изменения положения кузова по высоте взаимосвязаны. Решить проблему разделения показателей позволяет гидропневматическая система подвески, в которой гидравлические и пневматические элементы управляются независимо один от другого. При этом для работы системы требуется подача энергии для привода гидронасоса около 4 кВт. Датчики, фиксирующие состояние отдельных элементов системы подвески, например, положения колес относительно кузова и исполнительные механизмы, например, клапаны с электромагнитным управлением, управляются от бортовой ЭВМ (микропроцессора) в соответствии с программой, а так же с учетом команды водителя.

8.5. Датчики для электронной системы управления двигателем

По назначению и принципу действия их можно разделить на следующие группы [20]. Датчики регистрации углового положения и перемещения коленчатого вала. Предназначены для получения информации о частоте, угло-

вом ускорении (замедлении) и неравномерности вращения коленчатого вала двигателя. На рис 8.4...8.15. приведены некоторые датчики:

а) контактный датчик перемещения

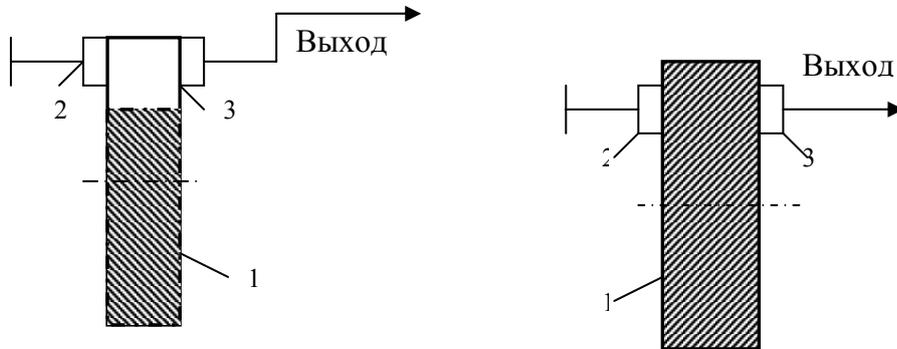


Рис.8.4. Контактный датчик перемещения:
1-металлическое зубчатое колесо; 2-статор; 3-ротор

Недостаток: наличие подвижного контакта, которые склонны к изнашиванию, окислению, поломке и загрязнению, дребезжанию, смещению, раз регулированию.

Преимущества: благодаря конструкции и применению высоколегированных материалов, простоте широкое применение.

б) магнитоконтактные датчики (рис. 8.8)

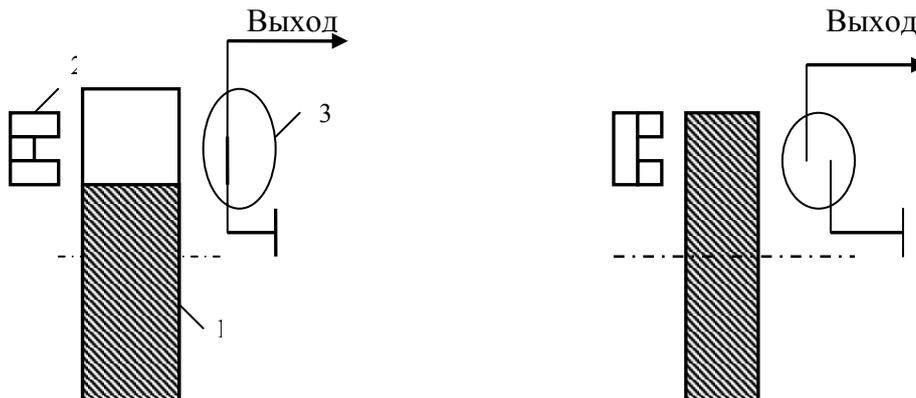


Рис.8.5. Магнитоконтактный датчик перемещения:

1-ферромагнитное зубчатое колесо; 2 – постоянный магнит; 3 – геркон.

Применяются магнитоуправляемые герметизированные контакты (герконы). Небольшие размеры, дешевые, надежные, малое время срабатывания, по малый ресурс работы, большая погрешность.

в) потенциометрические датчики положения имеют подвижный контакт, что

требует тщательной герметизации их корпуса.

г) емкостные датчики точны, но чувствительны к загрязнению и требуют высоковольтных источников питания.

д) индукционные датчики выполняются параметрическими и трансформаторными (рис. 8.9)

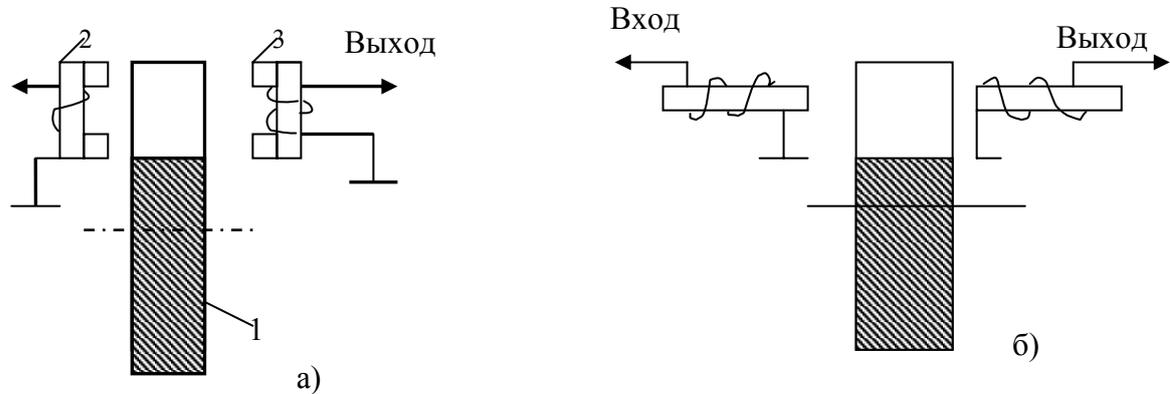


Рис. 8.6. Индукционные датчики:

а) с П-образными сердечниками, б) с цилиндрическими сердечниками.

1 – диамагнитное (медное) зубчатое колесо 2 и 3 входная и выходная катушки.

Индукционные и фотоэлектрические датчики электромагнитные используются только для регистрации перемещений (рис. 8.10)

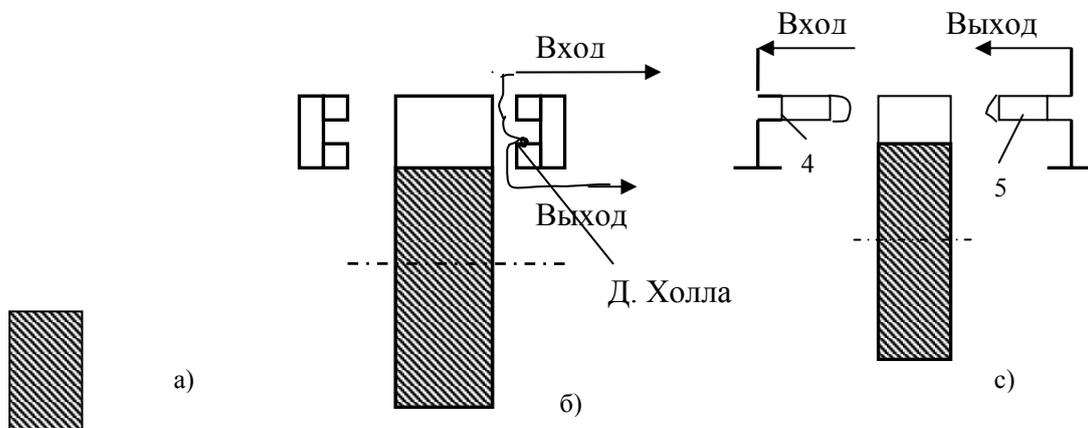


Рис 8.7. Индукционные датчики:

а) 1 – ферромагнитное колесо; 2 – катушка индуктивности; 3 – постоянный магнит; б) с датчиком Холла; с) 4 – светоизлучатель; 5 – фотодиод.

Выпускаются датчики типа 14.3847

ж) магниточувствительные датчики на специальных полупроводниковых структурах. По погрешностям преобразования они подобны фотоэлектрическим датчикам, но меньше реагируют на загрязнение. Лучшие показатели имеют датчики холла (в бесконтактной системе зажигания ВА3-2108 (рис.8.10.б), но они дороги. Дешевые датчики Виганда, но они менее точны. Другие датчики на магниторезисторах, магнитодиодах, магнитотринзисторах

и магнитопентадах из-за плохой температурной стабильности не применяется. Фото электрические датчики имеют малую погрешность, светоизлучающие диоды ППЭ-Д1, ППЭ-Д2 для дистанционных тахометров ТЭ-Д, используемых на тракторах. Иногда применяют миниатюрные лазеры. Датчики чувствительны к загрязнению.

Применяют также датчики на эффекте Доплера радиоизотропные.

Для измерения нагрузки двигателя используют датчики разряжения. Основной элемент мембрана. Перемещение мембраны, пропорциональное разрежению, преобразуется датчиком в электрический сигнал, рис. 8.8.

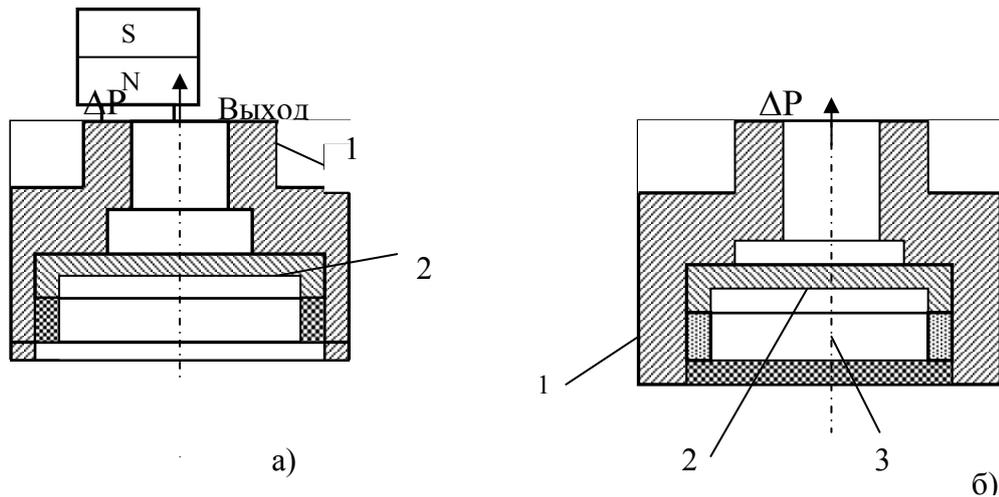


Рис.8.8. Датчики разряжения а)и абсолютного давления б):
1- корпус; 2- мембрана; 3- вакуумированная полость

Датчики расхода воздуха изготавливают двух видов: с подвижным элементом в виде заслонки, турбинки или крыльчатки или термоанеметрическим преобразователем, не имеющим подвижных частей. Так известен датчик фирмы «Бош» (рис 8.9) используемый в системе «Л-Джетроник» впрыскивания топлива.

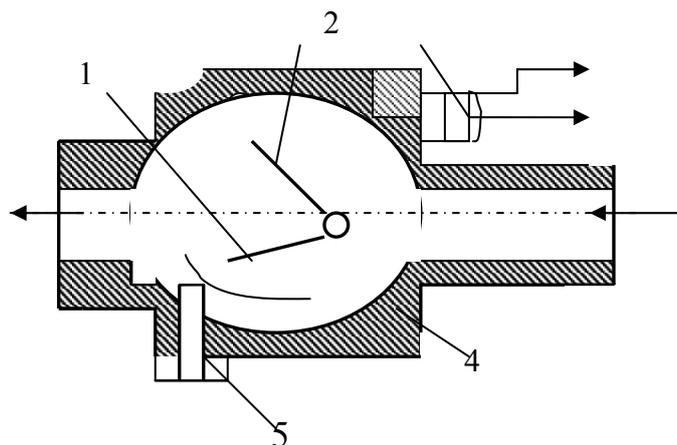


Рис. 8.9. Датчик расхода воздуха:
1 – основная заслонка; 2 – демпфирующая заслонка; 3 – преобразователь сигнала (потенциометрического типа); 4 – корпус датчика; 5 – винт регулирования дополнительного (байпасного) воздуха.

Несмотря на чувствительность к загрязнениям он приемлем и в ком-

плексной системе «Мотроник» управляющей топливоподачей, зажиганием, регулирующей отработавших газов и другими характеристиками ДВС.

Датчики положения дроссельной заслонки фирмы «Бош» системы "Моно-Джетроник" центрального впрыскивания топлива (рис. 8-10)

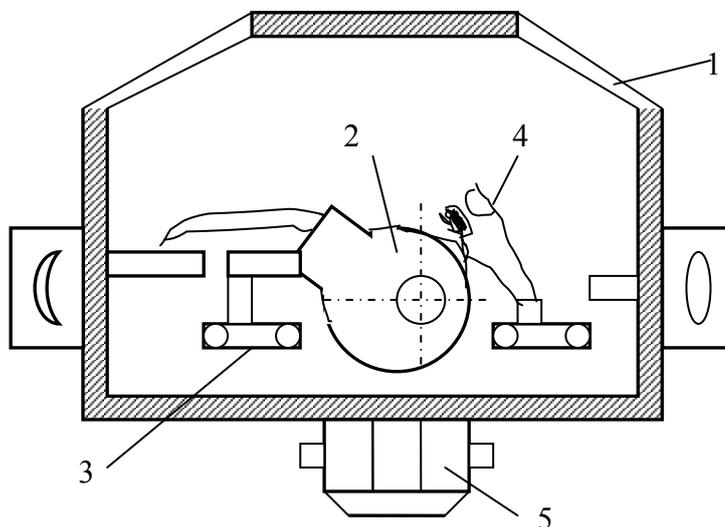


Рис.8.10. Общий вид датчика положения дроссельной заслонки:

1 – корпус датчика; 2 – кулачок, 3 – микропереключатель (контакты холостого хода); 4 – контакты полной нагрузки; 5 – электрический разъем

Из-за неточности, датчик служит дополнительным элементом электронного блока управления.

Термоанемометрические датчики применен фирмой «Бош» в системе "ЛХ-Джетроник" (рис. 8-11). Он имеет две расположенные в потоке воздуха теплонесущие металлические нити.

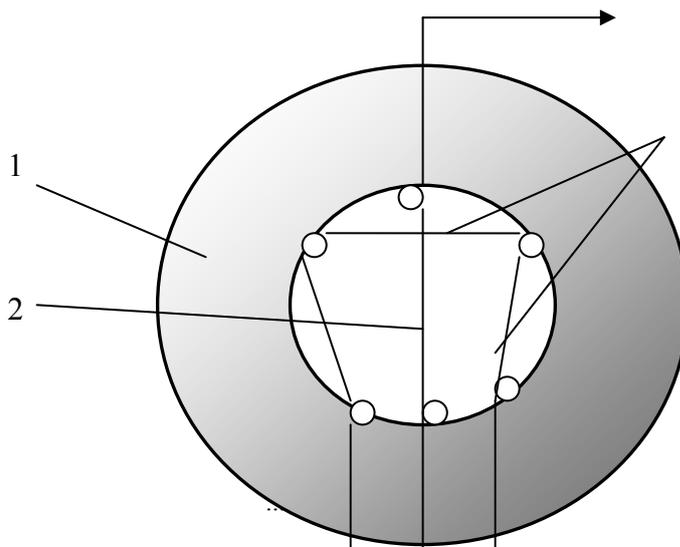


Рис.8.11. Общий вид термоанемометрического датчика:
1 – "горячая" нить, 2 0 "холодная" нить, 3 – корпус датчика

При этом разность электрического сопротивления нитей пропорциональная расходу воздуха, поступающего в двигатель. Аналогичные датчики, но в составе комплексных систем управления ДВС использует фирма "Лупас" (англия и "Хитачи" (Япония, применяется он и в нашей стране, он характеризуется дешевизной и малыми размерами и не имеет подвижных деталей, по связь с потоком воздуха нелинейна.

Датчики температуры для учета теплового состояния узлов, агрегатов и систем двигателя, температуры охлаждающей жидкости, воздуха, масла, топлива, отработавших газов.

Термоконтактные датчики на основе биметаллических контактов (рис.8-12):(а)-с замыкающими;(б) с размыкающими контактами.

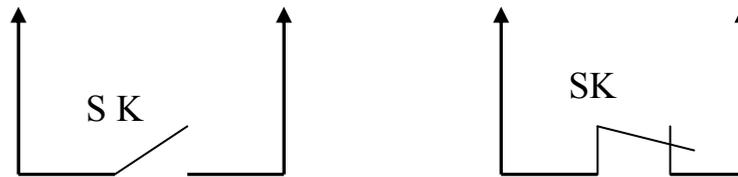


Рис. 8.12. Термоконтактные датчики

Просты и дешевы, не требуют применения электронных пороговых устройств. Применяются когда требуется ступенчатые изменения характеристик.

Полупроводниковые – на основе терморезисторов (рис. 8-13).

Они более точны, они обеспечивают плавное термозависимое изменение характеристик систем управления, т.к. имеют линейную характеристику в зависимости от температуры.

Например: датчик охлаждающей жидкости 19.3828.



Рис. 8.13. Общий вид полупроводниковых датчиков

Термовременное реле с обмоткой накаливания, служащий для подогрева-

ния термоконтактов током нормированной силы. Оно применяется в пусковых системах блока цилиндров и выдающей команды на коррекцию подачи топлива, которая исключает возможность возникновения детонации (рис.8-14)

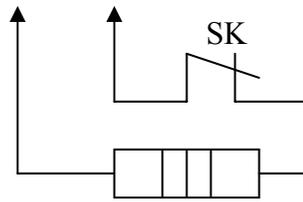


Рис. 8.14. Термовременное реле

Датчики расхода топлива (шариковый датчик), рис.8.15

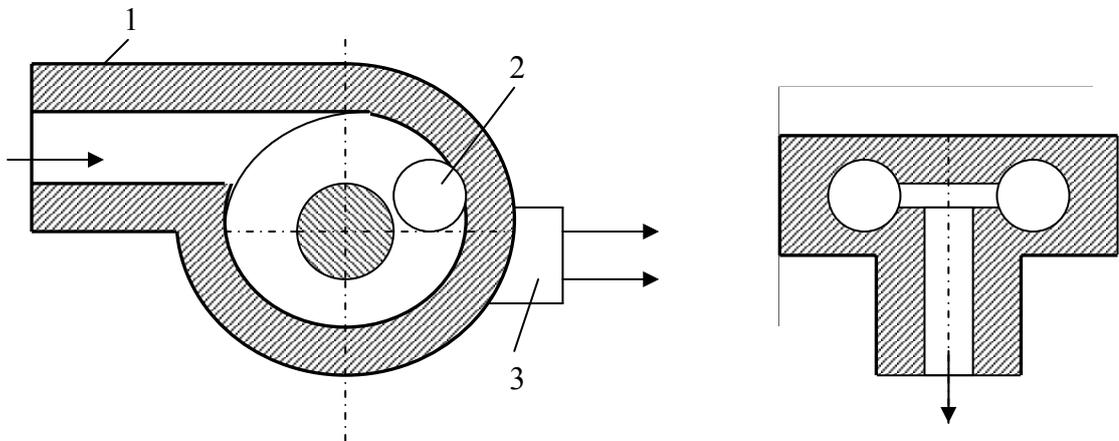


Рис.8.15. Общий вид датчиков расхода топлива:

1- корпус; 2- шарик; 3- преобразователь сигнала (фотоэлектрического типа)

Иногда вместо шарика применяют турбинку, крыльчатку или поршеньки, расположенные по периметру цилиндрического корпуса. Применяются для оптимизации подачи, реализуя обратную связь двигателя и системы управления. Датчики, встраиваемые только в электронные системы управления двигателем содержат цепи обратной связи.

Датчик ионизации встраивают в каждый цилиндр, он регулирует угол опережения зажигания индивидуально для каждого цилиндра по максимуму эффективности процесса сгорания, причем так, чтобы давление в цилиндре становилось наибольшим несколько позже достижения ВМТ. Тогда показатели двигателя меньше зависят от неравномерности распределения смеси по цилиндрам, компенсируется отрицательное влияние изнашивания двигателя в ходе его эксплуатации на эти показатели.

Датчики детонации – пьезоэлектрический акселерометр, воспринимающий механические колебания блока или головки цилиндров и выдающий команды на коррекцию подачи топлива, которая исключает возможность возникновения детонации, рис. 8.16.

Датчик кислорода (рис. 8-17) поддерживает стехиометрический состав смеси, необходимый для обеспечения оптимальных условий работы каталитических нейтрализаторов. Улучшает топливную экономичность ДВС.

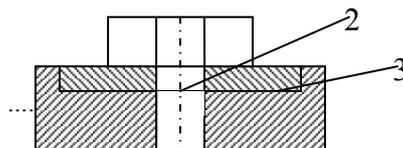


Рис.8.16. Общий вид датчика детонации:

1- гравитационная масса, 2 – стягивающий болт, 3 – плоская пружина, 4 – пьезоэлектрическая керамическая шайба, 5 – основание датчика с крепежной разъемной частью.

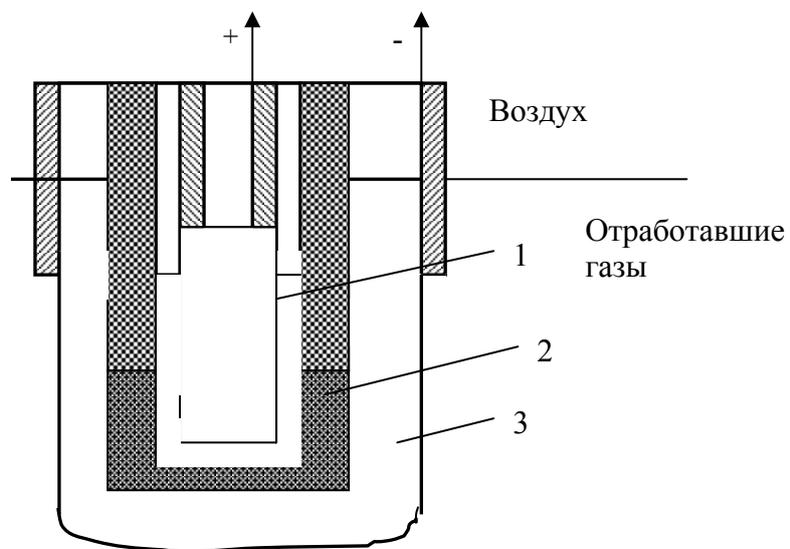


Рис.8.17. Общий вид кислородного датчика:

1 – внутренний электрод, 2 – твердый электролит (двуокись циркония с добавкой иттрия) 3 - наружный электрод (оба электрода выполнены из пористой пластины с добавкой родия).

Комплект датчиков давления в камере сгорания, встроенных в каждый из цилиндров в совокупности с микропроцессорными средствами обработки информации позволяет реализовать электронные системы, регистрирующие ряд важных параметров двигателя: мощность, детонационный фактор и температуру, критическую с точки зрения образования окислов азота (Японская фирма Хитачи). Мембрана датчика имеет зеркальное покрытие. Перемещение зеркала мембраны воспринимается встроенным в датчик отражательным оптроном (фотоэлектрическим преобразователем) рис. 8.18.

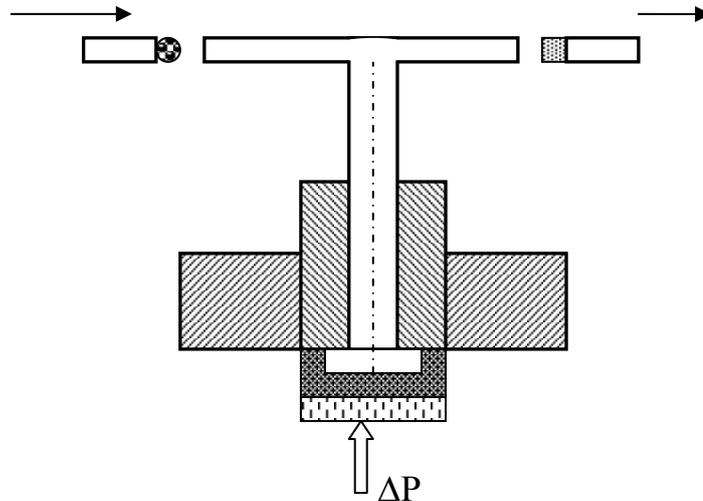


Рис.8.18. Общий вид светодиодного датчика:

1 – источник света (светодиод), 2 – приемник света (фотодиод), 3 – жгут светодиодов, 4 – зеркало мембраны, 5 – мембрана.

Задатчики: угла опережения зажигания (октан – корректор); состава смеси на холостом ходу (аналог винт регулирования "качества"); скорости автомобиля (датчик положения педали управления дроссельной заслонкой). Выполняют в виде программных переключателей с определенным кодом, или в виде многооборотных потенциометров.

Для современных электронных систем датчиков не надо, они используют импульсы систем зажигания и впрыскивания топлива, напряжение бортовой сети, и напряжение возникающие при коммутации стартера, системы зажигания, различных ЭМ клапанов. Например, от импульсов системы зажигания работает тахометр, а так же синхронизируются электромагнитные форсунки системы впрыскивания топлива.

Использование бортовых микропроцессорных систем и семейство датчиков на автомобилях дает возможность использования оптимального управления режимами движения в различных условиях. С помощью микропроцессорной системы можно оптимизировать качество впрыскиваемого рабочей смеси, учитывать ресурс автомобиля, управлять системой зажигания и скоростью движения. Для создания нового класса системы учета и управления режимами движения автотранспортных средств возможно на основе учета энергетических затрат двигателя. Величина затраченной энергии автомобилем находится в тесной связи с условиями эксплуатации. В зависимости от нагрузки и дорожных условий изменяется величина затраченной энергии. На основе стендовых испытаний двигателей при скоростных и нагрузочных режимах получена зависимость между мощностью карбюраторного двигателя и давлением во всасывающем тракте. При этом мощность карбюраторного и газобаллонного двигателей равна

$$P_e = k_n \omega_e (\Delta P_{ko} - \Delta P_k) + k_f ,$$

где k_n – постоянный коэффициент пропорциональности, характеризующий тип двигателя; ΔP_{ko} , ΔP_k – давление во всасывающем коллекторе соответственно при холостом ходе и текущем значении давления; k_f – коэффициент, учитывающий насосные потери мощности двигателя.

Энергия, создаваемая двигателем транспортной машины, равна $J_e = \int P_e dt$, где t – время работы двигателя.

На рис.8.19. показан общий вид устройства для измерения энергии двигателя.



Рис.8.19. Общий вид энергомера карбюраторного двигателя

Содержит датчик давления, принцип действия которого состоит в измерении статического и динамического давления барометрическим методом. Барометрический метод измерения давления основан на использовании закона падения давления во всасывающем коллекторе с увеличением нагрузки на двигатель. Зависимость давления воздушной смеси от загрузки двигателя выражается формулой

$$p_{см} = \left(p_a - \frac{\Delta t}{T_o} P_e \right)^{tR},$$

где p_a – давление воздуха в подкапотном пространстве двигателя; Δt – температурный градиент; R – газовая постоянная, равная 29,27.

На рис. 8.20 показаны датчика давления электронного типа и электромеханического, чувствительным которого является anerоидная коробка, состоящая из двух мембран.

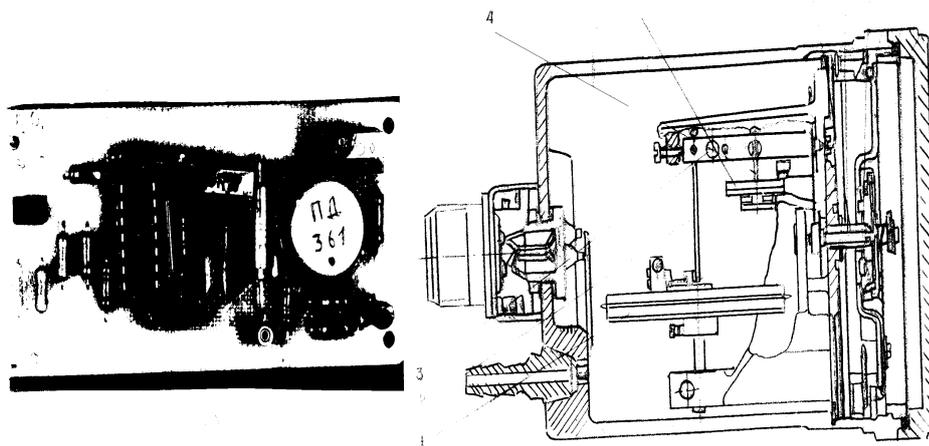


Рис.8.20. Общий вид электронного и потенциметрического типа датчиков давления

Деформация мембраны зависит от разности давлений внутри и снаружи aneroidной коробки. Давление внутри коробки равно давлению во впускном коллекторе, снаружи – атмосферному давлению. При изменении давления во всасывающем коллекторе aneroidная коробка деформируется и при этом через тягу 2, заштифтованную одним концом в верхнем центре, а другим в серге поворачивает ось сектора 3 на соответствующий угол. Ось сектора через тягу 4 соединена с балансировочным грузом, закрепленным на пружине в стойке основания механизма винтом. Балансировочный груз 5 уравнивает массу aneroidной коробки для устранения ошибок в показаниях. На оси сектора укреплен сегмент 6, который находится в постоянном зацеплении с трубкой 7. На конце оси трубки укреплена контактная пружина 8 со щеткой, которая скользит по потенциометру. Потенциометр крепят винтами к основанию. Датчик работает в интервале температур внешней среды от -50 до $+80^{\circ}\text{C}$, выдерживает перегрузочные давления по верхнему пределу 790 мм рт. ст. абс., по нижнему пределу 8 мм рт. ст. Погрешность измерения относительно сопротивления составляет от 0,2 до 1,95%. Чувствительность датчика – 0,49 Ом/мм рт.ст. Выход потенциометра соединен с первым входом блока вычитания 2, выход датчика 3 частоты вращения вала двигателя и блока вычитания подключены к входам блока умножения 4, выход которого подключен к входу последовательно соединенного преобразователя напряжения в частоту 5 и счетчика 6. При работе двигателя напряжения U_1 с выхода датчика 1 прямо пропорциональное давлению впускного коллектора двигателя ΔP_k , то есть $U_1 = \Delta P_k$ поступает на первый вход блока 2, на второй вход которого подается постоянное напряжение U_0 с выхода источника 7 опорного напряжения, прямо пропор-

ционального величине P_o . С выхода блока 2 напряжение $U_2 = k(U_o - U_1) = k(\Delta P_{ko} - \Delta P_k)$ (где ΔP_{ko} – давление во всасывающем коллекторе на малых частотах вращения вала двигателя) поступает на один из выходов блока 4, на другой вход которого поступает напряжение U_3 с выхода датчика 3, прямо пропорциональное угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя. С выхода блока 4 напряжение U_4 прямо пропорциональное мощности двигателя в текущий момент

$$U_4 = U_2 U_3 = k(U_o - U_1) U_3 = k(\Delta P_{ko} - \Delta P_k) \omega_e,$$

где ω_e – угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя.

Напряжение U_4 поступает на вход преобразователя 5 напряжения в частоту, на входе которого частота следования импульсов прямо пропорциональна мгновенной мощности двигателя.

Испытания опытного образца прибора в дорожных условиях показал, что при движении с минимальной скоростью величина расхода энергии возрастает за счет временного фактора. Повышение точности измерения затраченной энергии было достигнуто за счет уточнения уравнения

$$J_e = \int_0^t [k_1(650 - \Delta P_k)(n_e - 600) - \left(\frac{650}{\Delta P_k} + \frac{n_e}{600} \right) + k_2] dt,$$

где k_1, k_2 – постоянные коэффициенты, учитывающие геометрические параметры и насосные потери двигателя; 650, 600 – постоянные коэффициенты, учитывающие соответственно максимальное давление во всасывающем коллекторе и минимальные частоты вращения вала двигателя.

Датчики, работающие в режиме «ход-стоп», обеспечили корректировку величины затраченной энергии в режиме «ход». Разработанное устройство позволяет учитывать количество затраченной энергии и показывать оптимальные режимы движения. На рис. 8.21. приведена принципиальная схема анализатора «ход-стоп» и перемноживающего цифро-аналогового преобразователя.

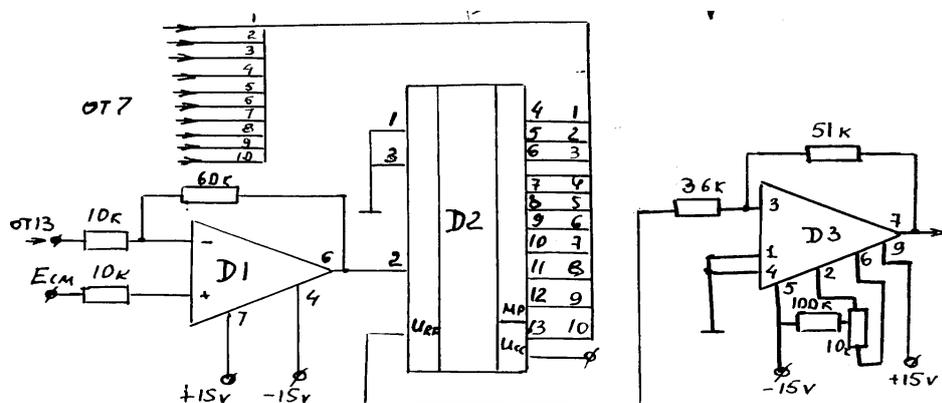


Рис.8.21. Схема анализатора «ход-стоп»

Алгоритм работы счетного блока работает приведена на рис.8.22.

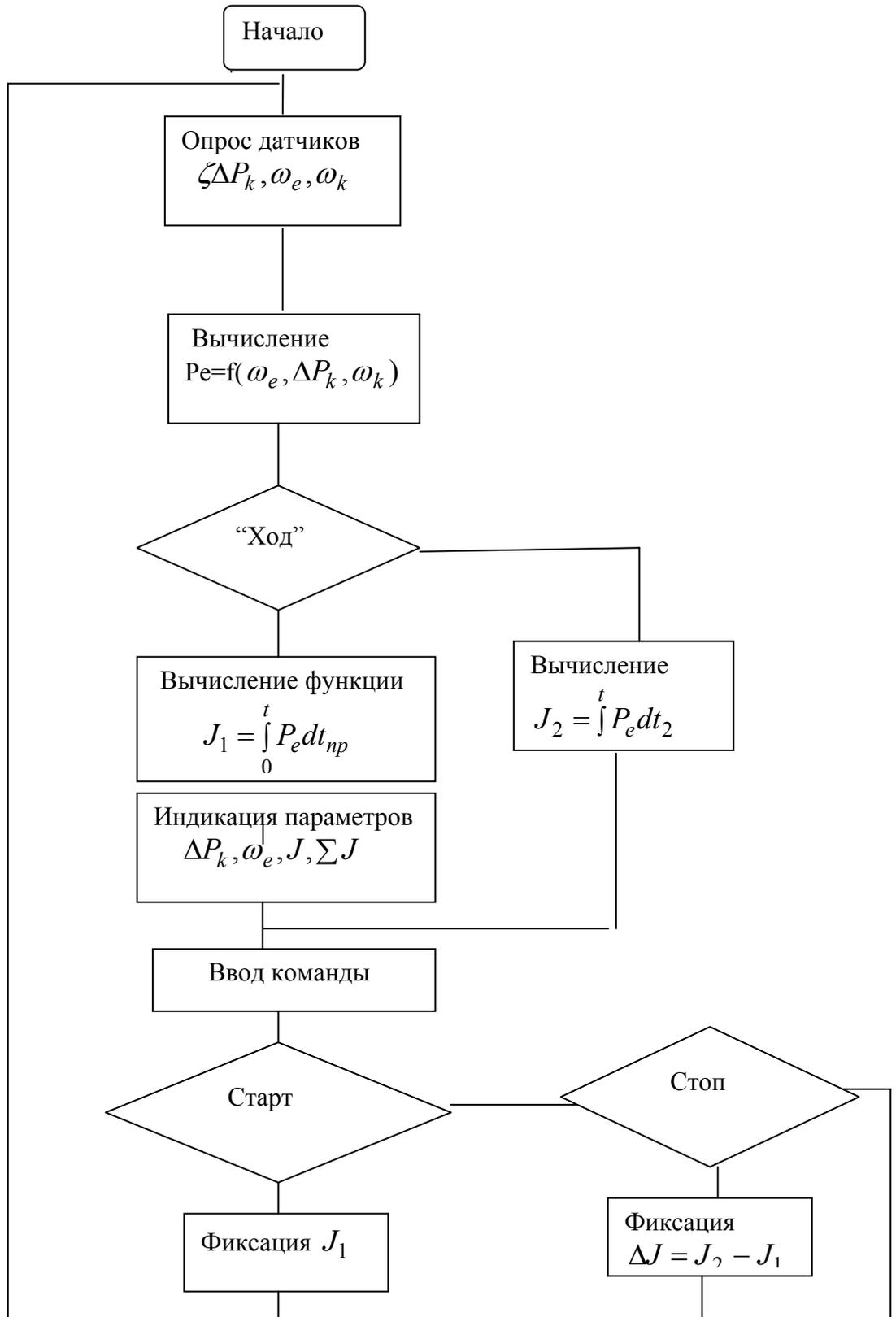


Рис.8.22. Алгоритм работы энергомера автомобиля

Шаг 1. После начальной установки при включении питания производится ввод информации с датчиков частоты вращения вала двигателя, колеса и впускного коллектора через буферные регистры и ввод команды с регистра при ручном управлении.

Шаг 2. По количеству импульсов с датчика колеса фиксируется состояние машины “ход-стоп” и определяется величина затраченной энергии, при значении “стоп” расчет производится в масштабе реального времени t_o , при значении “ход” – в масштабе приведенного времени t_{np} .

Шаг 3. Значения $\omega, \Delta P_k, J_1, J_2$ выводятся на индикатор по команде “счет”.

Шаг 4. Определяется выведенная команда. При вводе “старт” фиксируется текущее значение J_1 и алгоритм переходит в режим списания команды “стоп”, фиксируется значение J_2 и вычисляется $J_2 - J_1 = \Delta J$.

Результаты стендовых испытаний показали, что погрешность измерения на нагрузочном и скоростном режимах не более 10%.

В табл. 8.1. приведены результаты дорожных испытаний автомобилей УАЗ –3303 при различной скорости движения без груза по асфальтированной дороге. В табл. 8.2. приведены результаты дорожных испытаний на постоянных частотах вращения вала двигателя и различных передачах.

Таблица 8.1.

Результаты измерения показателей

Наименование показателей	Скорость движения, км/ч			
	30	40	60	80
Расход топлива, см ³	136	131	156	194
Время движения, с	118,7	87,7	58,9	43,9
Расход энергии, кВтч	0,327	0,298	0,343	0,468

Как видно из табл.8.1. расход энергии при скорости движения 40 км /ч меньше, чем при остальных скоростях. Объясняется это тем, что гидравлические, инерционные, дорожные и другие сопротивления движению ниже, чем в период разгона автомобиля.

Таблица 8.2.

Наименование показателей	Номер передачи при $n=2000 \text{ мин}^{-1}$			
	1	II	III	IV
Расход топлива, см ³	346	244,3	179	158,0
Время движения, с	275,4	177,3	111,7	71,5
Скорость движения, км /ч	13,2	20,2	32,2	50,5
Расход энергии, кВтч	0,498	0,34	0,292	0,369

Для учета расхода топлива был использован расходомер объемного типа, рис.8.23.

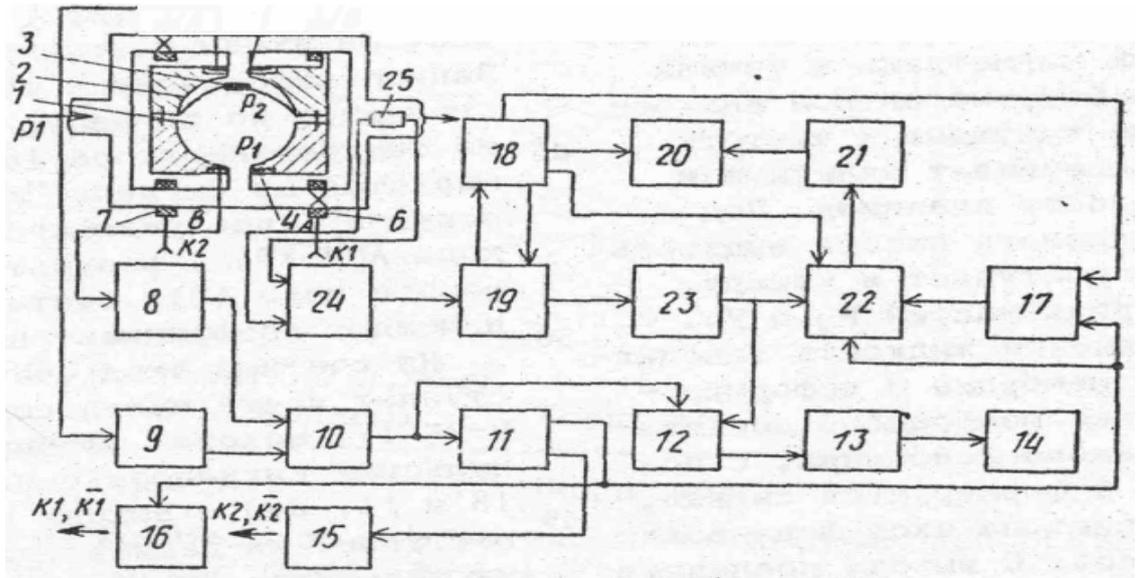


Рис. 8.23. Блочная схема объемного расходомера

Расходомер состоит из рабочей камеры, эластичного разделителя переменного сечения с варьированной ферромагнитной пластинкой, индукционных датчиков, сигнализирующих о перемещении ферромагнитной пластинки, двух пар переключающих клапанов. Кроме того, расходомер содержит два формирователя импульсов, схему ИЛИ, триггер, два счетчика и два ключа, АЦП, дешифратор, ПЗУ, усилитель, датчик температуры и индикатор расхода топлива.

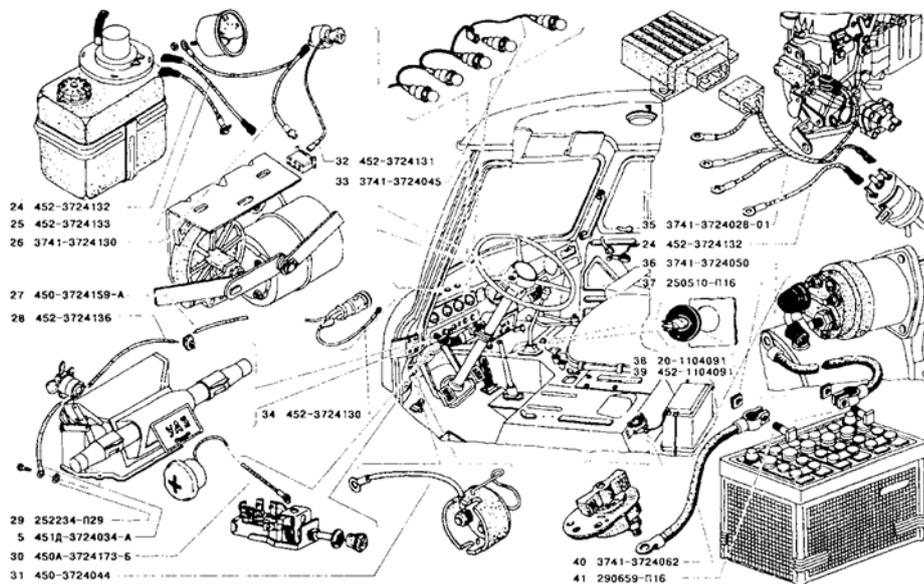


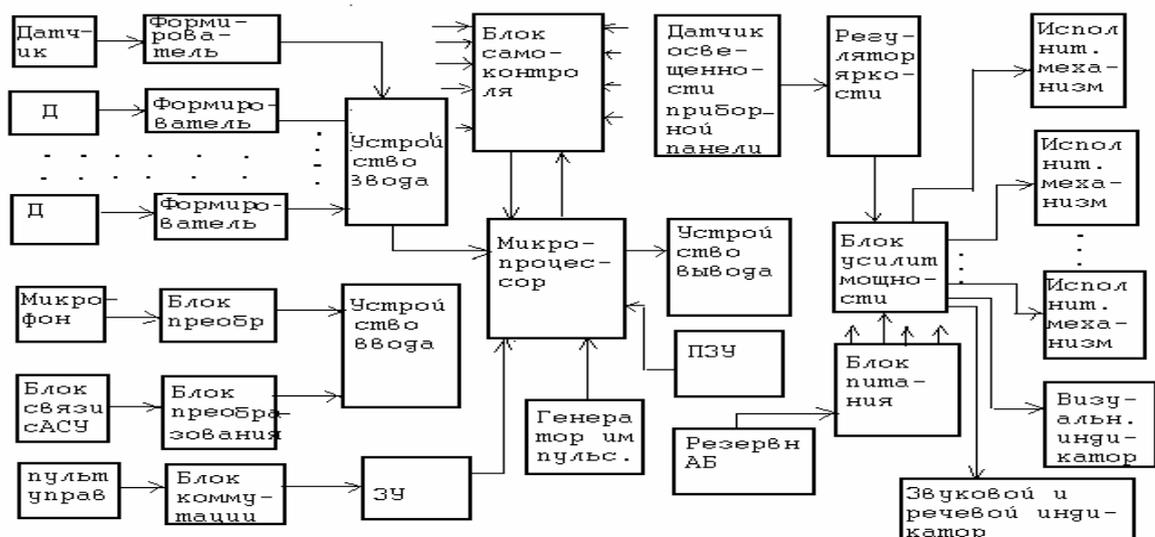
Рис.9.1. Элементы проверки системы электрооборудования автомобиля

10. БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

10.1. Концепция технической диагностики автомобиля

Концепция технической диагностики в автомобилестроении и эксплуатации заключается в том, что диагностика становится одним из важнейших факторов в деятельности производства и эксплуатации автомобиля. Диагностика в производстве выполняет роль поставщика информации о надежности эксплуатируемого оборудования и воздействует на сферу производства, повышая качество и технический уровень выпускаемой продукции. Бортовая диагностика на автомобиле в процессе эксплуатации служит определению оптимального режима работы устройств, появления нарушения этих режимов, возможность введения коррекции в процессе работы. Диагностика – один из основных элементов управления надежностью и долговечностью автомобиля. В настоящее время существуют следующие способы диагностики: по степени охвата изделия – общая или локальная; по характеру взаимодействия между объектами и средством диагностирования – функциональная и тестовая; по используемым средствам диагностирования – с универсальными и специализированными, встроенными и внешними средствами; по степени автоматизации – автоматическая, автоматизированная или ручная. Диагностирование предназначается для решения одной или нескольких задач: проверка исправности; проверка работоспособности; поиск неисправности; определения стабильности параметров работы устройства. По назначению диагностирование из-за объема работ, места проведения и роли можно подразделить на: периодическое диагностирование для определения технического состояния агрегатов, узлов и систем; периодическое диагностирование для определения мощностных и экономических показателей; постоянное диагностирование на борту автомобиля для определения оптимальной работы, определения и устранения неисправности.

Таким образом, во всех случаях пользователя интересует понимание принципа действия и эффективность диагностических систем. Основным назначением бортовой диагностики является обеспечение безопасности движения, определения нарушения в работе элементов электрооборудования и электронных систем. Структура электрооборудования, схемы соединения и управления известны и рассмотрены ранее, а диагностические приемы отработаны и не вызывают особых затруднений при эксплуатации. Широкое внедрение элементов электроники и электронных систем усложнило диагностический процесс. Некоторую ясность должна внести предлагаемая на рис. 10.1 структура электронных систем автоматического управления и бортовой сис-



темы контроля различного назначения и принципа действия.

Рис.10.1. Структура электронной системы автоматического управления

Проблемы эксплуатации электрооборудования и электронных систем обусловили создание новых на современной элементной базе средств технического диагностирования: неавтоматизированных; автоматизированных; локальных и комплексных; стационарных и переносных. Особое место занимает как всегда бортовая диагностика.

10.2. Условия эксплуатации электрооборудования и электронных систем

Современные автомобильные электрические и электронные системы представляют собой сложные технические объекты, работающие в условиях комплекса дестабилизирующих факторов. Дестабилизирующие факторы меняются в широком диапазоне и носят в основном случайный характер. Для произвольно выбранного момента времени движения автомобиля случайными величинами являются: частота вращения коленчатого вала; скорость движения и ускорения, движущаяся масса; угол подъема или спуска; температура и влажность окружающей среды.

От этих величин зависят физические параметры режимов и условий функционирования электрооборудования и электронных систем. На их надежность отсюда влияют: собственная температура изделия; температура окружающей среды; изменение температуры и окружающей среды и самого изделия; высокая влажность среды при переменных температурах с частыми переходами точек росы; виброударные нагрузки в диапазоне частот 10...2000 Гц с виброускорением около 10 ...15 g; диапазон изменения напряжения сети; сила токов нагрузок; потребляемые, рассеиваемые мощности; частота следования рабочих циклов; электродинамические нагрузки.

Особое место в современном автомобиле занимают элементы электроники и электронные системы. Так называемая механотроника объединяет механические, электронные, информационные технологии с комплексным устройством структурного управления. Взаимосвязи в механотронике показаны на рис. 10.2. Отсюда механические параметры электрооборудования и электронных систем подвержены вибрациям, температурным перепадам, влиянию грязи, сырости и т.д. В электрооборудовании и электронике широко применяются диэлектрики, которые так же подвержены механическим, химическим, термическим и электротехническим факторам, влияющим на старение и срок службы, а значит на долговечность изделий. Огромную роль играет место установки. Изделия современного автомобиля изготавливают для умеренного климата –У; холодного климата –ХЛ ; тропического климата –Т; общеклиматического исполнения – О.





Рис.10.2. Структурная схема взаимосвязи в механотронике

В табл. 10.1 приведены температурные и атмосферные условия работоспособности электрооборудования и электронных систем. Используемые изделия должны выдерживать вибрационные и ударные нагрузки, основные характеристики нагрузок приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.1

Температурные и атмосферные условия	Климатическое исполнение		
	У	ХЛ	Г
Максимальная температура окружающей среды, градС, для изделий устанавливаемых: - на двигателе и моторном отсеке - в кабине или снаружи	70 55/65	80,90 55/65	100 55/65
Максимальная температура окружающей среды, градС, для изделий устанавливаемых: - на двигателе и моторном отсеке включаемых только после предпускового подогрева - в кабине или снаружи	-40 -45/-50	-40 -60/-60	-20 -20/-45
Относительная влажность воздуха для всех изделий при температуре $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$	95 ± 3	95 ± 3	95 ± 3
Минимальное давление для изделий, кПа (на высоте 4000 м над уровнем моря)	61	61	61

Примечание: В числителе рабочие температуры, в знаменателе – предельные

Допустимые значения превышения температур изделий длительного режима при температуре окружающей среды $+70^{\circ}\text{C}$ приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.2.

Изделия	Частота вибраций, Гц при испытании		Максимальное ускорение (замедление), $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$	Продолжительность испытаний
	периодические	типовые		
Устанавливаемые на двигателе	50	50...250	100/150	8 ч /1000 ударов
Остальные	50	50...250	50/100	8 ч/1000 ударов

Примечание: В числителе приведены данные для вибрационной нагрузки, в знаменателе – для ударной

Изделия должны быть защищены от проникновения посторонних тел, пыли, брызг, воды. Ресурс изделия измеряется числом часов работы двигателя или числом

Таблица 10.3

Часть электрических машин и аппаратов	Допустимые превышения температуры, °С, для классов изоляционных материалов				
	А	Е	В	Г	Н
Обмотки генераторов и электродвигателей	-	-	125	140	-
Коллекторы и контактные кольца	100	125	145	155	160
Обмотки реле различного назначения	-	-	130	145	-

Защита от коррозии должна осуществляться лакокрасочными, гальваническими, химическими покрытиями. Изделия должны быть совместимы между собой и внешней средой и сохранять работоспособность в условиях электромагнитного воздействия в соответствии с табл. 10.4.

Таблица 10.4

Номинальное напряжение, В	Уровень напряжения (мгновенные значения), В, не более при длительности, мкс				
	0,3	10	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$300 \cdot 10^{-3}$
	Аномальные режимы эксплуатации				
14 (12) 28/24	50/-20 150/-56	112/-28 112/-56	62/0 84/0	42/3 58/7	21/6 42/14
Нормальные режимы эксплуатации					
14/(12) 28/(24)	42/6 56/14	42/6 56/14	28/6 56/14	23/8 45/15,5	17,5/10,5 35/21

Примечание: В числителе указаны максимальные значения,
в знаменателе – минимальные

Изделия должны выдерживать кратковременный номинальный режим нагрузки в 5, 10, 30 мин и повторно-кратковременный номинальный режим с продолжительностью включения 15,25,40 и 60 %. Изоляция обмоток и токоведущих деталей электрических машин и других изделий, работающих в главных цепях должны выдерживать напряжение 220...550 В, а токоведущие детали и элементы цепей высокого напряжения 22000 В.

Электрические машины с режимом работы менее 1 мин должны выдерживать испытание на повышенную частоту вращения коленчатого вала в течение 20 с, а остальные машины в течение 2 мин. Степень искрения на коллекторах должна быть 1,5 при продолжительном режиме работы и не более 2 для электрических машин повторно-кратковременного режима. Уровень радиопомех изделий не должен превышать значений предусмотренные ГОСТ 17822-92. Для этого изделия электрооборудования и автоэлектроники имеют следующие исполнения: не экранированное; с частичным экранированием; экранированное. Для снижения уровня радиопомех применяют помехоподавляющие устройства: неэкранированные или экранированные наконечники искровых свечей зажигания; высоковольтные провода с распределенным сопротивлением; фильтры радиопомех; помехоподавительные резисторы в роторах распределителей или в искровых свечах зажигания.

Электрооборудование автомобиля работает в сложных условиях при эксплуатации в течение года, поэтому периодически необходимо выполнять следующие работы по обслуживанию:

1. Аккумуляторная батарея: периодически осматривать и поддерживать ее в заряженном состоянии и чистоте; наконечники проводов смазывают тонким слоем технического вазелина и проверяют их крепление к выводным штырям; уровень электролита должен быть в норме.

2. Генератор: периодически осматривать и поддерживать его в чистоте, проверять крепление проводов.

3. Система зажигания: периодически проверять состояние проводов низкого и высокого напряжения и очищать от пыли и грязи; очищать свечи и регулировать зазор; периодически ухаживать за контактами распределителя (в контактной системе).

4. Приборы освещения и сигнализации: ежедневно проверять действие приборов; амперметр проверять включением фар при неработающем двигателе.

5. Электронные изделия также подвергаются помимо климатических и механических, воздействиям статических и динамических электрических нагрузок, например: влияние изменения напряжения питания на ускорение процессов или дестабилизацию элементов или систем, поэтому изделия должны иметь встроенный или автономный стабилизированный источник питания; повышение силы тока способствует дестабилизации всех элементов в целом; изменение частоты рабочих циклов не оказывает существенного влияния на скорость расхода ресурсов изделия, так как она несоизмеримо мала по сравнению с собственными частотами элементов. Частота включения питания влияет на электродинамику переходных процессов, длительность и интенсивность которых определяются параметрами R , L , C .

10.3. Бортовая диагностика автомобиля

Для систем электрооборудования и электронных систем автомобиля график интенсивности отказов $\lambda(t)$ от времени эксплуатации показан на рис. 10.3. Время работы электрооборудования и электронных систем подразделяется на 3 периода: период приработки $\tau_{пр}$, период нормальной эксплуатации $\tau_{нэ}$, период отказов $\tau_{отк}$. Анализ отказов электрооборудования показывает, что большинство отказов приходится в период приработки 70-80%, в основном по вине заводов-изготовителей. Поэтому задачей бортовой диагностики является определение изменений выходных параметров электрооборудования и электронных систем отклонение параметров, определения их влияния на устройства или механизмы автомобиля. С этой целью каждая электронная система имеет разъем для присоединения диагностической аппаратуры или имеет выход на центральный пункт бортовой диагностики – бортовой компьютер, контролер, малая ЭВМ.



Рис. 10.3. График интенсивности отказов

Для бортовой диагностики электронных систем, применяют испытательное оборудование специально созданное для совмещения с бортовой системой диагностики двигателя. Испытательное оборудование присоединяют путем введения универсальных адаптеров между элементами штепсельного разъема в месте соединения периферийного устройства с электронной системой управления (ЕСU).

Если необходимо провести испытание только периферийного устройства (датчика испытательного устройства), то достаточно подсоединить тестер к штепсельному разъему этого устройства. Отдельная электронная система требует использования только одного заменяемого кабеля, связанного с адаптером системы. Периферийное и функциональное оборудование, используемое при испытаниях (рис. 10.4).

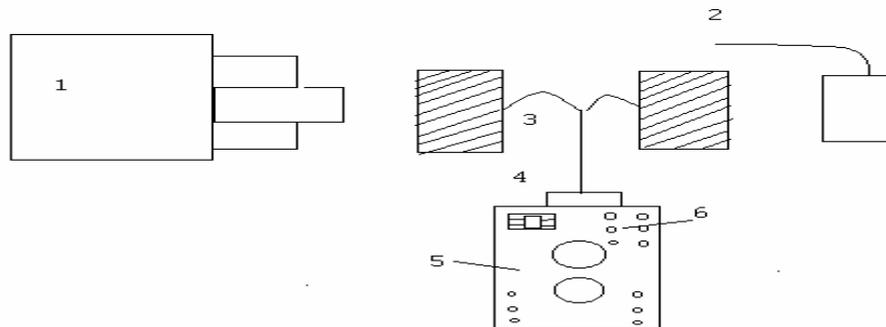


Рис. 10.4. Периферийное и функциональное оборудование:

1 – ЕСU; 2 – соединительные провода; 3 – кабель для подсоединения адаптера; 4 – разъем; 5 – универсальный испытательный адаптер; 6 – разъемы для подсоединения испытательного оборудования

Программа, реализуемая через универсальный испытательный адаптер, затем используется для получения логической последовательности испытаний. После подсоединения к системе испытательный прибор обеспечивает показ замеренных параметров и выдает сигналы, соответствующие импульсам зажигания и впрыскивания топлива. Когда ЕСU остается подключенным к системе для выполнения эксплуатационных испытаний, специальные коды могут быть использованы для ввода различных параметров, имитирующих условия реальной эксплуатации, для оценки точности работы испытательного прибора.

Доминирующая роль электронных систем в автомобиле, заставляет уделять повышенное внимание проблемам, связанным с их обслуживанием. Из-

за того, что основные функции автомобиля становятся все более зависящими от электронных систем, они должны удовлетворять весьма жестким требованиям по их надежности.

Решение этих проблем заключается во включении функций самодиагностики в электронную систему. Реализация этих функций основана на возможностях электронных систем, использующихся на автомобиле для непрерывного контроля и определения неисправностей в целях хранения этой информации и диагностики. Например, малая ЭВМ производит самопроверку своего функционирования следующим образом: программируемые чипы памяти снабжены тестовыми комбинациями, которые могут восстанавливаться и использоваться в целях сравнения. Для запоминающих устройств применяется сравнение с итоговыми данными испытаний для гарантии того, что все данные и программы хранятся в этих устройствах правильно. Датчики испытываются на точность снимаемых с них данных (в установленных пределах); также проверяются разомкнутые и замкнутые цепи. Конечные элементы управления могут использоваться во время их работы с использованием предельных значений тока.

На рис. 10.5 показана блок схема системы с самодиагностикой:

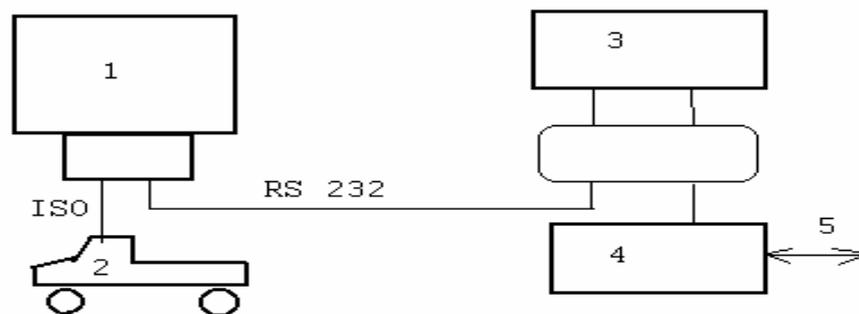


Рис.10.5. Блок схема системы с самодиагностикой:

1- испытательный прибор; 2- испытываемый автомобиль; 3- информационная система; 5- передача данных на большие расстояния

Внебортовые испытательные устройства используют интерфейсы, регламентированные в стандарте ISO 9141. Последовательно подключаемый многорядный вход-выход (порт) обеспечивает поддержание скорости передачи информации в диапазоне значений от 10 байт до 10 Кбайт. При этом используется одно – или двухпроводный порт, что позволяет осуществить подсоединение к центральному диагностическому разъему сразу нескольких управляющих блоков.

На рис.10.6 показана блочная система самодиагностики электронных систем. Испытательном блоке осуществляется контроль периода между подачей импульса в целях определения скорости передачи информации (в бодах) передатчиком, которая затем поддерживается автоматически. Байты кодов (установленные автомобильным комитетом DIN) определяют протокол для последующей передачи данных. Возможности самодиагностики включают идентификацию системы и ECU; распознавание, хранение и считывание информации о статических и единичных нарушениях работы; считывание текущих реальных данных, включающих условия окружающей среды и специ-

фикации; моделирования функций системы; программирование параметров системы.

Отдельные программы для испытательного блока хранятся в подключаемых модулях, в то время как корректировка и передача данных в системе осуществляются посредством интерфейса данных.

На основе информации от датчиков ECU обеспечивает контроль условий работы двигателя через очень короткие интервалы времени (мили секунды). Во входных цепях происходит подавление помех и преобразование сигналов в напряжение тока с использованием одной унифицированной шкалы. Аналого-цифровой преобразователь преобразует отфильтрованные сигналы в цифровой формат. Это позволяет обрабатывать всю информацию в микропроцессоре перед передачей ее на цепи выхода.

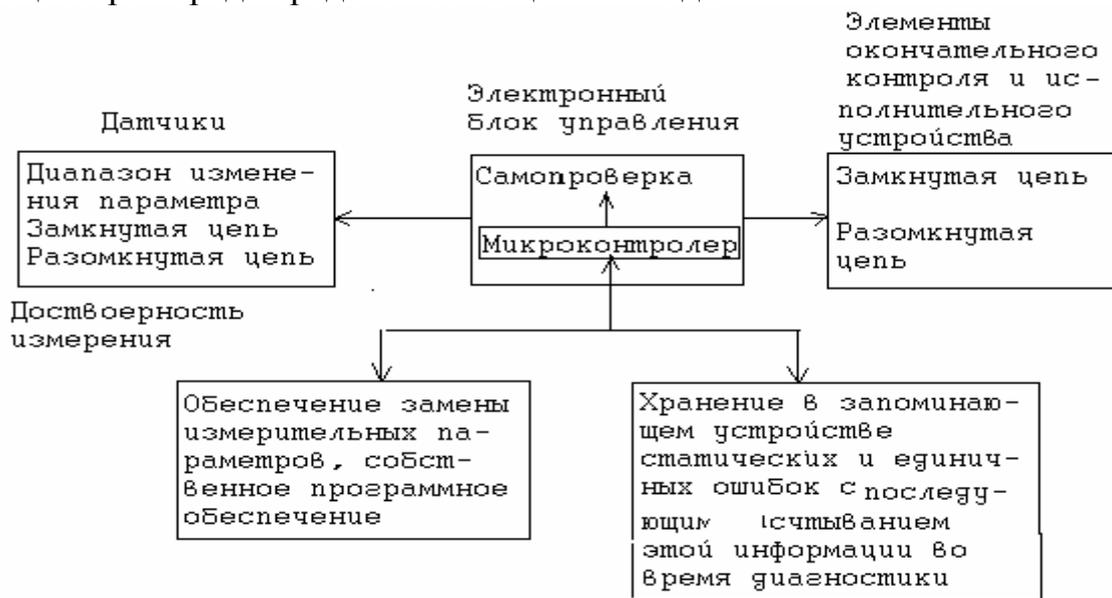


Рис.10.6. Блочная схема самодиагностики электронных устройств

Задающие контуры (цепи выходных усилителей) преобразуют сигналы низкой мощности в сигналы такой мощности, которая необходима в различных приводных устройствах системы. В памяти хранятся программы и установочные данные, обеспечивая их согласованность за счет невосприимчивости к колебаниям в уровнях сигналов и ошибкам. Программа должна удовлетворять предельным характеристикам двигателя (в реальном масштабе времени): для 6 – цилиндрового двигателя, работающего при максимальной частоте вращения, промежутки времени между отдельными циклами составляют всего около 3 мс. Основные расчеты должны производиться в течение этого промежутка времени. Кроме процессов, синхронизируемых с вращением коленчатого вала, имеются операции, синхронизируемые по времени. Интегрированная самодиагностика является стандартной для всех микропроцессорных систем управления. При нормальной работе функции самопроверки обеспечиваются параллельно с другими функциями. Самодиагностика характеризуется выполнением нескольких требований:

1. Контроль за работой сложных систем и узлов. Все усложняющаяся конструкция двигателя делает возможности самодиагностики весьма важным для обслуживания и устранения неисправностей. Целью является интегриро-

вание всей системы в процессе диагностики.

2. Защита узлов и деталей, подвергающихся особому риску в случае появления неисправностей. Так, например, защита каталитического нейтрализатора, реализующего на пропуски зажигания в двигателе, при которой система реагирует на определенную частоту появления пропусков зажигания, отключая подачу топлива в неисправный цилиндр для предотвращения перегрева нейтрализатора.

3. Работа в аварийной ситуации согласно величинам, принимаемым по «умолчанию». Так при выходе из строя датчика нагрузки, определяющего массовый расход воздуха, генерируется сигнал его замены, базирующийся на значениях частоты вращения коленчатого вала и положения дроссельной заслонки.

4. Информация водителя о неисправностях системы диагностики с помощью индикаторных ламп, дисплеев и акустических приборов предупреждения.

5. Хранение точной информации. Система хранит в *ECU* предупреждающую информацию и данные об отдельных неисправностях. В запоминающем устройстве хранятся данные об условиях работы двигателя на момент первоначального обнаружения ошибки. Тип и полнота информации регламентируются стандартами SAE J1978, J1979 и J2012. Стандарты ISO находятся в стадии разработки.

6. Доступ к хранимым ошибкам. Данные, хранящиеся в памяти системы самодиагностики во время работы автомобиля, могут быть переданы на диагностический стенд с дисплеем через последовательно подключенный многоканальный вход (порт). Необходимые для этого протоколы обмена приведены в стандартах *ISO 914NT* и *14230*. Другим и более простым вариантом является передача данных об ошибках в форме мигающего кода на приборном щитке. Это помогает ускорить диагностику путем сужения поля возможных источников неисправностей. Для примера рассмотрим самоконтроль электронных систем зажигания *ESA* и *DLI* зарубежных автомобилей электронной системы зажигания. Устанавливают момент зажигания посредством электронных расчетов. Осуществляется обработка информации микропроцессором и передается в аналого-цифровой преобразователь, а затем в задающий каскад усилителей мощности, являющихся частями электронного блока управления *ECU*. Выход из блока *ECU* осуществляется на катушку зажигания.

В *ECU* подаются входные сигналы от: датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя; сигналы включения; последовательно подключенного канала информации (*CAN*); датчика давления в впускном коллекторе двигателя: температуры двигателя; температуры воздуха на впуске; датчик напряжения АБ

Оптимизированные электронные отображения процесса зажигания позволило более точно, чем механические системы, выбирать момент зажигания.

Работа датчиков систем. Частота вращения коленчатого вала в его положении контролируется индуктивным датчиком в плоскости вращения венца маховика с использованием отдельного ротора-датчика. Срабатывание датчика

осуществляется при прохождении в его магнитном поле равномерно распределенных зубьев или сегментов (по одному на два цилиндра): начало сегмента равно углу, соответствующему максимальному опережению зажигания; конец сегмента равен начальному углу. Установочная метка соответствует определенному угловому положению коленчатого вала. Для получения импульсов напряжения может использоваться распределитель зажигания без механизма изменения опережения зажигания: в этом случае управляющий сигнал создается в генераторе Холла. Для контроля за нагрузкой двигателя могут использоваться датчик давления, потенциометра, определяющие угловое положение дроссельной заслонки или электронные сигналы от системы управления топливopодачи.

Микропроцессор ECU производит обработку сигналов о частоте вращения коленчатого вала и нагрузке двигателя для расчета точного момента зажигания. Микропроцессор может также производить обработку сигналов о температуре двигателя и степени открытия дроссельной заслонки, что позволяет корректировать установку зажигания и регулировать другие параметры автомобиля, например, определение угла замкнутого состояния контактов прерывателя, контроля работы АБ для коррекции ее напряжения. Это гарантирует получение максимального напряжения искрового разряда. При малой частоте вращения вала стартера компьютер прерывает прохождение тока через катушку зажигания, препятствуя ее перегреву. Задающий (усиливающий) каскад может быть интегрирован в ECU или устанавливаться отдельно.

Аналоговые сигналы датчиков преобразуются в цифровую форму, только после этого направляются в микропроцессор. Система электронного зажигания позволяет программировать каждую точку поля углов опережения зажигания. Оптимальный момент зажигания может быть выбран для каждого из условий работы в соответствии с ограничениями, накладываемыми такими факторами, как токсичность, пределы воспламенения рабочей смеси и динамические характеристики самого автомобиля. ECU не требует обслуживания и регулировок за весь срок службы двигателя.

10.4. Автоматизированная бортовая система диагностики

Основную перспективу развития бортовой диагностики представляет бортовая автоматизированная система. Для примера рассмотрены вопросы диагностики.

1. Электронной системы управления двигателем (ЭСУД) с контролером «Январь-4» применяемой на ВАЗ 2110, 2111, 2112 на базе систем фирмы «Bosch».

2. Электронной системы зажигания фирмы «Toyota».

3. Электронной системы впрыска топлива фирмы «Bosch» типа «Monotronic» автомобиля ВАЗ 21083, 21093, 21102.

Обобщенный подход к автоматизированным бортовым системам включает в себя необходимость контроля в режимах открытого и закрытого контуров для целого ряда подсистем применяемых на современных транспортных средствах и обеспечивающих функционирование машины, безопасность ее движения, совместимость с окружающей средой и комфорт пассажиров.

Датчики контролируют исходные параметры, которые затем электронный блок управления (ЕСУ) преобразуют в сигналы, необходимые для работы исполнительных механизмов. Сигналы могут быть аналоговыми (давление, температура и т.д.), цифровыми (положение переключателя и т.д.) или импульсными информация, генерируемая периодически, например, сигналы ограничения частоты вращения). Сигналы проходят первоначальную обработку – фильтрация, усиления, построение периодичности, оцифрование, аналого-цифровое преобразование, чтобы стать пригодными для электронных блоков управления. Обычно используется цифровые методы обработки сигналов.

Современные автомобили имеют цифровые ЕСУ в системе зажигания впрыска топлива АБС и управление трансмиссией.

Электронные приборы и системы автоматического управления позволяют решать целый спектр задач повышения технического уровня автомобиля, обеспечения безопасности движения, уменьшения вредного влияния на экологию. В мировой практике идет освоение однофункциональных и многофункциональных электронных систем.

Применение электронных систем выдвигает проблему бортовой диагностики, которую проводить обычными средствами невозможно. Информационно-измерительные электронные устройства и системы должны адаптироваться к требованиям, предъявляемым к этим устройствам, способам и средствам получения преобразования и отображения информации. Системы управления и бортовой диагностики квалифицируются на

- системы с программным управлением без обратной связи;
- системы с программно-адаптивным управлением и с учетом обратной связи;
- системы с адаптивным управлением систем и циклов;
- системы с интеллектуальным управлением.

Последние две системы базируются на отечественных контроллерах и микроЭВМ. Контрольная система управления имеет некоторые возможности проведения диагностики отдельных агрегатов двигателя. Более широкими возможностями обладает интеллектуальная система, имеющая блоки ассоциативной памяти с датчиками, воспринимающими определенные параметры, зрительные образы, акустические воздействия, запахи и тактильные ощущения. Так микропроцессорные системы реализованы в гидропневматической электронной подвеске, управлении бензиновыми и дизельными двигателями, автоматизированной трансмиссии АБС, ПБС, системе предупреждения столкновений. На новый уровень электронное управление и диагностика выходят при освоении интеллектуальных систем. Так ЭВМ управления и диагностики современных автомобилей фирм Японии обладают целым набором-кодов для диагностики всех систем автомобиля. Основными проблемами бортовой диагностики являются следующие:

1. На основе аналоговых сигналов устройств необходимо своевременное
2. выведение на сигнализаторы информации о нарушении нормируемых параметров.
3. Реализация использования обратной связи для регулирования автоматических систем.

4. Самостоятельный анализ параметров и выбор оптимального режима.
5. Современные способы передачи сигналов не обеспечивают помехозащищенность, дистанционность, уменьшения габаритов.
6. Не применяются волоконно-оптические датчики для диагностирования и светодиоды.
7. Наличие большого количества электронных систем осложняет передачу информации к исполнительным органам и водителю.

10.4.1. Методика диагностики ЭСУД автомобилей ВАЗ

Рассмотрено устройство и принцип действия ЭСУД с контроллером «Январь-4» применяемое на ВАЗ 2110, 2111, 2112, выполненное на базе разработок фирмы «Bosch».

Для каждого цилиндра топливо впрыскивается отдельной форсункой. Система с распределенным впрыском снижает токсичность отработавших газов при улучшении ездовых качеств. Система бывает с обратной связью и без обратной связи с различными контролерами и комплектующими.

В системе с обратной связью устанавливается нейтрализатор и датчик кислорода. Датчик отслеживает концентрацию кислорода, в отработавших газах, а контроллер по его сигналам поддерживает такое состояние «воздуха и топлива», которое обеспечивает эффективную работу нейтрализатора.

Существует система последовательного распределительного впрыска топлива и фазированного впрыска на ВАЗ 2112, где датчик разности фаз определяет момент конца такта сжигания в одном цилиндре, а топливо подается форсунками по цилиндрам в последовательности 1 – 3 – 4 – 2.

Ограничения и предупреждения при диагностике ЭСУД:

1. Не допускается вращать шкив распределительного вала с установленным ремнем при завернутых свечах зажигания и при затрудненном прокручивании коленчатого вала.
2. Запрещается резкое прокручивание коленчатого вала, приводящее к проskalыванию зубьев ремня.
3. Не допускается работа двигателя с нейтрализатором на этилированном бензине, что приводит к выходу из строя нейтрализатора и датчика концентрации кислорода.
4. Прежде чем снимать любые узлы системы управления впрыском, следует отсоединить провод от клеммы «минус» АБ.
5. Не следует запускать двигатель без проверки наконечников проводов АБ на хороший контакт и их затянутость.
6. Не следует категорически отсоединять АБ от бортовой сети при работающем двигателе.
7. При замене АБ следует ее отсоединить от бортовой сети.
8. Не следует подвергать контроллер нагреву выше 65°C в рабочем состоянии и выше 80°C в нерабочем состоянии, так как нарушается работа контроллера. Его следует снимать, например, в сушильной камере.
9. Не следует отсоединять от контроллера и не присоединять к нему разъемы жгута проводов при включенном зажигании.
10. При выполнении сварочных работ в автомобиле обязательно отсоеди-

няют провода от АБ и разъемы проводов от контроллера.

11. Все изменения напряжения следует выполнять цифровым вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 М Ом.

12. Все электронные узлы и подсистемы ЭСУД рассчитаны на очень малое напряжение и могут легко повреждаться электростатическим разрядом. Для этого не следует прикасаться руками к штекерам контроллера или к электронным компонентам на его платах, и при работе с ППЗУ контроллера не следует дотрагиваться до выводов микросхем.

13. Чтобы не повредить контроллер, отключать и выключать его питание надо только при выключенном зажигании.

10.4.2. Диагностика ЭСУД

Бортовая диагностика системы впрыска осуществляется с помощью лампы CHECK ENGINE.

Подробная диагностика с использованием специальных приборов и диагностических карт описывается в отдельных инструкциях и руководствах по ремонту.

Коды неисправности (цифры) контроллера «Январь-4».

12. Неисправность диагностической цепи контрольной лампы.

14. Высокий уровень сигналы датчика температуры охлаждающей жидкости.

15. Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости.

16. Повышенное напряжение бортовой сети.

17. Пониженное напряжение бортовой сети.

19. Неверный сигнал датчика положения коленчатого вала.

21. Завышенное напряжение сигнала датчика положения дроссельной заслонки.

22. Недостаточное напряжение сигнала датчика положения дроссельной заслонки.

24. Отсутствует сигнал от датчика скорости автомобиля.

27. Высокий уровень сигнала СО – потенциометра.

28. Низкий уровень сигнала СО – потенциометра.

33. Неверный сигнал датчика массового расхода воздуха (высокая частота сигнала на выходе датчика).

34. Неверный сигнал датчика массового расхода воздуха (низкая частота сигнала на выходе датчика).

35. Отклонение оборотов холостого хода.

43. Неверный сигнал датчика детонации.

51. Ошибка ППЗУ.

52. Ошибка контроллера (ошибка ОЗУ).

53. Ошибка ЭПЗУ.

61. Ошибка связи с противоугонным устройством.

К. постоянно выполняет самодиагностику по некоторым функциям управления. Языком К. для указания источника неисправности служат диаг-

ностические коды. Коды – это двузначные номера от 12 до 61. У различных К. коды неисправностей могут несколько отличаться друг от друга.

Когда неисправность обнаружена К., код заносится в память и включается контрольная лампа CHECK ENGINE. Это не означает, что двигатель должен быть немедленно остановленным, но причина включения лампы должна быть обнаружена при первой же возможности.

Лампа CHECK ENGINE находится в комбинации приборов и выполняет следующие функции:

1. Информировать водителя о том, что имеется неисправность ЭСУД и автомобиль необходимо проверить по возможности быстрее.

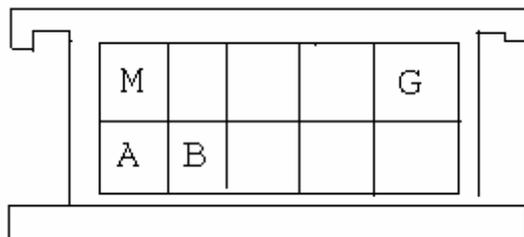
2. Выдает диагностические коды, хранящиеся в памяти контроллера, чтобы помочь найти неисправность.

При включении зажигания лампа загорается и, пока двигатель еще не работает, происходит проверка неисправности лампы и всех систем. После пуска двигателя лампа должна гаснуть. Если лампа продолжает гореть, то система диагностики обнаружила неисправность. Если неисправность пропадает, то лампа гаснет обычно через 10 с, но код неисправности будет храниться в памяти К. В случае непостоянного характера неисправности лампа будет гореть около 10 с, а затем погаснет. Однако соответствующий код неисправности будет храниться в памяти К., пока не отключится его питание. Когда в процессе считывания кодов обнаруживаются неожиданные коды, то можно предположить, что эти коды созданы непостоянной неисправностью и могут помочь в диагностике системы.

Для связи с К. в ЭСУД служит колодка диагностики. Она расположена под консолью панели приборов с левой стороны. Коды неисправностей, могут быть считаны специальным диагностическим прибором, либо подсчетом числа вспышек лампы «CHECK ENGINE».

Для считывания кодов лампой необходимо соединить контакт В (рис.10.7) колодки диагностики с массой для подачи сигнала на контроллер.

Легче всего его замкнуть на массу соединив его с контактом А, который уже соединен с массой двигателя. Когда А и В соединены между собой, то ключ в выключателе зажигания надо повернуть в положение 3 (зажигание), но двигатель работать не должен. В этих условиях должна вспышками высветить три раза подряд код 12.



10.7. Колодка диагностики

Это должно происходить в следующем порядке: вспышка, пауза (1...2 с), вспышка, вспышка – длинная пауза (2-3 с), и еще так два раза. Код 12 говорит о том, что работает система диагностики К. Если код 12 не высвечивается, то имеются неполадки в самой системе диагностики. После высвечивания кода 12 три раза, лампа высвечивает коды неисправности, если они существ-

вуют, или просто продолжает высвечивать код 12, если кодов неисправностей нет. Если в память К. хранится более одного кода неисправности, то они высвечиваются каждый по три раза.

По окончании диагностики размыкать контакты А и В разрешается через 10 секунд после выключения зажигания.

На колодке диагностики – G - контакт управления электробензонасосом; М – контакт выдачи информации (канал последовательных данных).

Своевременная периодическая диагностика ЭСУД на СТО с помощью стационарных устройств и с применением ПЭВМ позволяет предупредить преждевременный выход из строя различных систем и ЭСУД в том числе.

10.4.3. Диагностика электронной системы зажигания фирмы «Toyota»

Система зажигания фирмы «Toyota» для V-образного шестицилиндрового двигателя 2VZ-FE имеет свои особенности. Зажигание и впрыск топлива двигателя контролируется одним электронным блоком. Система (рис. 10.8) имеет: 1 – выключатель зажигания, 2 – катушка зажигания, 3 – распределитель зажигания, 4 – коммутатор зажигания, 5 – тахометр, 6 – блок управления ECU, 7 – катушки датчиков G1/G2. 8 – катушки датчиков NE, 9 – предохранитель, 10 – свечи зажигания, 11 – АБ.

Свечи зажигания NDPQ 20R или NGKBCPR6 EP11. Расстояние между электродами 1,1 мм. Сопротивление катушки распределитель зажигания-датчик 140...180 Ом. Момент зажигания 10° до ВМТ при 700 мин^{-1} . Сопротивления катушки зажигания первичной обмотки 0,41...0,5 Ом, вторичной – 10200...1380 Ом. Последовательность зажигания 1-2-3-4-5-6.

Блок управления определяет и регистрирует неисправности в системе и указывает их посредством контрольных диагностических сигналов. Диагностический код включается если напряжение АБ 11В полностью закрыта, дроссельная заслонка, рычаг коробки передач в нейтральном положении и отключены дополнительные потребители электрической энергии. При нормальной рабочей температуре двигателя необходимо включить зажигание и замкнуть накоротко клеммы контрольного штекера TE1 и E1. После этого на табло загораются соответствующие мигающие сигналы. Код повторяется с перерывами 4,5 с до тех пор, пока не будет удален шунт на контрольном штекере. Стирание кода из памяти блока управления возможно после ремонта и осуществляется при вынимании предохранителя (15А) не менее, чем на 10 с. Стереть код из памяти блока управления можно также, отключив отрицательную клемму АБ, но в этом случае сотрется информация и в других системах (радио, часы).

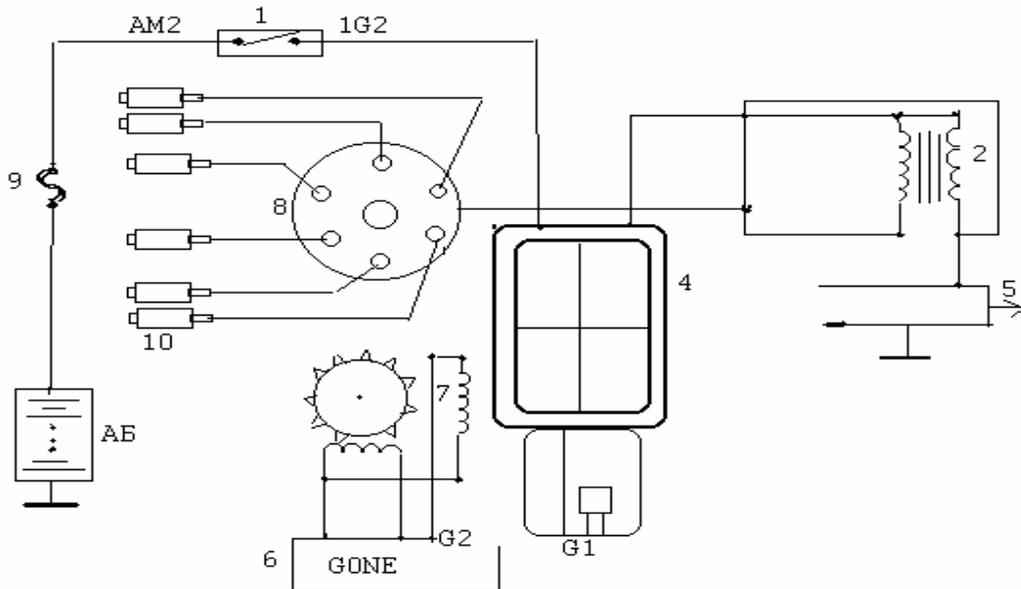


Рис.10.8. Система зажигания V-образного шестицилиндрового двигателя («Toyota Camry»)

Диагностические коды:

- Обычный код неисправностей нет.
- Поддача тока электронному блоку управления была прервана (+B).
- Нет сигнала числа оборотов в течение 2 с после включения стартера.
- Нет сигнала числа оборотов при $> 1000 \text{ мин}^{-1}$.
- Нет сигнала зажигания.
- Неисправность в электроцепи кислородного датчика (или в цепи подогрева датчика).
- Неисправность в электроцепи датчика температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя.
- Неисправность в электроцепи датчика поступающего воздуха.
- Слишком объединенная смесь (сигнал от кислородного датчика).
- Слишком обогащенная смесь.
- Неисправность в расходомере воздуха (у контакта хх микро-выключателя-датчика крайнего положения дроссельной заслонки).
- Неисправность в расходомере воздуха.
- Неисправность в цепи микровыключатель – датчик дроссельной заслонки.
- Нет сигнала датчика скорости.
- Нет сигнала стартера.
- Нет сигнала контрольного включения (TEI – EI).

10.4.4. Диагностика электронной системы впрыска топлива фирмы Bosch типа Monotronic автомобилей ВАЗ

Диагностика электронной системы впрыска топлива включает комплекс элементов, каждый из которых выполняет определенные функции. На рис. 10.9 показаны электронная схема диагностики системы впрыска топлива и

обозначения: 95 – главное реле; 97 – реле электрического топливного насоса; 98 – электрический топливный насос с датчиком уровня топлива; 99 – форсунки впрыска; 100 – регулятор частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу с шаговым двигателем; 101 – датчик скорости; 102 – индуктивный датчик; 103 – расходомер воздуха; 104 – штекер диагностики; 105 – датчик положения дроссельной заслонки; 106 – лямбда – зонд; 107 – блок управления; 108 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 109 – датчик детонации; 110 – продувной клапан на адсорбере с активированным углем; 111 – лампа «CHECK ENGINE2»; А – к прибору, показывающему количество топлива и резерв; В – к кондиционеру; С – к бортовому компьютеру; D – к электронному тахометру; Е – к измерителю частоты вращения коленчатого вала; элементы 96, 102 и 109 относятся к системе зажигания; 106 – к системе нейтрализации отработавших газов; 32 – выводной розовый разъем С-Д: - С3 – управление реле топливного насоса; - С5 – входной сигнал тестирования; - С12 – открытие форсунок впрыска второго и третьего цилиндров; - С16 – минус лямбда – зонда; - Д8 – открытие форсунок впрыска первого и четвертого цилиндров; - Д16 – входной сигнал лямбда-зонда.

110 – к системе топливоподачи для улавливания паров топлива.

Назначение выводов в разъемах блока управления следующее:

24 – выводной розовый разъем А – В: А1 – А4 – заземление блока управления; А12 – плюс АБ. – В6 – входной сигнал расходомера воздуха; - В7 – входной сигнал датчика температуры двигателя.

32 – выводной розовый разъем С-Д; С3 – управление реле топливного насоса; С5 – входной сигнал тестирования; С12 – открытие форсунок впрыска второго и третьего цилиндров; С16 – минус лямбда – зонда; Д8 – открытие форсунок впрыска первого и четвертого цилиндров; Д16 – входной сигнал лямбда-зонда.

32 – выводной голубой разъем С-Д; С5 – С8 – управление задачиком частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу; С9 – входной сигнал датчика скорости автомобиля; С12 – минус датчика температуры двигателя; - Д1 – входной сигнал датчика положения дроссельной заслонки; - Д4 – канал последовательности данных; Д5 – управление лампой «CHECK ENGINE»; - Д12 – минус датчика положения дроссельной заслонки.

Система включает в себя датчики: положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости, температуры всасываемого воздуха, расходомер воздуха, лямбда-зонд-датчик концентрации кислорода, детонации, частоты вращения и положения коленчатого вала, скорости автомобиля.

Общие правила диагностики с помощью колодки диагностики описан выше.

Коды неисправностей для данной системы следующие:

13 – отсутствует сигнал лямбда-зонда;

14 – низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости;

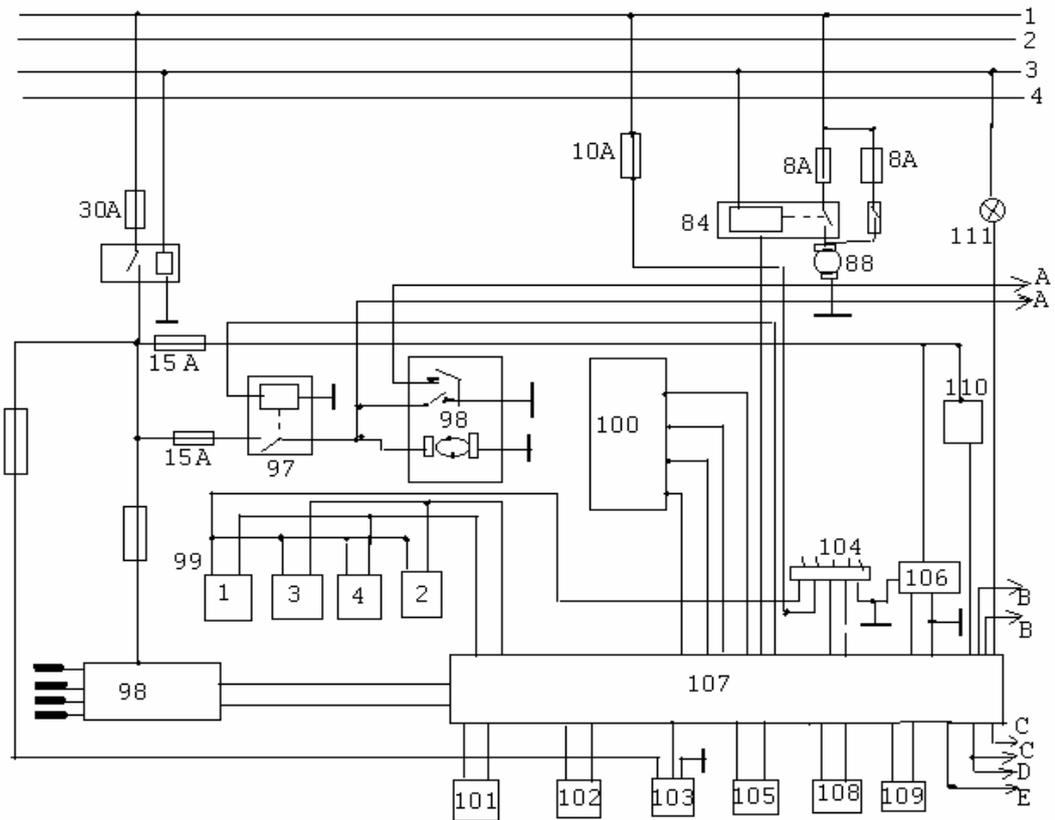


Рис.10.9. Диагностическая электронная система впрыска топлива

- 15 – высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости;
- 16 – завышенное напряжение питания системы;
- 19 – отсутствует или неверный сигнал датчика частоты вращения и положения коленчатого вала;
- 21 – высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки;
- 22 – низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки;
- 24 – нет сигнала скорости автомобиля;
- 25 – низкий уровень сигнала датчика температуры всасываемого воздуха;
- 34 – отсутствует или неверный сигнал расходомера воздуха;
- 35 – ошибка сигнала частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода;
- 44 – обедненный состав смеси;
- 45 – обогащенный состав смеси;
- 49 – подсос воздуха;
- 51 – ошибка запоминающего устройства калибровок;
- 52 – ошибка электронного блока управления;
- 55 – объединенный состав смеси при высокой нагрузке;
- 61 – ухудшение работы лямбда-зонда.

Отсюда на основе метода диагностики действия по ремонту системы впрыска следующие.

1. Если «CHECK ENGINE» не горит: проверить соответствующий предохранитель в блоке предохранителей, лампу, патрон, шестой контакт в белом

разъеме комбинации приборов и черно-белый провод, соединяющий этот контакт с выводом Д5 блока управления. Если в этой цепи нет неисправностей, проверить наличие +12 В на выводах блока управления В12, С1, А12. Если напряжение есть – проверить контакт с массой выводов А1 – А4. Если контакт с массой есть – неисправен блок управления.

2. Если лампа «CHECK ENGINE» горит, перемкнуть выводы А и В колодки диагностики, если лампа не выдает код 12 три раза подряд, то проверить замыкание на массу цепи лампы.

Для этого надо выключить зажигание, снять разъемы с блока управления и опять включить зажигание, если лампа горит, то следует устранить замыкание на массу. В противном случае нужно выключить зажигание, вставить разъемы в блок управления, включить зажигание и замкнуть вывод С5 на массу, если лампа выдает код 12, то поврежден либо черно-белый провод, соединяющий вывод В колодки диагностики с выводом С5 блока управления, либо коричневый провод, соединяющий вывод А колодки диагностики с массой. Если лампа не загоралась, необходимо проверить правильность установки запоминающего устройства в блок управления, если оно установлено правильно, то надо заменить его или блок управления.

3. Если после выдачи кодов неисправностей и их устранения двигатель не пускается или кодов неисправностей не выдается, нужно проверить цепь топливо подачи, работу форсунок и цепей их управления. Для проверки работы насоса: включить зажигание, насос должен включиться и работать 2С, если этого не происходит, проверить цепь электронасоса, разъемы штекеров и реле насоса, если напряжение на выводах разъема насоса присутствует, заменить насос.

4. Если насос работает, проверить давление топлива в системе, для чего подключить манометр к штуцеру контроля давления топлива. Давление должно быть в пределах 0,29 – 0,32 МПа.

5. Если давление ниже 0,29 МПа, то надо соединить вывод G диагностической колодки с плюсом АБ и постепенно пережимать магистраль слива, если давление не растет, то нужно проверить герметичность магистрали слива и работу напорного клапана насоса.

6. Если давление выше 0,32 МПа, то надо проверить магистраль слива, для этого следует отсоединить резиновую трубку сливной магистрали от металлической и вставить резиновую трубку в технологическую емкость. Затем включить насос, если давление в норме, значит, засорилась магистраль слива, если давление по прежнему выше 0,32 МПа, то нужно поверить сливную магистраль на участке от регулятора давления до точки рассоединения магистрали.

7. Проверка форсунок впрыска производится следующим образом: отсоедините штекеры от форсунок и проверьте сопротивления их обмоток. Сопротивления должны быть от 10 до 20 Ом. Подсоедините вольтметр или контрольную лампу к голубому проводу форсунки первого и четвертого цилиндра. Прокрутите коленчатый вал стартером. На голубом проводе должны быть импульсы напряжения. То же самое повторите на зеленом проводе второго и третьего цилиндра.

8. Если импульсов нет на одном или обеих проверяемых проводах форсу-

нок, проверьте напряжение на выводе Е колодки питания форсунок. Если напряжения нет, проверьте сохранность розового провода с черной полосой, соединяющего этот вывод с реле системы питания. Если напряжение есть, проверьте голубой и зеленый провод, идущие к выводам Д8, С12 и 32 – выводного розового разъема блока управления. Если провода целы, неисправен блок управления.

9. Если напряжение присутствует постоянно на голубом или зеленом проводах, отсоедините 32 – выводной розовой разъем от блока управления. Если лампа горит, устраните замыкание этих проводов. Если напряжение пропадает, замените блок управления.

Библиографический список

1. Автомобили КАМАЗ. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. – М.: АВТОЭКСПОРТ. 1975. –215 с.
2. Автомобили УАЗ. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. – М.: АВТОЭКСПОРТ. 1980.

3. Автоэлектроника за рубежом /Под ред. Ю.А. Купеева. –М.: НПО «Автоэлектроника», 1992
4. Автомобильная электроника в Западной Европе //Автомобильная промышленность США 1989 №; 7 с.8-10.
5. Автомобильная электроника в 90 – е годы //Автомобильная промышленность США 1989 №; 5 с.31-40.
6. Брюханов А.Б. , Хомич В.Н. Электроника на автомобильном транспорте./ А.Б. Брюханов, В.Н. Хомич. – М.: Транспорт, 1984.
7. Брюханов А.Б. Электронные устройства автомобиля./ А.Б. Брюханов. – М.: Транспорт, 1988. –108 с.
8. Ветлинский В.Н., Юрчевский А.А., Комлев К.Н. Бортовые автономные системы управления автомобилем. / В.Н. Ветлинский, А.А. Юрчевский, К.Н. Комлев.– М.: Транспорт, 1984. – 189 с.
9. Вопросы электронизации автомобилей. Материалы семинара. – М.:НИИАЭ, 1980.
10. Гуськов В.В., Геращенко В.В., Куприянчик В.В. Устройство автоматического переключения передач. //Автомобильная промышленность. 1989, № 7. – с. 17.
11. Дунаев А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей./ А. П. Дунаев. – М.: Транспорт, 1987. 207 с.
12. Дьяков И.Ф., Шалунов А.А., Грушин В.Н. Прибор для бортовой диагностики автомобиля. Сб. тез. докл. Семинара «Вопросы электронизации автомобилей»./ И. Ф. Дьяков, А. А.Шалунов, В. Н. Грушин. Суздаль 90. – М.: НИИАЭ. – 1990 с. 112.
13. Дьяков И.Ф., Ланков А.А. и др. Энергетический показатель – основа учета ресурса и диагностики автомобиля //Сб. тез. докл. семинара «Вопросы электронизации автомобилей»./ И. Ф. Дьяков, А. А. Ланков, В. Н. Грушин. Суздаль 91. – М.: НИИАЭ, 1991.– с. 81
14. Дьяков И.Ф. Прибор для учета ресурса, испытания и бортовой диагностики автомобилей //Сб. тез. докл. семинара «Вопросы электронизации автомобилей»./ И.Ф. Дьяков. Суздаль 93. – М.: НИИАЭ, 1993 – с. 93.
15. Дьяков И.Ф., Петров В.М. Электронные системы для бортовой диагностики автомобиля //Сб. тез. докл. Семинара /И Ф. Дьяков, В. М. Петров. – М.: НИИАЭ. 1999.
16. Дьяков И.Ф., Петров В.М. Некоторые аспекты бортового информационно-диагностического комплекса автомобиля //Сб. докл. на 2-ой международной НПК «Автомобиль и техносфера»./И. Ф. Дьяков, В. М. Петров. – Казань, ICATS 2001.
17. Крутов В.И. Электронные системы регулирования и управления двигателями внутреннего сгорания./ В.И. Крутов. – М.: МГТУ, 1991. – 138 с.
18. Опарин И.М. Электронные системы зажигания / И.М. Опарин, Ю.А. Купеев, Е.А. Белов. – М.: Машиностроение , 1987.
19. Пинский Ф.И. Электронное управление впрыском топлива в дизелях./ Ф. И. Пинский.– Коломна: ВЗПИ, 1989. 146 с.
20. Покровский Г.П. Электроника в системах подачи топлива автомобильных двигателей./ Г. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1990. 175 с.
- 21 Развитие автомобильной электроники и электрооборудования. /Материалы четвертого симпозиума. – М.: НПО "Автоэлектроника", 1993.
22. Сига Х., Мидзутани С. Введение в автомобильную электронику. Пер. с Японск. / Х. Сига, С. Мидзутани. – М.: Мир, 1989, 232 с.
23. Синельников А.Х. Электронные приборы для автомобилей./А. Х. Синельников. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
24. Тимофеев Ю.А., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобиля. Неисправности и техническое обслуживание./ Ю. А. Тимофеев, Н. М. Ильин. – М.: Транспорт, 1981.
25. Харазов А.М. Диагностирование и эффективность эксплуатации автомобилей./ А. М. Харазов. – М.: Высшая школа. 1986.
26. Харазов А.М., Таранцев Б.И., Пономарев А.А. Бортовые системы диагностирования легковых автомобилей. / А. М. Харазов, Б. И. Таранцев, А. А. Пономарев. – М.: НИИавтопром. 1981 .
27. Черняк Б.Я., Васильев Г.В. Управление двигателем с помощью микропроцессорных систем. / Б. Я. Черняк, Г. В. Васильев. – М.: МАДИ, 1987, – 85 с.
28. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Курс лекций./ Ю.П. Чижков. – М.: Машиностроение 2002. – 235 с.
29. Электрооборудование автомобилей. / Под ред. Н.М. Ильина, Ю.Л. Тимофеева, А.Я. Валяева – М.: Транспорт, 1982.

30. Электрическое и электронное оборудование автомобилей. / Под ред. С.В. Акимова, Ю.И. Боровских, Ю.Л. Чижкова. – М.: Машиностроение, 1988.
31. Электронное управление автомобильным двигателем. Под общей ред. Г.П. Покровского. – М.: Машиностроение, 1994.
32. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учеб. для студентов вузов 3-е изд., перераб. и доп./ В. Е. Ютт. – М.: Транспорт, 2000. 320 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ		3
1. АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ		
1.1 Назначение и технические требования к аккумуляторным батареям		5
1.2. Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи		5
1.3. Основные неисправности и их устранение		9
2 СИСТЕМА ПУСКА АВТОМОБИЛЯ		
2.1. Назначение и технические требования		10
2.2. Устройство и принцип действия стартера		11
2.3. Основные неисправности и их устранения		15
3. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ		
3.1. Назначение и технические требования		16
3.2 Устройство и принцип действия автомобильных генераторов		20
3.3 Устройство и принцип действия регуляторов		24
3.4. Коммутирующая и установочная аппаратура		30
3.5. Основные неисправности и их устранения		31
4. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ		
4.1. Назначение и технические требования		33
4.2. Батарейная система зажигания		34
4.3. Контактно-транзисторная система зажигания		37
4.4 Конденсаторная тиристорная система зажигания с непрерывным накоплением энергии		39
4.5. Бесконтактные системы зажигания		41
4.6. Цифровая система зажигания		44
4.7. Основные неисправности и их устранение		47
5. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ		
5.1. Назначение и технические требования		48
5.2. Головные фары автомобиля		49
5.3. Светосигнальные огни		50
5.4. Коммутационная аппаратура		50

5.5. Основные неисправности и их устранения	51
6. ПРИБОРЫ ИНФОРМАЦИИ И КОНТРОЛЯ	
6.1. Назначение и технические требования	51
6.2. Приборы диагностирования	56
6.3. Неисправности и их устранение	58
7. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ	
7.1. Назначение и технические требования	60
7.2. Электронная система впрыском топлива в бензиновых двигателях	61
7.3. Карбюраторы с электронным управлением	64
7.4. Экономайзер принудительного холостого хода	65
7.5. Электронная система управления двигателем	67
7.6. Электронно-механическая система впрыска «Jetronic»	69
7.7. Электронная система управления топливopодачей дизельных двигателей	82
8. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСМИССИЕЙ	
8.1. Назначение, технические требования	85
8.2. Электронная антиблокировочная система	87
8.3. Гидромеханическая передача с электронным управлением	90
8.4. Электронное управление подвеской легкового автомобиля	94
8.5. Датчики для электронной системы управления двигателем	95
9. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	
9.1. Назначение, технические требования	108
9.2. Электроприводы других вспомогательных устройств	108
9.3. Основные неисправности и их устранение	109
10. БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ	
10.1. Концепция технической диагностики автомобиля	111
10.2. Условия эксплуатации электрооборудования и электронных систем	112
10.3. Бортовая диагностика автомобиля	116
10.4. Автоматизированная бортовая система диагностики	121
10.4.1. Методика диагностики ЭСУД автомобилей ВАЗ	123
10.4.2. Диагностика ЭСУД	124
10.4.3. Диагностика электронной системы зажигания фирмы «Toyota»	126
10.4.4. Диагностика электронной системы впрыска топлива фирмы «Bosch» типа Motronic автомобилей ВАЗ	127
Библиографический список	132
Содержание	134

Учебное издание

Петров Валерий Максимович
Дьяков Иван Федорович

**Электрооборудование, электронные системы
и бортовая диагностика автомобилей**

Редактор Н.А. Евдокимова

Формат 60x84/16. Бумага писчая. Усл. п.л. 7,91. Уч.–изд. л. 6,52.

Тираж 100 экз. Заказ

Ульяновский государственный технический университет,
432027, Ульяновск, Северный Венец, 32.

Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, Северный Венец, 32