

Электротехника и электрооборудование ТиТТМО

Преподаватель: Козин Евгений
Сергеевич

Кафедра САТМ

233 кабинет, Институт Транспорта

План курса

№ темы	Тема лекции	№ лекции
1	Общие требования к автомобильному электрооборудованию	1
2	Аккумуляторные батареи	2
3	Генераторы	3
4	Электронные системы зажигания	4
5	Электронные системы управления двигателем	5
6	Датчики электронных систем управления двигателем	6
7	Электронные системы автомобиля	7
8	Бортовые диагностические системы (OBD-I, II)	8

Лекция 1.
Общие требования к
автомобильному
электрооборудованию.

Электрооборудование автомобиля

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

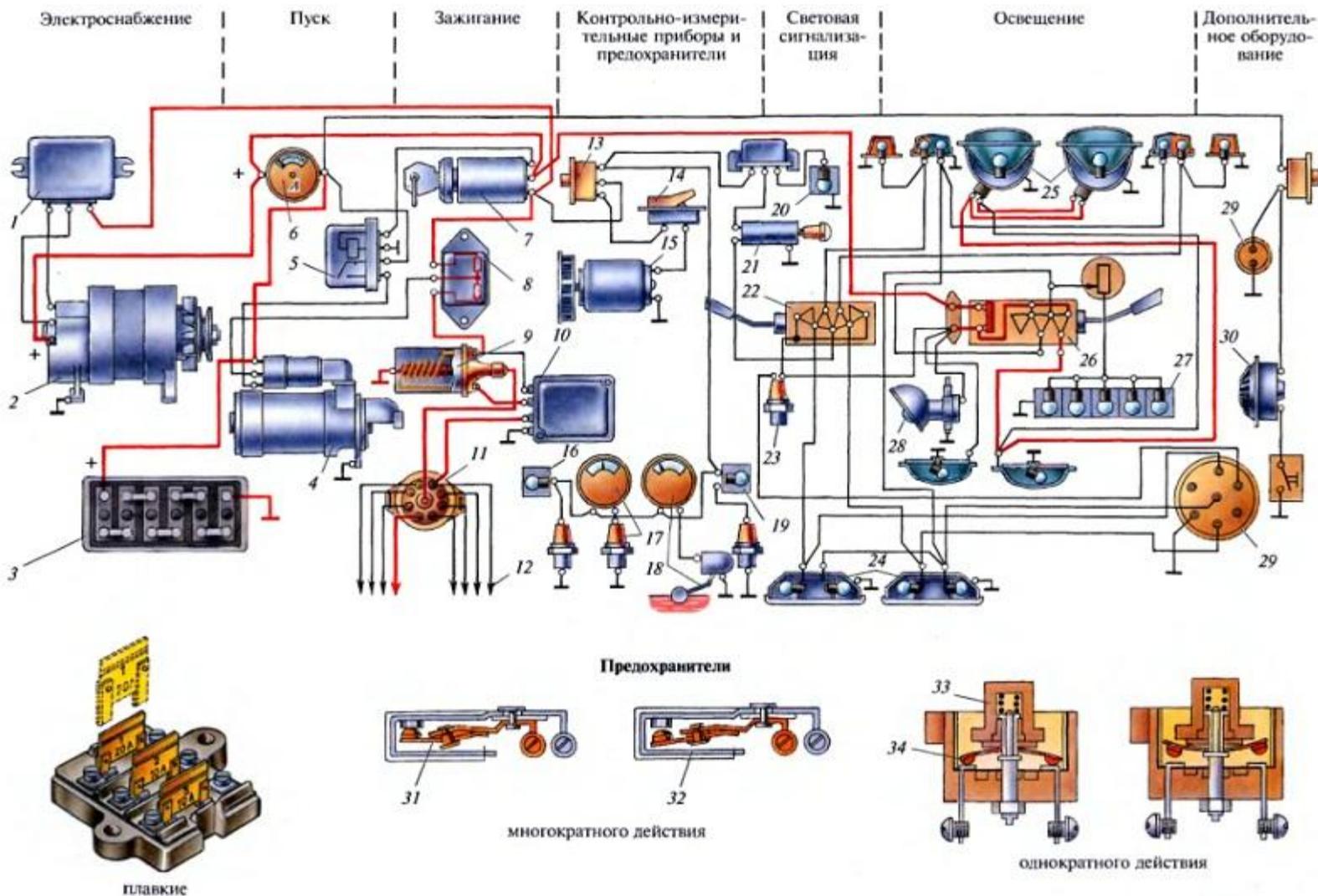


Рис. Принципиальная схема электрооборудования

Обозначения на принципиальной схеме электрооборудования

Рис. Принципиальная схема электрооборудования: 1 — реле; 2 — генератор; 3 — аккумуляторная батарея; 4 — стартер; 5 — реле стартера; 6 — амперметр; 7 — замок зажигания; 8 — дополнительный резистор; 9 — катушка зажигания; 10 — транзисторный коммутатор; 11 — распределитель зажигания; 12 — провод к свече зажигания; 13 — биметаллический предохранитель; 14 — переключатель; 15 — электродвигатель отопителя; 16, 19, 20 и 28 — сигнализаторы аварийного давления масла, перегрева воды, указателей поворота и дальнего света фар соответственно; 17 и 18 — указатели и датчики температуры воды и уровня топлива; 21 — включатель аварийной световой сигнализации; 22 — переключатель указателей поворота; 23 — включатель сигнала торможения; 24 — задние фонари; 25 — фары; 26 — центральный переключатель света; 27 — лампы освещения приборов; 29 — штепсельный соединитель; 30 — звуковой сигнал; 31 — биметаллическая пластина с подвижным контактом; 32 — неподвижный контакт; 33 — кнопка; 34 — биметаллическая пластина

Классификация электрооборудования автомобиля

Автомобильное электрооборудование включает в себя следующие системы и устройства:

- В систему **электроснабжения** входят генераторная установка и аккумуляторная батарея.
- Система **электростартерного пуска двигателя** включает в себя аккумуляторную батарею, электростартер, реле управления (дополнительные реле и реле блокировки) и электротехнические устройства облегчения пуска двигателя.
- Система **зажигания** обеспечивает воспламенение рабочей смеси в цилиндрах бензиновых двигателей искрой высокого напряжения, возникающей между электродами свечи зажигания. Помимо свечей к системе зажигания относятся катушки зажигания, прерыватели-распределители, транзисторные коммутаторы, электронные блоки управления (контроллеры), добавочные резисторы, высоковольтные провода, наконечники свечей и т.д.
- Система **информации и контроля технического состояния автомобиля**, трактора и их агрегатов включает в себя датчики и указатели давления, температуры, уровня топлива в баке, спидометр, тахометр, сигнальные (контрольные) лампы и т.д. На автомобиле может быть установлена бортовая система контроля с компьютером.
- Система **освещения и световой сигнализации** объединяет осветительные приборы (фары головного и рабочего освещения), светосигнальные фонари (габаритные огни, указатели поворота, сигналы торможения, фонари заднего хода и др.) и различные реле управления ими.
- **Электропривод** (электродвигатели, моторредукторы, мотонасосы, электромагниты) находит все большее применение в системах стеклоочистки, отопления, вентиляции, предпускового подогрева двигателя, в стеклоподъемниках, в системах подъема и опускания антенны, в устройствах блокировки дверей, в исполнительных механизмах электронных систем.
- Система **подавления радиопомех**
- Система **электронного управления** системами и агрегатами автомобиля и трактора

Обозначение электрооборудования

0000.0000.

1,2 - порядковый номер модели

3 - модификация изделия

4 - спецификация исполнения

5 – 8 - тип изделия

Таблица 1

Обозначение исполнения изделия

Цифровой код обозначения	Исполнение	Буквенное обозначение (ГОСТ 15150-69)
0001.0000	Для холодного климата	ХЛ (NF)
0002.0000	Общеклиматическое исполнение	О(U)
0003.0000	Для умеренной климатической зоны	У (N)
0006.0000	Экспортное исполнение	
0007.0000	Тропическое исполнение	ТВ (TH), ТС (TA)
0008.0000	Для изделий, предназначенных на экспорт в страны с холодным климатом	
0009.0000	Для изделий общеклиматического исполнения, предназначенных на экспорт	

Обозначение электрооборудования

ТИПОВЫЕ ГРУППЫ

- 37 - электрооборудование;
- 47 - дополнительное оборудование;
- 79 - радиотелевизионное и магнитофонное оборудование.

ТИПОВЫЕ ПОДГРУППЫ

- 3700 - электрооборудование;
- 3701 - генератор;
- 3702 - реле регулятор (реле обратного тока; регулятор напряжения и тока).
- 3703 - аккумуляторная батарея;
- 3704 - выключатель зажигания;
- 3705 - катушка зажигания;
- 3706 - распределитель зажигания;
- 3707 - свечи и провода зажигания;
- 3709 - переключатели;
- 3726 - указатель поворотов;
- 3729 - добавочный резистор;
- 3733 - блокировочные устройства;
- 3734 - транзисторный коммутатор;
- 3747 - реле различного назначения;
- 3761 - электронный блок управления;
- 3813 - тахометр;
- 3838 - датчик транзисторного коммутатора;
- 3847 - датчик цифровой системы зажигания...

Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости

Определяется ГОСТ 14254-80. В соответствии с ГОСТ устанавливается 7 степеней, от 0 до 6, от попадания внутрь твердых тел и от 0 до 8 от проникновения жидкости.

Таблица 1.

Степени защиты от проникновения твердых тел и жидкости (ГОСТ 14254-80)

Обозначение степеней защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями	Защита от проникновения воды
0	Специальная защита отсутствует	
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм	Капель, падающих вертикально
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм	Капель при наклоне оболочки до 150 в любом направлении относительно нормального
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия	Струй, выбрасываемых в любом направлении
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые)	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь)
7	-	При погружении в воду на короткое время
8	-	При длительном погружении вводу

Условия эксплуатации электрооборудования.

Основные технические требования

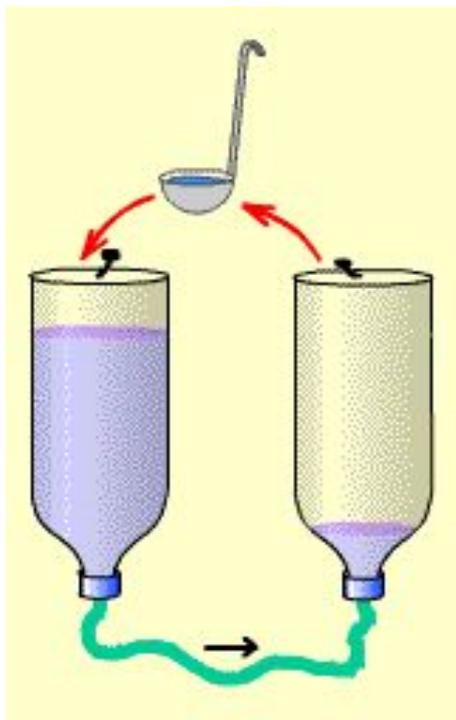
Для удобства записи параметров используют *номинальный параметр* (*номинальное значение параметра*), то есть такое его значение, которое служит началом отсчета действительных и предельно допустимых отклонений. Субъективно назначается человеком либо является результатом операций с такими же номинальными параметрами.

Номинальные параметры изделий автомобильного электрооборудования (мощность, сила тока, напряжение и т.д.) устанавливаются при нормальных значениях климатических факторов внешней среды:

- температура окружающего воздуха $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление 630-800 мм рт. ст.
- Значение номинального напряжения потребителей электроэнергии принимается из ряда 6; 12; 24 В (определяется номинальным напряжением аккумуляторной батареи), а генераторов - 7; 14; 28 В.
- Потребители электроэнергии, работающие при движении автомобиля, должны быть работоспособными при изменении подводимого напряжения в диапазоне 90-125% от установленного для них номинального напряжения.

**Лекция 2.
Автомобильные
аккумуляторные батареи.**

Принцип работы аккумулятора



создать разность потенциалов



химическая реакция

чтобы ток воды не прекращался, надо постоянно поддерживать разность уровней воды

Химические основы работы аккумуляторов

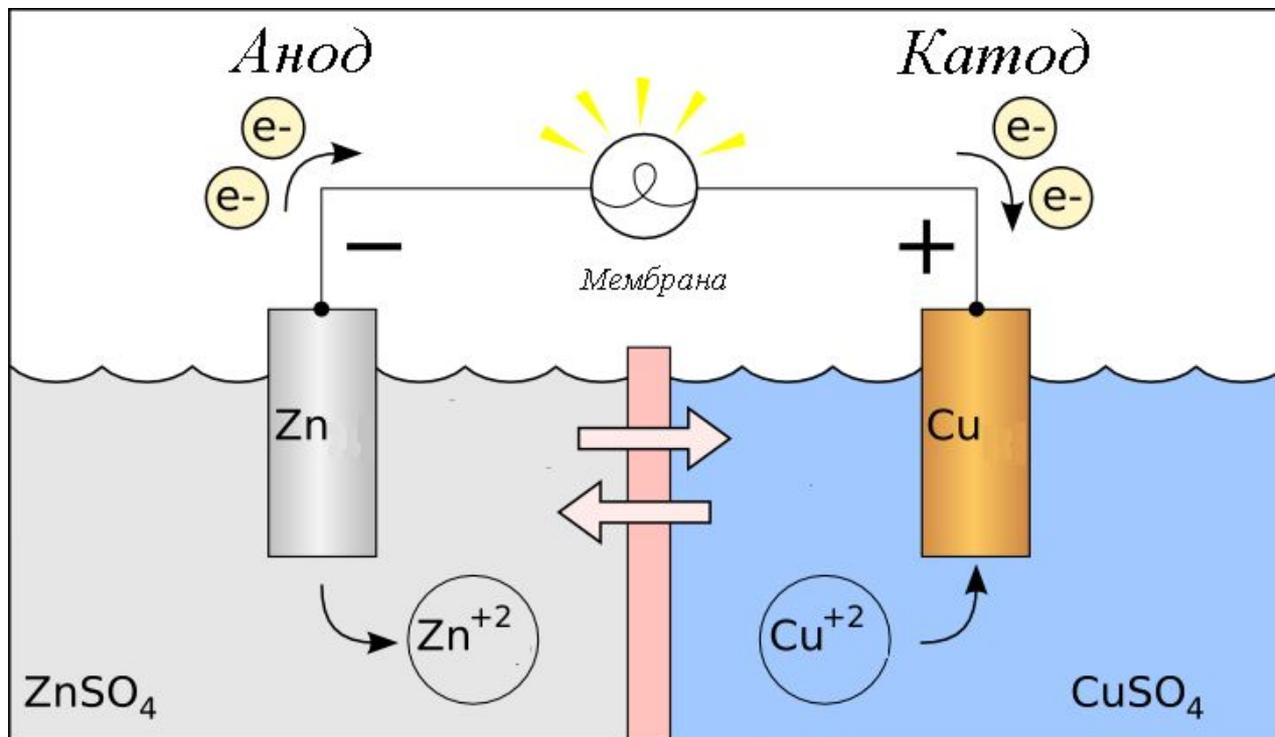
Осмотическое давление электролита – процесс перехода положительных ионов электролита на электрод.

Электролитическая упругость растворения - способность металлов растворяться в электролите под действием его отрицательных ионов.

Если упругость больше осмотического давления, то ионы металла входят в электролит и заряжают его положительно (электрод в этом случае заряжен отрицательно), в результате возникает разность потенциалов.

Система из электролита с двумя введенными в него электродами из металлов с различной электролитической упругостью растворения и представляет собой **гальванический элемент** – источник электродвижущей силы (ЭДС).

Схема гальванического элемента Даниэля-Якоби



1. Если соединить пластинки проводником (например, медной проволокой), то избыточная часть электронов, имеющихся в цинке, будет переходить на медную пластинку.
2. Это приводит к понижению заряда цинковой пластинки и нарушает равновесие двойного электрического слоя.
3. Для восстановления равновесия двойного слоя с пластинки в раствор будет переходить определенное количество цинка. При переходе избыточных электронов с цинковой пластинки на медную положительный заряд последней будет уменьшаться.
4. Для сохранения равновесия в двойном электрическом слое часть положительных ионов из раствора будет выделяться на медной пластинке. Электрический ток, определяемый разностью потенциалов между электродами в таких обратимых условиях их работы, называется **электродвижущей силой** элемента.

Аккумуляторная батарея - видео

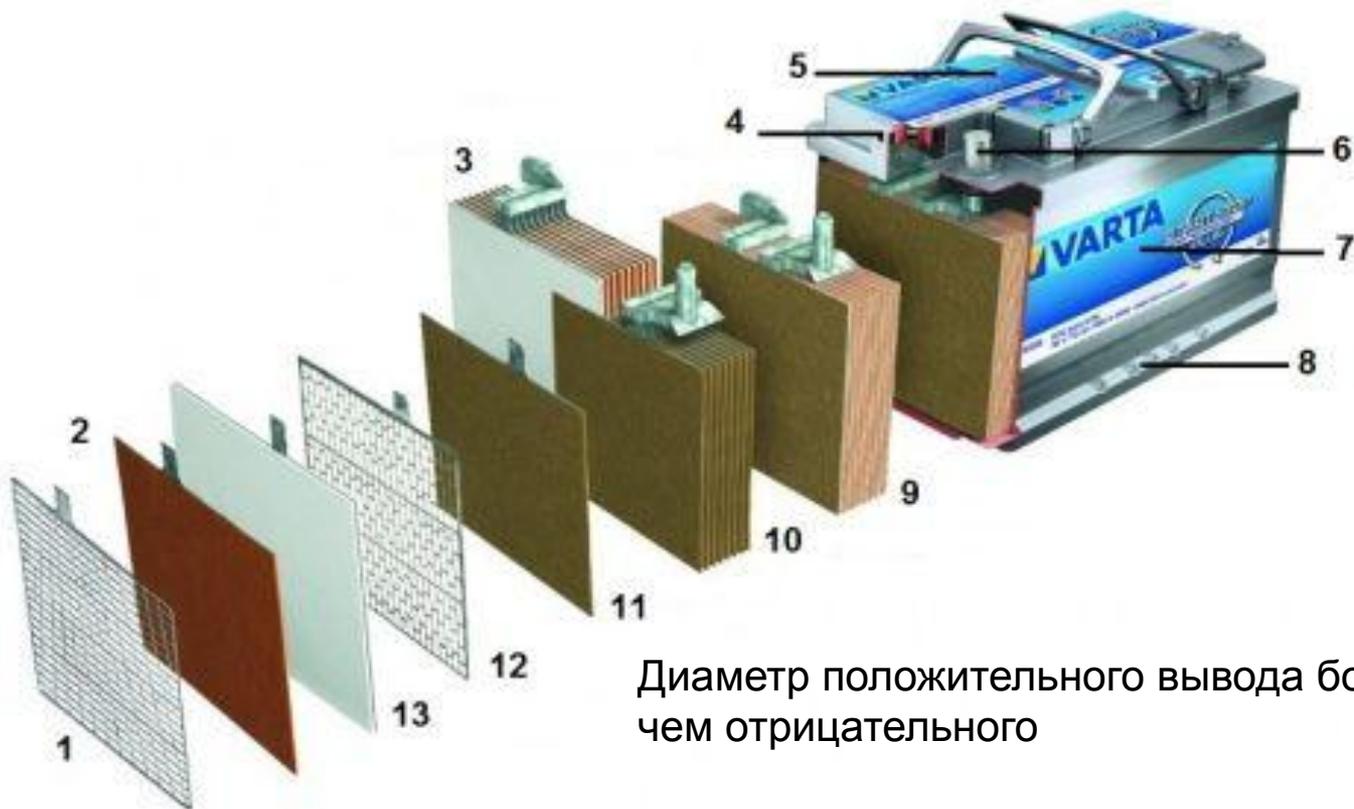
Автомобильные аккумуляторные батареи

Аккумуляторная батарея - группа однотипных электрических аккумуляторов, соединенных электрически и конструктивно для получения необходимых значений тока и напряжения.

Автомобильный аккумулятор является важным элементом электрооборудования - наряду с генератором выступает источником тока. В автомобиле аккумуляторная батарея выполняет несколько **функций**:

- питание стартера при запуске двигателя;
- питание потребителей при выключенном двигателе;
- питание потребителей в дополнение к генератору при включенном двигателе. При совместной работе с генератором аккумуляторная батарея обеспечивает переходные процессы, требующие большого тока, а также сглаживает пульсацию тока в электрической сети.

Схема аккумуляторной батареи



Диаметр положительного вывода больше, чем отрицательного

1. положительная решетка (электрод); 2. положительная пластина; 3. набор положительных пластин; 4. отверстие системы центральной вентиляции; 5. крышка; 6. полюсный вывод; 7. корпус-моноблок; 8. крепежный выступ; 9. блок пластин (6 2-х вольтовых блоков); 10. набор отрицательных пластин; 11. отрицательная пластина; 12. отрицательная решетка (электрод); 13. положительная пластина с сепаратором

Активные элементы аккумулятора

Работа АКБ заключается в превращении электрической энергии в химическую при заряде и химическую энергию в электрическую при разряде.

У полностью заряженного свинцового аккумулятора активными веществами являются:

1. **Двуокись свинца** (PbO_2) (темно-коричневого цвета) на положительном электроде (аноде), $\text{PbO}_2 + 2\text{e} + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (разряд)
2. **Губчатый свинец** (Pb) (темно-серого цвета) на отрицательном электроде (катоде), $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}$ (разряд)
3. **Водный раствор серной кислоты** ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) — электролит, в который помещаются электроды.

Плотность электролита - 1,28 г/см³. В процессе разряда активная масса как положительного, так и отрицательного электродов превращается в сульфат свинца (двойная сульфатация). При этом плотность электролита снижется к концу разряда до 1,08-1,10 г/см³.

Саморазряд АКБ

Согласно ГОСТ 959-91Р:

- при бездействии в течение 14 суток при температуре $20+5$ °С не должен превышать 0,5% в сутки (7%);
- а после бездействия в течение 28 суток – 20% от номинальной емкости.

Саморазряд необслуживаемой батареи:

- в течение 90 суток после бездействия не должен превышать 0,11% в сутки (10%);
- а после бездействия в течение года– 40% от номинальной емкости.

Классификация АКБ

АКБ по конструктивным признакам в соответствии с ГОСТ959-91Е делят на три группы (по степени газовыделения при заряде):

1) **Традиционные** – имеют электроды из сплава свинца и сурьмы (доливку дистиллированной воды производят по необходимости 1–2 раза в месяц);

2) **Малообслуживаемые** - имеет улучшенную конструкцию (содержание сурьмы в сплаве токо-отводов снижено в 2-3 раза) (доливка воды в такую батарею необходима не чаще, чем 1 раз в 1,5 - 2 года) ;

3) **Необслуживаемые (VRLA)** - вместо сурьмы в сплаве решеток аккумуляторов используется другой элемент (отличаются малым расходом воды и не требуют ее долива в течение всего срока службы).

Основные параметры аккумуляторных батарей.

Электродвижущая сила

Электродвижущей силой аккумулятора E называют разность его электродных потенциалов при разомкнутой внешней цепи: $E = \phi^- - \phi^+$, где ϕ^+ и ϕ^- – потенциалы положительного и отрицательного электродов соответственно.

ЭДС батареи, состоящей из n последовательно соединенных аккумуляторов равна сумме ЭДС элементов:

$$E_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n E_i \approx nE_i.$$

Для практических целей ЭДС может быть определена по эмпирической формуле:

$$E = 0,84 + \gamma_{25},$$

где γ_{25} – плотность электролита при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ (г/см³).

Виды ЭДС аккумулятора

ЭДС покоя (E_0) - это ЭДС аккумулятора, находящегося длительное время (более 2-3 часов) без нагрузки. ЭДС аккумулятора под нагрузкой отличается от ЭДС покоя. Это вызвано тем, что при прохождении тока в цепи на электродах и в электролите происходят необратимые физические и химические процессы, связанные с потерей энергии. Один из них - это процесс поляризации.

ЭДС поляризации (E_n) - это ЭДС аккумулятора при наличии поляризации пластин. E_n всегда направлена навстречу току.

При заряде ЭДС аккумулятора равна сумме ЭДС покоя и ЭДС поляризации:

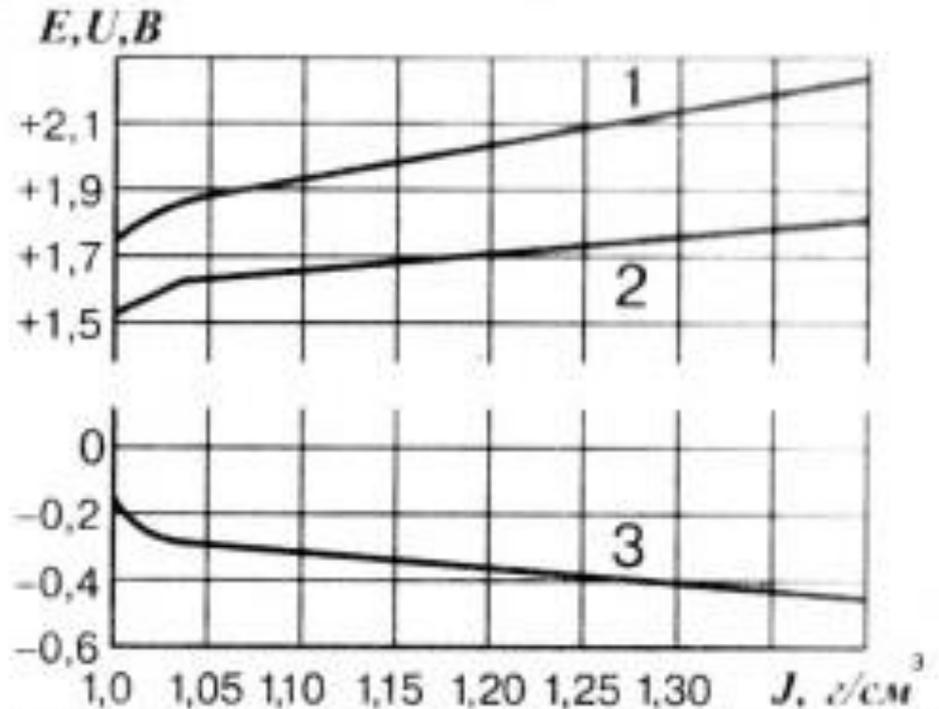
$$E = E_0 + E_n,$$

а при разряде

$$E = E_0 - E_n.$$

Величину E называют **динамической**

ЭДС, или просто ЭДС аккумулятора.



Изменение равновесной ЭДС и электродных потенциалов свинцового аккумулятора в зависимости от плотности электролита:

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

Напряжение

Величина $U=I \cdot R$ - это **напряжение** аккумулятора. Это напряжение на зажимах аккумулятора, которое используется для работы потребителей тока.

Напряжение при разряде всегда ниже, при заряде выше, а при разомкнутой внешней цепи равно значению ЭДС:

зарядное напряжение:

$$U_{\text{з}} = E + I_{\text{з}} \cdot R_0,$$

разрядное напряжение:

$$U_{\text{р}} = E - I_{\text{р}} \cdot R_0,$$

где $I_{\text{з}}$ - зарядный ток, А;

$I_{\text{р}}$ - разрядный ток, А;

R_0 - внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом.

Это отличие обусловлено падением напряжения на внутреннем сопротивлении аккумулятора R_0 , а также электродной поляризацией.

По мере износа аккумулятора его внутреннее сопротивление возрастает. Это одна из причин пониженного напряжения на зажимах аккумулятора под нагрузкой. поскольку увеличивается $U_{\text{р}}$. У разряженного аккумулятора ситуация подобная.

Зарядный ток. Внутреннее сопротивление. Емкость.

Нормальный зарядный ток - величина зарядного тока (А), численно равная 0.1 емкости аккумуляторной батареи, выраженная в ампер-часах.

Внутреннее (омическое) сопротивление батареи R_0 складывается из сопротивлений электролита $R_э$, сепараторов $R_с$, активной массы $R_м$, решеток $R_р$ и соединительных элементов $R_{сэ}$ мостиков с борнами, межэлементных перемычек выводов):

$$R_0 = R_э + R_с + R_м + R_р + R_{с.э}$$

Внутреннее сопротивление - величина непостоянная. Внутреннее сопротивление в заряженном состоянии составляет несколько мили Ом. В полностью разряженном состоянии возрастает в несколько раз. С понижением температуры внутреннее сопротивление также возрастает. С увеличением тока оно уменьшается из-за уменьшения сопротивления поляризации.

Емкость аккумулятора - это количество электричества, которое может запасти или отдать аккумулятор. Емкость зависит от величины тока разряда. Емкость аккумулятора определяется как величина, равная произведению постоянного тока на время при 20-часовом режиме разряда до напряжения 1.7 В:

$$Q = I_p \cdot t_p,$$

где Q – емкость гальванического элемента, А, I_p – разрядный ток, А, t_p – продолжительность разряда, час.

Параметры автомобильного аккумулятора

Номинальная разрядная емкость аккумуляторной батареи C_{20} определяется при 20-часовом режиме разряда током $I=0,05C_{20}$ при температуре плюс 25°C . Разряд должен прекращаться после достижения конечного напряжения 5,25 В у батареи на 6 В и 10,5 В у батареи на 12 В.

На практике при определении разрядной емкости используют внесистемную единицу измерения ампер-час ($1 \text{ А} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Кл}$).

Большее практическое значение имеет т.н. **резервная емкость**. Данный *неофициальный* параметр измеряется в минутах. Этот параметр показывает время (в минутах - не менее 90) разряда батареи током 25 А до конечного напряжения 10,5 В. По мнению американских производителей он близок к реальному потреблению тока на автомобиле при неработающем генераторе. В течение данного промежутка времени аккумулятор может работать за себя и за генератор.

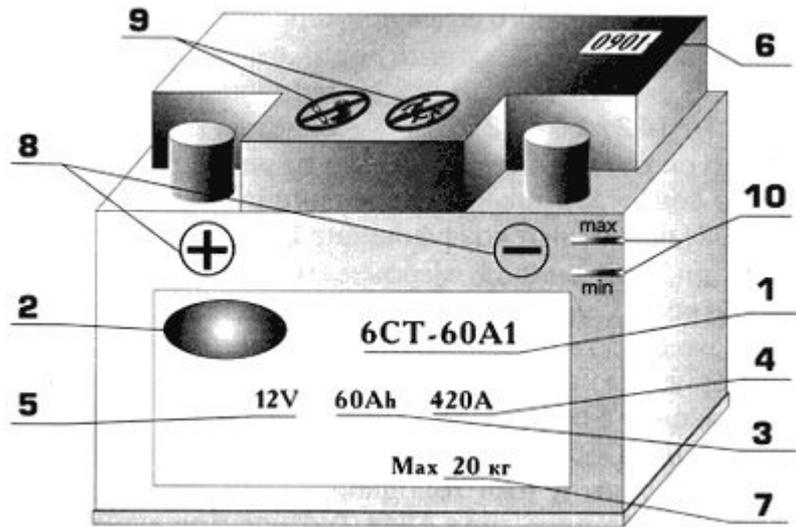
Номинальное напряжение аккумуляторной батареи складывается из напряжения отдельных аккумуляторов. Номинальное напряжение аккумуляторной батареи легкового автомобиля составляет 12 В.

Ток холодной прокрутки (ток стартерного разряда) определяет возможность аккумуляторной батареи при запуске в холодное время. Представляет собой величину тока, который батарея способна отдать при температуре -18°C в течение 10 с напряжением не менее 7,5 В. Чем выше ток холодной прокрутки, тем легче двигатель будет запускаться зимой

Таблица 1.1

Параметры режима разряда аккумуляторной батареи	Стандарты		
	ГОСТ (Россия)	SAE (США)	DIN (Германия)
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-18	-18	-18
Длительность разряда, мин	3	0,5	0,5
Конечное напряжение, В	9	7,2	9

Типовая маркировка, применяемая на АКБ, выпускаемых в России и Европе



- 1 — маркировка АКБ;
- 2 — товарный знак завода-изготовителя;
- 3 — 60 Ah — номинальная емкость в Ампер-часах (А·ч или Ah);
- 4 — 420 А — пусковой ток — ток холодной прокрутки при -18°C в Амперах (А);
- 5 — 12 V — номинальное напряжение в Вольтах (В или V);
- 6 — 0901 — дата изготовления (две цифры — месяц, две цифры — год изготовления);
- 7 — 20 kg — масса батареи в состоянии поставки с завода;
- 8 — «+» и «-» — знаки полярности;
- 9 — предупреждающие знаки, например: опасно-едкое вещество, не курить, не кантовать, не давать детям и т.п.;
- 10 — уровень залитого электролита (min, max или другие обозначения предельных уровней).

Вся маркировка, предусмотренная требованиями стандартов, наносится на корпус или крышку батареи одним из двух методов:

- шелкография, то есть нанесение краски по специальному трафарету;
- самоклеющиеся этикетки.

Маркировка российских АКБ, наносится в соответствии с требованиями ГОСТ 959-91

«6 СТ-60 А1» (1) (2) (3) (4)

(1) — Цифра, указывающая число последовательно соединенных аккумуляторов в батарее (6 или 3), характеризующая её номинальное напряжение (12 или 6 В соответственно).

(2) — Буквы, характеризующие назначение батареи по функциональному признаку (СТ — стартерная).

(3) — Число, указывающее номинальную емкость батареи в ампер-часах (А·ч).

(4) — Буквы или цифры, которые содержат дополнительную информацию об исполнении батареи (при необходимости) и материалах, примененных для её изготовления, например: «А» — с общей крышкой, буква «З» — залитая и полностью заряженная (если ее нет — батарея сухозаряженная), слово «необслуживаемая» — для батарей, соответствующих требованию ГОСТ по расходу воды, «Э» — корпус-моноблок из эбонита, «Т» — моноблок из термопластичной пластмассы, «М» — сепаратор типа мипласт из поливинилхлорида, «П» — сепаратор-конверт из полиэтилена.

Маркировка европейских АКБ

DIN - немецкий стандарт - пятизначный код (например 560 19)

ETN - международный стандарт - девятизначный код (например 560 059 042)

- В структуре кодов как по DIN, так и по ETN, значение первых трех цифр одинаково. Они показывают **номинальную емкость** и **напряжение** батареи. Для 6-вольтовых батарей первые три цифры (от 001 до 499) представляют собой номинальную емкость в ампер-часах. Для наиболее распространенных 12-вольтовых АКБ номинальную емкость можно получить, вычитая 500 из трехзначного числа (от 501 до 799). Таким образом, если первая цифра обозначения равна 5, то емкость батареи от 1 до 99 А·ч, если 6 — от 100 до 199 А·ч, а если 7 — от 200 до 299 А·ч.
- Например, батареи типа 560 19 (по DIN) или 560 059 042 (по ETN) имеют емкость 60 А·ч. Последние две цифры в обозначении по DIN, также как вторая тройка цифр в обозначении по ETN, указывают на вариант конструктивного исполнения, характеризующий размеры и тип полюсных выводов, конструкцию крепежных элементов, тип газоотвода, тип крышки, наличие ручек, вибропрочность и т. п.
- Число из трех последних цифр в обозначении по ETN составляет 0,1 от величины тока холодной прокрутки по EN. Для приведенного выше примера ток холодной прокрутки равен:
$$I = 042 \times 10 = 420 \text{ А.}$$

Для сопоставительного пересчета величины тока по EN в DIN применяют коэффициент 1,7:

$$I_{EN} = 1,7 \cdot I_{DIN}$$



Рис. 5. Расшифровка условного обозначения по EN

Маркировка американских АКБ

Американские производители формируют условное обозначение в соответствии с требованиями стандарта SAE (США). Обозначение состоит из номера типоразмерной группы и тока холодной прокрутки при -18°C . Например, батарея типа А24410 относится к типоразмерной группе 24 (260x173x225 мм) а ее ток холодной прокрутки по методике SAE равен 410 А при -18°C .



Согласно стандарту SAE J537 (Society of Automotive Engineers) на батареях американского производства наносится:

- условное обозначение батареи из пяти цифр;
- ток холодной прокрутки.

Требований по маркировке SAE J537 не содержит, но американские производители дополнительно наносят следующую информацию: номинальное напряжение; знаки полярности «+» и «-», резервная емкость (не всегда), товарный знак производителя, условные знаки мер безопасности при работе с батареей и т. п.

- <http://all-faq.narod.ru/auto/akum1.htm>
- <http://akbplus.ru/AKB-Spravka/vibor-avto-accumulatora.html>
- <http://systemsauto.ru/electric/automotive-battery.html>
- http://www.avto-barmashova.ru/elektrooborudovfnie_avto/akumulatorni_batarei/index.html
- <http://www.nakolesah.ru/information/akbingr.aspx>
- <http://carnovato.ru/puskovoe-zarjadnoe-ustrojstvo-avtomobilnogo-akкумулятора/>
- http://chipvaz.ucoz.ru/publ/ustrojstvo_i_princip_raboty_avtomobilnogo_generatora/1-1-0-1
- <http://365cars.ru/remont/princip-raboty-generatora.html>
- <http://jelektro.ru/elektricheskie-terminy/princip-ustrojstvo-generatora.html>
- <http://avtoelektron.ru/elektrosnabzhenie/eds-akkumulyatora>

Лекция 3 Автомобильные генераторные установки

Назначение генератора

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

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

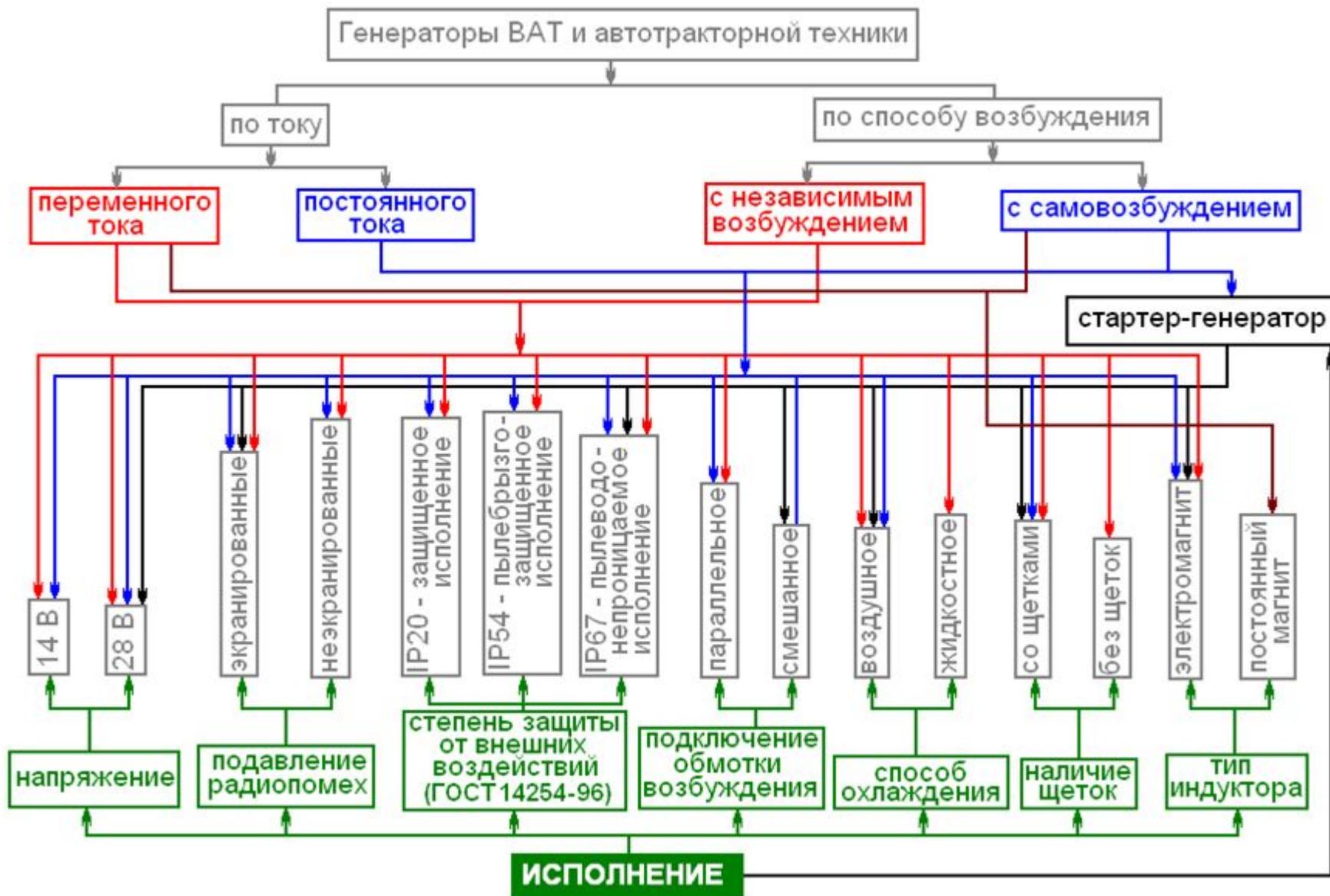
Даже на холостом ходу двигателя генератор должен развивать мощность, достаточную для электропитания наиболее важных потребителей. В мировой практике генераторные установки на холостом ходу двигателя развивают 40-50% от номинальной мощности.

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

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

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

Классификация генераторов

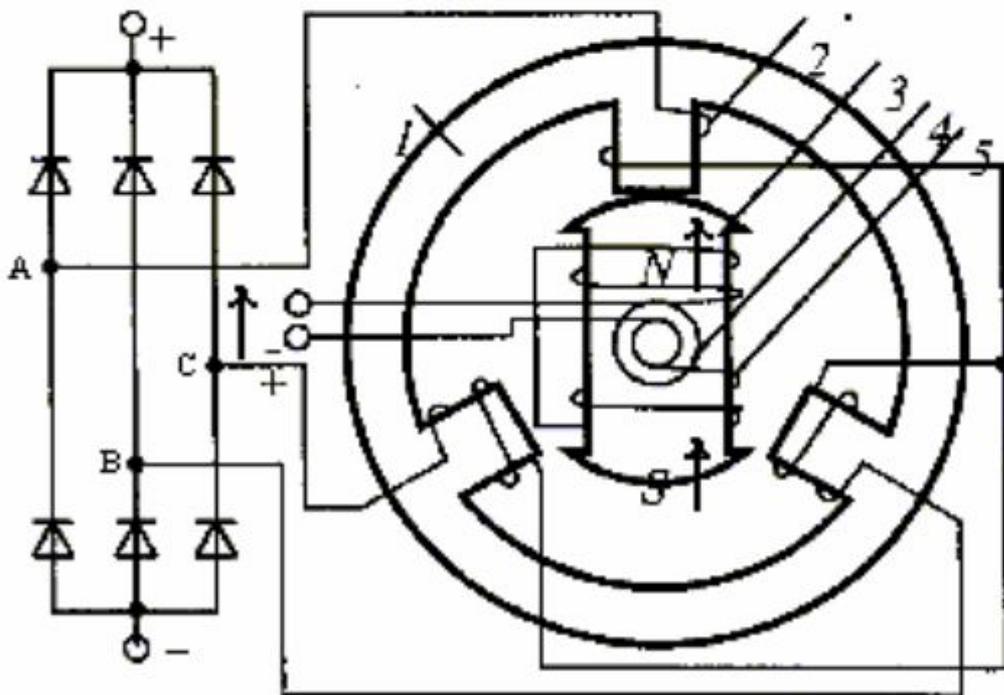


Маркировка автомобильных генераторов

Отечественные генераторы	Импортные генераторы (BOSCH)
xxxx.3701 или xxxx.3771	K114V23/55A
3701 и 3771 — это типовые подгруппы «Генератор» согласно ГОСТ	х - буквенное обозначение предельных размеров для наружного диаметра статора: G-100. 109 мм, K-120. 129 мм, N 130. 139 мм.
xx (начиная с 11) - порядковый номер модели	х - Цифра после буквы обозначает тип системы возбуждения: 1 — клювообразные полюса, 2 — явновыраженные полюса, 3 — неподвижная обмотка возбуждения (бесконтактное исполнение).
х - модификация изделия	xxV - номинальное напряжение
х – исполнение изделия: 1 — для холодного климата, 2 — общеклиматическое исполнение, 3 — для умеренного и тропического климата, 6 — экспортное исполнение, 7 — экспортное исполнение для тропического климата, 8 — экспортное исполнение для стран с холодным климатом, 9 — общеклиматическое экспортное исполнение	xx/xxA - значения тока, разделенных косой чертой (при частотах вращения ротора 1500 и 6000 мин-1): в режиме холостого хода и в режиме максимального тока отдачи генератора

Видео - принцип действия генератора

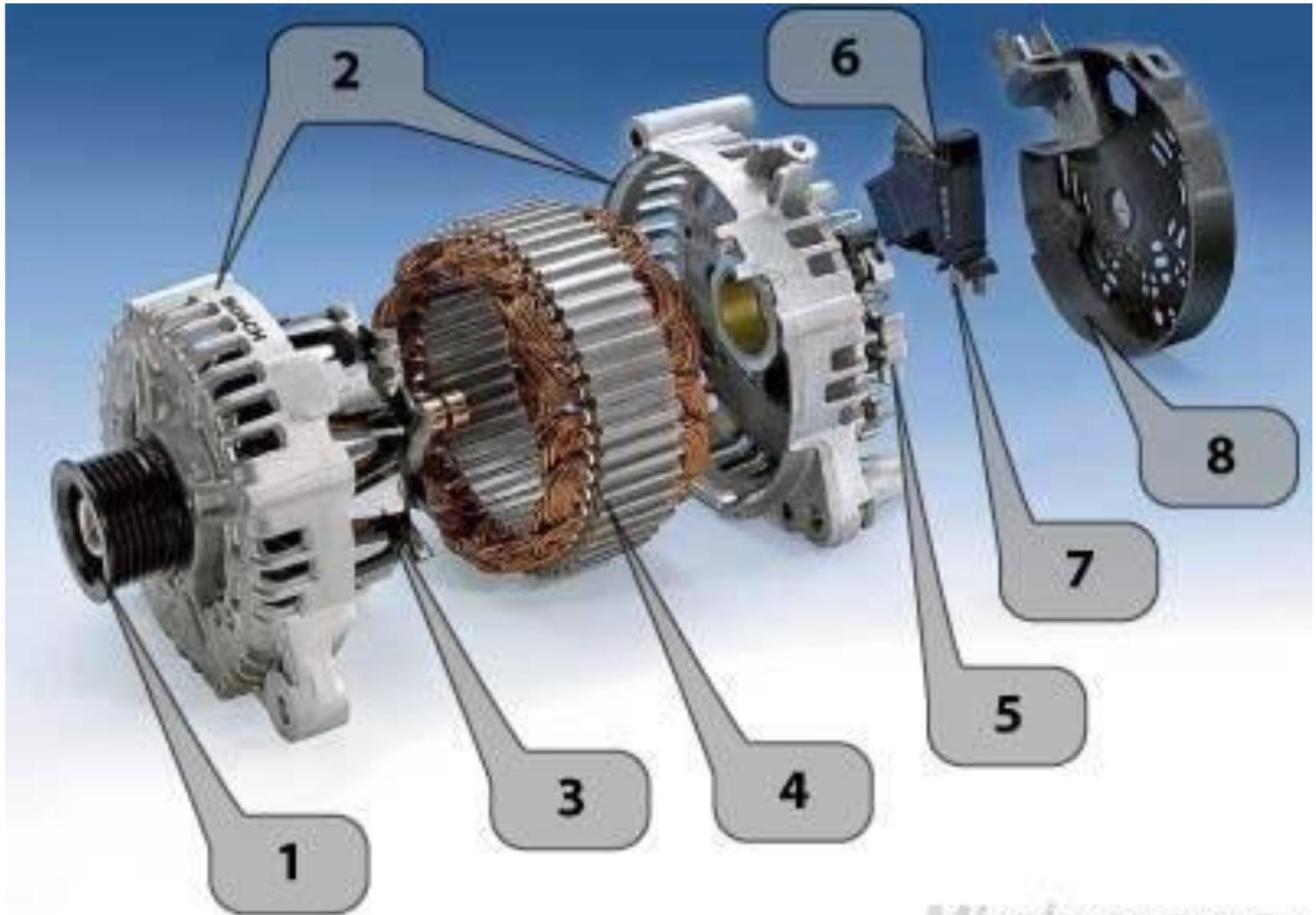
Принцип действия вентиляльного генератора



*Рисунок – Вентильный щеточный генератор (упрощенная конструкция):
1 – статор; 2 – обмотка статора; 3 – полюс ротора; 4 – контактные кольца;
5 – обмотка возбуждения.*

Принцип работы заключается в преобразовании механической энергии, которую автомобильный генератор получает от двигателя внутреннего сгорания через ременную передачу, в электрическую в соответствии с явлением электромагнитной индукции. Суть явления состоит в том, что, если изменять магнитный поток, пронизывающий катушку, витки которой выполнены из проводящего материала, например, медного провода, то на выводах катушки появляется электрическое напряжение, равное произведению числа ее витков на скорость изменения магнитного потока.

Устройство генератора



Устройство генератора

Основные части генератора:

- 1. Шкив** – служит для передачи механической энергии от двигателя к валу генератора посредством ремня;
- 2. Корпус генератора** состоит из двух крышек: передняя (со стороны шкива) и задняя (со стороны контактных колец), предназначены для крепления статора, установки генератора на двигателе и размещения подшипников (опор) ротора. На задней крышке размещаются выпрямитель, щеточный узел, регулятор напряжения (если он встроенный) и внешние выводы для подключения к системе электрооборудования;
- 3. Ротор** - стальной вал с расположенными на нем двумя стальными втулками кривообразной формы. Между ними находится обмотка возбуждения, выводы которой соединены с контактными кольцами. Генераторы оборудованы преимущественно цилиндрическими медными контактными кольцами;
- 4. Статор** - пакет, набранный из стальных листов, имеющий форму трубы. В его пазах расположена трехфазная обмотка, в которой вырабатывается мощность генератора;
- 5. Сборка с выпрямительными диодами** - объединяет шесть мощных диодов, запрессованных по три в положительный и отрицательный теплоотводы;
- 6. Регулятор напряжения** - устройство, поддерживающее напряжение бортовой сети автомобиля в заданных пределах при изменении электрической нагрузки, частоты вращения ротора генератора и температуры окружающей среды;
- 7. Щеточный узел** – съемная пластмассовая конструкция. В ней установлены подпружиненные щетки, контактирующие с кольцами ротора;
- 8. Защитная крышка диодного модуля.**

Ротор генератора

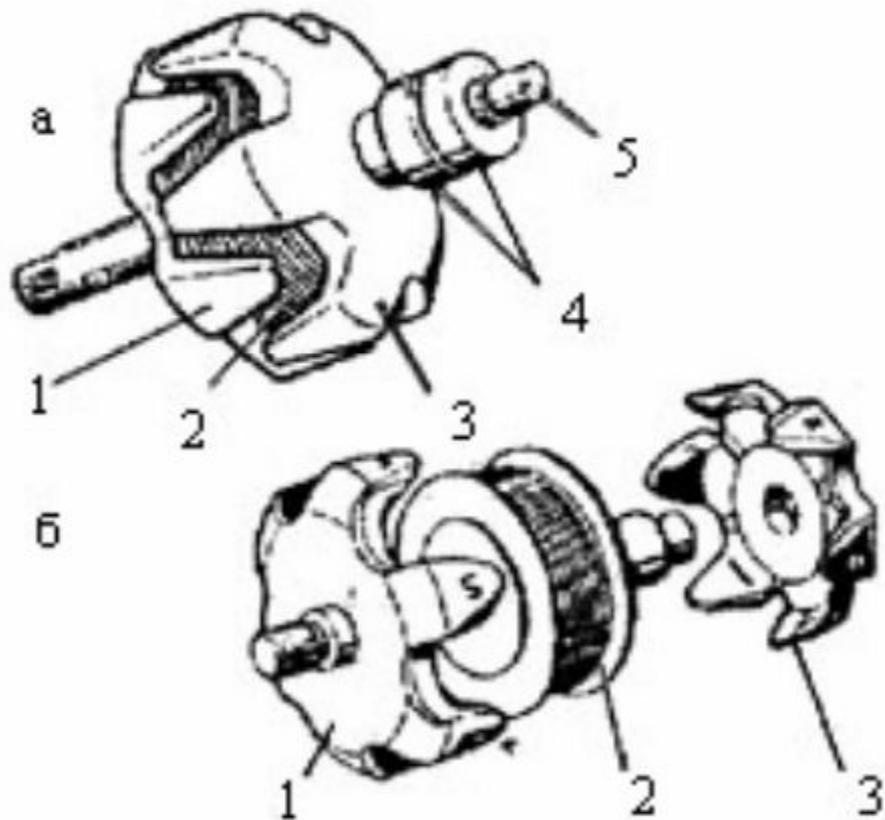


Рисунок - Ротор автомобильного генератора;

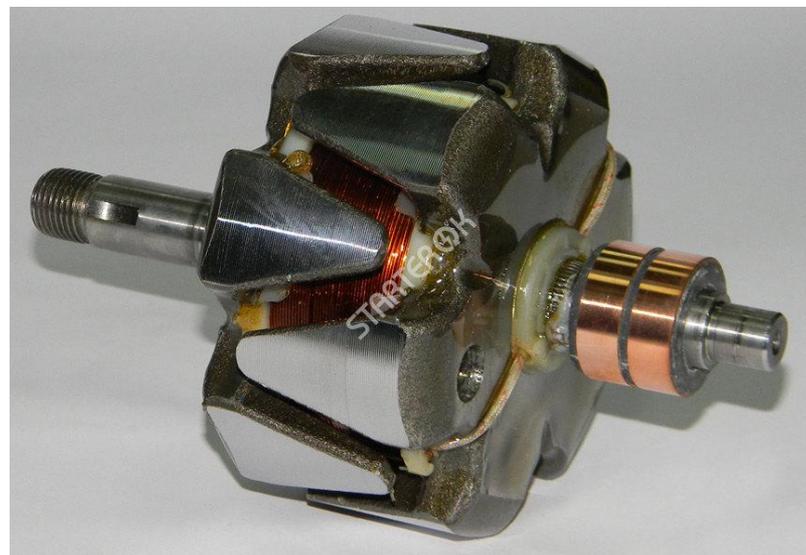
а- ротор в сборе; б – полюсная система в разобранном виде;

1 и 3 - полюсные половины;

2 - обмотка возбуждения;

4 - контактные кольца;

5 – вал.

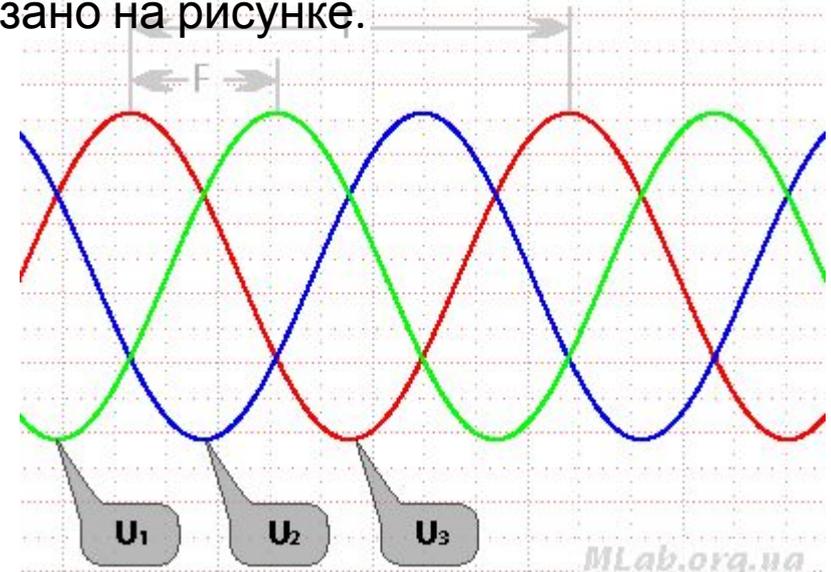


Статор генератора



- Статор генератора
1. обмотка статора;
 2. выводы обмоток;
 3. магнитопровод.

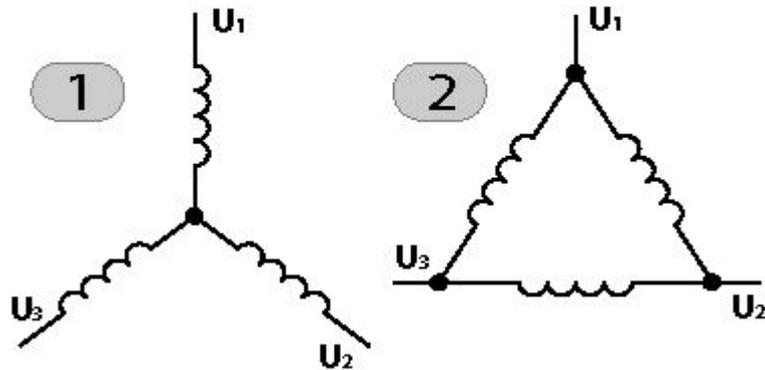
Обмотка статора трехфазная. Она состоит из трех отдельных обмоток. Напряжение и токи в обмотках смещены друг относительно друга на треть периода, т.е. на 120 электрических градусов, как это показано на рисунке.



Осциллограммы фазовых напряжений обмоток

U_1 , U_2 , U_3 – напряжения обмоток;
 T – период сигнала (360 градусов);
 F – фаза смещения (120 градусов).

Виды соединения обмоток



Виды соединения обмоток

1. «звездой»;
2. «треугольником».

Фазы могут соединяться в «звезду» или «треугольник». При этом различают фазные и линейные напряжения и токи. Фазные напряжения действуют между выводами обмоток фаз, а токи протекают в этих обмотках, линейные напряжения действуют между проводами, соединяющими обмотку статора с выпрямителем.

В этих проводах протекают линейные токи. Естественно, выпрямитель выпрямляет те величины, которые к нему подводятся, т.е. линейные. При соединении в «треугольник» фазные токи в 3 раза меньше линейных, в то время как у «звезды» линейные и фазные токи равны. Это значит, что при том же отдаваемом генератором токе, ток в обмотках фаз при соединении в «треугольник» значительно меньше, чем у «звезды».

Поэтому в генераторах большой мощности довольно часто применяют соединение в «треугольник», т.к. при меньших токах обмотки можно наматывать более тонким проводом, что технологичнее. Однако линейное напряжение у «звезды» в 3 раз больше фазного, в то время как у «треугольника» они равны, и для получения такого же выходного напряжения при тех же частотах вращения ротора «треугольник» требует соответствующего увеличения числа витков фаз по сравнению со «звездой».

Системы охлаждения генераторов

По организации системы охлаждения генераторы можно разделить на два типа- традиционной конструкции, с вентилятором на приводном шкиве (рисунок а) и компактной конструкции, с двумя вентиляторами у торцевых поверхностей полюсных половин ротора (рисунок б.) В первом случае охлаждающий воздух засасывается вентилятором через вентиляционные окна в крышке со стороны контактных колец, во втором- через вентиляционные окна обеих крышек.

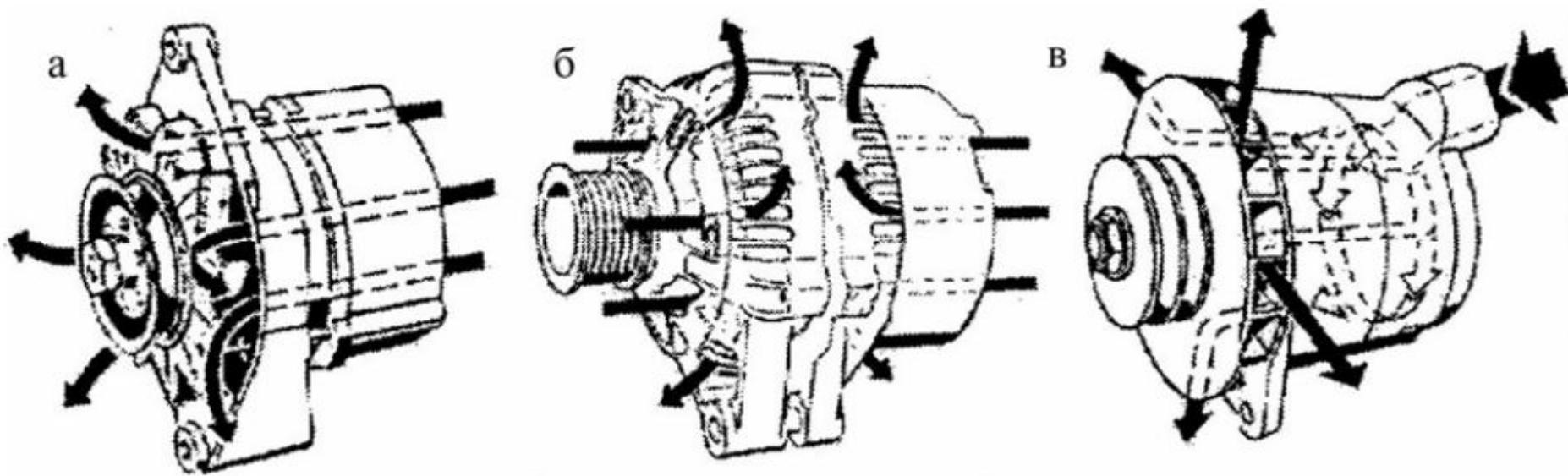


Рисунок - Системы охлаждения генераторов:

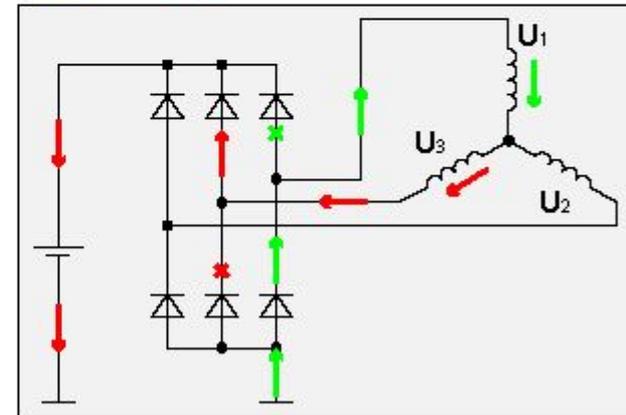
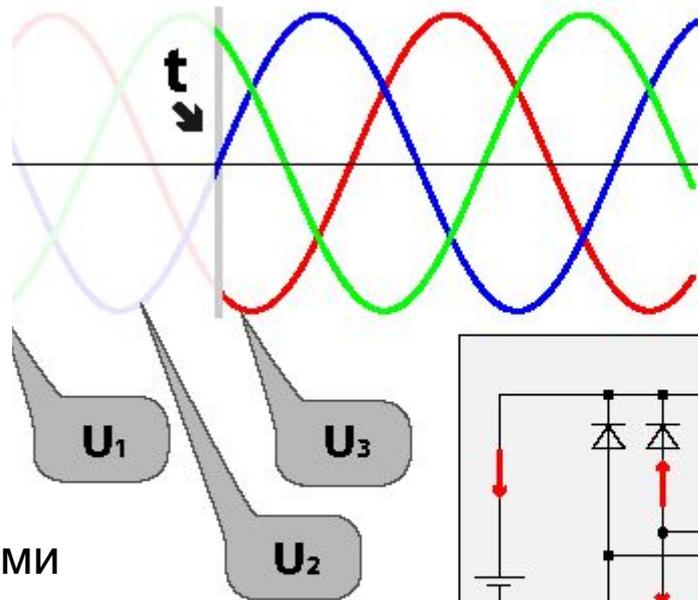
а- генераторы традиционной конструкции; б- генераторы компактной конструкции; в- для повышенной температуры подкапотного пространства. Стрелками указано направление движения охлаждающего воздуха.

Выпрямитель



Сборка с выпрямительными диодами

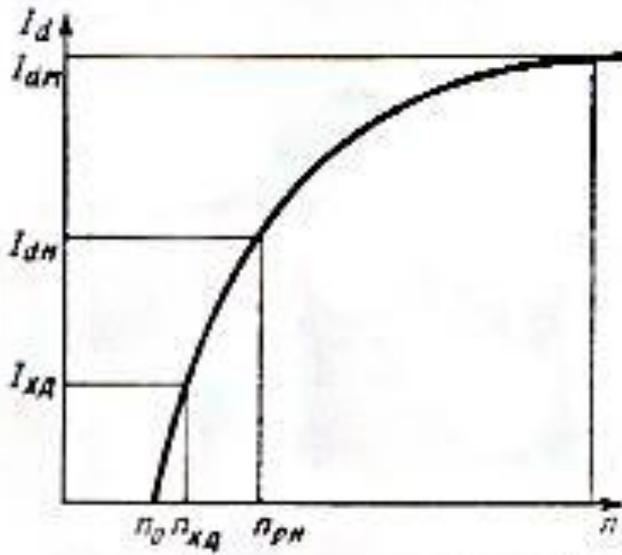
1. силовые диоды;
2. дополнительные диоды;
3. теплоотвод.



Направление токов в обмотках и выпрямителе генератора

Характеристики генераторных установок

- **Токоскоростная характеристика (ТСХ)** - зависимость силы тока, отдаваемого генератором в нагрузку, от частоты вращения его ротора при постоянной величине напряжения на силовых выводах генератора.



n_0 - начальная частота вращения ротора без нагрузки, при которой генератор начинает отдавать ток;

$I_{хд}$ - ток отдачи генератора при частоте вращения, соответствующей минимальным устойчивым оборотам холостого хода двигателя.

На современных генераторах ток, отдаваемый в этом режиме, составляет 40-50% от номинального;

$I_{дн}$ - максимальный (номинальный) ток отдачи при частоте вращения ротора 5000 мин⁻¹ (6000 мин⁻¹ для современных генераторов).

- частота вращения $n_{рн}$ и сила тока $I_{дн}$ в расчетном режиме. (Точка расчетного режима определяется в месте касания ТСХ касательной, проведенной из начала координат. Приблизительно расчетное значение силы тока может быть определено как $0,67 I_{дн}$

Характеристики генераторных установок

Энергетическую способность генератора характеризует его **коэффициент полезного действия** (КПД). Чем выше КПД, тем меньшую мощность отнимает генератор у двигателя при той же полезной отдаче.

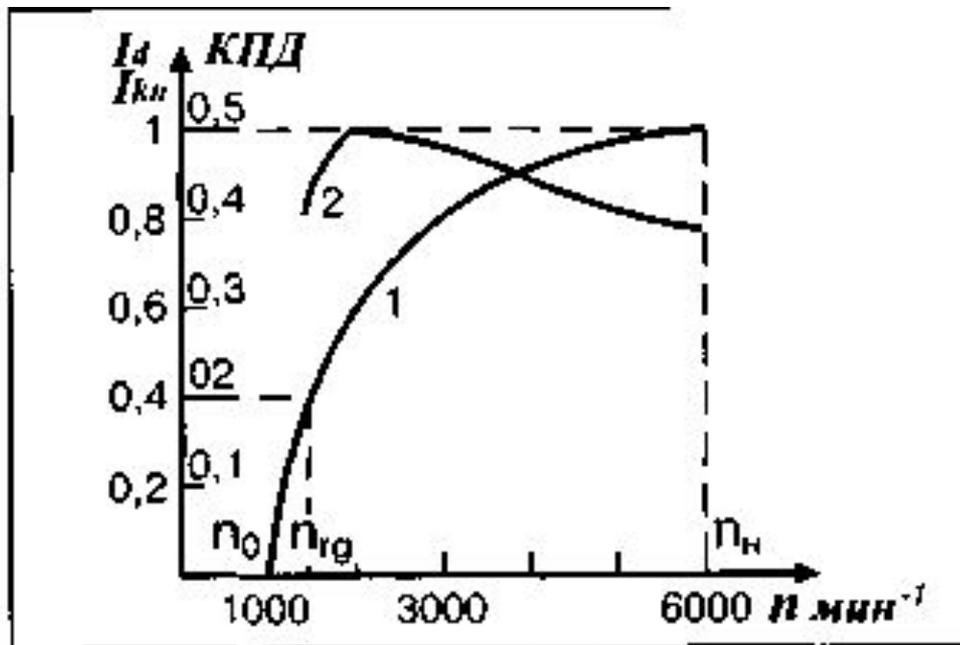


Рис. 3.7. Выходные характеристики генераторной установки:

1 – токоскоростная характеристика; 2 – КПД по точкам токоскоростной характеристики

Обычно максимальное значение КПД вентильных автомобильных генераторов не превышает 50 - 60%.

Диапазон выходного напряжения

- Регуляторную часть генераторной установки характеризует **диапазон изменения выходного напряжения** при изменении частоты вращения ротора, нагрузки и температуры.
- Зарубежные фирмы обычно указывают напряжение настройки регулятора напряжения при холодном состоянии генераторной установки, при частоте вращения ротора 6000 мин^{-1} , нагрузке силой тока в 5 А и работе в комплекте с аккумуляторной батареей, а также коэффициент **термокомпенсации**, т.е. величину изменения напряжения при изменении температуры окружающей среды на 1°C . С ростом температуры напряжение уменьшается.
- Для легковых автомобилей, в основном, предлагаются напряжения настройки регулятора $(14,1 \pm 0,1) \text{ В}$ при термокомпенсации $(7 \pm 1,5) \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ и $(14,5 \pm 0,1) \text{ В}$ при термокомпенсации $(10 \pm 20) \text{ мВ}/^\circ\text{C}$.

Неисправности генераторных установок и методы их устранения

Причина неисправности	Способ устранения
Генераторная установка не обеспечивает заряд аккумуляторной батареи	
Окисление выводов аккумуляторной батареи	Зачистить и смазать выводы
Отказ аккумуляторной батареи	Заменить аккумуляторную батарею
Нарушение проводки между элементами генераторной установки и потребителями	Проверить провода, подтянуть болтовые соединения, проверить надежность штекерных соединений.
Срабатывание предохранителя в цепи регулятора напряжения.	Установить и устранить причину срабатывания. Предохранитель заменить.
Слабое натяжение приводного ремня.	Подтянуть ремень.
Неисправность генератора.	При кратковременном замыкании выводов «Ш» и «+» регулятора напряжения генераторных установок по схеме рисунка б, а, з, («Ш» и «-» установок по схемам рис.б, б, в, г, д, е) амперметр не показывает резкого скачка силы зарядного тока, а вольтметр – напряжения. Генератор снять и отправить в ремонт.
Неисправность регулятора напряжения	Если при выполнении операций предыдущего пункта наблюдается резкий скачок силы зарядного тока и напряжения – регулятор неисправен, его следует заменить или отправить в ремонт.
Работа генераторной установки вызывает перезаряд аккумуляторной батареи	
Отказ элементов транзисторного регулятора напряжения	Регулятор отправить в ремонт или заменить
Повышенное падение напряжения в контактных соединениях цепи между регулятором напряжения и бортовой сетью	Проверить и при необходимости зачистить, подтянуть или заменить контактные соединения в выключателе зажигания, предохранителях, штекерных и винтовых соединениях этой цепи, в том числе соединяющих регулятор напряжения с «массой»

Лекция 4
Электронные системы
зажигания

Требования, предъявляемые к системам зажигания

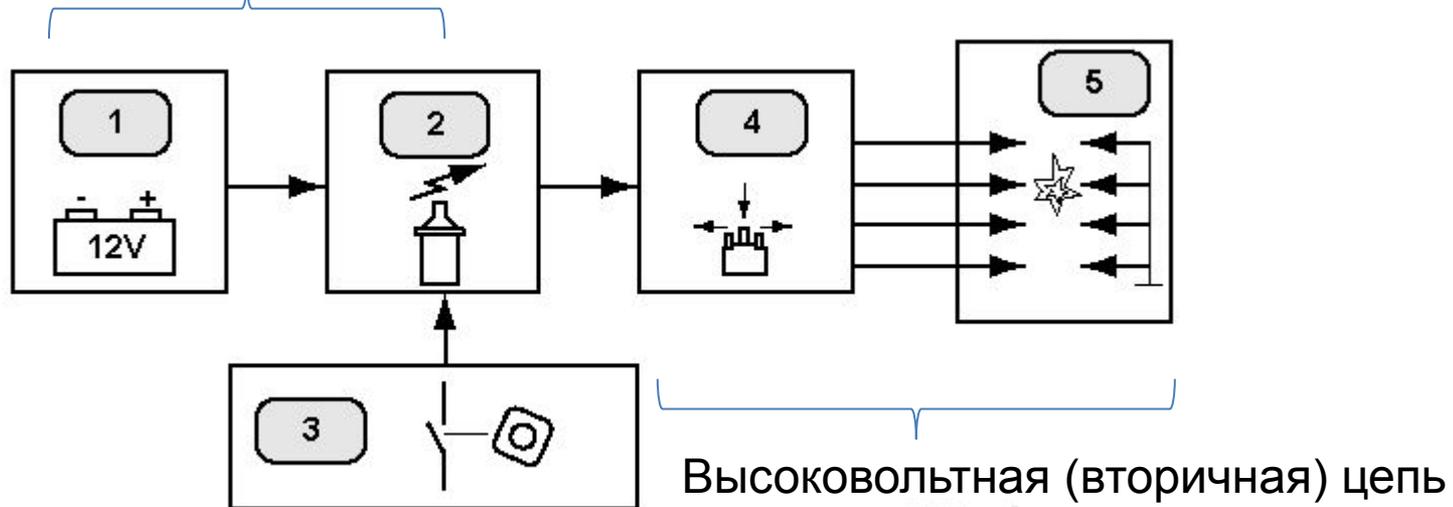
1. напряжение во вторичной цепи должно быть достаточным для пробоя искрового промежутка свечи, обеспечивая при этом бесперебойное искрообразование (не менее 16 кВ при пуске холодного и 12 кВ при работе прогретого двигателя);
2. искра, образуемая между электродами свечи, должна обладать достаточными энергией и продолжительностью для воспламенения рабочей смеси (зависит от ее состава, плотности и температуры);
3. момент зажигания должен быть строго определенным и соответствовать режиму работы двигателя;
4. работа всех элементов системы зажигания должна быть надежной при высоких температурах и механических нагрузках;
5. низкий уровень радиопомех при работе системы.

Основные параметры систем зажигания

1. **Время накопления энергии катушкой** (угол замкнутого состояния контактов) – время от момента начала накопления энергии (конкретно в контактной системе - момента замыкания контактов прерывателя; в других системах - момента срабатывания силового транзистора) до момента возникновения искры (конкретно в контактной системе - момента размыкания контактов прерывателя либо отсечки тока транзистором). Данная величина характеризует величину энергии, накапливаемой катушкой.
2. **Напряжение пробоя** - напряжение во вторичной цепи в момент образования искры, фактически, максимальное напряжение во вторичной цепи. Системы зажигания рассчитываются с учетом коэффициента запаса по вторичному напряжению, это значит, что максимально развиваемое катушкой напряжение всегда превышает напряжение пробоя в наилучших условиях работы двигателя, может достигать 20 кВ.
3. **Напряжение горения** – напряжение горения электрической дуги, установившееся во вторичной цепи после пробоя электродного зазора. Эта величина значительно меньше напряжения пробоя и составляет единицы кВ.
4. **Время горения** - длительность горения электрической дуги. Поджиг топливной смеси происходит при горении дуги, поэтому определение ее характеристик дает очень важную информацию при оценке исправности системы.
5. **Угол опережения зажигания (УОЗ)** - угол, на который успеваает повернуться коленчатый вал от момента возникновения искры до момента достижения соответствующим цилиндром верхней мертвой точки (ВМТ). Оптимально поджигать смесь до подхода поршня к верхней мертвой точке в такте сжатия, чтобы после достижения поршнем ВМТ газы успели набрать максимальное давление и совершить максимальную полезную работу на такте рабочего хода.

Схема простейшей системы зажигания

Низковольтная (первичная) цепь



1. **источник питания** - аккумуляторная батарея (АКБ) или генератор;
2. **преобразователь напряжения** - преобразует постоянное напряжение бортовой сети автомобиля в высоковольтный импульс;
3. **устройство управления накоплением энергии** - определяет момент начала накопления энергии и момент зажигания;
4. **распределитель зажигания** - коммутирует катушку зажигания с одной из свечей в соответствии порядку работы цилиндров;
5. **свечи зажигания** - необходимы для образования искрового разряда и зажигания топливной смеси в камере сгорания двигателя.

Схема системы зажигания

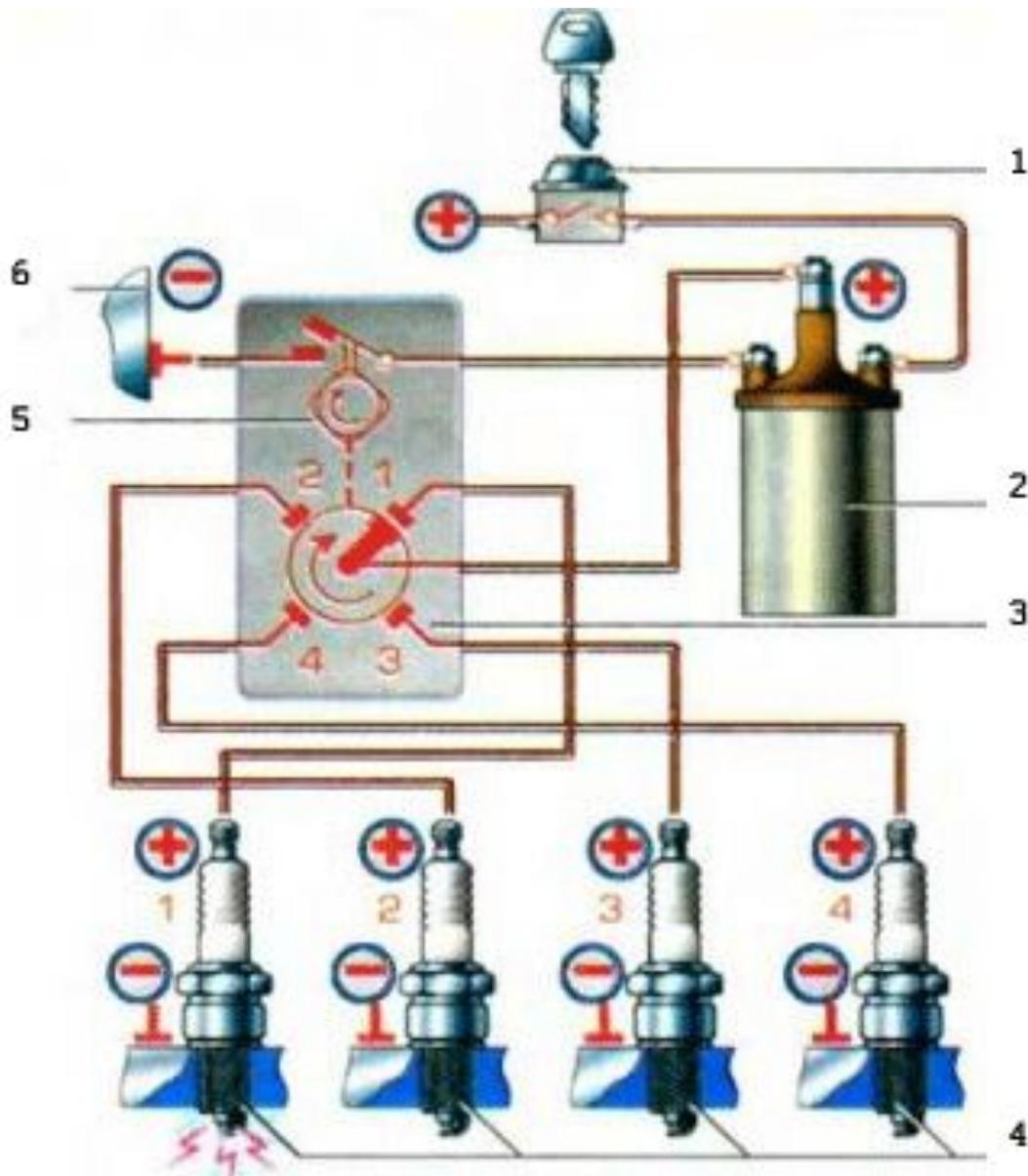


Схема системы зажигания:

- 1 - замок зажигания;
- 2 - катушка зажигания;
- 3 - распределитель;
- 4 - свечи зажигания;
- 5 - прерыватель;
- 6 - масса.

Элементы системы зажигания

1. **Источник питания** для системы зажигания, это аккумуляторная батарея (в момент запуска двигателя), и генератор (во время работы двигателя).
2. **Выключатель зажигания** – это механическое или электрическое контактное устройство подачи напряжения на систему зажигания, или по-другому – замок зажигания. Как правило, выполняет две функции: подачи напряжения на бортовую сеть и систему зажигания, подачи напряжения на втягивающее реле стартера автомобиля.
3. **Накопитель энергии** – узел предназначенный для накопления, преобразования энергии достаточной для возникновения электрического разряда между электродами свечи зажигания. Условно накопители энергии можно разделить на индуктивный и емкостный. Простейший индуктивный накопитель – это **катушка зажигания**, которая представляет собой автотрансформатор, первичная обмотка у него подключается к плюсовому полюсу и через устройство разрыва к минусовому. Во время работы устройства разрыва, например кулачков зажигания, в первичной обмотке возникает напряжение самоиндукции. Во вторичной обмотке образуется повышенное напряжение, достаточное для пробоя воздушного зазора свечи. Емкостный накопитель представляет собой емкость, которая заряжается повышенным напряжением и в нужный момент отдает свою энергию на свечу зажигания
4. **Свечи зажигания**, представляют собой устройство с двумя электродами находящимися друг от друга на расстоянии 0,15-0,25 мм. Это фарфоровый изолятор, насаженный на металлическую резьбу. В центре находится центральный проводник, который служит электродом, вторым электродом является резьба.
5. **Система распределения зажигания** предназначена для подачи в нужный момент энергии от накопителя к свечам зажигания. В состав системы входят распределитель, и(или) коммутатор, блок управления системой зажигания. Распределитель зажигания (трамблёр) – устройство распределения высокого напряжения по проводам, ведущим к свечам цилиндров. Обычно в распределителе собран и кулачковый механизм. Распределение зажигания может быть механическим и статическим. Механический распределитель представляет собой вал, который приводится в действие от двигателя и при помощи «бегунка» распределяет напряжение по высоковольтным проводам. Статическое распределение зажигания подразумевает под собой отсутствие вращающихся деталей. При таком варианте катушка зажигания присоединяется непосредственно к свече, а управление происходит от блока управления зажиганием. Если, например, двигатель автомобиля имеет четыре цилиндра, то и катушек будет четыре. Высоковольтные провода в данной системе отсутствуют. Коммутатор – электронное устройство для генерации импульсов управления катушкой зажигания, включается в цепь питания первичной обмотки катушки и по сигналу от блока управления разрывает питание, в результате чего возникает напряжение самоиндукции. Блок управления системой зажигания – микропроцессорное устройство, которое определяет момент подачи импульса в катушку зажигания, в зависимости от данных датчиков положения коленвала, лямбда-зондов, температурных датчиков и датчика положения распредвала.

Катушки зажигания

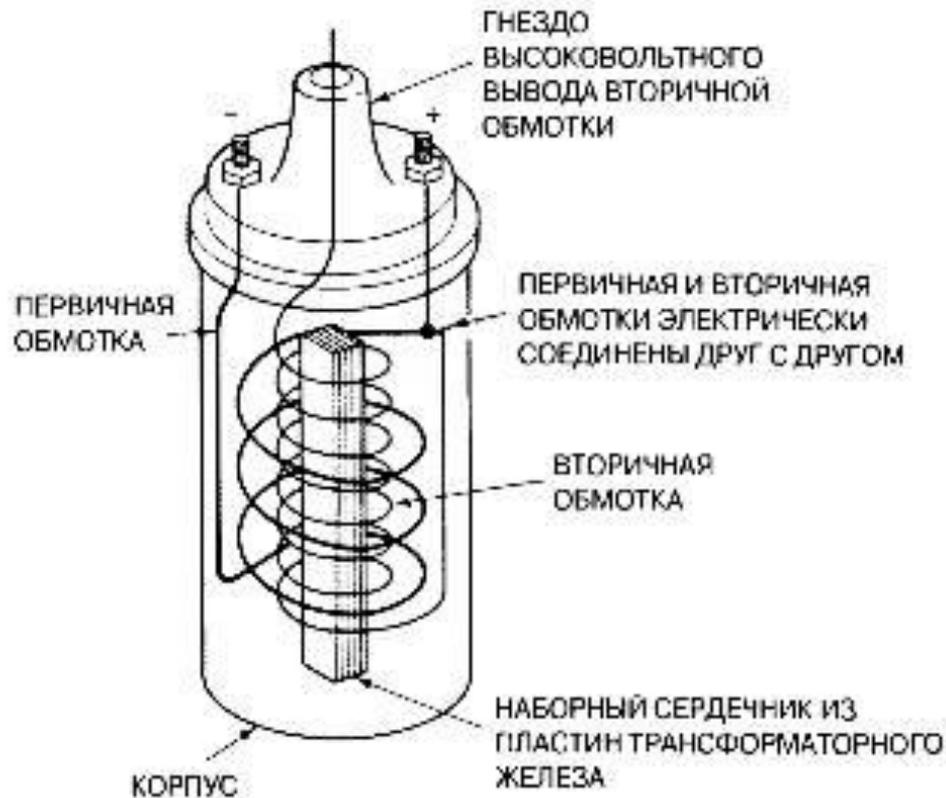


Рис. Конструкция катушки зажигания с масляным охлаждением. Обратите внимание на то, что первичная и вторичная обмотки электрически соединены друг с другом. Полярность выводов катушки определяется направлением ее намотки

Е-катушки

В HEI-системах зажигания компании GM (high-energy ignition — система зажигания с искрой повышенной мощности) используются так называемые Е-катушки, которые по конструкции представляют собой катушку зажигания, намотанную на наборном железном сердечнике Е-образной формы и залитую эпоксидной смолой. Охлаждение Е-катушки — воздушное (рис. 5.2 и 5.3).

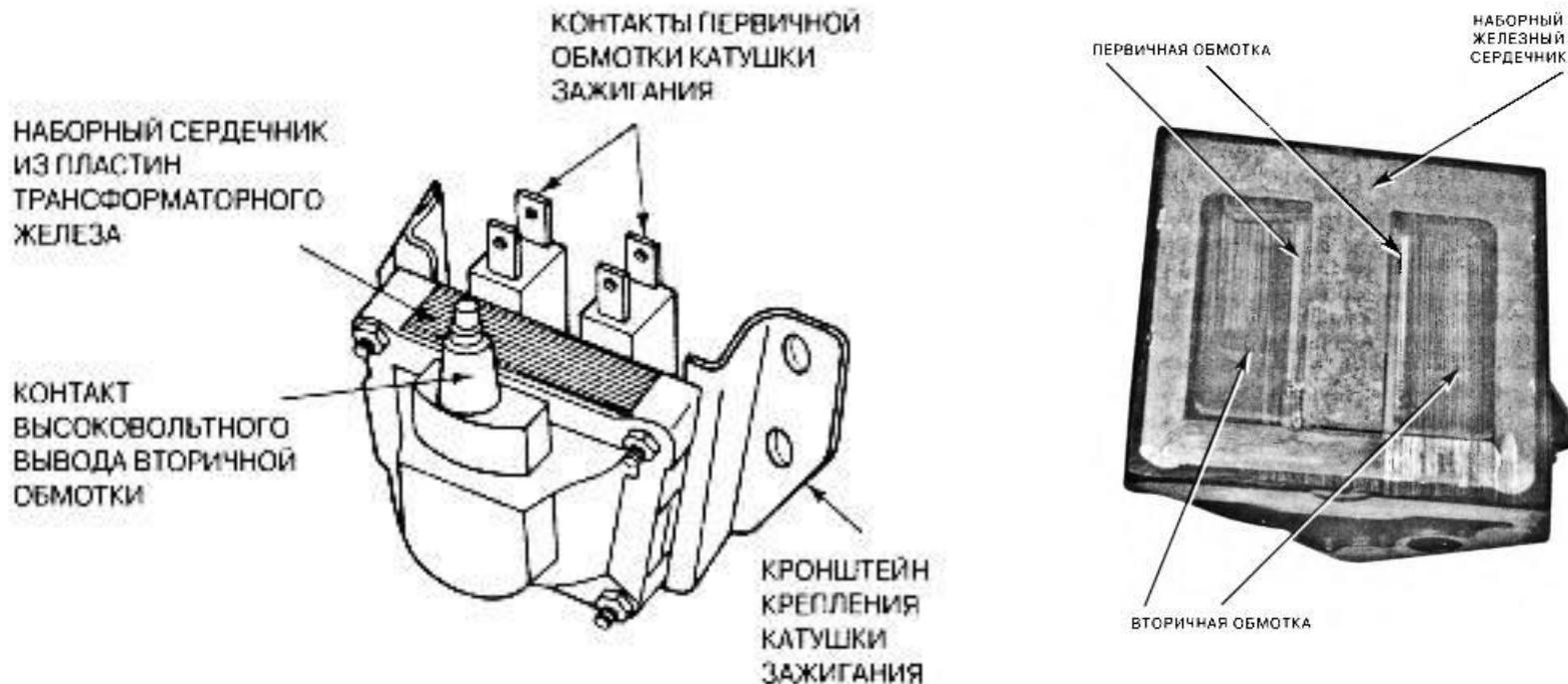
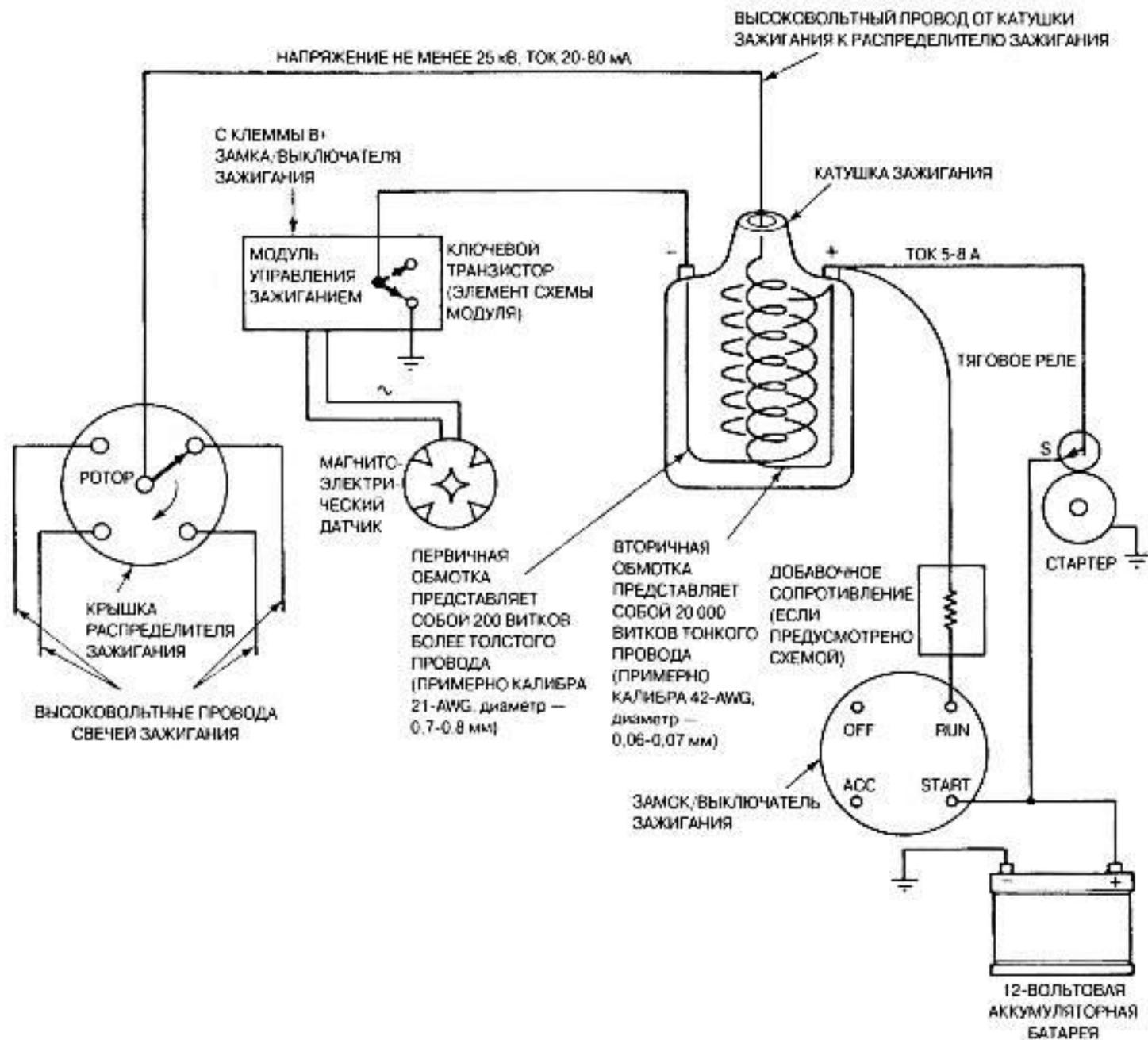
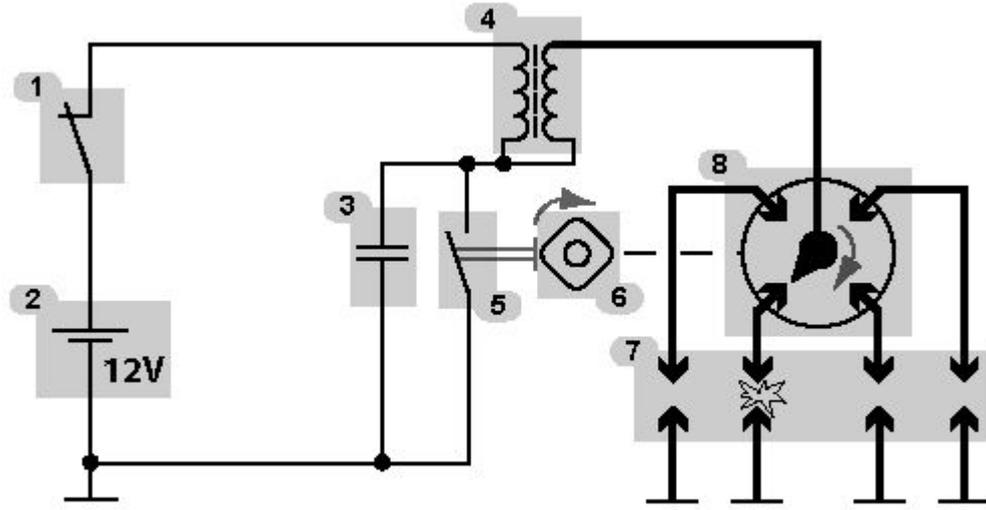


Рис. Пример Е-катушки зажигания с эпоксидной заливкой и воздушным охлаждением



Системы с механическим распределителем энергии

Классическая (трамблерная) система зажигания, довольно распространенная среди устаревших авто.

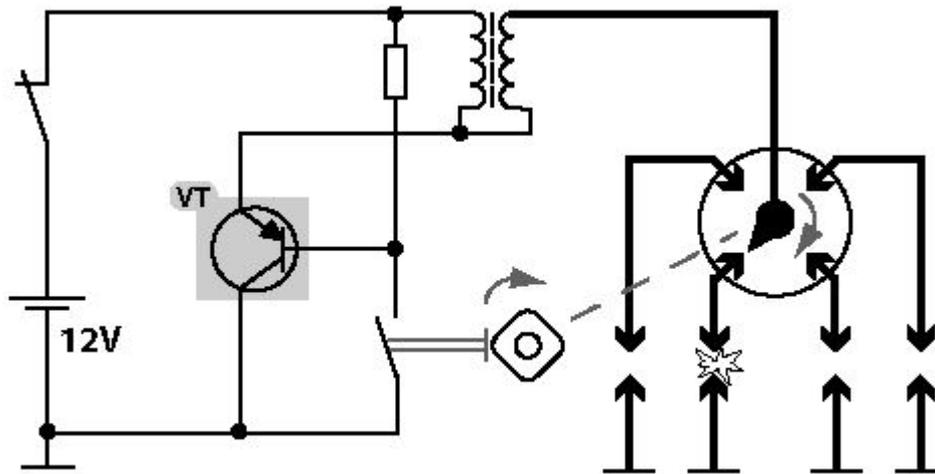


Принципиальная схема классической системы зажигания

- 1. выключатель зажигания;*
- 2. источник питания;*
- 3. конденсатор;*
- 4. катушка зажигания;*
- 5. механический прерыватель;*
- 6. вал прерывателя;*
- 7. свечи зажигания;*
- 8. распределитель.*

Классическая система с транзисторным коммутатором

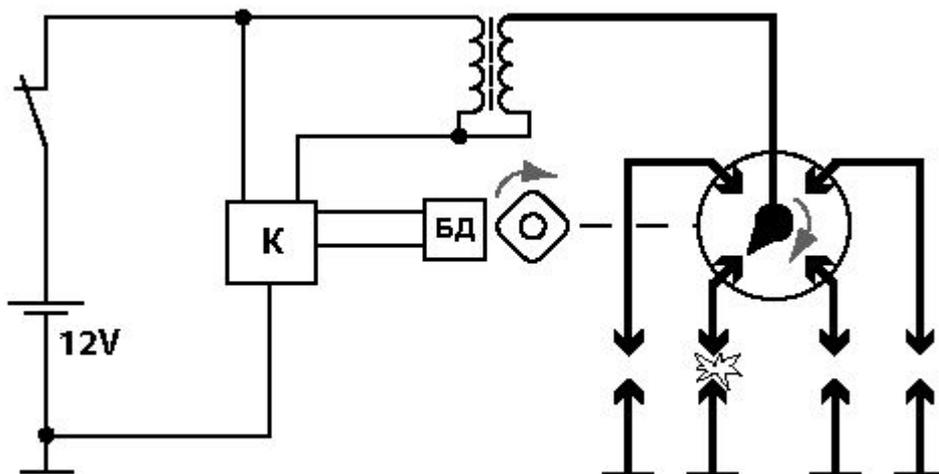
Является одной из разновидностей классической системы, частично лишенной недостатков прерывателя



Принципиальная схема системы зажигания с механическим прерывателем и транзисторным коммутатором VT – силовой транзистор.

Бесконтактные системы зажигания (БСЗ)

В этом случае вместо механического прерывателя используется датчик - генератор импульсов с преобразователем сигналов, который управляет только транзисторным коммутатором, который, в свою очередь, управляет катушкой зажигания.



используются датчики
трех типов:
-датчик Холла;
-индуктивный датчик;
-оптический.

Общая схема бесконтактной системы зажигания

К – коммутатор;

БД – бесконтактный датчик;

Работа первичной цепи

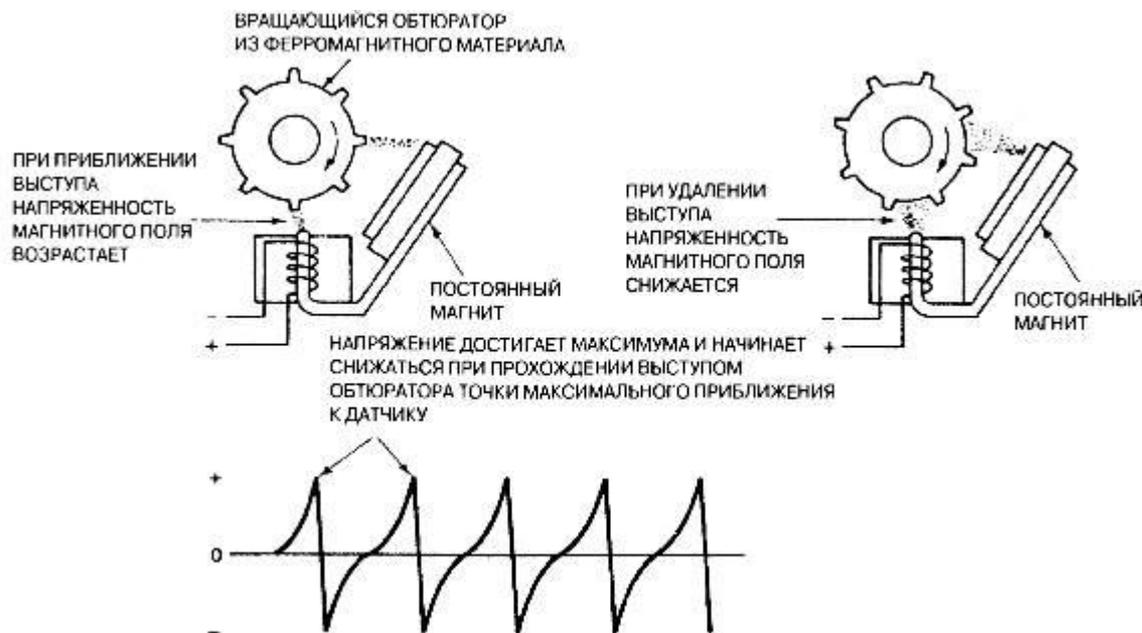


Рис. Принцип работы магнитоэлектрического датчика (генератора импульсов). На приведенном внизу рисунке показана типичная осциллограмма выходного напряжения этого магнитоэлектрического датчика. Импульсный сигнал с выхода датчика поступает в электронный модуль управления зажиганием, который разрывает контакт первичной обмотки на "массу" в тот момент, когда напряжение импульса достигает максимума и начинает снижаться (это происходит в тот момент, когда зубец стального зубчатого диска начинает удаляться от катушки датчика)

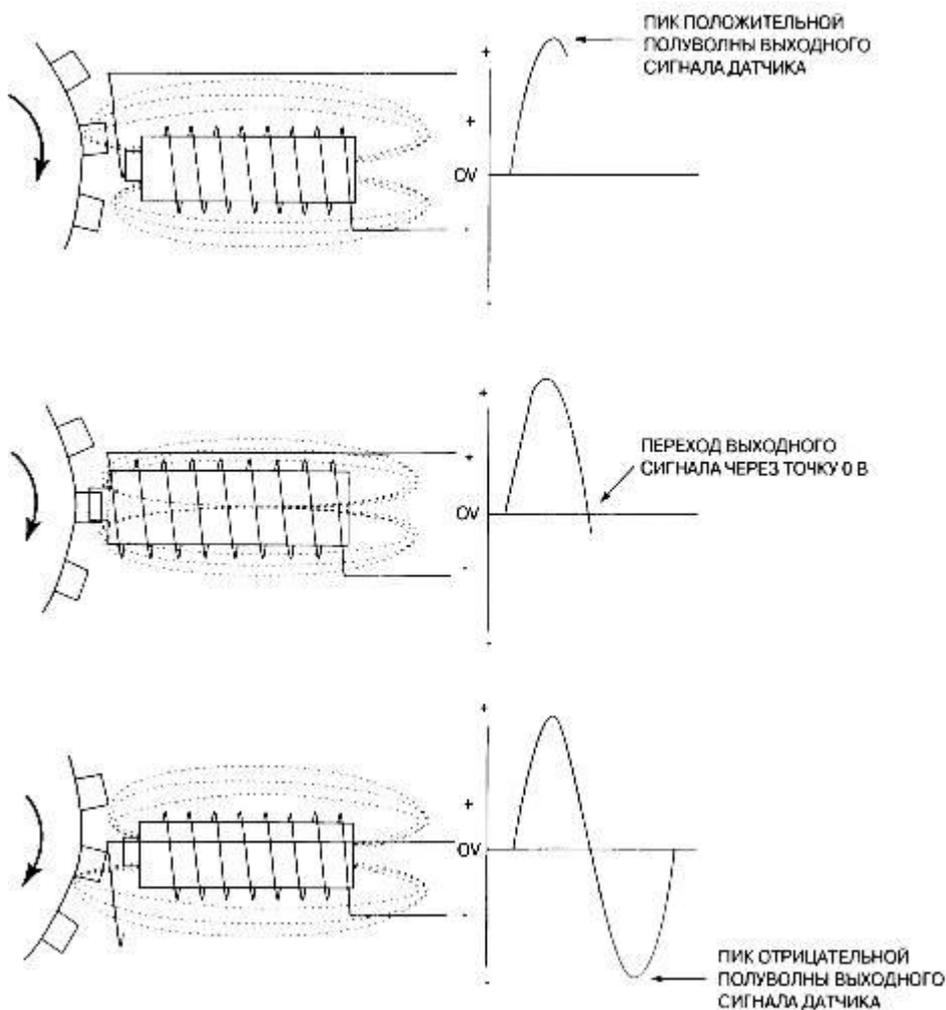
Датчик Холла

Установленные в корпусе распределителя зажигания или рядом с коленчатым валом интегральные датчики Холла формируют прямоугольный импульсный сигнал. Импульсный сигнал с выхода датчика, содержащий информацию о положении поршней и скорости вращения двигателя, поступает в модуль управления зажиганием и бортовой компьютер (рис. 5.8 и 5.9).



Рис. В интегральном датчике Холла используются металлические дисковые обтюраторы, шунтирующие силовые линии магнитного поля, экранируя от него датчик Холла, изготовленный по микроэлектронной технологии вместе со схемой усиления. Все интегральные датчики Холла формируют прямоугольные импульсы, обеспечивающие очень точную синхронизацию работы модуля управления зажиганием

Магнитоэлектрические датчики углового положения коленчатого вала



В этих датчиках сигнал формируется за счет изменения напряженности магнитного поля, окружающего катушку датчика. Этот сигнал, содержащий информацию о положении поршней и скорости вращения двигателя, поступает в модуль управления зажиганием и бортовой компьютер (рис. 5.10).

Рис. 5.10. Датчик переменного магнитного сопротивления (VRS) представляет собой катушку индуктивности, намотанную на постоянном магните. Зубцы магнитного обтюратора, закрепленного на коленчатом валу (или распределительном валу), проходя мимо катушки датчика, вызывают изменение напряженности магнитного поля, окружающего ее. Когда выступ обтюратора приближается к катушке, напряженность магнитного поля возрастает, потому что в металле концентрация силовых линий магнитного поля выше, чем в воздухе

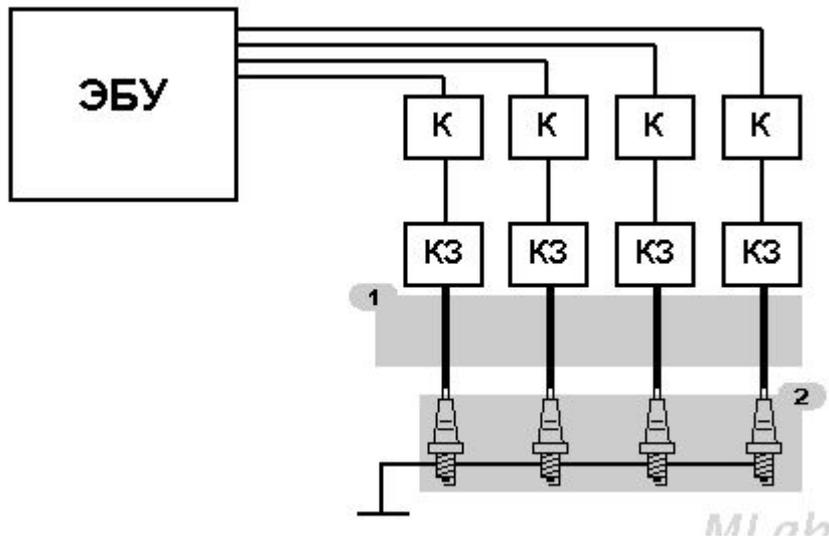
Оптические датчики

Эти датчики бортовой компьютерной системы управления двигателем изготавливаются на основе светодиода и фототранзистора. Вращающийся диск с прорезями (обтюратор) модулирует поток излучения светодиода, в результате чего на выходе фотоприемника появляется импульсный сигнал. В оптических датчиках (обычно устанавливаемых в корпусе распределителя зажигания), как правило, предусматривается два ряда прорезей, что обеспечивает формирование отдельных сигналов для опознавания цилиндров (сигнал низкого разрешения) и прецизионного измерения угла поворота ротора распределителя зажигания (сигнал высокого разрешения) (рис. 5.11).

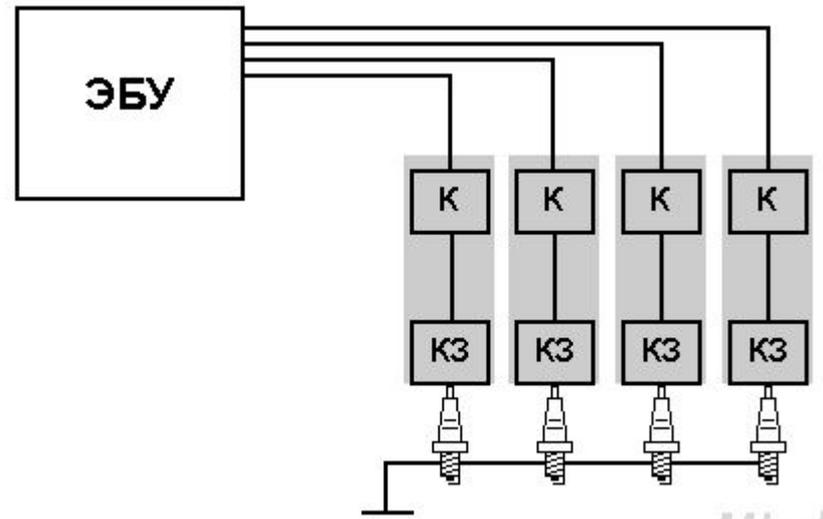
Системы зажигания со статическим распределением энергии

Данные системы имеют принципиальное отличие от выше описанных. В системах зажигания со статическим распределением энергии DLI (DistributorLess Ignition) отсутствует механический распределитель. Катушки зажигания напрямую соединены со свечами зажигания и распределение напряжения осуществляется на первичной стороне катушек зажигания. Исключается и применение элементов, которые подвержены потерям энергии в них, а также износу. Такой способ распределения напряжения применяется в двух вариантах: с одно- и двухискровыми катушками зажигания.

Системы с одноискровыми катушками зажигания



а

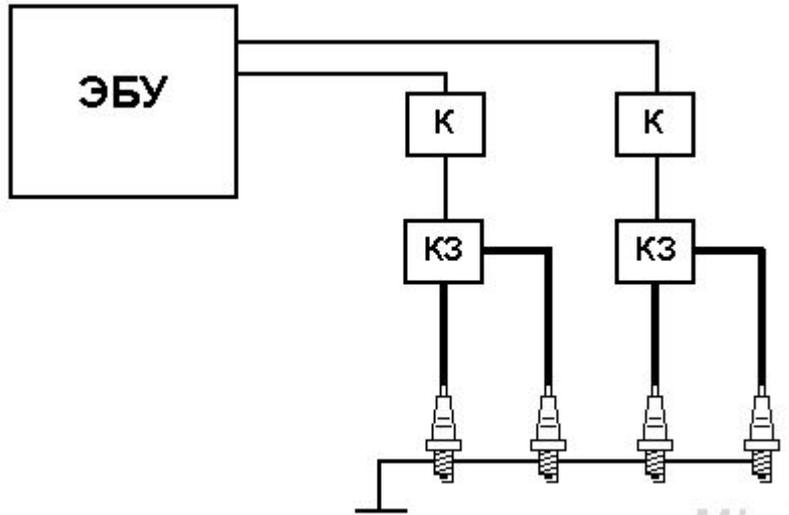


б

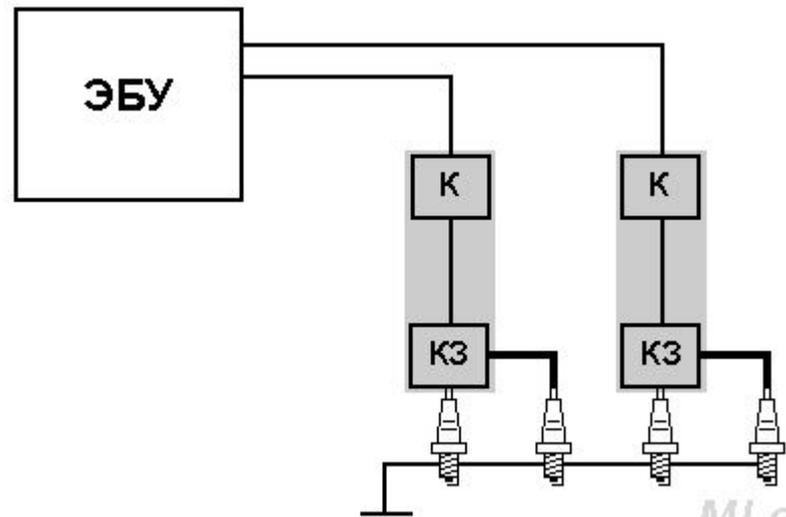
Общая схема системы независимого зажигания (а) и COP системы (Coil on Plug - "катушка на свече") (б)

1. высоковольтные провода;
2. свечи зажигания;
3. ЭБУ – электронный блок управления двигателем;
4. К – коммутатор;
5. КЗ – катушка зажигания.

Системы с двухискровыми катушками зажигания



Общая схема системы
DIS



Общая схема системы
"DIS-COP"

Спасибо за внимание, лекция 4
окончена!

Лекция 5.

Электронные системы
управления двигателем

История развития систем впрыска

До 1993 г. – стандарты, в которые укладывались карбюраторные двигатели

Факторы: борьба с вредными выбросами; нефтяные кризисы

В 1993 г. - Евро-1 (цифра 1 символизирует первый шаг на пути к экологически чистым двигателям): нормирование NO_x, СН и СО, ограничение по испарениям топлива (в течение первых 80 000 км пробега).

Следствие: использование каталитического нейтрализатора. **Но:** топливо должно подаваться в цилиндр в строгой пропорции с воздухом (так называемый стехиометрический состав смеси). **Поэтому:** эл. карбюратор, эл. впрыск, система улавливания паров бензина

В 1996 году в Европе вступил в силу новый стандарт токсичности — Евро-2.

Следствие: система с распределенным впрыском топлива.

Следующий шаг — Евро-3 — был сделан в 2000 году. **Требование:** наличие контроллера проверки правильности работы системы и информирование водителя о неисправностях.

В 2005 году все автопроизводители Европы начинают выпуск автомобилей, удовлетворяющих нормам Евро-4

В настоящее время в Европе действуют еще более жесткие экологические нормы Евро-5.

Требования Евро-4

- совершенствуются алгоритмы управления двигателем, нейтрализатор переносится ближе к двигателю или снабжается специальным подогревателем;
- используется система рециркуляции отработавших газов;
- добавляется система подачи вторичного воздуха;
- увеличивается число клапанов на цилиндр;
- впускные трубы становятся изменяемой длины;
- фазы газораспределения меняются в зависимости от режима работы двигателя;
- впрыск топлива осуществляется непосредственно в цилиндр;
- намечается тенденция к переходу на комбинированные силовые установки;
- ведущие автогиганты проводят активные работы в области альтернативных источников энергии.

Основные принципы управления двигателем

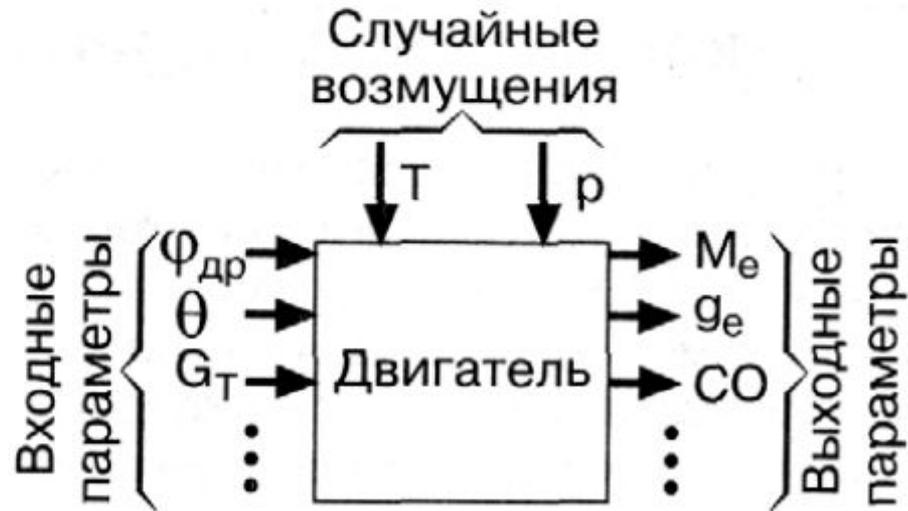
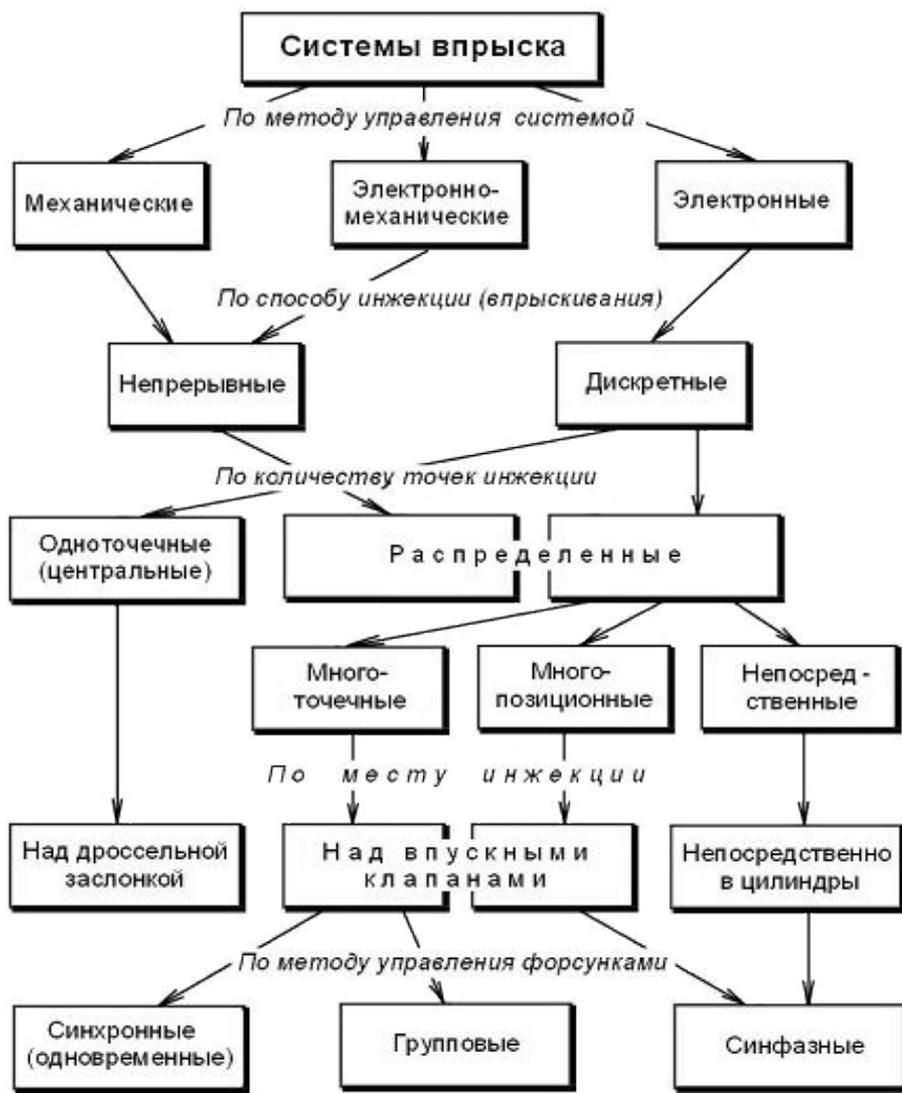


Рисунок. Схема двигателя как объекта автоматического управления

Электронные системы впрыскивания бензина

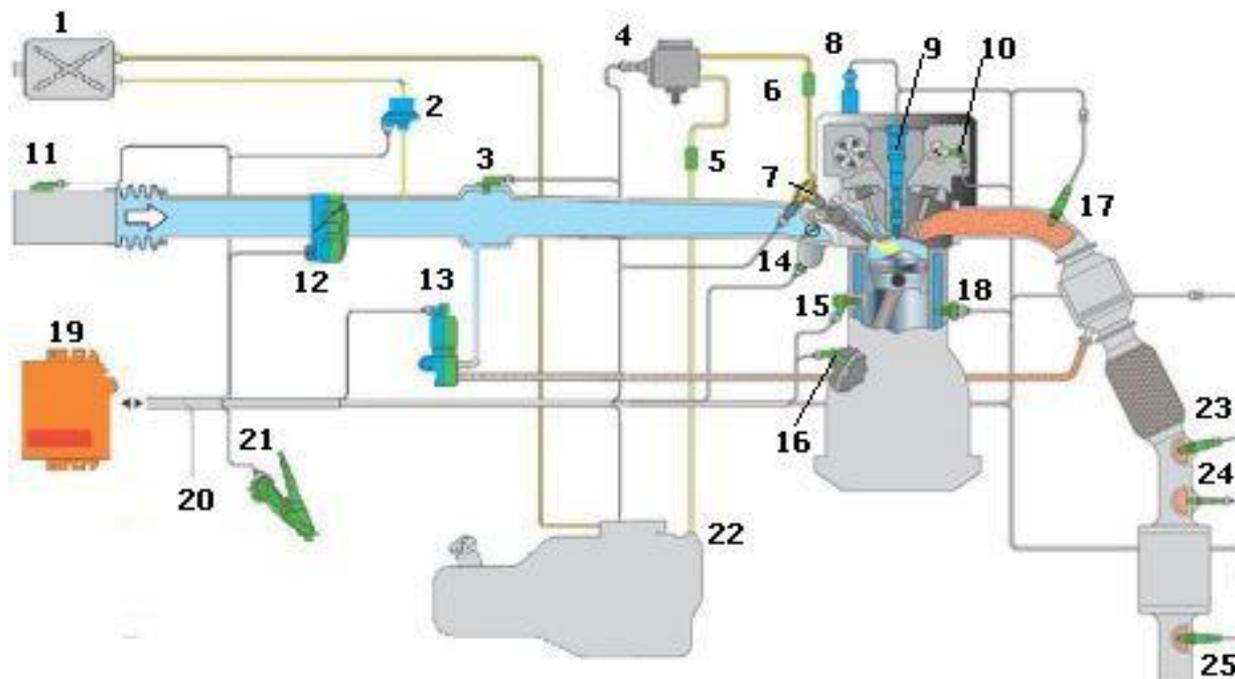
Классификация систем впрыскивания топлива



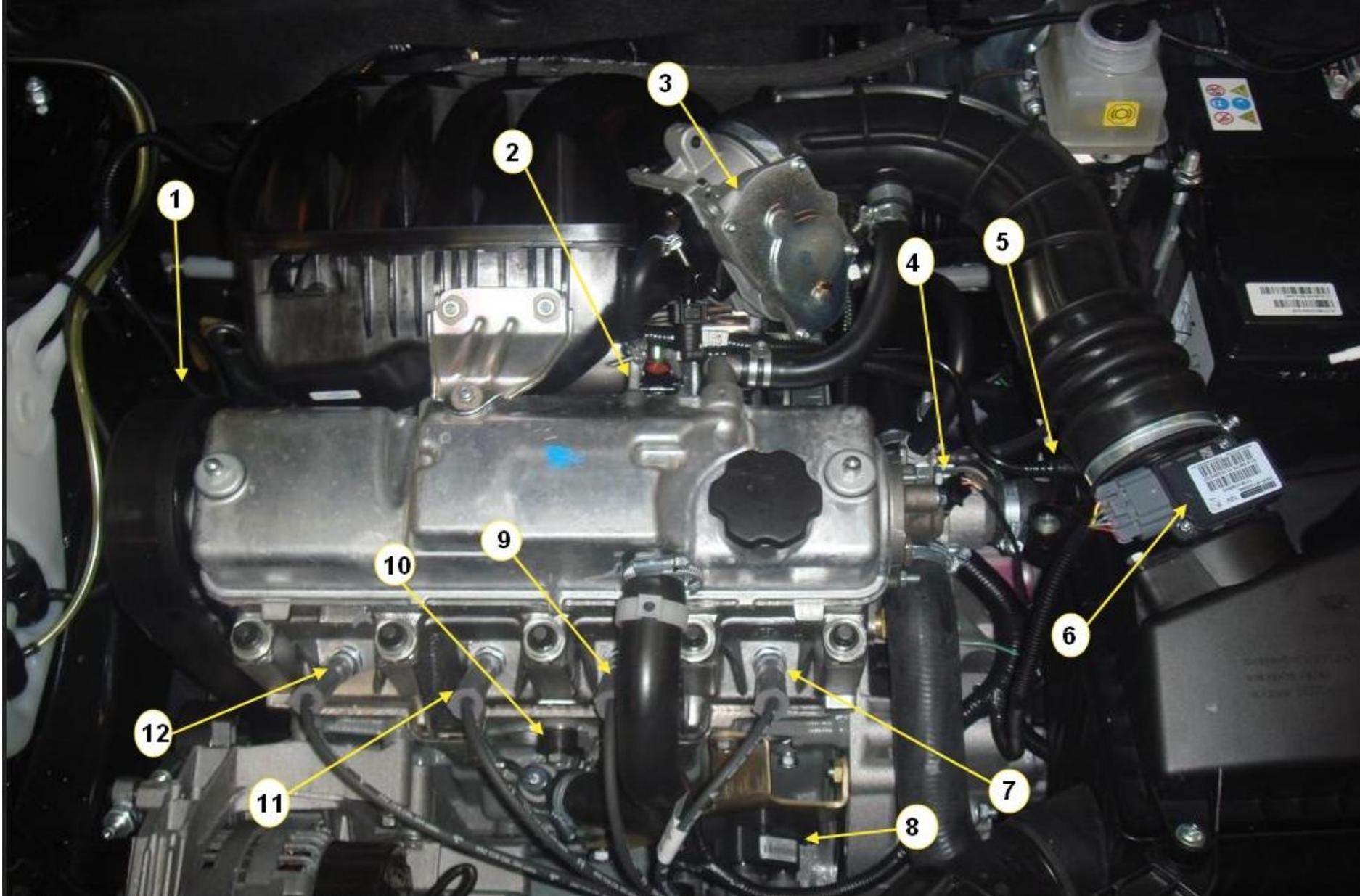
При распределенном впрыскивании топливо подается в зону впускных клапанов каждого цилиндра группами форсунок без согласования момента впрыскивания с процессами впуска в каждый цилиндр (несогласованное впрыскивание) или каждой форсункой в определенный момент времени, согласованный с открытием соответствующих впускных клапанов цилиндров (согласованное впрыскивание). Системы распределенного впрыскивания топлива позволяют повысить приемистость автомобиля, надежность пуска, ускорить прогрев и увеличить мощность двигателя.

Рис. 7.12. Классификация способов впрыскивания топлива

Схема системы управления двигателем



1. адсорбер
2. запорный клапан системы улавливания паров бензина
3. датчик давления во впускном коллекторе
4. топливный насос высокого давления
5. датчик давления топлива в контуре низкого давления
6. датчик давления топлива в контуре высокого давления
7. форсунка впрыска
8. клапан регулирования фаз газораспределения
9. катушка зажигания
10. датчик Холла
11. датчик температуры воздуха на впуске
12. блок управления дроссельной заслонкой с датчиком положения
13. управляющий клапан системы рециркуляции отработавших
15. датчик детонации
16. датчик частоты вращения коленчатого вала
17. кислородный датчик
18. датчик температуры охлаждающей жидкости
19. блок управления
20. диагностический интерфейс
21. датчик положения педали акселератора
22. топливный насос
23. кислородный датчик
24. датчик температуры отработавших газов
25. датчик оксидов азота



Расположение элементов системы управления двигателем в моторном отсеке: 1 — место установки датчика положения коленчатого вала; 2 — топливная форсунка третьего цилиндра (на фото не видны форсунки других цилиндров); 3 — дроссельный узел; 4 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 5 — клапан продувки адсорбера; 6 — датчик массового расхода воздуха; 7 — свеча зажигания четвертого цилиндра; 8 — катушка зажигания и высоковольтные провода; 9 — свеча зажигания третьего цилиндра; 10 — датчик детонации; 11 — свеча зажигания второго цилиндра; 12 — свеча зажигания первого цилиндра.

Электронные системы впрыска «L – Jetronic»

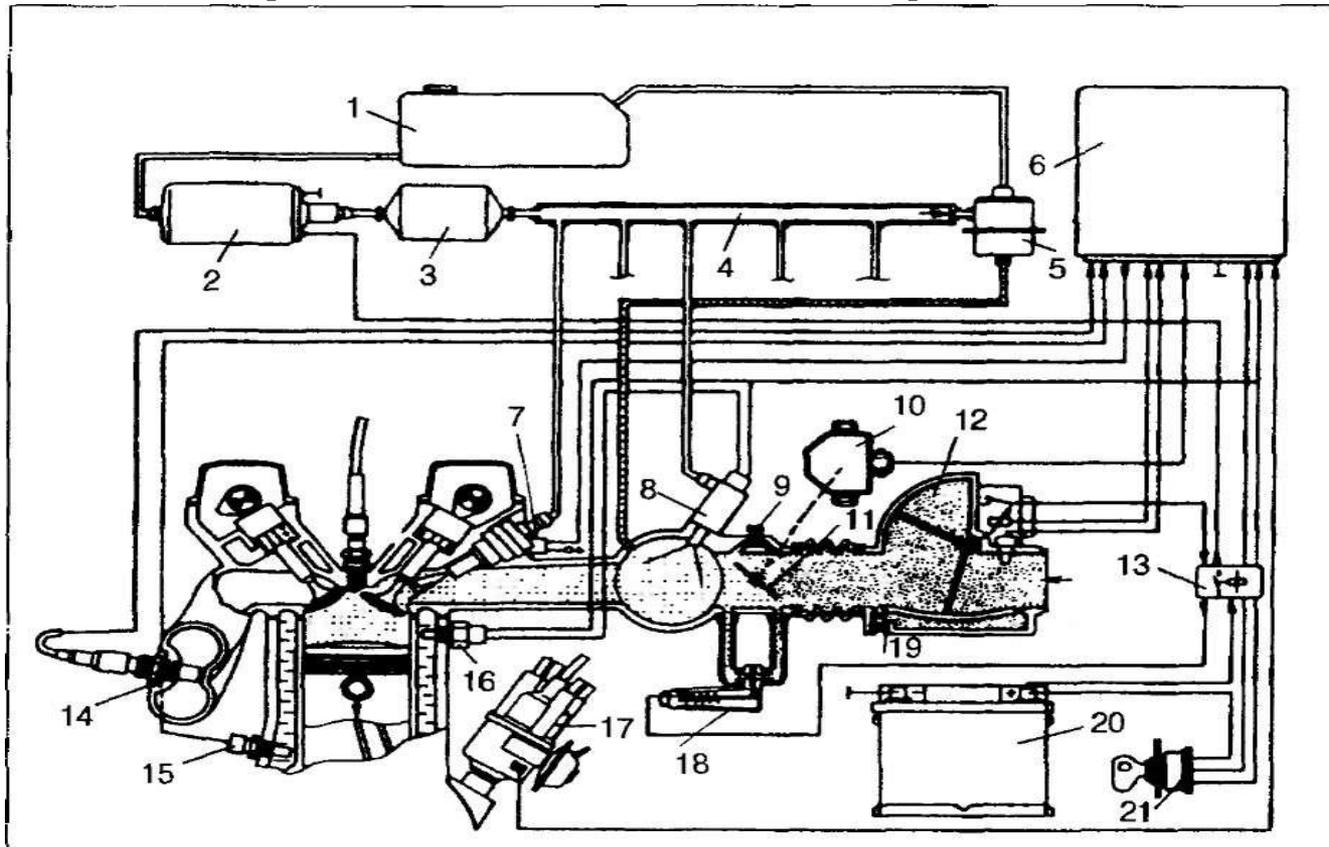


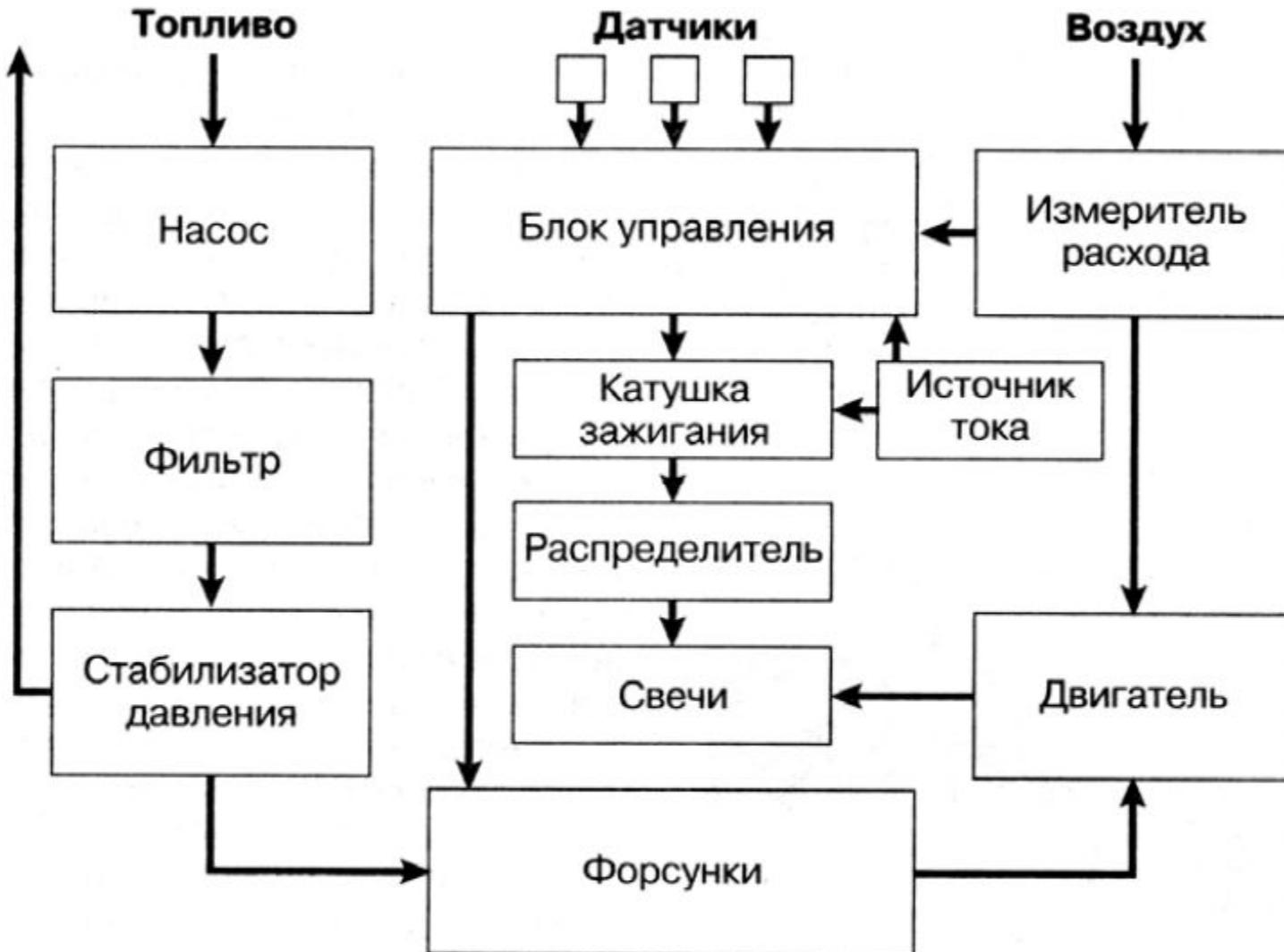
Рис. Система впрыскивания топлива «L-Jetronic»:

1 - топливный бак; 2 - насос; 3 - фильтр; 4 - топливный коллектор; 5 - стабилизатор перепада давления; 6 - блок управления; 7 - форсунка с электромагнитным управлением; 8 - пусковая форсунка; 9 - винт регулирования частоты вращения вала на холостом ходу; 10 - датчик положения дроссельной заслонки; 11 - дроссельная заслонка; 12 - измеритель расхода воздуха, 13 - реле; 14 - датчик кислорода; 15, 16, 17 - датчики; 18 - регулятор расхода воздуха на холостом ходу; 19 - винт измерителя расхода воздуха; 20 - аккумуляторная батарея; 21 - выключатель зажигания и системы впрыскивания

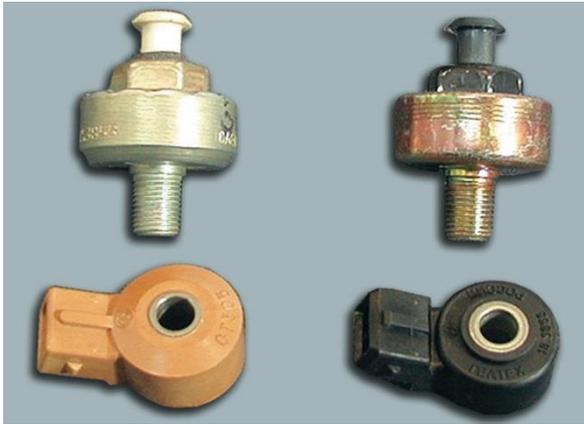
Система Motronic

- В настоящее время система Motronic представлена следующими основными видами:
- Mono-Motronic – система центральной подачи топлива;
- MED-Motronic – система непосредственной подачи топлива;
- KE-Motronic – система распределенной подачи топлива;
- M-Motronic – система импульсной подачи топлива;
- ME-Motronic – более совершенная версия системы M-Motronic, оснащенная дроссельной заслонкой с электрическим типом управления.
- При этом можно сказать, что все вышеописанные виды [систем впрыска топлива](#) разработаны на основе системы Jetronic.

Структурная схема системы впрыскивания топлива с программным управлением



Датчики входные



Датчик детонации



Датчик температуры охлаждающей жидкости



Датчик массового расхода воздуха



CO-



Датчик скорости автомобиля



Датчик концентрации



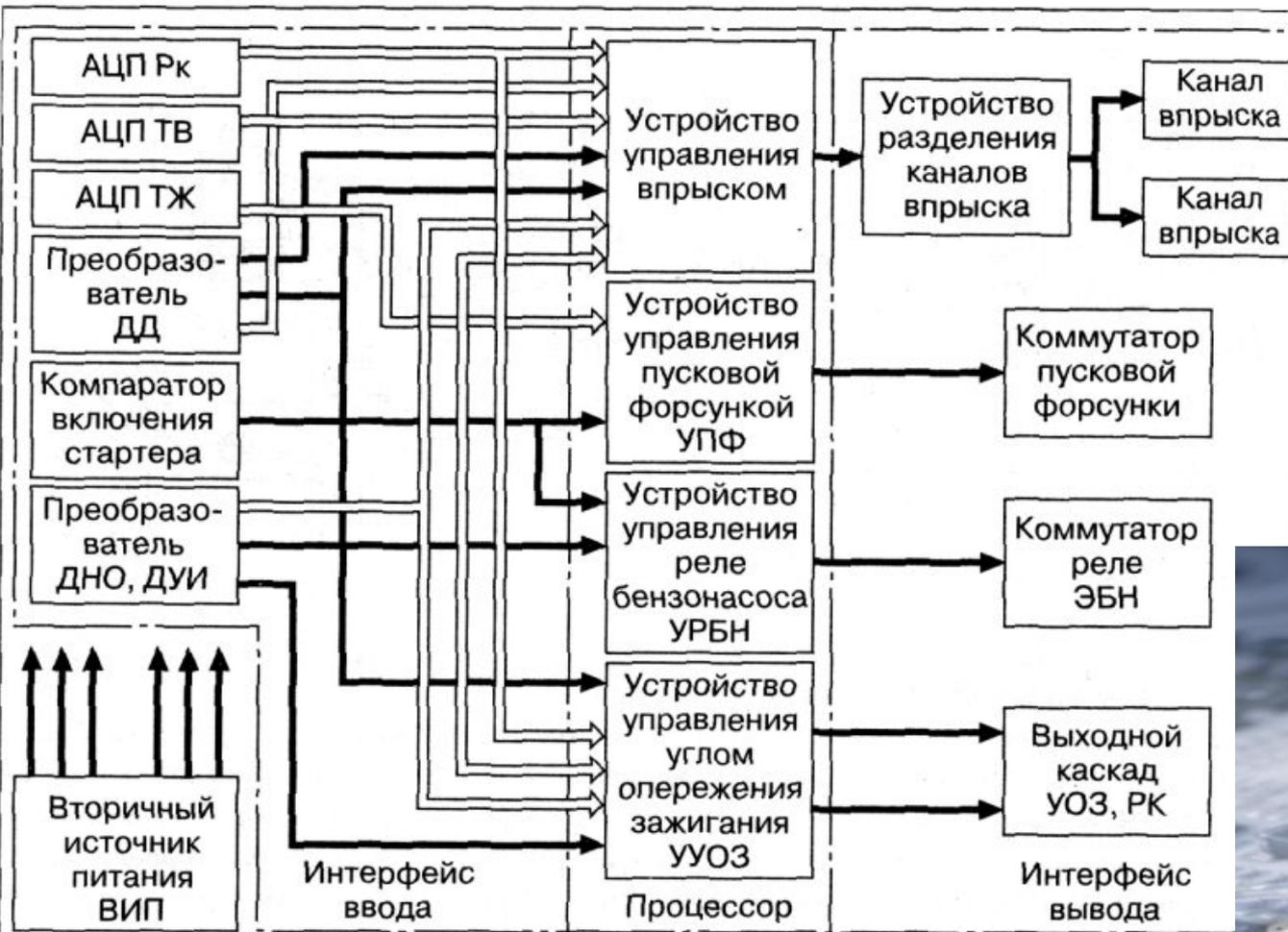
Датчик положения коленчатого вала



Датчик положения дроссельной заслонки

Блок управления

Блок принимает сигналы, которые поступают от датчиков входа, и преобразовывает их в четкие команды для механизмов исполнения.



Механизмы исполнения

Исполнительные механизмы в системе впрыска Motronic представлены следующими элементами:

- топливными форсунками;
- катушками зажигания;
- электрическим приводом топливного насоса;
- клапанами в выхлопной системе и системе газораспределения.

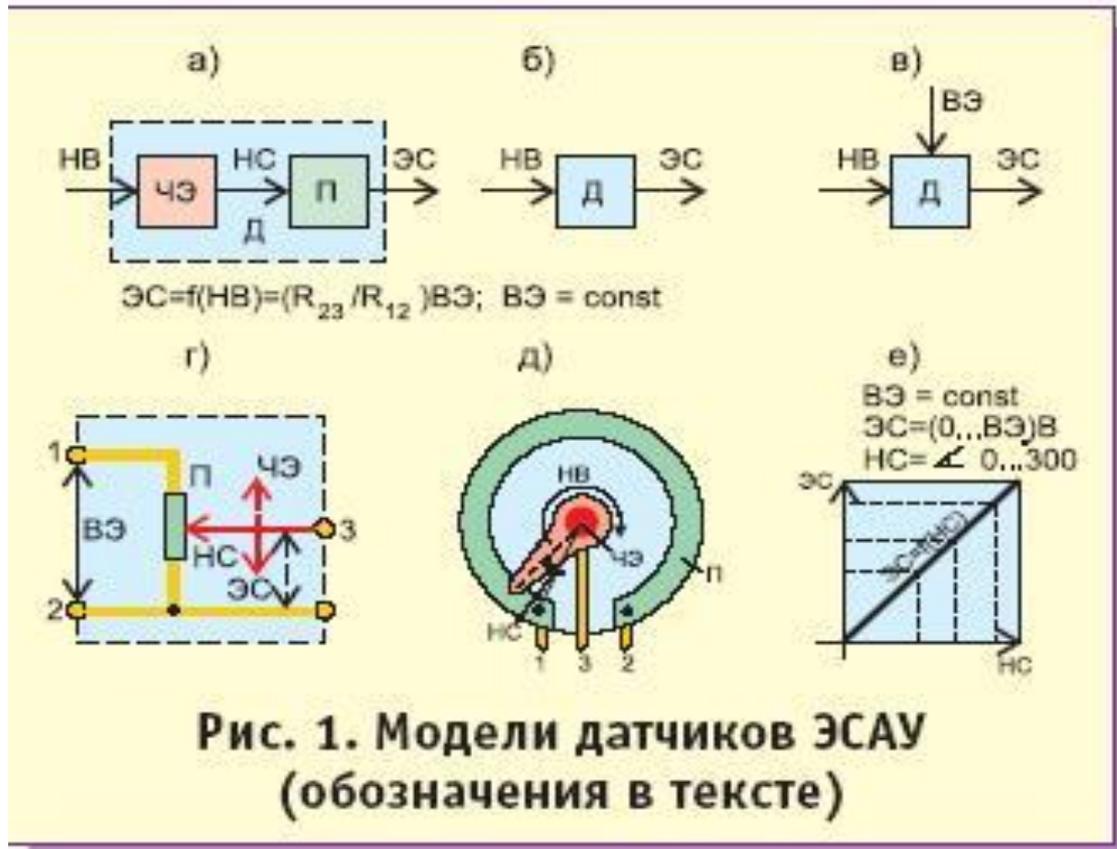


Лекция 6.

Датчики электронных систем
управления двигателем

- http://altay-krylov.ru/ch_datchik_el_sist.html
- <http://myauto.jofo.ru/284997.html>
- <http://myauto.jofo.ru/311886.html>
- http://autorambler.ru/bz/remont/211_electrics_10/

Обобщенные (структурные) схемы датчиков



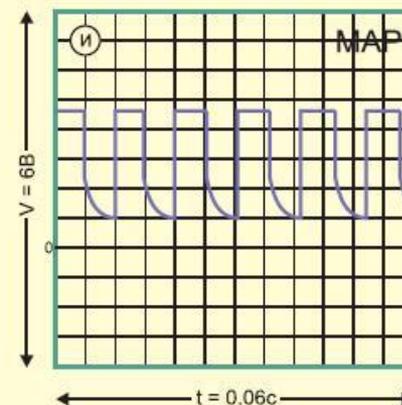
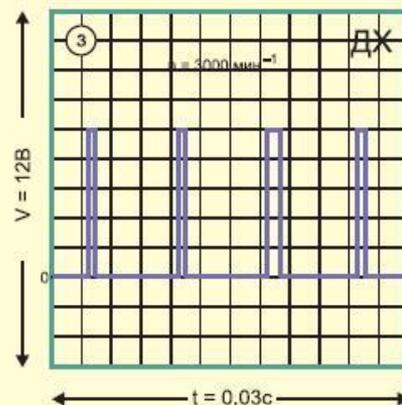
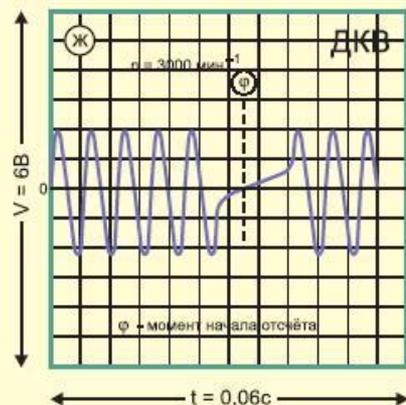
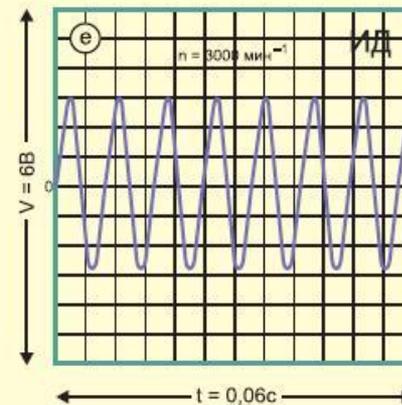
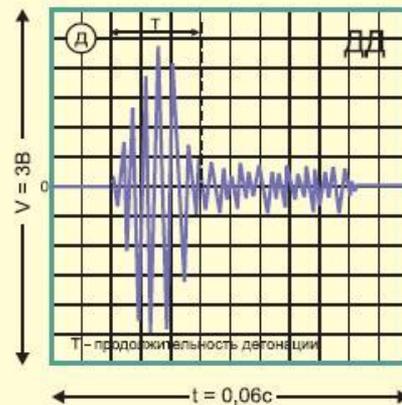
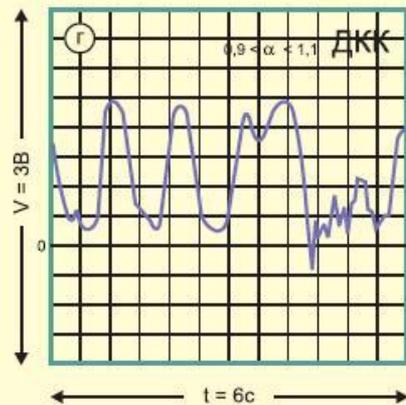
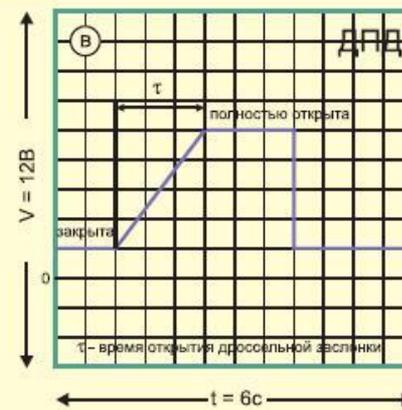
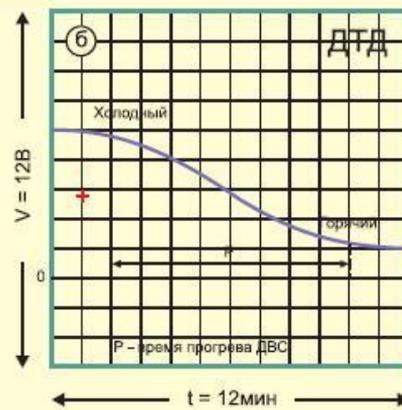
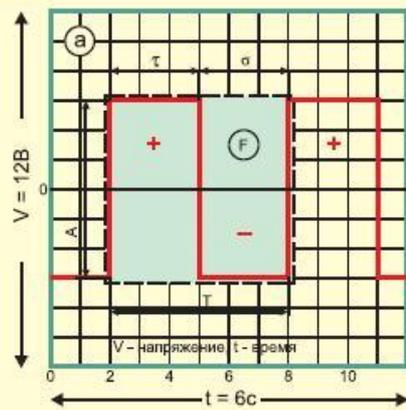


Рис. 2. Образцовые осциллографические формы (печатные шаблоны) сигналов датчиков ЭСАУ-Д:
 а — осциллографическое отображение параметров электрического сигнала (А — амплитуда, Т — период повторения, F — вид сигнала)

1. Датчики угла поворота



Рис. Датчик положения дроссельной заслонки

Измерители расхода воздуха

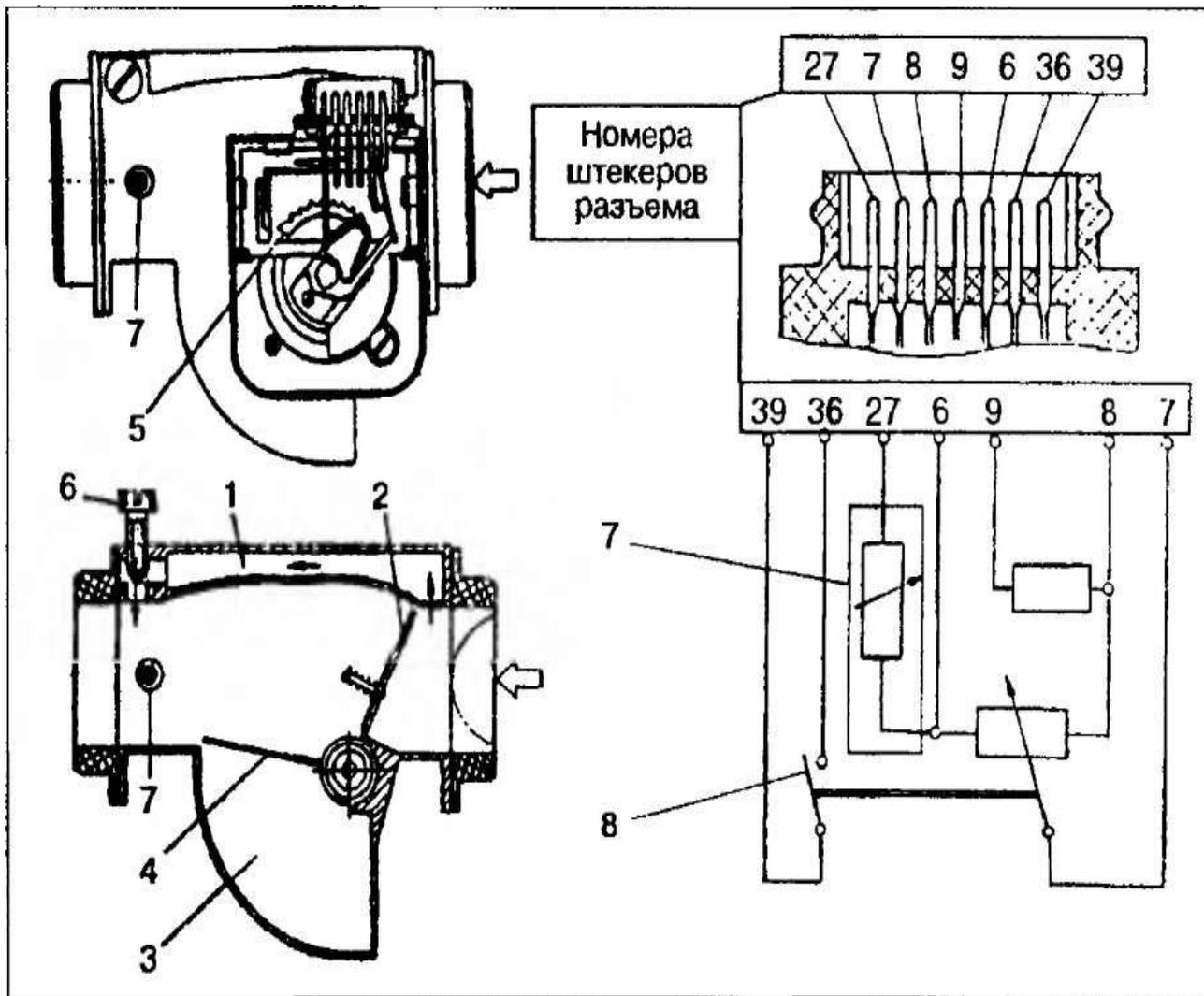
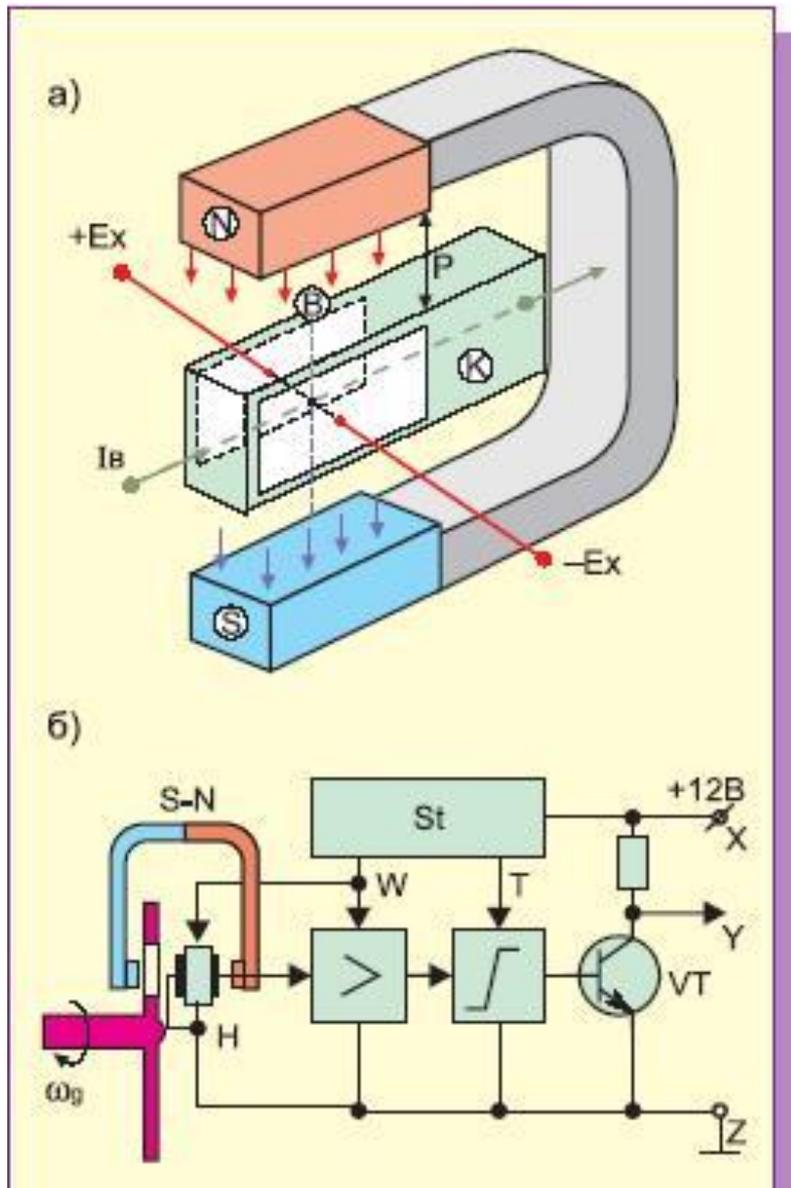


Рис. 7.31. Измеритель расхода воздуха с датчиком температуры: 7 - байпасный канал; 2 - измерительная заслонка; 3 - демпферная камера; 4 - пластина демпфера; 5 - потенциометр; 6 - винт качества (состава) смеси в режиме холостого хода; 7 - датчик температуры; 8 - контакт топливного насоса

2. Датчики Холла



Эффект Холла



3. Пьезоэлектрические датчики

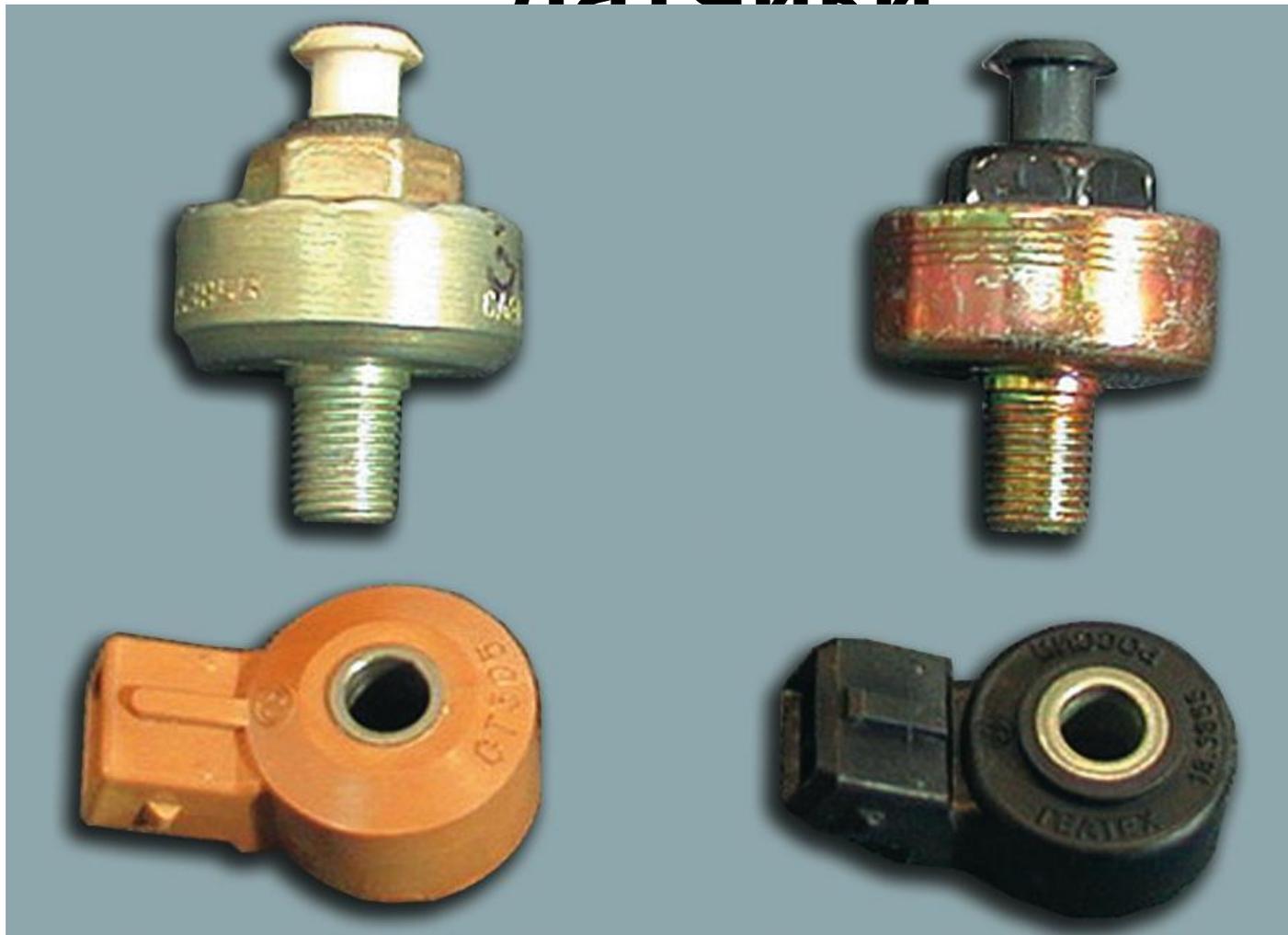


Рис. Датчик детонации

Пьезоэлектрические датчики

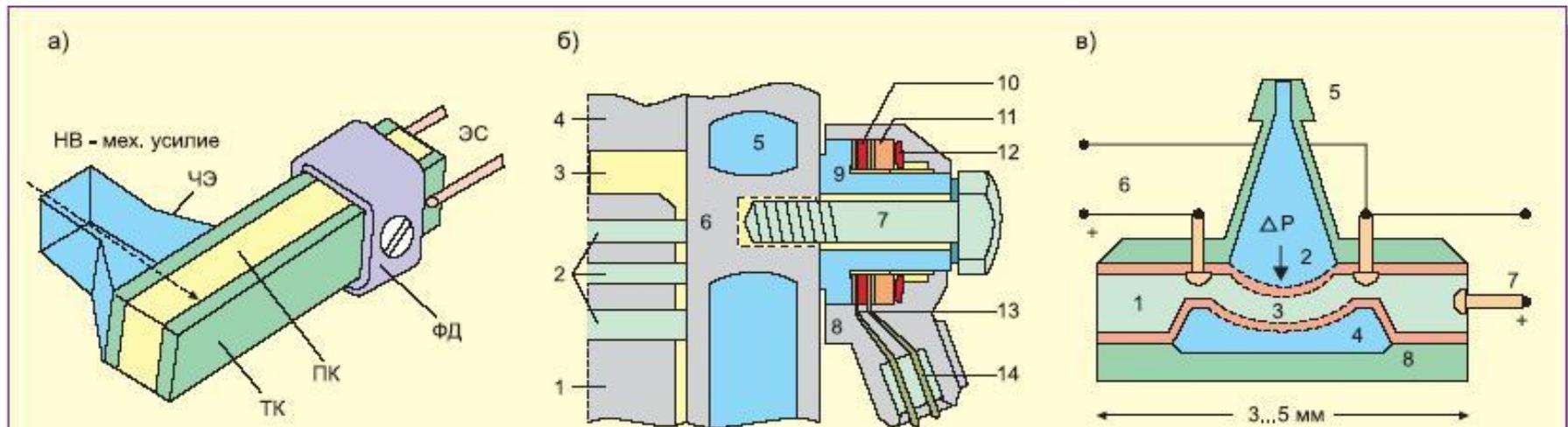


Рис. 4. Пьезоэлектрические датчики:

а — модель пьезодатчика (обозначения в тексте); б — конструкция датчика детонации: 1 — поршень ДВС; 2 — поршневые кольца; 3 — камера сгорания; 4 — головка блока; 5 — охлаждение блока; 6 — блок цилиндров; 7 — натяжной болт; 8 — корпус датчика; 9 — прижимная втулка; 10 — пьезоэлемент датчика; 11 — гравитационная (инерционная) масса; 12 — упругая шайба; 13 — контактные кольца; 14 — электрические контакты; в — устройство датчика МАП абсолютного давления (разрежения): 1 — силиконовый полупроводниковый резистивный мост; 2 — вакуумная камера; 3 — силиконовая пластина-диафрагма; 4 — вакуумная герметичная полость; 5 — корпус датчика со штуцером; 6 — входные клеммы; 7 — выходные клеммы; 8 — подложка из тугоплавкого стекла

4. Индуктивные датчики



Датчик положения коленчатого
вала

Индуктивные датчики

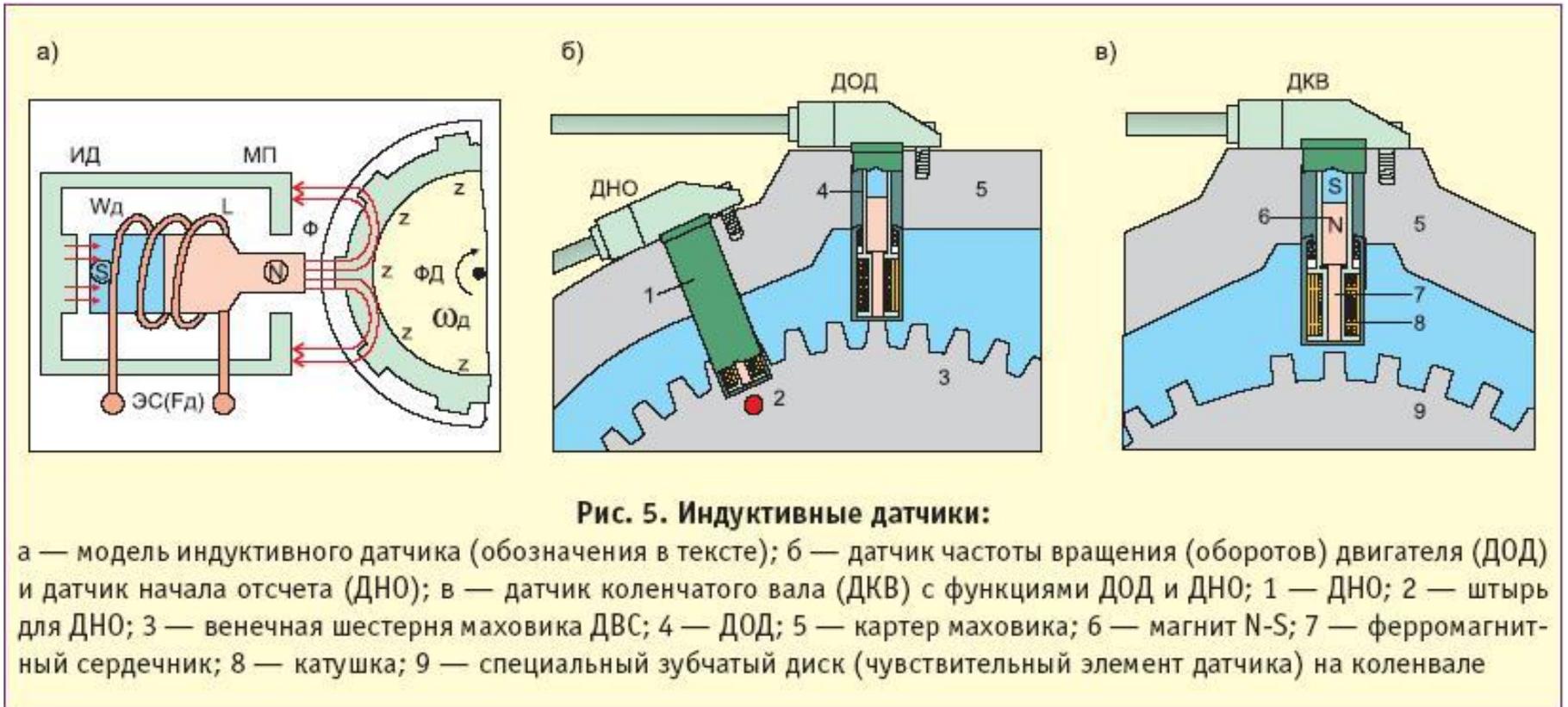


Рис. 5. Индуктивные датчики:

а — модель индуктивного датчика (обозначения в тексте); б — датчик частоты вращения (оборотов) двигателя (ДОД) и датчик начала отсчета (ДНО); в — датчик коленчатого вала (ДКВ) с функциями ДОД и ДНО; 1 — ДНО; 2 — штырь для ДНО; 3 — венечная шестерня маховика ДВС; 4 — ДОД; 5 — картер маховика; 6 — магнит N-S; 7 — ферромагнитный сердечник; 8 — катушка; 9 — специальный зубчатый диск (чувствительный элемент датчика) на коленвале

Датчики давления

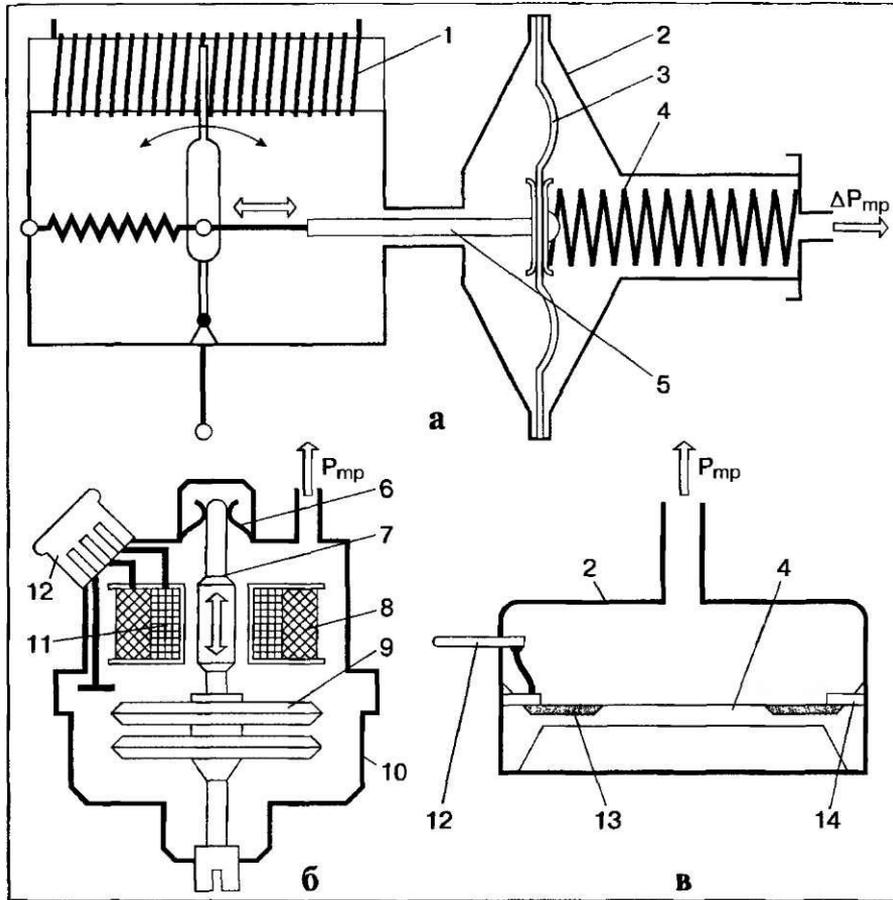


Рис. 7.35. Датчики давления:

а - с мембранным чувствительным элементом; б - бесконтактный индуктивный; в - интегральный с полупроводниковыми тензoeлементами; 1 - потенциометр; 2 - корпус мембранного механизма; 3 - мембрана; 4 - калиброванная пружина; 5 - шток; 6 - амортизатор; 7 - стальной сердечник; 8 - первичная обмотка; 9 - мембранная камера; 10- корпус; 11 — вторичная обмотка; 12 - электрические контакты; 13 - полупроводниковый тензорезистор; 14 - контактная площадка

Датчикам давления с мембранным чувствительным элементом 3 (рис. 7.35, а) присущи существенные недостатки: наличие механических элементов и сравнительно большое число звеньев в цепи передачи информации, что отрицательно сказывается на точности и надежности измерительной системы. В бесконтактных индуктивных датчиках при перемещении чувствительного элемента - мембранной камеры 9 (рис. 7.35, б) изменяется воздушный зазор в магнитопроводе, магнитное сопротивление магнитопровода и индуктивность катушки. Катушка включена в измерительный мост. При разбалансировке моста появляется электрический сигнал, поступающий в блок управления.

Применение микроэлектронной технологии позволило перейти к полностью статическим конструкциям датчиков. На рис. 7.35, в, показан интегральный датчик давления с полупроводниковыми тензoeлементами.

5. Датчики концентрации кислорода



Видео – каталитический нейтрализатор

Соотношение, при котором топливо максимально полно и эффективно сгорает, называется стехиометрическим и составляет оно 14,7:1.

Датчик кислорода (лямбда зонд) - это своеобразный переключатель (триггер), сообщающий контроллеру впрыска о качественной концентрации кислорода в отработавших газах. Контроллер принимает сигнал с ЛЗ, сравнивает его с значением, прошитым в его памяти и, если сигнал отличается от оптимального для текущего режима, корректирует длительность впрыска топлива в ту или иную сторону. Таким образом осуществляется обратная связь с контроллером впрыска и точная подстройка режимов работы двигателя под текущую ситуацию с достижением максимальной экономии топлива и минимизацией вредных выбросов.

Датчики концентрации кислорода

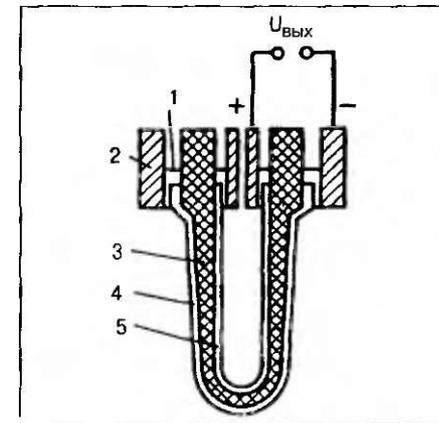
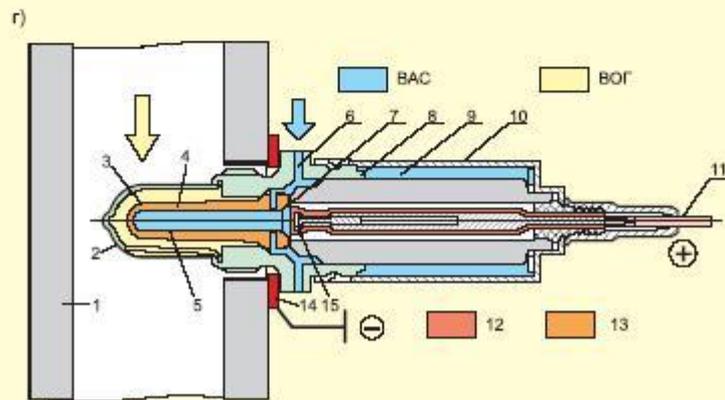
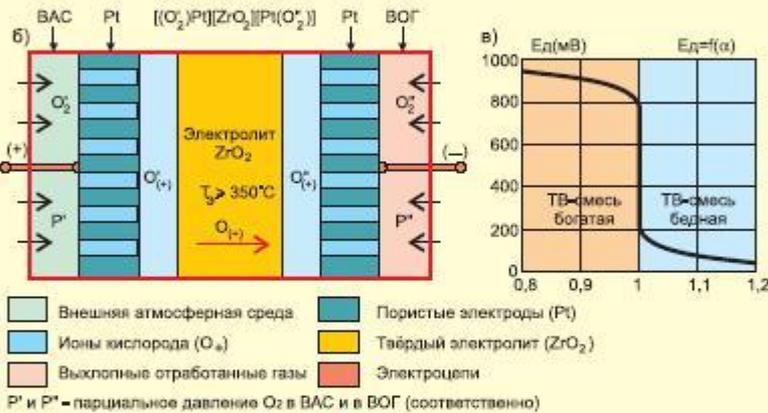
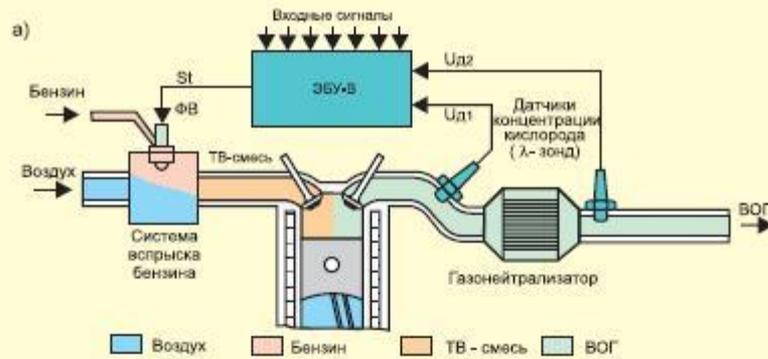


Рис. Схема циркониевого датчика кислорода л-зонда):

1 - электропроводное уплотнение; 2 - корпус; 3 - твердый электролит; 4,5- внешний и внутренний электроды

Рис. 6. Датчик концентрации кислорода (ДКК):

а — назначение ; б, в — принцип действия; г — устройство

Причины неисправности датчика

- да плохой бензин, свинец, железо забивают платиновые электроды за несколько "удачных" заправок.
- масло в выхлопной трубе - Плохое состояние маслосъемных колец
 - попадание на нее моющих жидкостей и растворителей
 - "хлопки" в выпуске разрушающие хрупкую керамику
 - удары
 - перегрев его корпуса из-за неправильно установленного угла опережения зажигания, сильно переобогащенной топливной смеси.
 - Попадание на керамический наконечник датчика любых эксплуатационных жидкостей, растворителей, моющих средств, антифриза
 - обогащенная топливно-воздушная смесь, сбои в системе зажигания, хлопки в глушителе
 - Использование при установке датчика герметиков, вулканизирующихся при комнатной температуре или содержащих в своем составе силикон
 - Многократные (неудачные) попытки запуска двигателя через небольшие промежутки времени, что приводит к накоплению несгоревшего топлива в выпускном трубопроводе, которое может

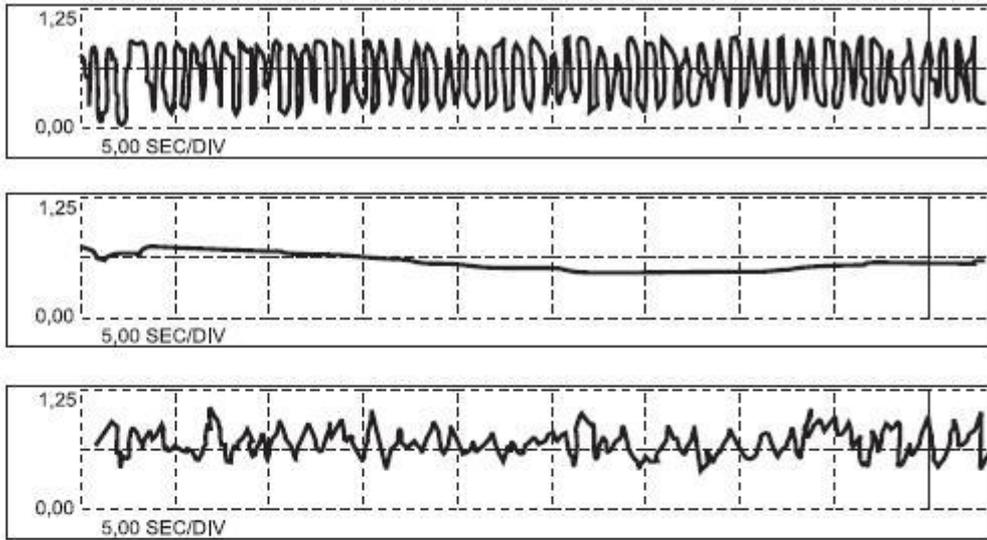


Рис. 9. Сигнал первого датчика кислорода на входе каталитического нейтрализатора (вверху), сигнал второго датчика кислорода на выходе эффективного (исправного) каталитического нейтрализатора (в середине) и сигнал второго датчика кислорода на выходе неэффективного (засоренного) каталитического нейтрализатора (внизу)



Рис. 10. Влияние различных факторов на характеристики датчика кислорода

6. Датчики температуры



Датчик температуры охлаждающей жидкости

Датчики температуры

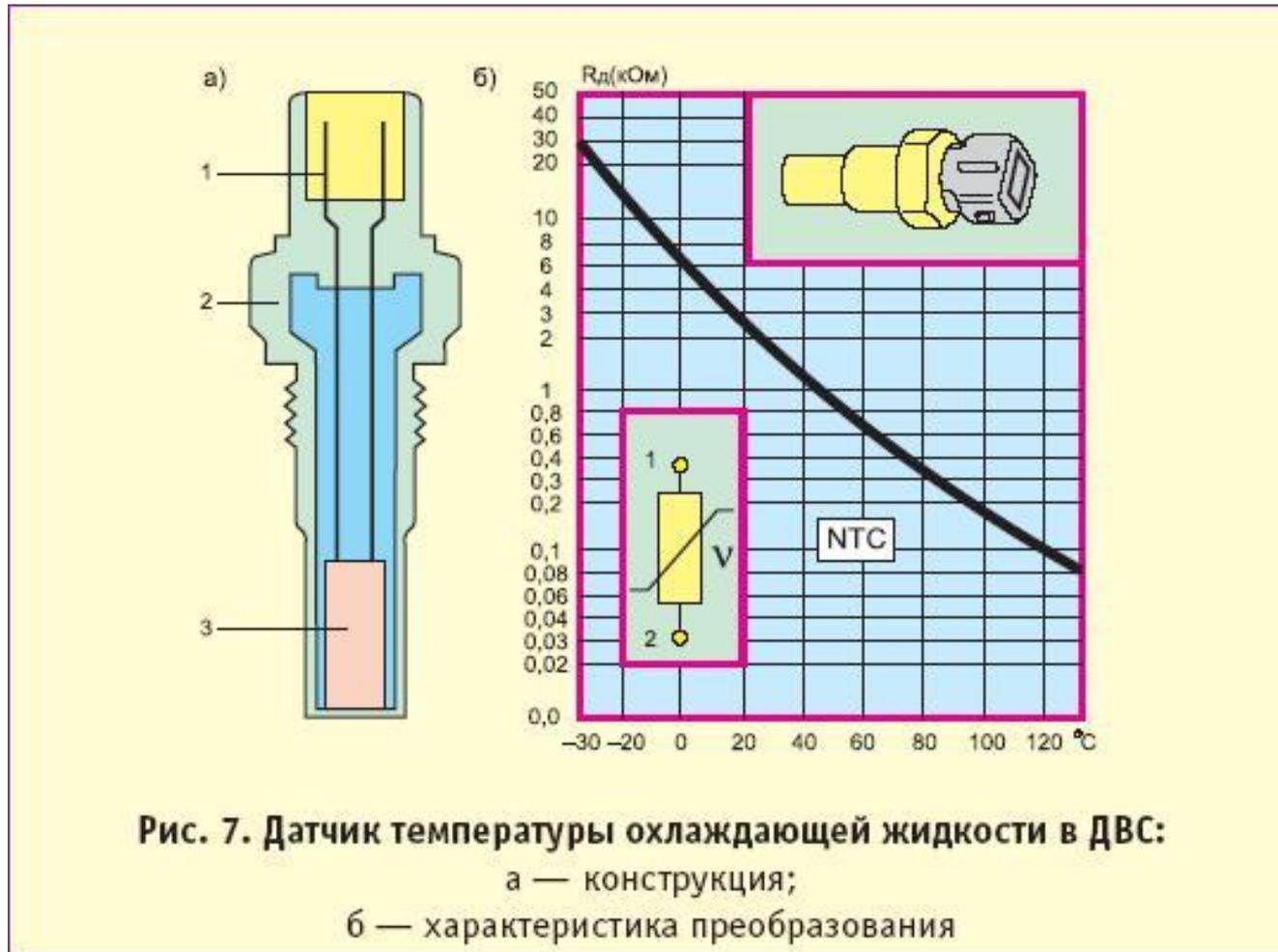


Рис. 7. Датчик температуры охлаждающей жидкости в ДВС:

а — конструкция;

б — характеристика преобразования

Электромагнитные форсунки

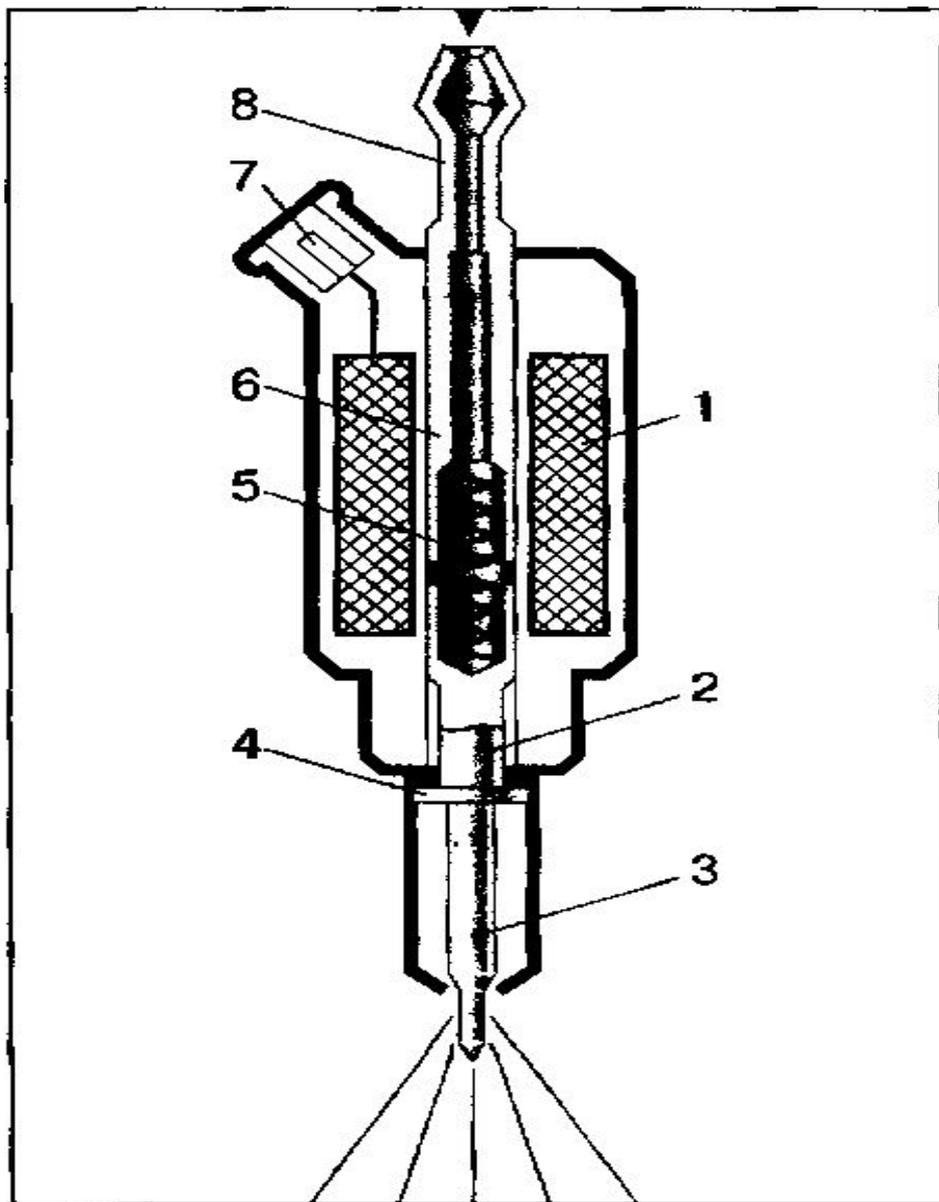


Рис. 7.42.

**Конструктивная схема
электромагнитной
форсунки:**

1 - обмотка
электромагнита; 2 -
якорь; 3 - запирающий
элемент; 4 - упор; 5 -
пружина; 6 - маг
нитопровод; 7 - выходные
контакты; 8 - штуцер
для топлива

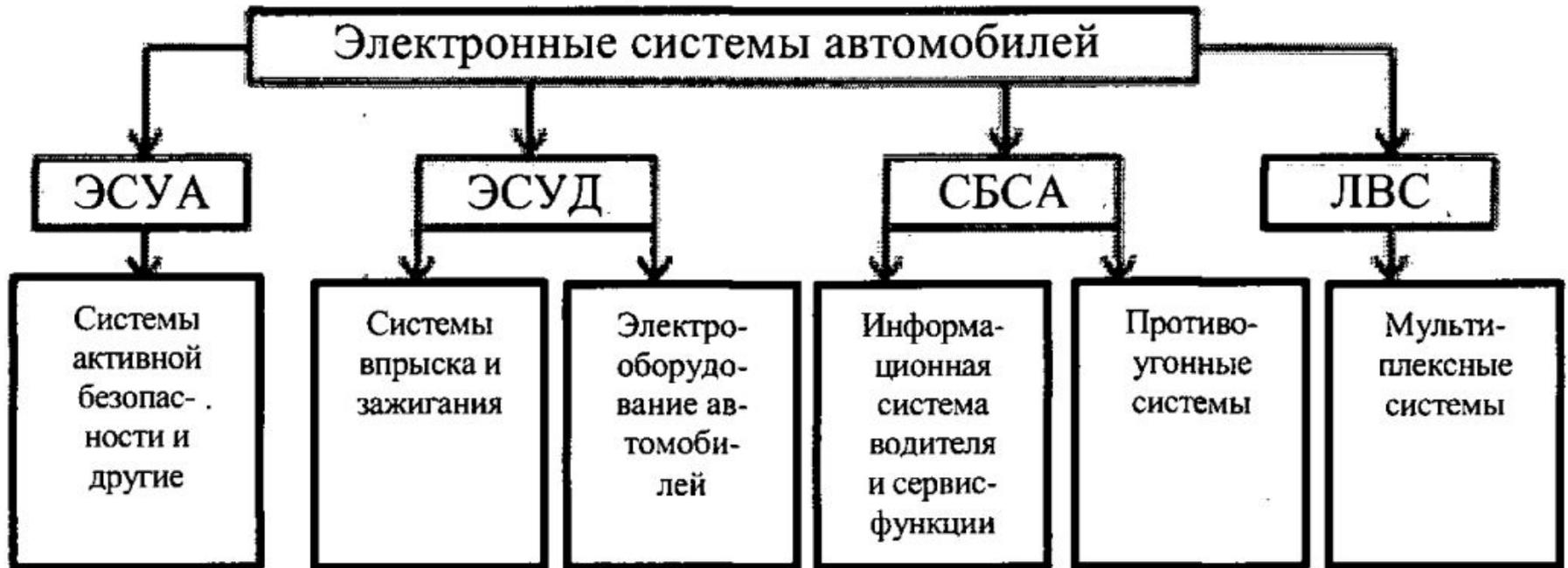
Лекция 7.

Электронные системы
автомобиля

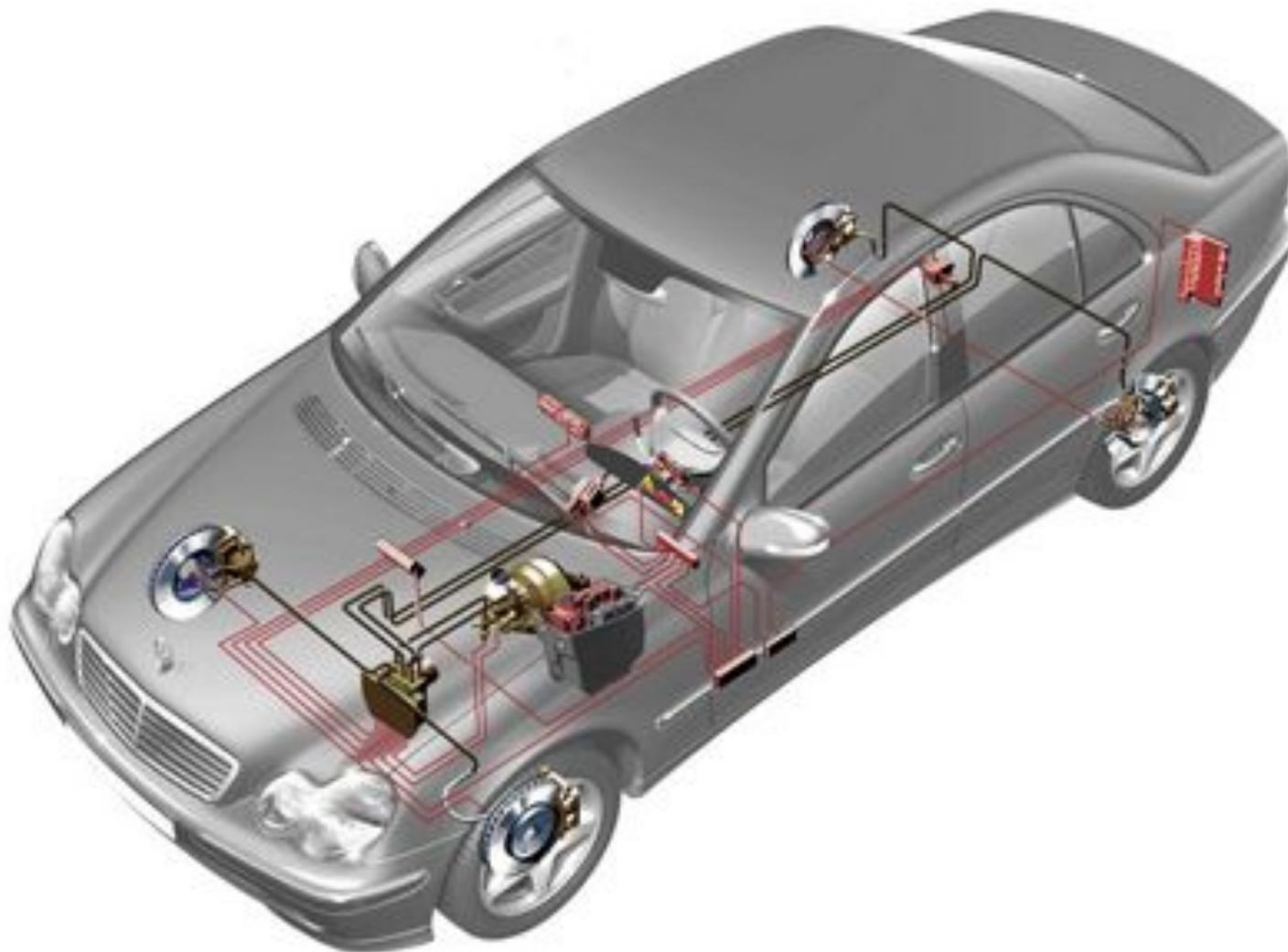
ИСТОЧНИКИ

- http://www.autobrestkvn.narod.ru/el_brake.htm
- https://auto.mail.ru/article/41866-kak_uctroe_na_i_rabotaet_abs/
- http://www.zr.ru/content/articles/556934-izuchajem_abs_poslednij_shans/
- http://fastmb.ru/auto_shem/182-sistema-kursovoy-ustoychivosti.html

Классификация электронных систем автомобилей



Антиблокировочная система



Краткая история возникновения и развития ABS

- 1920-е - первые ABS предназначались для установки на шасси самолётов
- 1936 - патент Bosch на «механизм, предотвращающий блокировку колес моторных транспортных средств»
- 1964 - инженер Гейнц Либер разработал фундаментальные основы таких систем
- 1970 профессор Ханс Шеренберг, один из высших управляющих Daimler-Benz, объявил о создании первых работоспособных образцов антиблокировочной системы
- 1978 - легковые автомобили стали оборудоваться системой ABS от Bosch - первыми были автомобили Mercedes-Benz S-класса
- С 1 октября 1992 года антиблокировочные системы входят в стандартную комплектацию всех автомобилей Mercedes, а вскоре после этого – BMW 7-ой серии.
- 2008 - системой комплектуется уже 75% всех автомобилей в мире

Зависимость коэффициента сцепления с дорогой от к-та проскальзывания

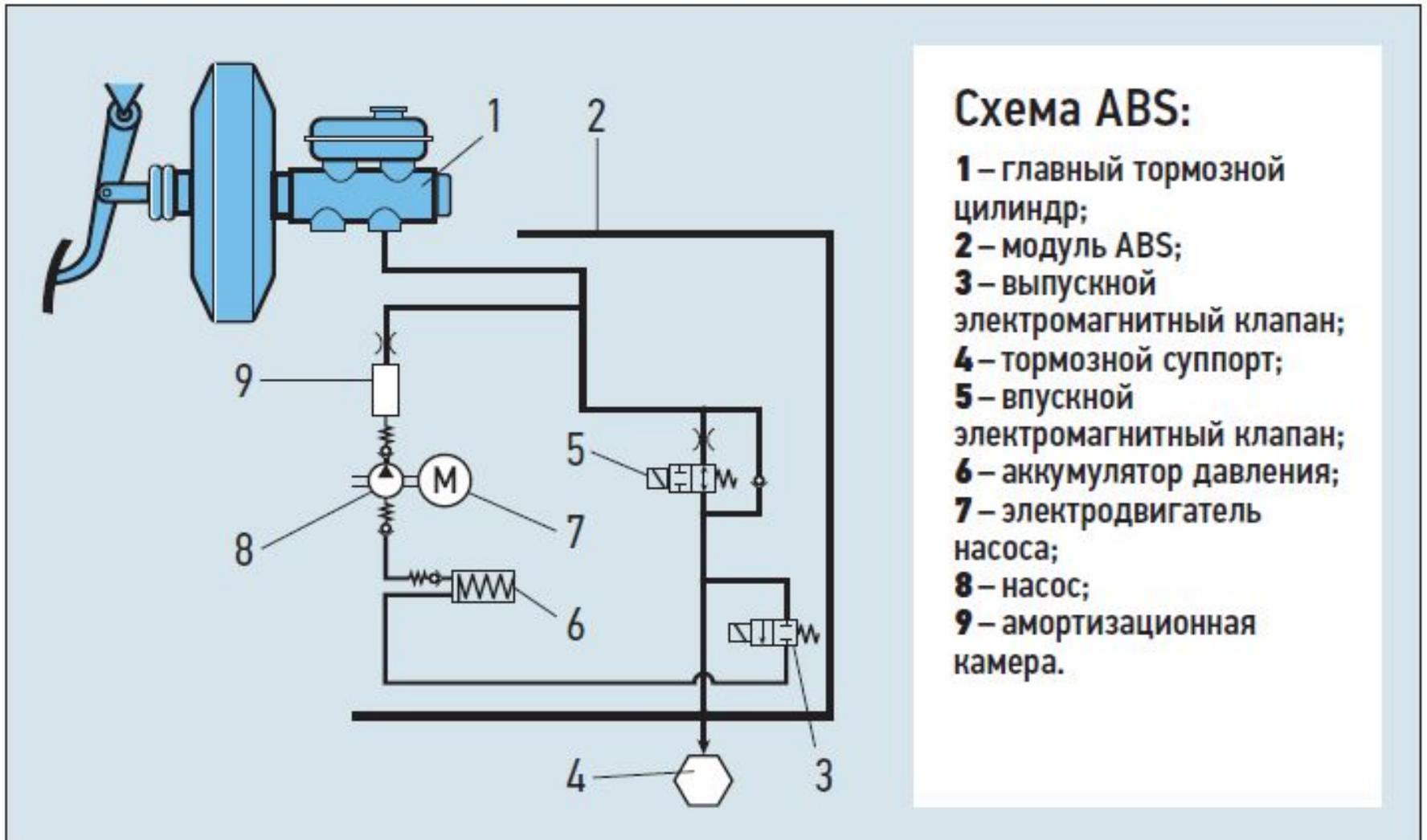


Поведение автомобиля при экстренном торможении

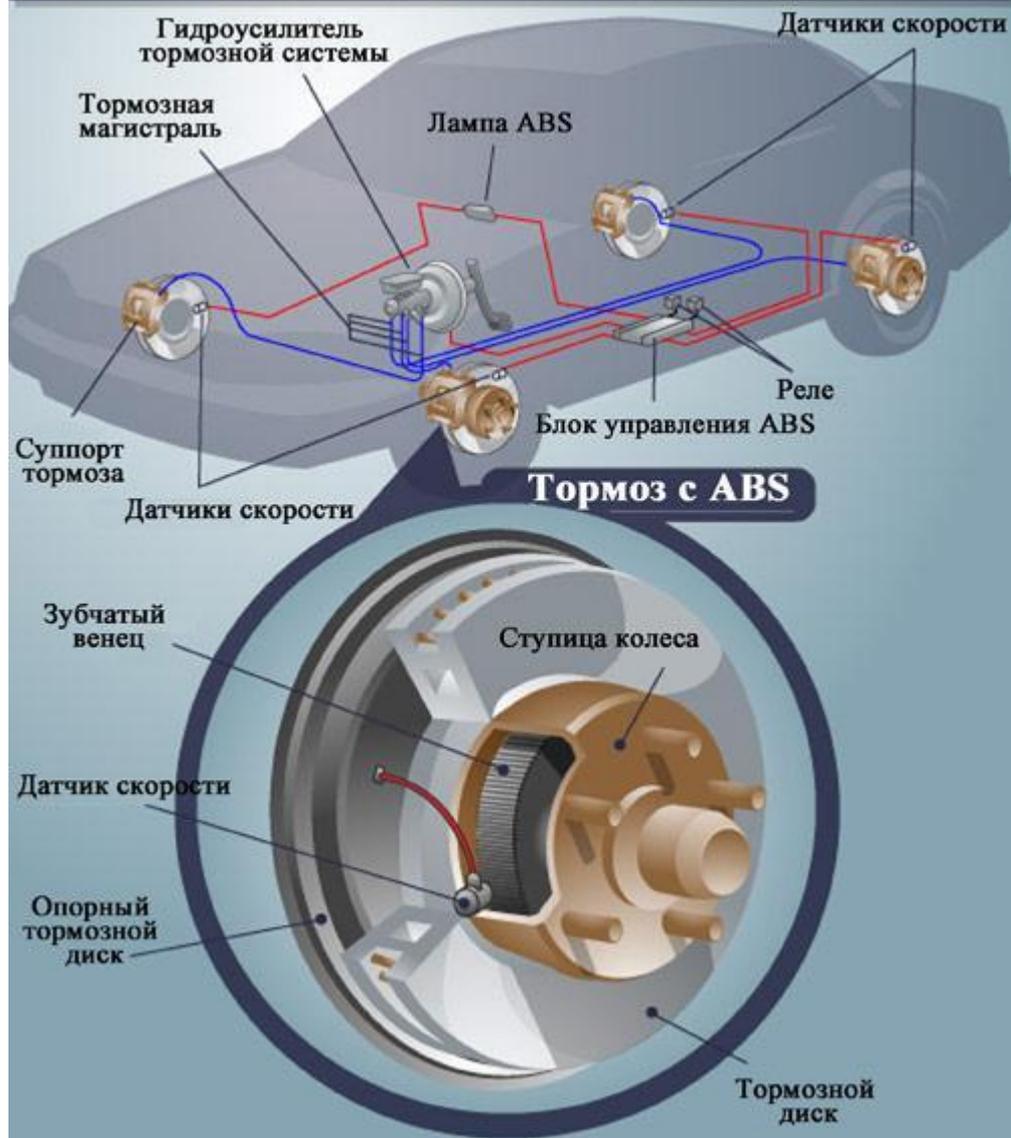


**Без ABS (слева) и с ABS
(справа)**

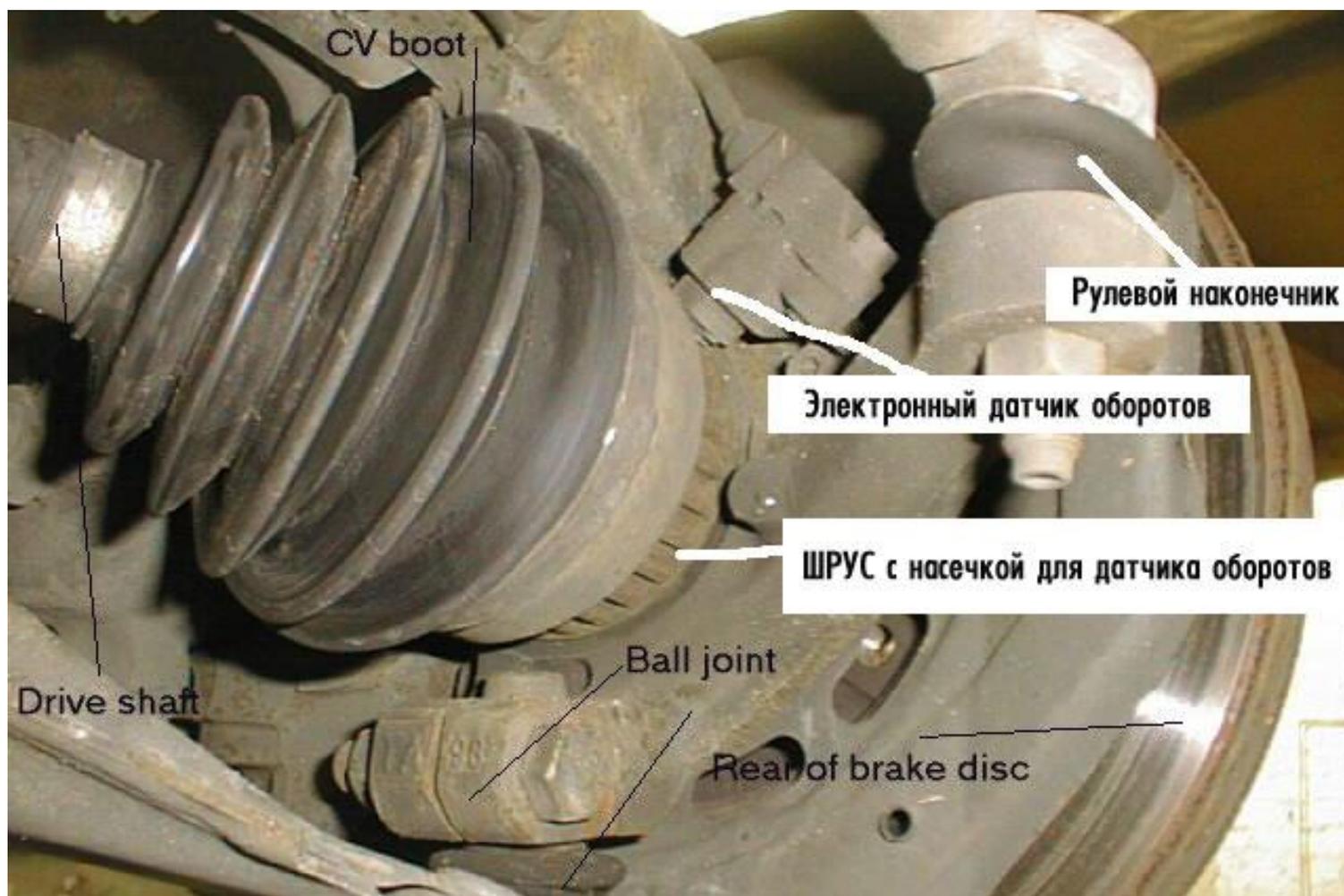
Элементы ABS



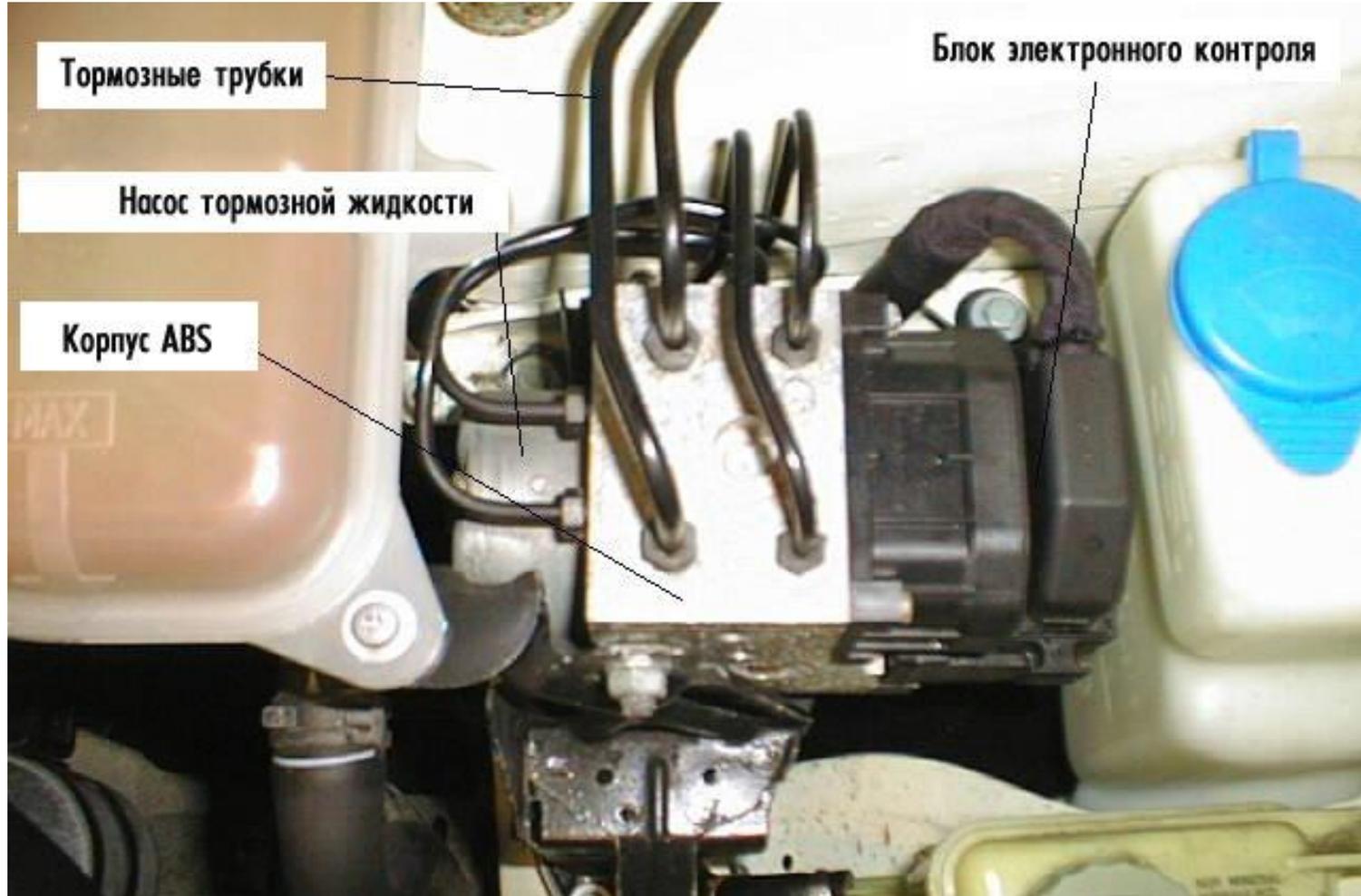
Как работает антиблокировочная система



Элементы АБС. Колесные датчики



Элементы ABS. Гидромулятор.



Датчик ABS

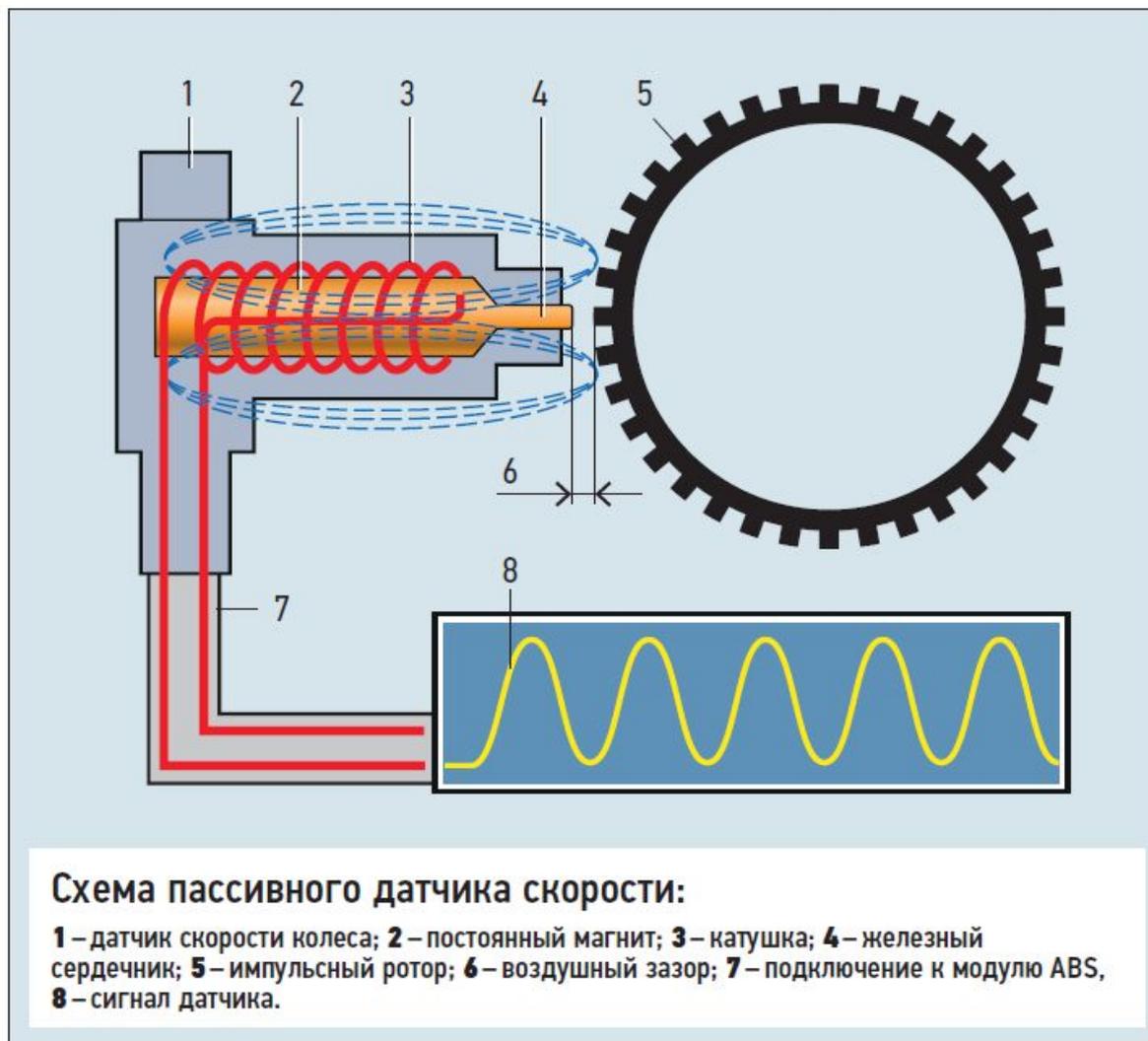


Схема пассивного датчика скорости:

1 – датчик скорости колеса; **2** – постоянный магнит; **3** – катушка; **4** – железный сердечник; **5** – импульсный ротор; **6** – воздушный зазор; **7** – подключение к модулю ABS, **8** – сигнал датчика.

Эволюция систем АБС

1978 – Gen. 2



[kB max]

2



ABS

6,9

1995 – Gen. 5

24

56



ABS

3,8



ESP®

4,3

2002 – Gen. 8

256

768



ABS

1,3



ESP®

2,3

2010 – Gen. 9

2048

256



ABS

1,1



ESP®

1,6



[kg]

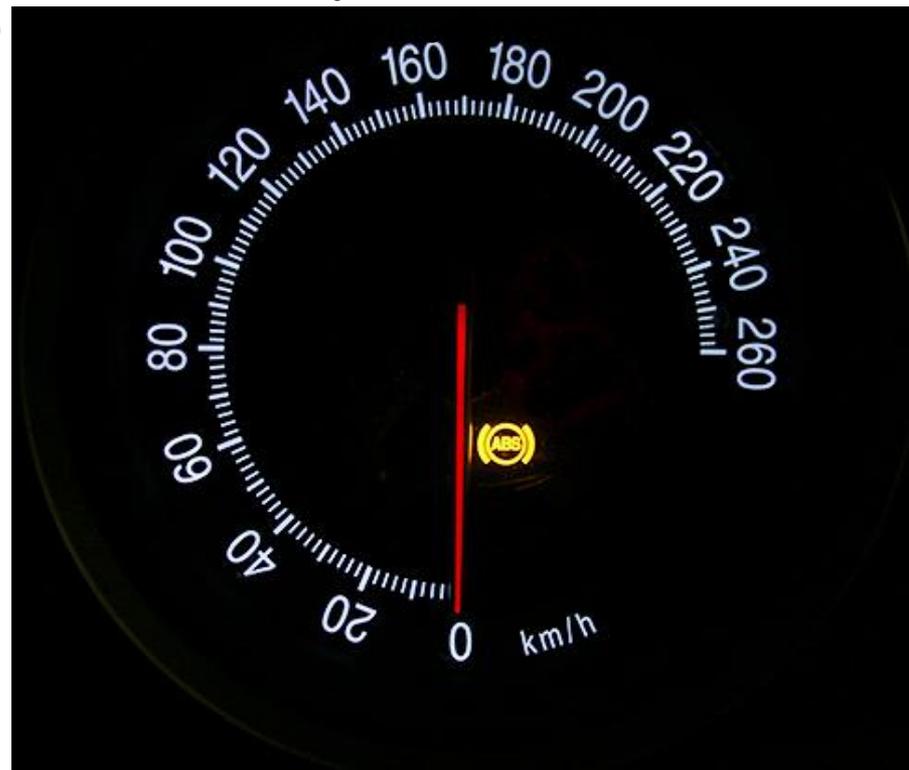
Ошибки системы ABS

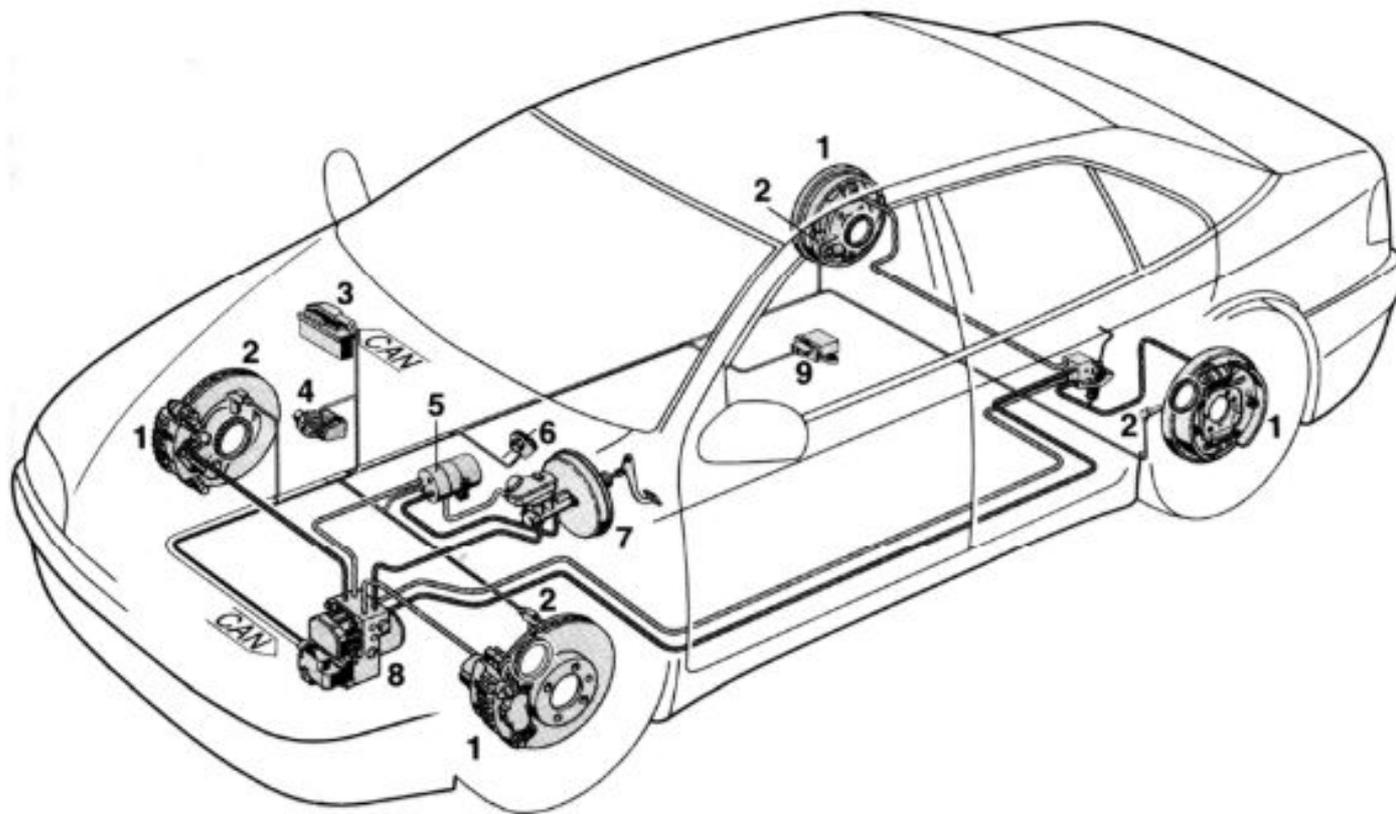
Ошибки модуля управления. Чаще всего это внутренние электронные неисправности модуля. Иногда такие ошибки носят случайный характер, то есть после удаления больше не возникают. Если же ошибки не удаляются или возникают повторно, модуль управления подлежит замене: ремонт не предусмотрен.

Ошибки датчиков скорости колес. Возможные причины – от неисправности проводки до отказа самого датчика. Если использован активный датчик, то неисправность может быть обусловлена повышенным люфтом ступичного подшипника (слишком большой воздушный зазор между датчиком и магнитным кольцом на подшипнике) или тем, что при замене подшипника его просто поставили не той стороной. При использовании пассивного датчика проблему может создать гребенка на приводе: в ходе замены ступичного подшипника или при снятии-установке привода ее могли немного

Сигнал этого датчика порой слабеет из-за накопившейся грязи или металлических частиц на гребенке. Оба датчика боятся сильных вибраций, но особенно – активный.

Другие типы ошибок. Модуль ABS связан по CAN-шине с другими модулями управления. Часть ошибок может иметь отношение к самой цепи связи. К ABS относится и датчик педали тормоза. Иногда лампы ошибки зажигают другие модули. Либо она реагирует на неисправности, даже не связанные напрямую с ABS.





1 - тормозные механизмы колес; 2 - датчики частоты вращения колес; 3 - блок ECU управления работой двигателя с интерфейсом CAN; 4 - механизм управления дроссельной заслонкой; 5 - подпиточный насос с датчиком подвода давления; 6 - датчик поворота рулевого колеса; 7 - усилитель тормоза с главным тормозным цилиндром; 8 - гидравлическая система с датчиком тормозного усилия и подсоединением ECU; 9 - датчик угловой скорости поворота вокруг вертикальной оси с интегрированным датчиком поперечного ускорения

Рисунок 7.7 – Программа ESP с электрическими соединениями в автомобиле [1]

ESP (ELECTRONIC STABILITY PROGRAMME) - СИСТЕМОЙ ПОДДЕРЖАНИЯ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ (СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ)

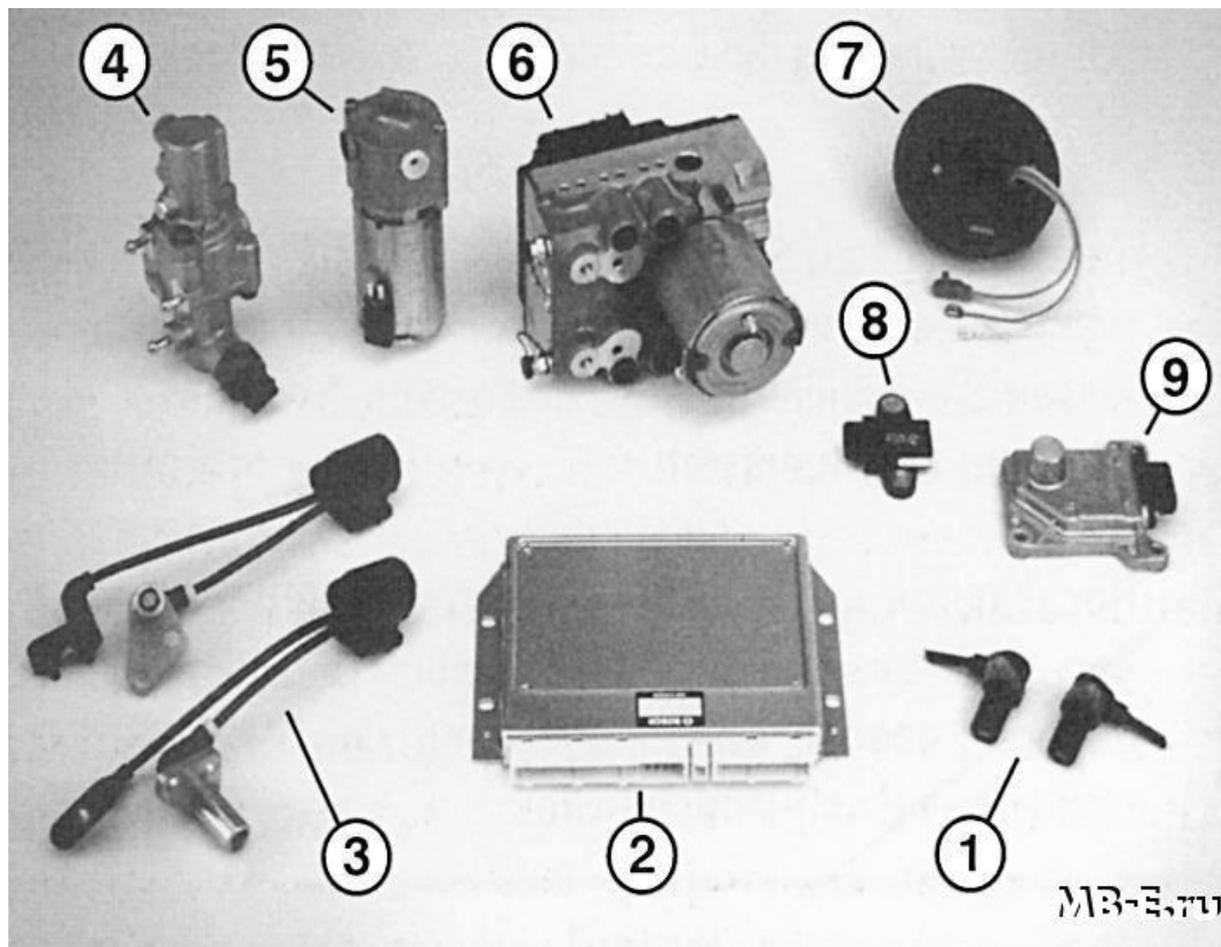
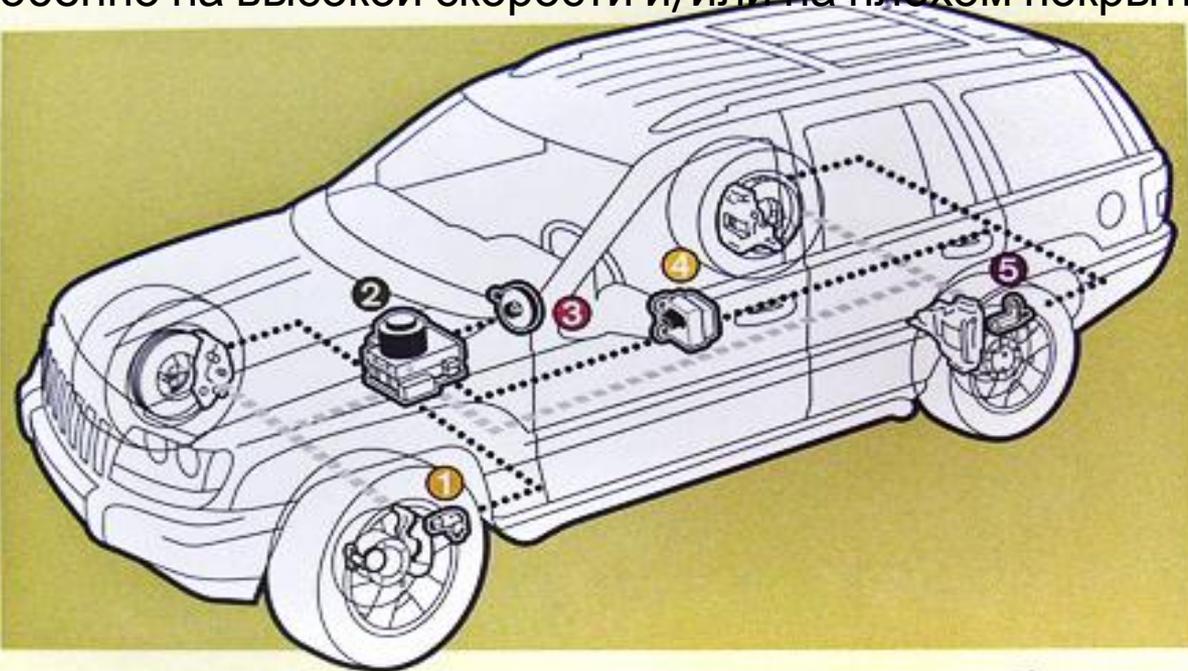


Рис. 8.5. Элементы системы управления динамикой (ESP) Mercedes-Benz: 1 – датчики частоты вращения задних колес; 2 – блок управления; 3 – датчики частоты вращения передних колес; 4 – поршневой блок с датчиком давления; 5 – насос нагнетателя; 6 – гидравлический блок; 7 – датчик положения рулевого колеса; 8 – датчик поперечного ускорения; 9 – датчик углового перемещения относительно вертикальной оси

Схема работы ЕСП

В зависимости от производителя буквы могут быть разными -- ESP (VDC, VSC, DSTC, DSC, ATTS, VSA, Stabilitrac), но суть везде одина. Задача системы заключается в том, чтобы контролировать поперечную динамику автомобиля и помогать водителю в критических ситуациях - предотвращать срыв в занос и боковое скольжение, то есть сохранять курсовую устойчивость, траекторию движения и стабилизировать положение автомобиля в процессе выполнения маневров, особенно на высокой скорости и/или на плохом покрытии.



1 Датчики скорости передних колёс



2 Блок управления



3 Датчик положения рулевого колеса



4 Датчики перегрузок



5 Датчики скорости задних колёс

Схема работы ЕСП

Обработывая сигналы с датчиков, контроллер постоянно сравнивает фактическое поведение автомобиля с тем, что заложено в программе. В случае если поведение автомобиля отличается от расчётного, контроллер понимает это как возникновение опасной ситуации и стремится исправить её.

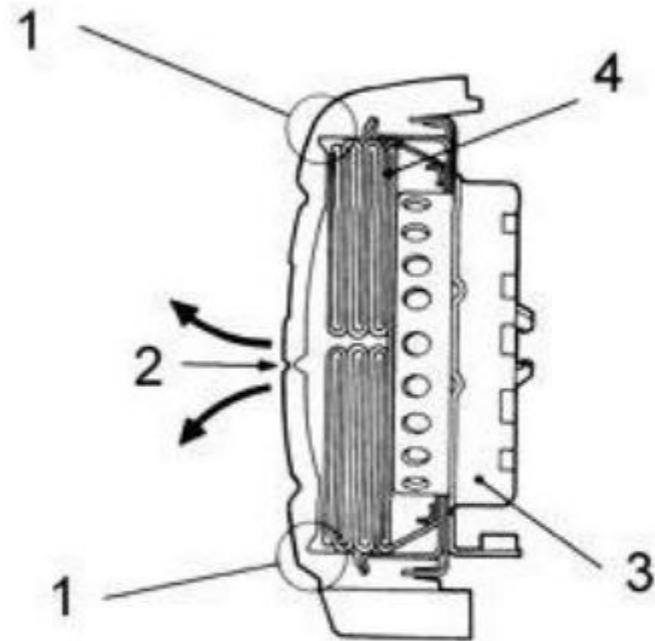
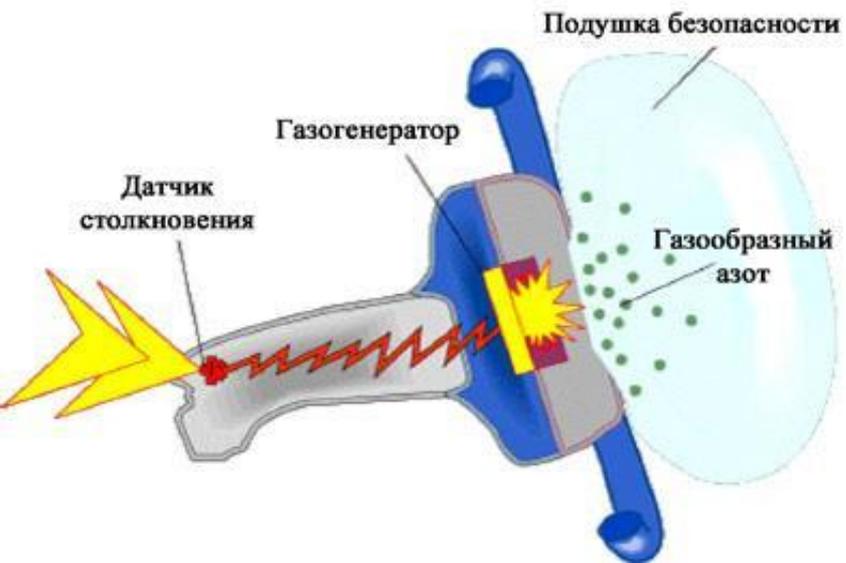
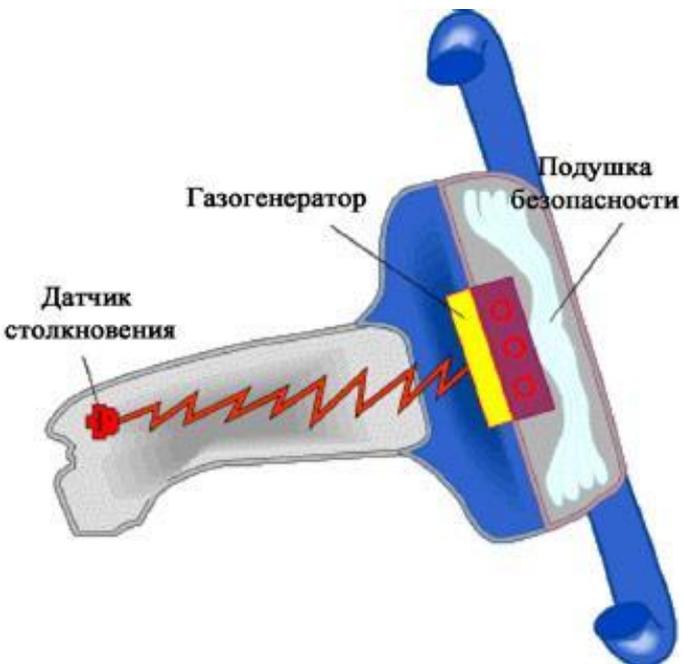
Вернуть автомобиль на нужный курс система может, давая команду на выборочное подтормаживание одного или нескольких колёс. Какое из них надо замедлить (переднее колесо или заднее, внешнее по отношению к повороту или внутреннее), система определяет сама в зависимости от ситуации.

Притормаживание колёс система осуществляет через гидромодулятор АБС, создающий давление в тормозной системе. Одновременно (или до этого) на блок управления двигателем поступает команда на сокращение подачи топлива и уменьшение, соответственно, крутящего момента на колёсах.

Например, в повороте датчик углового ускорения фиксирует начало заноса задней оси. В этом случае на блок управления двигателем подаётся команда на уменьшение подачи топлива. Если этого оказалось недостаточно, посредством АБС притормаживается внешнее переднее колесо. И так далее, в соответствии с программой.

Кроме того, в автомобилях, оборудованных автоматической КПП с электронным управлением, ESP способна даже корректировать работу трансмиссии, то есть переключаться на более низкую передачу или на «зимний» режим, если он предусмотрен.

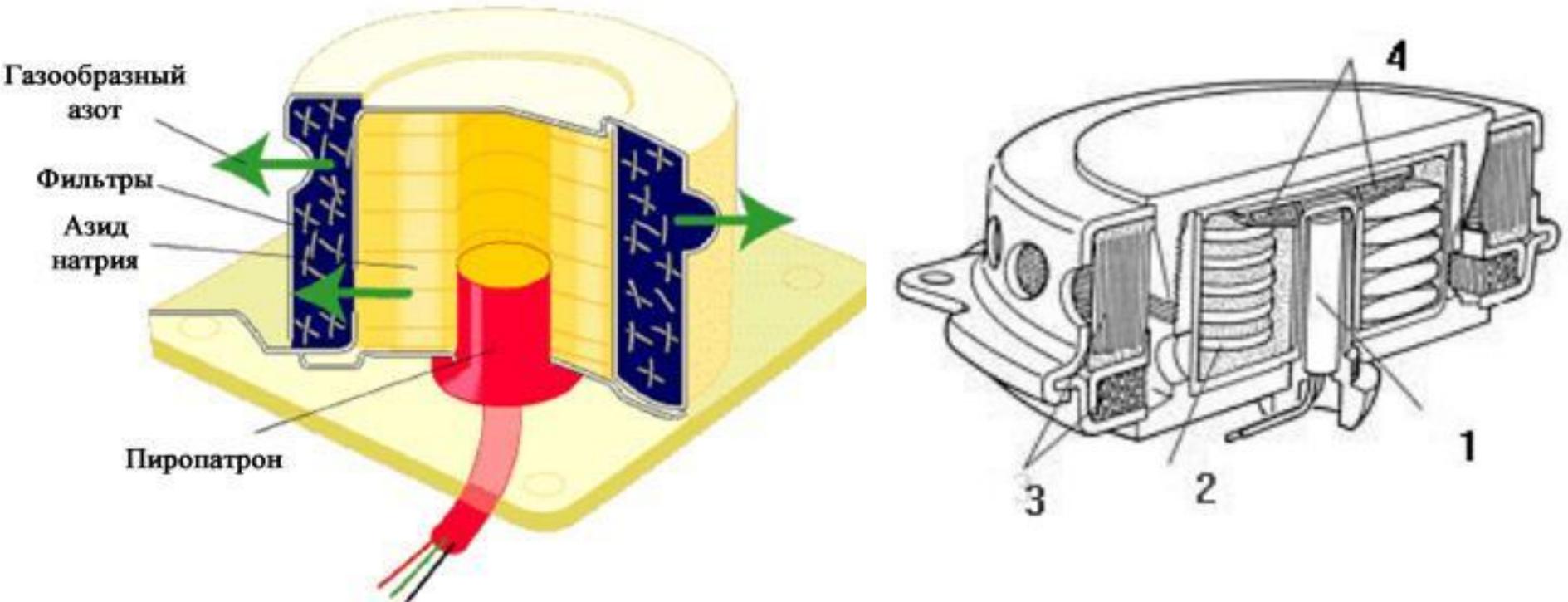
SRS Airbag



- 1- ось поворота крышки;
- 2- линия слома;
- 3 – газогенератор;
- 4 - воздушный мешок

Газогенератор

Газогенератор подушки безопасности



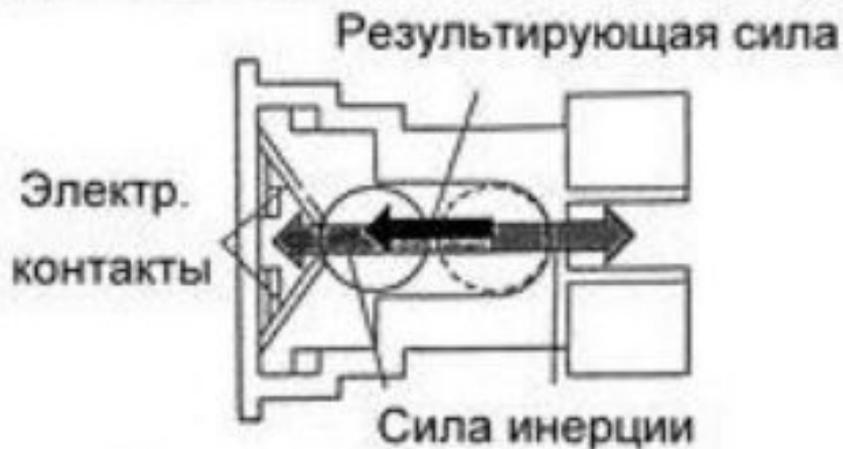
1- зажигающее устройство; 2- горючее вещество; 3- фильтр и теплопоглотитель, 4- вещество, ускоряющее горение

Рисунок 8.2 – Газогенератор подушки безопасности

Акселерометры



До столкновения контакты разомкнуты



При ударе контакты замкнуты

Система автоматического управления трансмиссией автомобиля

Лекция 8

Бортовые диагностические
системы (OBD-I, II)

Автомобильные источники загрязнения окружающей среды

1. Картерные газы
2. Пары топлива
3. Вредные газы, выделяющиеся из выпускной трубы автомобиля во время работы двигателя

Идеальный процесс сгорания:

**ТОПЛИВО (углеводороды) + ВОЗДУХ (кислород и азот) =
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ + ВОДА + АЗОТ, не принимавший участия в
реакциях**

Но по разным причинам достижение идеального процесса сгорания практически невыполнимо.

Практический процесс сгорания:

**ТОПЛИВО (углеводороды) + ВОЗДУХ (кислород и азот) =
НЕСГОРЕВШИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ + ОКИСИДЫ АЗОТА +
УГАРНЫЙ ГАЗ + УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ + ВОДА**

Предпосылки возникновения стандарта OBD-I

- В 1967 году в Калифорнии был создан (California Air Resources Board (CARB)) *Калифорнийский совет по воздушным ресурсам*, а в 1970 году в США был создан подобный федеральный орган (U.S. Environmental Protection Agency (EPA)) *Агентство по охране окружающей среды*.
- И, не смотря на то, что очень быстро подобные органы появились во всех развитых странах, именно CARB и EPA стали инициаторами и разработчиками постоянно появляющихся новых законодательных актов по ограничению воздействия автомобиля на окружающую среду.
- Вскоре подобные организации и соответствующее законодательство были созданы во всех развитых странах: ЕВРО 1, 2 ... 5.
- Первый законодательный акт, направленный на решение авто-мобильных экологических проблем, был принят в 1985 г. в штате Калифорния (США) и получил наименование «Постановление CARB» (California Air Resources Board – Управление по защите воздушных ресурсов Калифорнии).
- На основе этого постановления в 1988 г. был разработан первый автомобильный экологический стандарт бортового диагностирования «OBD-I» (Onboard diagnostic-I), который стал обязательным в Калифорнии с 1989 г.

Требования стандарта OBD-I

- наличие диагностической системы на борту автомобиля обязательно;
- обязательное наличие светового индикатора на щитке приборов автомобиля, предупреждающего о появлении неисправностей в одной из систем управления двигателем;
- бортовая диагностическая система должна записывать, хранить в памяти и выдавать коды ошибок для всех неисправностей, ведущих к увеличению загрязнения окружающей среды;
- бортовая диагностическая система должна в первую очередь (приоритетно) обнаруживать неисправности клапана рециркуляции выхлопных газов и топливной системы, отказ которых связан с неизбежным загрязнением окружающей среды.

Предпосылки возникновения стандарта OBD-II

- Разработка требований и рекомендаций по стандарту OBD-II велась под эгидой EPA (Environmental Protection Agency – агентство по защите окружающей среды при правительстве США) при участии организаций CARB и SAE .
- Стандарт OBD-II предусматривает более точное управление двигателем, трансмиссией, каталитическим нейтрализатором и т. д. Доступ к системной информации бортового ЭБУ можно осуществлять не только специализированными, но и универсальными сканерами. С 1996 г. все продаваемые в США автомобили стали соответствовать требованиям OBD-II.
- В Европе аналогичные документы были приняты позже по отношению к США. Тем не менее, аналогичные правила EOBD (European On Board Diagnostic) вступили в силу и в Европе с 1 января 2000 г.

Требования стандарта OBD-II

- стандартный диагностический разъем;
- стандартное размещение диагностического разъема;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики;
- стандартный список кодов неисправностей;
- сохранение в памяти ЭБУ кадра значений параметров при появлении кода ошибки («замороженный» кадр);
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду;
- доступ как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, «замороженным» кадрам, тестирующим процедурам и т. д.;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов электронных систем автомобиля и кодов ошибок.

Мониторы бортовой системы диагностирования OBD-II

- каталитический нейтрализатор;
- датчики кислорода;
- пропуски воспламенения;
- топливную систему;
- систему улавливания паров топлива;
- систему рециркуляции выхлопных газов;
- систему подачи воздуха в выпускной коллектор.

Структура программного обеспечения ЭБУ по стандарту OBD-II

Программное обеспечение ЭБУ двигателя современного автомобиля многоуровневое.

- Первый уровень – программное обеспечение функций управления, например реализация впрыска топлива.
- Второй уровень – программное обеспечение функций электронного резервирования основных сигналов управления при отказе управляющих систем.
- Третий уровень – бортовая самодиагностика и регистрация неисправностей в основных электрических и электронных узлах и блоках автомобиля.
- Четвертый уровень – диагностика и самотестирование в тех системах управления двигателем, неисправность в работе которых может привести к увеличению выбросов автомобильных токсигенов в окружающую среду.

Монитор каталитического нейтрализатора

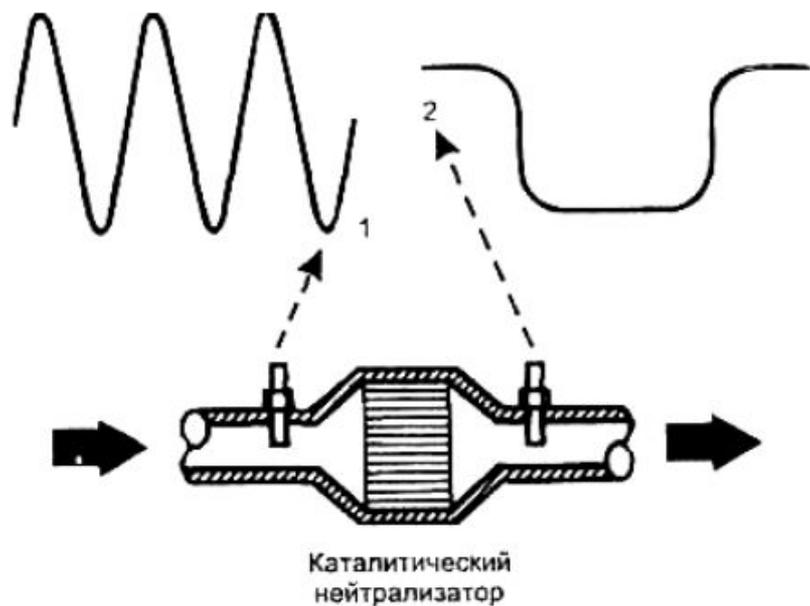


Рисунок 12.3 – Датчики кислорода каталитического нейтрализатора и их сигналы [22]

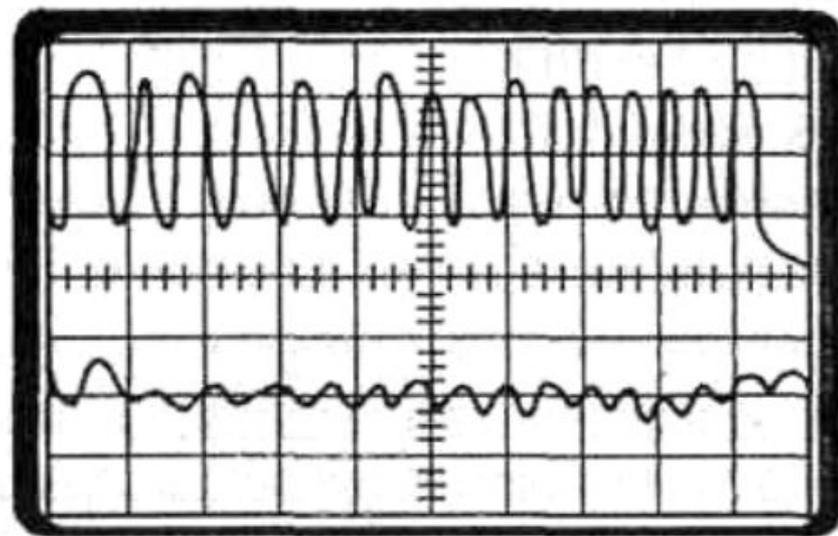


Рисунок 12.4 – Осциллограммы датчиков кислорода каталитического нейтрализатора: вверху входной датчик, снизу – на выходе нейтрализатора [22]

Монитор датчиков кислорода

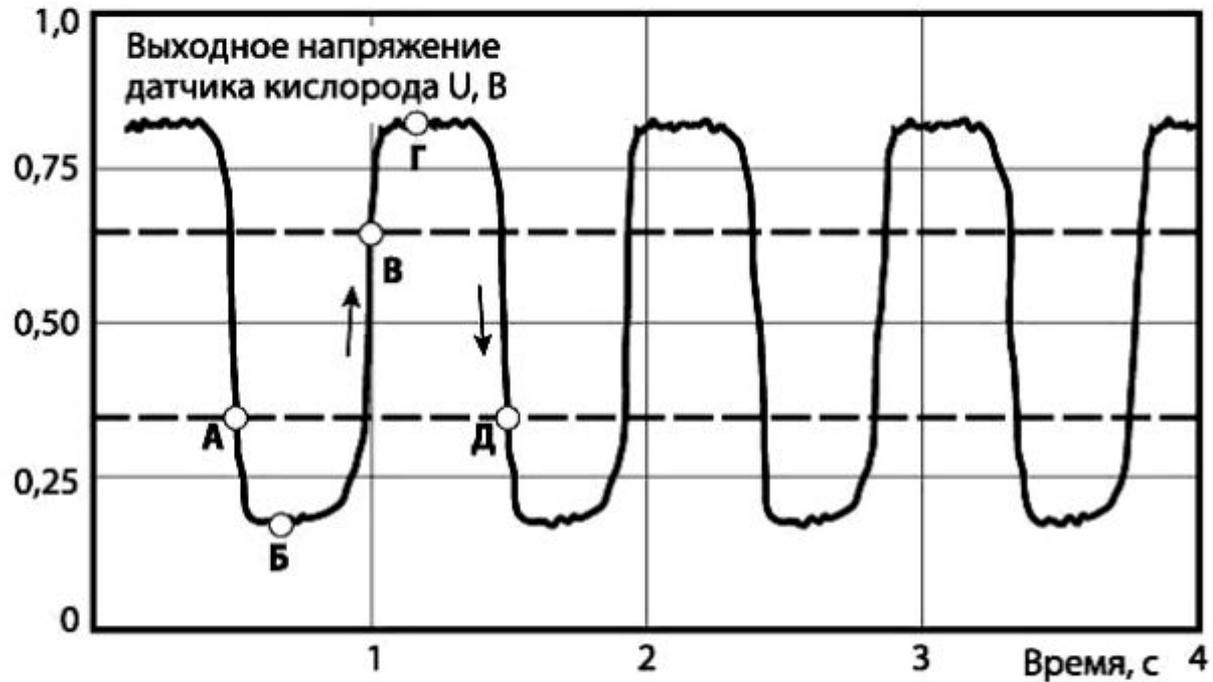


Рисунок 12.5 – Сигнал исправного датчика кислорода на входе нейтрализатор [27]

Монитор пропусков в системе зажигания

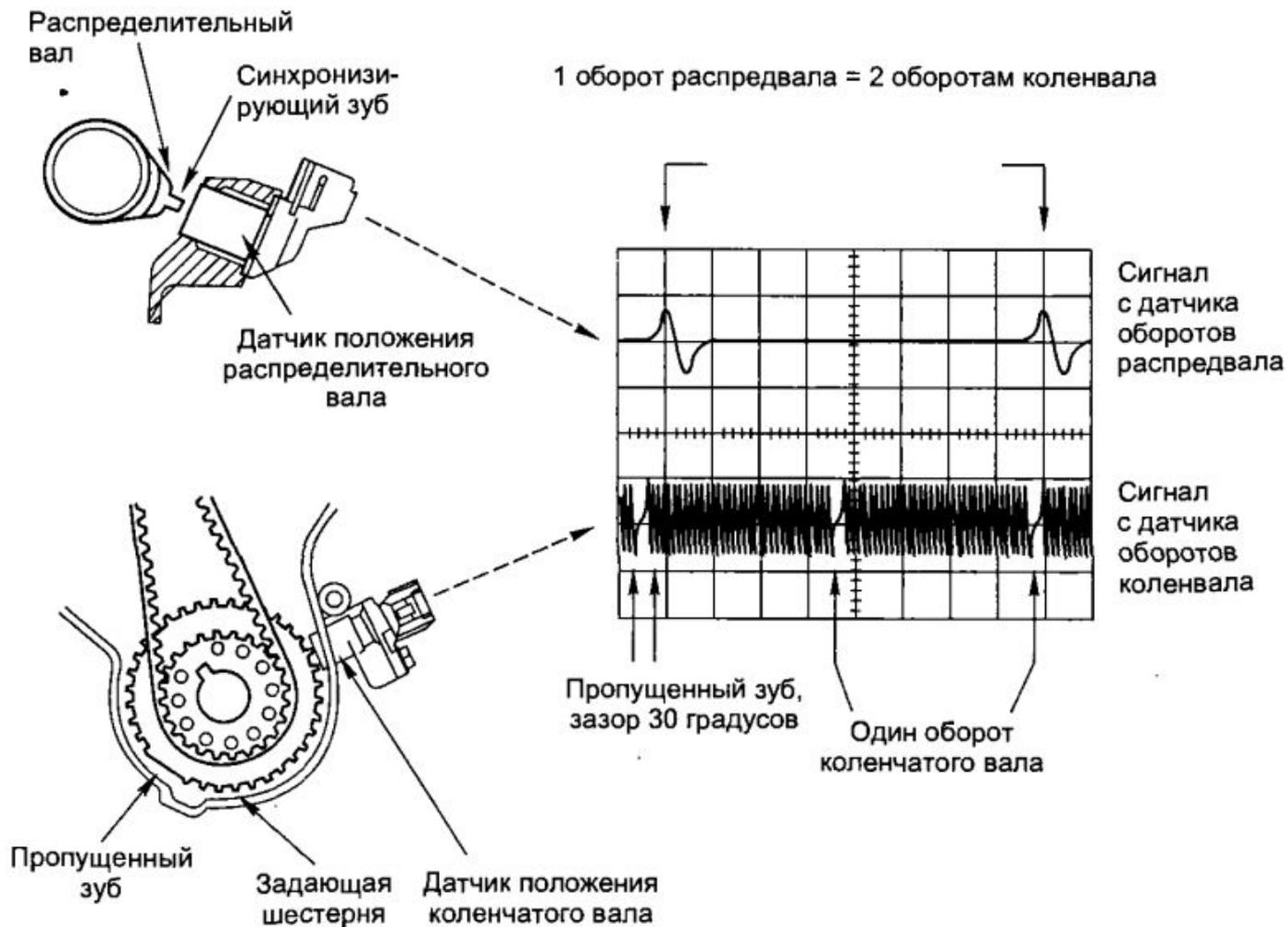


Рисунок 12.6 - Схема работы монитора пропусков в системе зажигания

Монитор топливной системы



Рисунок 12.7- Шкала коэффициентов топливокоррекции [26]

Монитор системы улавливания паров бензина

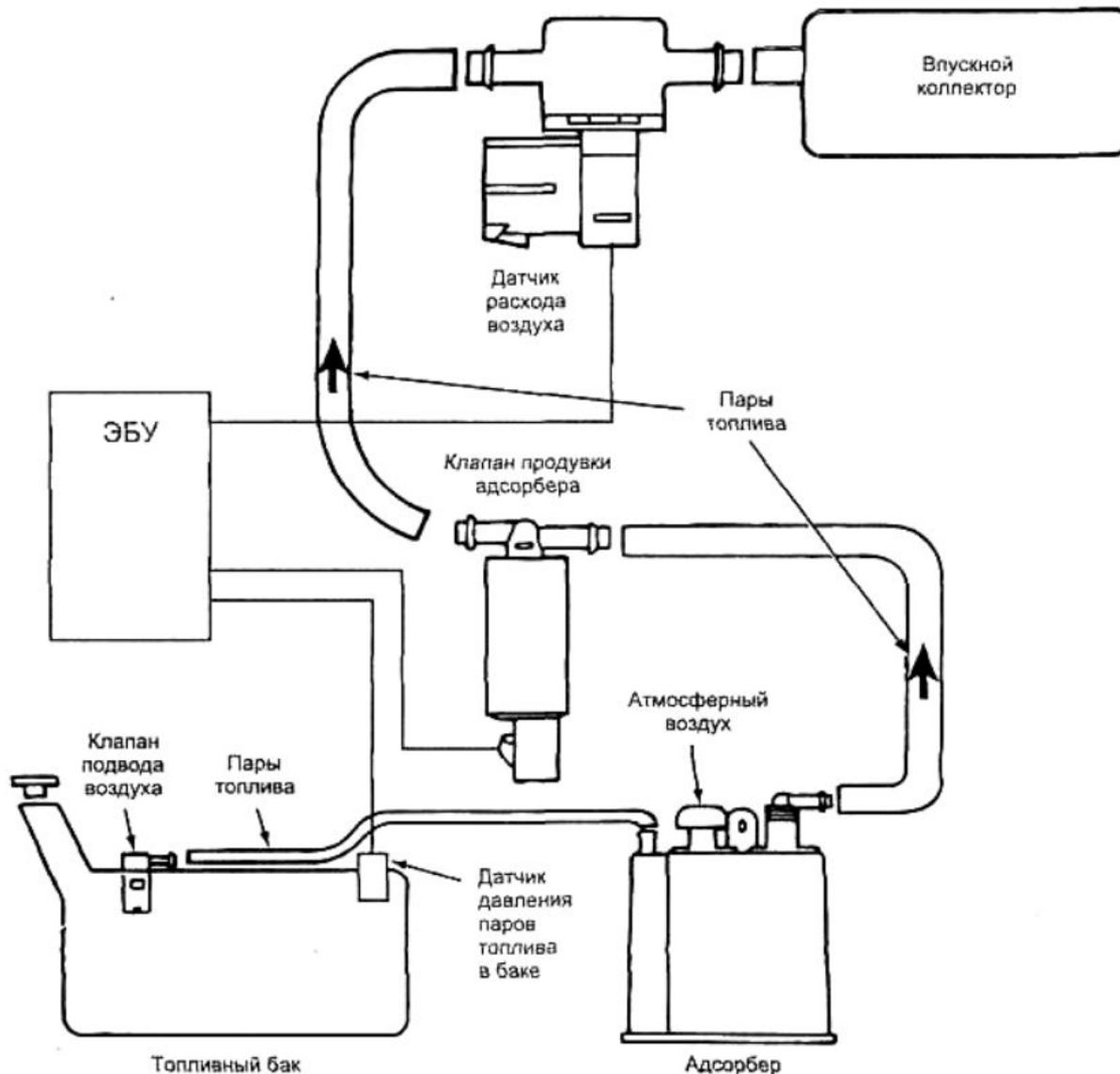
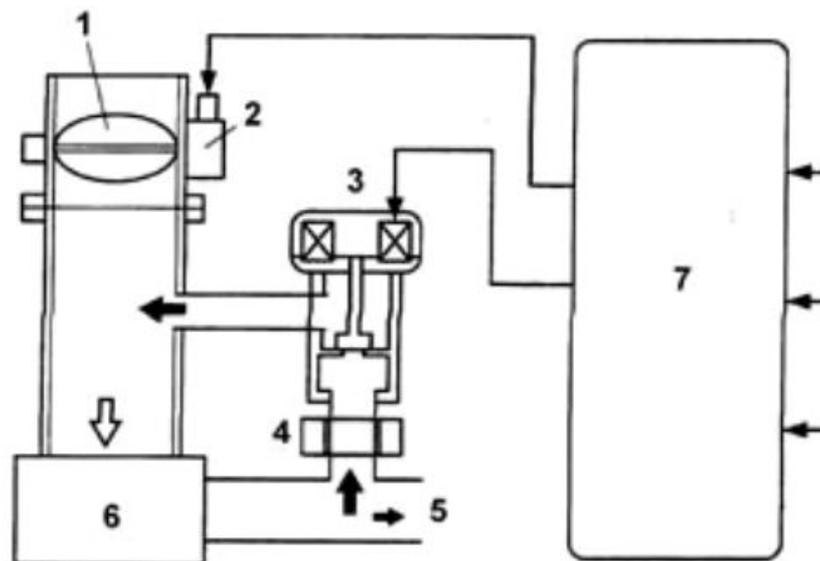


Рисунок 12.8 – Схема системы улавливания паров бензина [26]

Монитор системы рециркуляции выхлопных газов



1 - дроссельная заслонка, 2 - привод дроссельной заслонки, 3 - клапан EGR, 4 - охладитель EGR, 5 - выпускной коллектор, 6 - впускной коллектор, 7 - электронный блок управления двигателем (ECU).

Рисунок 12.9 – Схема работы системы рециркуляции отработавших газов дизеля TOYOTA [29]

Диагностический разъем

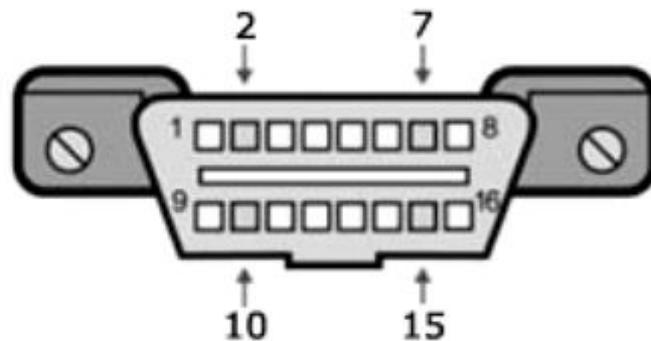


Рисунок 12.10 – Диагностический разъем по стандарту OBD-II

Структура кодов ошибок – 1 символ

Стандартом OBD-II используются четыре буквы для обозначения основных электронных систем автомобиля:

- В– для корпусной электроники (body);
- С– для электроники на шасси (chassis);
- Р– для электронных систем управления силовым агрегатом (powertrain);
- U – тип системы не определен (undefined).

Структура кодов ошибок – последующие СИМВОЛЫ

- Второй символ (цифра) принимает значения 0, 1, 2, 3. Цифра 0 означает, что код ошибки введен с помощью SAE; цифра 1 указывает на то, что код введен производителем; цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за SAE. Третий символ (цифры от 0 до 9) указывает на подсистему, где произошла неисправность. Например, для систем управления силовым агрегатом (P):
 - 1, 2 – системы подачи топлива и воды;
 - 3 – система зажигания;
 - 4 – система контроля за токсичными выбросами;
 - 5 – система контроля оборотов двигателя;
 - 6 – ЭБУ;
 - 7, 8 – трансмиссия;
 - 9, 0 – зарезервировано за SAE.

Расшифровка кода

Код P0113, расшифровывается с учетом сказанного следующим образом:

P – неисправность систем управления силовым агрегатом,

0 – код установлен SAE,

1 – система подачи топлива и воды,

13 – высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

Коды ошибок неисправностей по экологической безопасности

- Коды типа А. Коды ошибок типа А отражают наличие неисправности, приводящей к увеличению количества токсичных веществ, выбрасываемых автомобилем в окружающую среду. Помимо этого такие неисправности могут вывести из строя каталитический нейтрализатор. Поэтому подпрограмма DE записывает коды ошибок типа А в память ЭБУ и включает лампу MIL при обнаружении неисправности в первой же поездке.
- Примеры: пропуски в системе зажигания, переобогащенная или переобедненная ТВ-смесь.
- Коды типа В. Коды типа В заносятся в память ЭБУ, и загорается лампа MIL, если один из диагностических тестов не выполнен в двух подряд поездках.
- Коды типов А и В связаны с неисправностями, приводящими к увеличению количества токсичных веществ, вырабатываемых автомобилем. При их занесении в память ЭБУ загорается лампа MIL, обычно маркированная, как «Check Engine» (проверить двигатель) или «Service engine soon» (двигатель нуждается в обслуживании).
- Коды типов С и D относятся к неисправностям, не связанным с увеличением загрязнения окружающей среды. Их появление в памяти ЭБУ вызывает включение индикатора «Service», если таковой имеется.

Окончание лекции 8