

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ»

Пособие
по выполнению практических работ
по дисциплине
«Особенности устройства легковых автомобилей»
для студентов специальности
1–37 01 07 «Автосервис»

Брест 2021

УДК 656.1

Пособие содержит теоретический материал и контрольные вопросы для выполнения практических работ № 1–8, тематика которых охватывает основные разделы дисциплины «Особенности устройства легковых автомобилей».

Пособие составлено для студентов специальности 1–37 01 07 «Автосервис» в соответствии с программой дисциплины «Особенности устройства легковых автомобилей».

Составители: А. А. Волощук, ст. преподаватель кафедры МЭА, м. т. н.;
С. В. Монтик, зав. кафедрой МЭА, доцент, к. т. н.;
Я. А. Акулич, ст. преподаватель кафедры МЭА, м. т. н.;
С. О. Березуцкая, ст. преподаватель кафедры МЭА, м. т. н.;

Рецензент: Головченко Ю. А., директор ООО "ДжиЭсДжи Групп"

Практическая работа № 1 Системы впрыска современных бензиновых двигателей

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

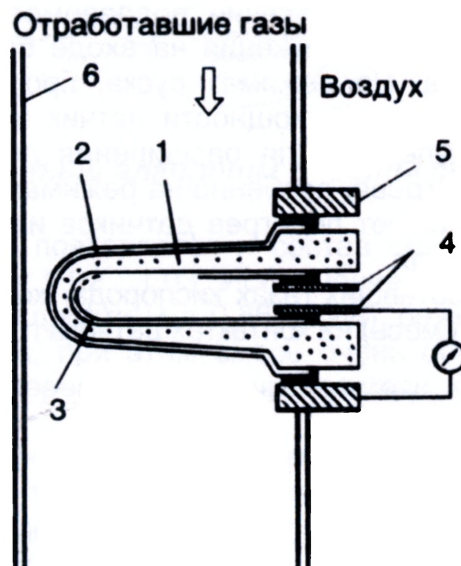
1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

1.1 Теоретическая часть.

Лямбда-регулирование

Для более точного регулирования горючей смеси в зависимости от качества сгорания (наличия свободного кислорода) и более высокой степени очистки отработавших газов необходима регулировка коэффициента избытка воздуха, чтобы состав смеси был близок к стехиометрическому. С этой целью в двигателях применяют системы, основой которых является специальный датчик, определяющий наличие кислорода в отработавших газах (лямбда-зонд), устанавливаемый в выпускной системе. Такие системы называют системами с обратной связью.

Датчик кислорода (рис. 1.1) представляет собой элемент из порошка двуокиси циркония, спеченного в форме пробирики, наружная и внутренняя поверхность которой покрыты пористой платиной или ее сплавом, что выполняет роль катализатора и токопроводящих электродов. Внешняя поверхность датчика покрыта тонким защитным слоем керамики. Двуокись циркония при высоких температурах приобретает свойство электролита, а датчик становится гальваническим элементом. Внешняя поверхность датчика соприкасается с отработавшими газами, а внутренняя с атмосферным воздухом.



- 1 – твердый электролит двуокиси циркония; 2 – платиновый наружный электрод;
3 – платиновый внутренний электрод; 4 – контакты; 5 – корпусный контакт;
6 – выпуск отработавших газов

Рисунок 1.1 – Датчик кислорода

Принцип работы датчика кислорода показан на рис. 1.2. На поверхности электродов 1 и 2 (пористая платина) всегда присутствует остаточный кислород, связанный с водородом, углеродом или азотом. При высоких температурах (более 350 ° С) в случае обогащения смеси в граничной зоне E возникает недостаток кислорода.

Отрицательно заряженные ионы кислорода начинают перемещаться к электроду 1, заряд на котором по отношению к электроду 2 становится отрицательным, что приводит к возникновению э. д. с.

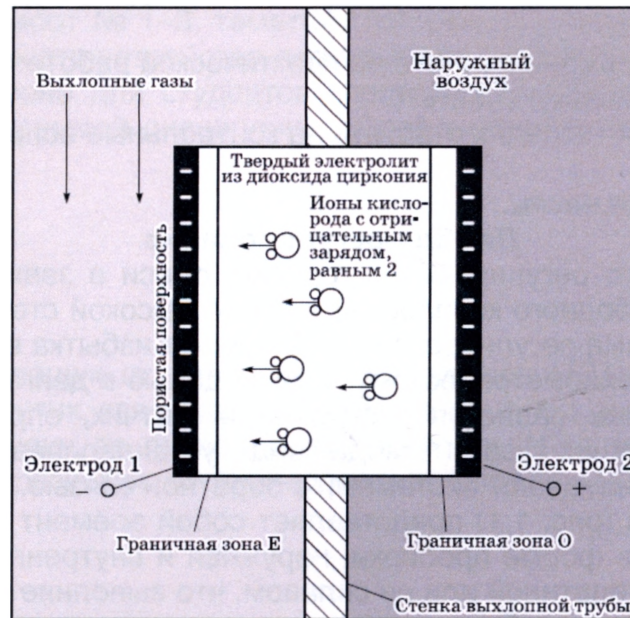


Рисунок 1.2 – Принцип работы датчика кислорода

Внутреннее сопротивление циркониевого датчика тем выше, чем ниже его температура. Поэтому генерирование э. д. с. датчиком начинается только при прогреве его до температуры 350 ° С. До этого времени потенциал на выходе датчика составляет 0,0...0,50 В – это опорное напряжение, подаваемое от входного каскада блока управления. Наличие опорного напряжения на входе блока позволяет определить готовность датчика к работе. На режимах пуска, прогрева холодного двигателя, ускорения и режиме максимальной мощности датчик не работает и состав смеси определяется блоком управления. Для расширения диапазона действия датчика и ускорения скорости его прогрева, особенно на режимах холостого хода и в условиях низких температур, применяют подогрев датчиков или их установку в непосредственной близости от двигателя.

При появлении в отработавших газах кислорода (коэффициент избытка воздуха λ больше единицы – бедная смесь) на контактах датчика падает напряжение (рис. 1.3).

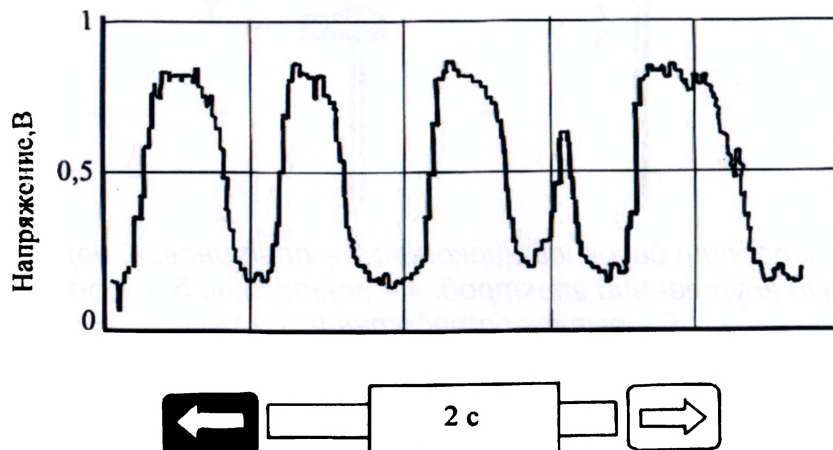


Рисунок 1.3 – Выходной сигнал датчика кислорода

Выходное напряжение датчика U_λ меняется от 0 до 1 В в течение очень короткого промежутка времени (несколько раз за 1 сек.) и свидетельствует о быстром реагировании как самого датчика, так и всей системы топливодозирования на установившихся режимах. Если оно увеличивается, тогда горючая смесь переходит в зону стехиометрического состава (от обедненной к обогащенной) и длительность впрыска (тупр) топлива форсункой впрыска изменяется. Таким образом, датчик работает в релейном режиме и позволяет применить его в системе автоматической стабилизации состава смеси в зоне стехиометрического состава. Упрощенный алгоритм работы системы с обратной связью (режим замкнутого контура или замкнутой петли) представлен на рис. 1.4.

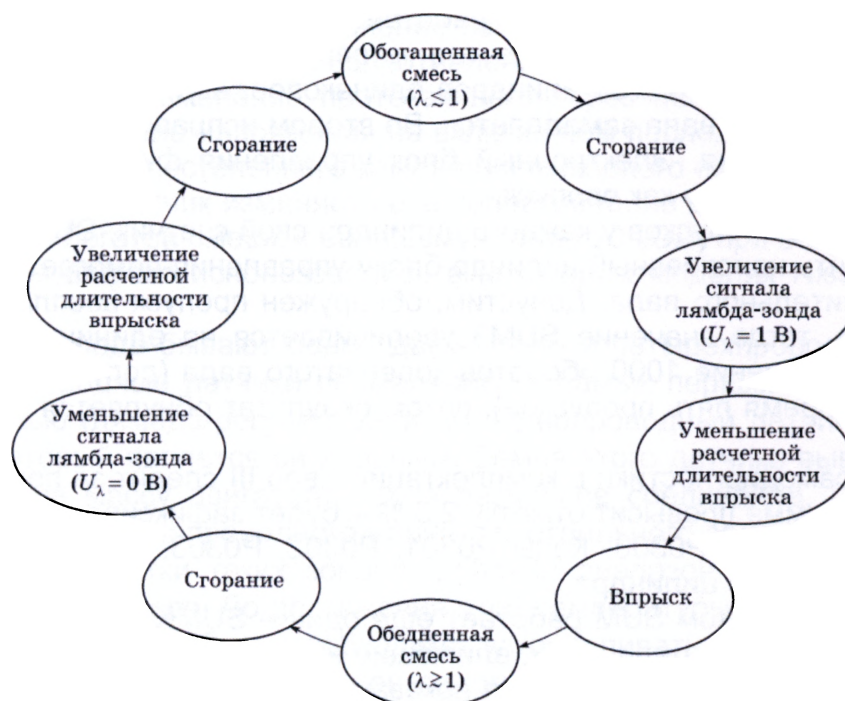


Рисунок 1.4 – Упрощенный алгоритм работы системы λ -коррекции

Весь цикл непрерывно повторяется и состав смеси изменяется от значений $\lambda = 0,97...98$ до значений $\lambda = 1,02...1,03$. Исключение составляют следующие режимы: режим максимальной мощности ($\lambda = 0,86...0,88$), режим торможения двигателем (отключение подачи топлива, при этом смесь очень обедненная и λ значительно больше единицы), режим ускорения (обогащение смеси, адекватное скорости открытия дроссельной заслонки).

В силу различных причин (изменения характеристик датчика кислорода и технического состояния двигателя, нестабильности топлива и др.) с течением времени изменения только одной коррекции времени впрыска для управления питанием двигателя оказываются недостаточными. Чтобы учесть изменения, влияющие на работу топливной системы, в последних электронных системах питания, электронный блок управления подстраивается под возникающие изменения (самообучение системы). В связи с этим для корректирования состава смеси кроме коэффициента коррекции λ применяются еще два коэффициента λ_1 – аддитивный коэффициент коррекции самообучения и λ_2 – мультипликативный коэффициент коррекции самообучения. Первый коэффициент корректирует работу двигателя на режиме холостого хода, второй – на режиме частичных нагрузок. Если неисправности двигателя или отдельных элементов системы питания, возникшие в процессе эксплуатации автомобиля, определяются с помощью сканирующего прибора и устраняются, тогда коэффициенты λ , λ_1 , λ_2 возвращаются к номинальным значениям.

Согласно требованиям Евро III и Евро IV система самодиагностики должна регистрировать пропуски воспламенения смеси. Из-за них резко повышается содержание вредных веществ в отработавших газах – в первую очередь несгоревших углеводородов. Дожигание чрезмерного количества углеводородов перегревает нейтрализатор и может вывести его из строя. При уровне пропусков воспламенения в двигателе свыше 4 % (на каждые 100 рабочих циклов – более 4 пропусков) содержание несгоревших паров топлива в отработавших газах становится выше допустимых норм.

В случае появления пропусков воспламенения электронный блок управления фиксирует повышенную неравномерность вращения коленчатого вала, по показаниям датчика его положения следующим образом. Например, двигатель с порядком воспламенения в цилиндрах 1-3-4-2 работает в установившемся режиме, причем первый и третий цилиндры в порядке, а в четвертом воспламенения нет. Время по-луоборота первого и третьего цилиндров одинаковое, а у четвертого оно больше – вращение коленчатого вала замедляется. Во втором исправном цилиндре начинается ускорение вращения. Электронный блок управления фиксирует сбой в работе двигателя и помечает его как пропуск.

Для подсчета пропусков у каждого цилиндра свой счетчик: SUM1, SUM2, SUM3, SUM4. Вычислить неисправный цилиндр блоку управления помогает датчик положения распределительного вала. Допустим, обнаружен пропуск воспламенения в третьем цилиндре, тогда значение SUM3 увеличивается на единицу и т. д. Подсчет продолжается в течение 1000 оборотов коленчатого вала (допустимо, если счетчик накопит за это время пять пропусков), потом результат обнуляется и отсчет возобновляется.

Система самодиагностики в комплектации Евро III следит за показаниями счетчиков. Если их сумма превысит отметку 2,5 % – будет зафиксирована неисправность и записан код ошибки P0300. Коды P0301, P0302, P0303, P0304 указывают на неисправность конкретного цилиндра.

В паре со счетчиком SUM работает еще один – SUMKAT. Его задача – фиксировать пропуски во всех цилиндрах, влияющие на работоспособность нейтрализатора. При обнаружении одного пропуска показание счетчика изменяется не на единицу, как в предыдущем случае, а на большую величину, зависящую от режима работы двигателя. Минимальный скачок составляет 30 единиц, а максимальный – 250. Подсчет пропусков прекращается через каждые 200 оборотов коленчатого вала – и показание обнуляется. Если за такой цикл показание SUMKAT превысит 1000, то будет зафиксирована неисправность и в память контроллера записаны коды P0300, P0301...304.

Для того чтобы предупредить водителя о неисправности, на панели автомобиля начинает мигать контрольная лампа (Check engine), предупреждая водителя о нештатной ситуации, и после небольшой задержки отключится форсунка в неисправном цилиндре. При многочисленных пропусках сразу в двух цилиндрах контроллер отключит оба – в любом случае перегрев нейтрализатора недопустим.

В ряде случаев самодиагностика может ошибаться по объективным причинам. Так, движение автомобиля по неровному покрытию означает неравномерное вращение колес, а с ними и коленчатого вала. Чтобы толчок колеса из-за неровностей дороги блок управления не посчитал за пропуск воспламенения, в моторном отсеке некоторых автомобилей, удовлетворяющих нормам Евро III, рядом с верхней опорой стойки устанавливаются «датчик неровной дороги».

Согласно европейскому законодательству (Евро III, Евро IV), бортовая диагностика должна контролировать состояние нейтрализатора и при неисправности включать диагностическую лампу. Для выполнения этого условия на выходе из нейтрализатора устанавливают второй датчик кислорода.

Второй датчик также участвует в точной подстройке состава топливовоздушной смеси, компенсируя погрешность первого датчика, которую необходимо учитывать

по мере его старения. Контроллеры некоторых фирм, сравнивая показания обоих датчиков, рассчитывают коэффициент старения нейтрализатора, на основе которого специалисты по диагностике строят свои прогнозы.

В отдельных автомобилях нашли применение кислородные датчики, в которых вместо циркониевого элемента используется титановый. Принцип действия титанового датчика полностью отличается от принципа работы циркониевого датчика и заключается в изменении его проводимости при приложении напряжения в зависимости от содержания кислорода в отработавших газах. Титановый датчик не вырабатывает напряжение, а изменяет свое сопротивление в зависимости от изменений состава топливной смеси. Из электронного блока управления на титановый датчик поступает опорное напряжение (примерно 1 в) от эталонного источника тока с высоким выходным сопротивлением. Изменение состава топливно-воздушной смеси вызывает скачкообразное изменение сопротивления титанового датчика и, как следствие, скачкообразное изменение протекающего через него тока. Соответственно этому изменяется падение напряжения на включенном последовательно с датчиком сопротивлении. Вместо постепенного изменения выходного напряжения как в циркониевом датчике, этот датчик изменяет своё сопротивление скачкообразно от малого (менее 1 кОм) при богатой смеси, к большому (более 20 кОм) при обедненной смеси. Титановые зонды широко использовались в некоторых моделях Nissan, Mitsubishi, Chrysler.

Датчики кислорода бывают одно-, двух-, трех- и четырехпроводные. Однопроводные и двухпроводные датчики применялись в самых первых системах впрыска с обратной связью (лямбда-регулированием). Однопроводный датчик имеет только один провод, который является сигнальным. Земля этого датчика выведена на корпус и приходит на массу двигателя через резьбовое соединение. Двухпроводный датчик отличается от однопроводного наличием отдельного земляного провода сигнальной цепи. Недостатки таких зондов: рабочий диапазон температуры датчика начинается от 300 градусов. До достижения этой температуры датчик не работает и не выдает сигнала. Стало быть необходимо устанавливать этот датчик как можно ближе к цилиндрам двигателя, чтобы он подогревался и обтекался наиболее горячим потоком выхлопных газов. Процесс нагрева датчика затягивается и это вносит задержку в момент включения обратной связи в работу контроллера. Кроме того, использование самой трубы в качестве проводника сигнала (земля) требует нанесения на резьбу специальной токопроводящей смазки при установке датчика в выхлопной трубопровод и увеличивает вероятность сбоя (отсутствия контакта) в цепи обратной связи.

Указанных недостатков лишены трех- и четырехпроводные лямбда зонды. В трехпроводный добавлен специальный нагревательный элемент, который включен как правило всегда при работе двигателя и, тем самым, сокращает время выхода датчика на рабочую температуру. А так же позволяет устанавливать лямбда-зонд на удалении от выхлопного коллектора, рядом с катализатором. Однако остается один недостаток – токопроводящий выхлопной коллектор и необходимость в токопроводящей смазке. Этого недостатка лишен четырехпроводный лямбда-зонд – у него все провода служат для своих целей – два на подогрев, а два – сигнальные. При этом вкручивать его можно так как заблагорассудится.

Несколько слов о взаимозаменяемости датчиков. Лямбда-зонд с подогревом может устанавливаться вместо такого же, но без подогрева. При этом необходимо смонтировать на автомобиль цепь подогрева и подключить ее к цепи, запитываемой при включении зажигания. Самое выгодное – в параллель к цепи питания электробензонасоса. Не допускается обратная замена – установка однопроводного датчика вместо трех- и более проводных. Работать не будет. Ну и конечно необходимо, чтобы резьба датчика совпадала с резьбой, нарезанной в штуцере.

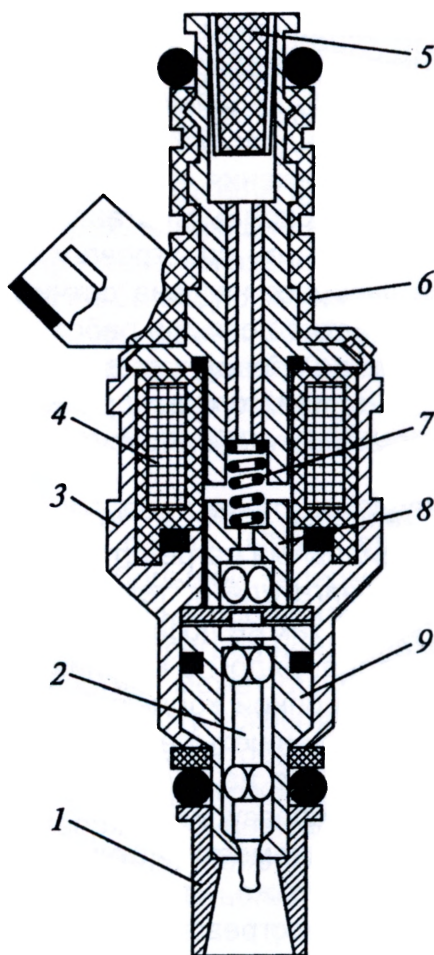
Форсунка

Форсунка (рис. 1.5 а, 1.5 б) представляет собой электромагнитный клапан. Форсунка предназначена для впрыска дозированного количества топлива, необходимого для приготовления горючей смеси при различных режимах работы двигателя. Дозирование количества топлива зависит от длительности электрического импульса, поступающего в обмотку катушки электромагнита форсунки. Впрыск топлива форсункой синхронизирован с положением поршня в цилиндре двигателя.

Форсунка состоит из корпуса 3, крышки 6, обмотки катушки 4, электромагнита, сердечника 8 электромагнита, иглы 2 запорного клапана, корпуса 9 распылителя, насадки 1 распылителя и фильтра 5. При работе двигателя топливо под давлением поступает в форсунку через фильтр 5 и проходит к запорному клапану, который находится в закрытом положении под действием пружины 7.

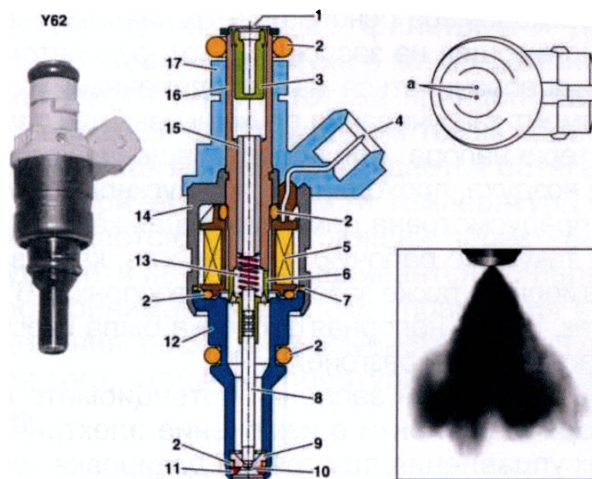
При поступлении электрического импульса в обмотку катушки 4 электромагнита возникает магнитное поле, которое притягивает сердечник 8 и вместе с ним иглу 2 запорного клапана. При этом отверстие в корпусе 9 распылителя открывается, и топливо под давлением впрыскивается в распыленном виде во впускной трубопровод.

После прекращения поступления электрического импульса в обмотку катушки электромагнита магнитное поле исчезает, и под действием пружины 7 сердечник 8 электромагнита и игла 2 запорного клапана возвращаются в исходное положение. Отверстие в корпусе 9 распылителя закрывается, и впрыск топлива из форсунки прекращается.



1 – насадка; 2 – игла; 3,9 – корпуса; 4 – обмотка катушки; 5 – фильтр;
6 – крышка; 7 – пружина; 8 – сердечник

Рисунок 1.5, а – Форсунка электронной системы впрыска



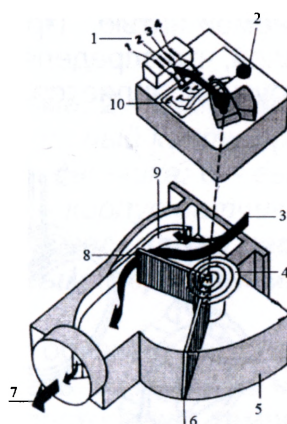
- 1 – топливный напорный штуцер; 2 – уплотнение (о-образное кольцо);
 3 – фильтр; 4 – штекерная колодка; 5 – обмотка электромагнита; 6 – якорь электромагнита; 7 – распорное кольцо; 8 – игла распылителя форсунки;
 9 – седло иглы распылителя форсунки; 10 – выходное отверстие; 11 – шайба выходного отверстия; 12 – корпус клапана; 13 – винтовая пружина; 14 – корпус;
 15 – установочная втулка; 16 – внутренняя соединительная трубка;
 17 – пластмассовый соединитель к топливной рампе

Рисунок 1.5, б – Работа форсунки электронной системы впрыска. Диаметр и количество выходных отверстий в многоструйном распылителе (а) адаптированы к потребностям в топливе соответствующего двигателя (мощность двигателя)

Расходомеры воздуха

Расходомеры воздуха и датчики, применяемые для систем впрыска бензиновых двигателей, имеют распространение и для дизельной топливной аппаратуры с электронным управлением, поэтому в разделах по дизельной аппаратуре они не будут рассматриваться.

Расходомер с поворотными заслонками. Расходомер воздуха (рис. 1.6) расположен между воздухоочистителем и корпусом дроссельной заслонки.



- 1 – подача напряжения от электронного блока управления; 2 – датчик температуры поступающего воздуха; 3 – подвод воздуха от воздушного фильтра;
 4 – спиральная пружина; 5 – демпфирующая камера; 6 – заслонка демпфирующей камеры; 7 – подача воздуха к дроссельной заслонке; 8 – заслонка напора воздуха;
 9 – обводной канал; 10 – потенциометр

Рисунок 1.6 – Расходомер воздуха с поворотными заслонками

Принцип действия расходомера основан на так называемом сопротивлении среды. Он измеряет усилие, действующее на заслонку 8, которую поток воздуха, поступающего в двигатель, заставляет поворачиваться на определенный угол, преодолевая усилие спиральной пружины. Момент закручивания пружины выбран так, чтобы заслонка создавала незначительную потерю напора. Для предотвращения колебаний напорной заслонки под действием потока воздуха, проходящего по впускному трубопроводу, особенно на режиме холостого хода, предусмотрена демпфирующая камера 5, в которой расположена заслонка 6, имеющая такую же рабочую поверхность, как и заслонка напора воздуха 8. Объем демпферной камеры, а также зазор между заслонкой 6 демпфирующей камеры и корпусом подобраны так, чтобы напорная заслонка была способна отслеживать быстрые изменения расхода воздуха при разгоне.

Соединенный с осью напорной заслонки потенциометр преобразует механическое перемещение напорной заслонки в изменение электрического напряжения, которое передается в блок управления для точной дозировки топлива.

Напряжение аккумулятора через главное реле системы подается на резистор, расположенный внутри корпуса датчика. Балластный резистор понижает напряжение до уровня от 5.0 до 10.0 В. Это напряжение подводится к разъему блока управления и к крайнему выводу реостата потенциометра. Второй вывод реостата соединен с массой. Сигнал потенциометра снимается с движка через контакт датчика на контакт блока управления.

Внутренняя геометрия расходомера обеспечивает логарифмическую корреляцию между потоком воздуха и угловым положением напорной заслонки, что позволяет рассчитывать оптимальный состав смеси на режимах малых нагрузок.

Потенциометр установлен в герметичном корпусе и состоит из керамического основания с рядом контактов и нескольких резисторов. Сопротивление резисторов постоянно и не зависит от резких колебаний температуры в моторном отсеке.

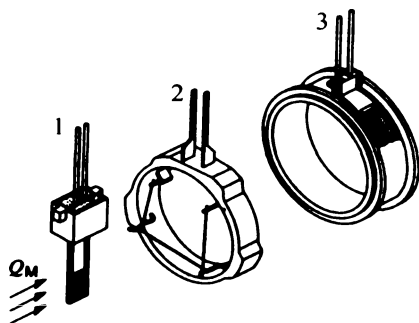
Для исключения влияния напряжения аккумуляторной батареи на сигнал, выдаваемый потенциометром, электронный блок управления учитывает разницу между этим напряжением и выходным напряжением расходомера воздуха.

Параллельно с электрической цепью расходомера воздуха включен датчик температуры всасываемого воздуха. Он представляет собой резистор с отрицательным температурным коэффициентом, т. е. его сопротивление уменьшается при увеличении температуры. Сигналы, поступающие от датчика, изменяют выходной сигнал расходомера в зависимости от температуры поступающего воздуха.

Обводной канал 9 под напорной заслонкой служит для прохода воздуха на холостом ходу.

Расходомер воздуха с нагреваемой нитью. Преимущество таких датчиков отсутствие механически подвижных деталей, что определяет их большую долговечность.

Расходомер подобной конструкции является термическим датчиком нагрузки двигателя (рис. 1.7).

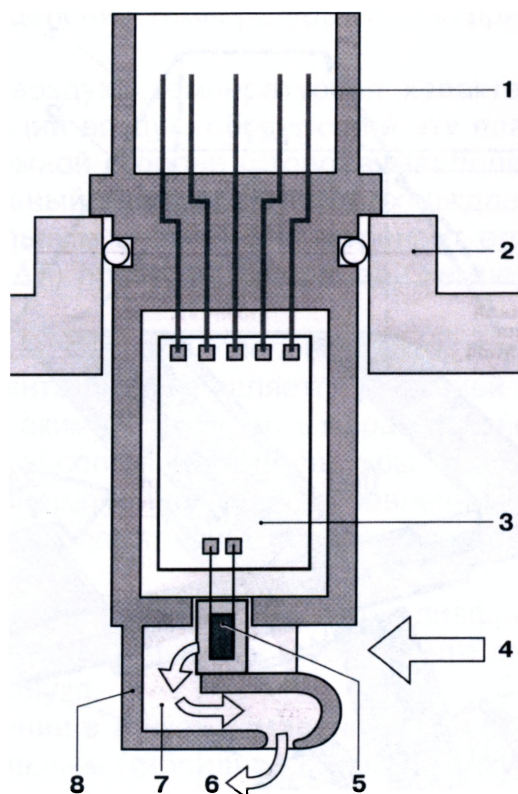


1 – температурный датчик; 2 – кольцо датчика с проволочным нагревательным элементом; 3 – прецизионный реостат; Q_m – массовый расход воздуха в единицу времени

Рисунок 1.7 – Расходомер воздуха с проволочным нагревательным элементом (нитью)

Его устанавливают между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой, и он определяет массу всасываемого воздуха в кг/час. Датчики с нагреваемой нитью и с нагреваемой пленкой имеют один и тот же принцип работы. Расположенный в воздушном потоке и нагреваемый электрическим током проводник (платиновая нить или токопроводящая полимерная пленка) охлаждается обтекающим его воздухом.

Нить нагревается электрическим током, и температура ее поддерживается постоянной. Если нить охлаждается, то проходящий через нее ток увеличивается до тех пор, пока температура нити не восстанавливается до первоначальной величины. Изменение силы тока воспринимается в блоке управления и является измеряемым параметром для определения расхода всасываемого воздуха. Встроенный датчик температуры служит для того, чтобы температура всасываемого воздуха не искажала результаты измерений.



1 – выходы электрического разъема; 2 – измерительный патрубок или корпус воздушного фильтра; 3 – вычислительный контур (гибридная схема); 4 – вход воздуха; 5 – чувствительный элемент датчика; 6 – выход воздуха; 7 – обводной канал; 8 – корпус датчика

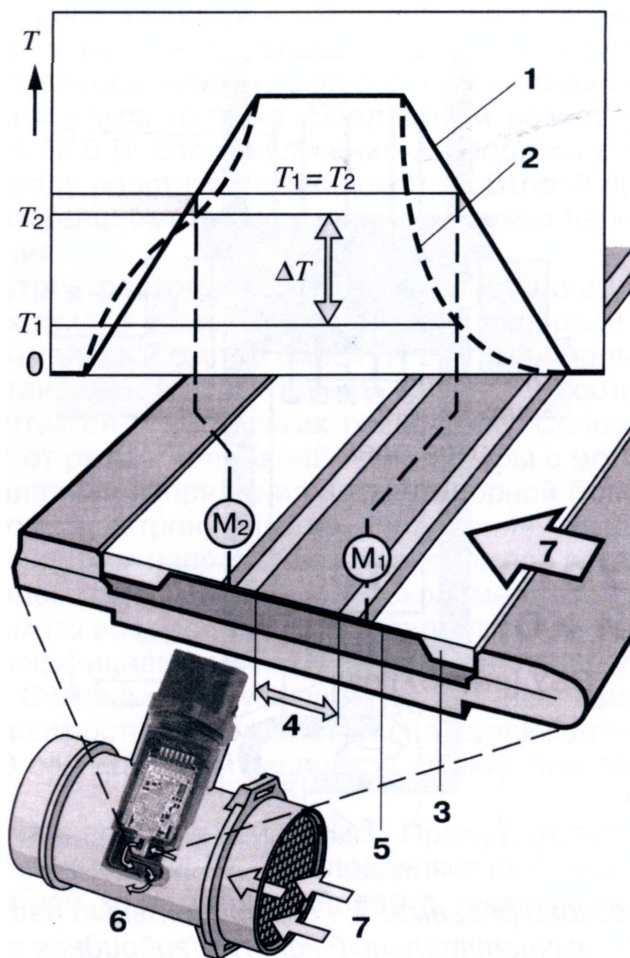
Рисунок 1.8 – Схема массового расходомера воздуха с пленочным термоанемометром

Поступающий поток воздуха обтекает нагретый электрическим током проводник, который встроен в измеритель воздушной массы. Специальная электронная схема управления поддерживает постоянную температуру проводника относительно температуры поступающего воздуха. При увеличении количества поступающего воздуха проводник будет охлаждаться. Величина тока нагрева, требуемого для сохранения постоянной температуры проводника, является мерой массы воздуха, поступающего в двигатель. Этот ток преобразуется в импульсы напряжения, которые обрабатываются блоком управления как основной входной параметр наравне с частотой вращения коленчатого вала двигателя. Кроме того, блок управления получает информацию о температуре охлаждающей жидкости и поступающего воздуха.

На основе входных сигналов блок управления выдает импульсы времени впрыска топлива на форсунки.

Загрязнение нагреваемой нити может привести к искажению результатов измерений. Поэтому после каждой остановки двигателя нить подвергается воздействию повышенной температуры и тем самым очищается.

Расходомер воздуха с пленочным термоанемометром. Измерительный патрубок 2 вмонтирован в массовый расходомер воздуха (рис. 1.8), который в зависимости от требуемого двигателем расхода воздуха имеет различные диаметры. Он устанавливается во впускном канале за воздушным фильтром. Возможен также вариант встроенного измерительного патрубка, который устанавливается внутри воздушного фильтра.



- 1 – температурная характеристика при отсутствии потока воздуха
 2 – температурная характеристика при наличии потока воздуха;
 3 – чувствительный элемент датчика; 4 – зона нагрева; 5 – диафрагма датчика;
 6 – датчик с измерительным патрубком; 7 – поток воздуха;
 M1, M2 – точки измерения, T1, T2 – значения температуры в точках измерения
 M1 и M2; ΔT – перепад температур

Рисунок 1.9 – Принцип измерения массового расхода воздуха пленочным термоанемометром

Воздух, входящий во впускной коллектор, обтекает чувствительный элемент датчика 5, который вместе с вычислительным контуром 3 является основным компонентом датчика.

Входящий воздух проходит через обводной канал 7 за чувствительным элементом датчика. Чувствительность датчика при наличии сильных пульсаций потока мо-

жет быть улучшена применением соответствующей конструкции обводного канала, при этом определяются также и обратные токи воздуха. Датчик соединяется с ЭБУ через выводы 1.

Принцип работы массового расходомера воздуха заключается в следующем. Микромеханическая диафрагма датчика 5 на чувствительном элементе 3 нагревается центральным нагревающим резистором (рис. 1.9). При этом имеет место резкое падение температуры на каждой стороне зоны нагрева 4.

Распределение температуры по диафрагме регистрируется двумя температурозависимыми резисторами, которые устанавливаются симметрично до и после нагревающего резистора (точки измерения M1 и M2). При отсутствии потока воздуха на впуске температурная характеристика 1 одинакова на каждой стороне измерительной зоны ($T_1 = T_2$). Как только поток воздуха начинает обтекать чувствительный элемент датчика, распределение температуры по диафрагме меняется (характеристика 2).

На стороне входа воздуха температурная характеристика является более крутой, поскольку входящий воздух, обтекающий эту поверхность, охлаждает ее. Вначале на противоположной стороне (сторона, наиболее близко расположенная к двигателю) чувствительный элемент датчика охлаждается, но затем воздух, подогреваемый нагревательным элементом, нагревает его. Изменение в температурном распределении (ΔT) приводит к перепаду температур между точками измерения M1 и M2.

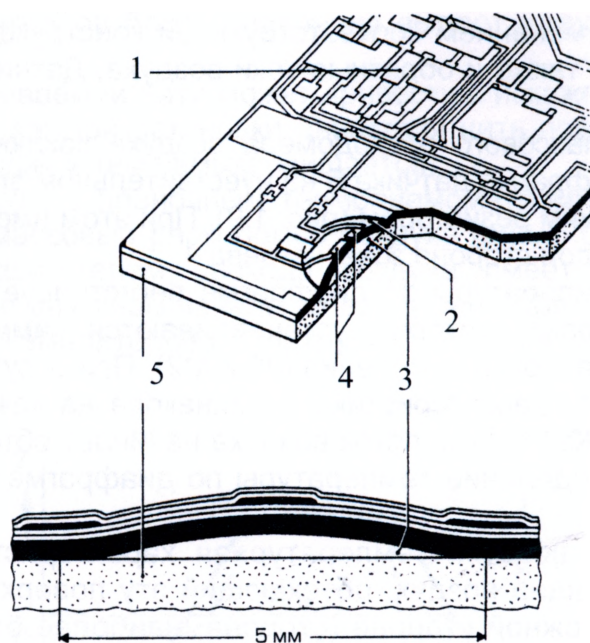
Тепло рассеивается в воздухе и, следовательно, температурная характеристика чувствительного элемента датчика является функцией массового расхода воздуха. Разница температур, таким образом, есть мера массового расхода воздуха и при этом она не зависит от абсолютной температуры протекающего потока воздуха. Кроме этого, разница температур является направленной. Это означает, что массовый расходомер не только регистрирует количество входящего воздуха, но также и его направление.

Благодаря очень тонкой микромеханической диафрагме датчик имеет очень высокую динамическую чувствительность (<15 мс), что очень важно при больших пульсациях входящего воздуха.

Разница сопротивлений в точках измерения M1 и M2 преобразуется встроенным в датчик вычислительным (гибридной схемой) контуром в аналоговый сигнал напряжением 0...5 В. Такой уровень напряжения подходит для обработки сигналов в ЭБУ. Используя характеристику датчика, запрограммированную в ЭБУ, измеренное напряжение преобразуется в величину, представляющую массовый расход воздуха (кг/ч). Форма кривой характеристики является такой, что диагностические устройства, встроенные в ЭБУ, могут определять такие нарушения, как обрыв цепи.

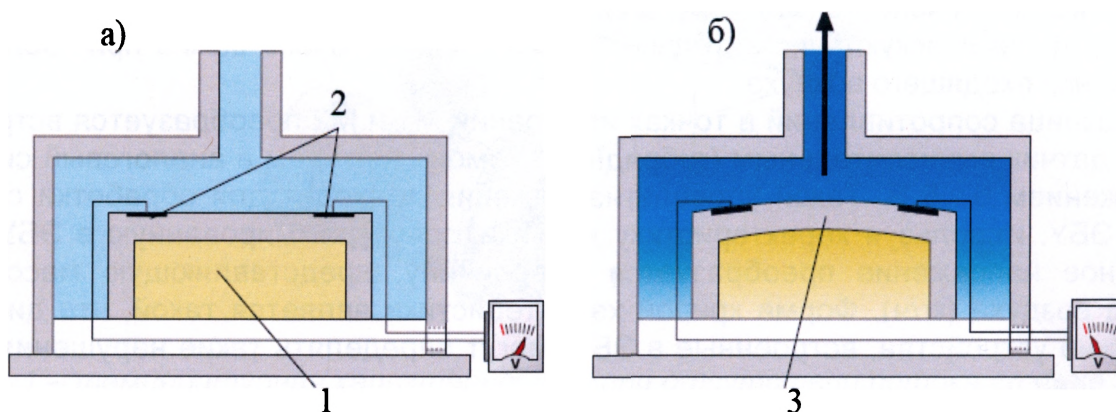
В датчик может также быть вмонтирован температурный датчик для выполнения вспомогательных функций. Он располагается в пластмассовом корпусе и не является обязательным для измерения массового расхода воздуха.

Пленочный расходомер воздуха. Этот датчик состоит из толстопленочной диафрагмы, расположенной на керамической основе (рис. 1.10). Датчик измеряет разрежение во впускном коллекторе на основе измерения деформации пленочной диафрагмы. При определенных коэффициентах расширения керамической подложки и керамической пленочной крышки в результате охлаждения стыка диафрагма принимает форму купола. В результате получается пустотелая камера (пузырек) высотой примерно 100 мкм и диаметром 3...5 мм. Измерительные пьезоэлектрические элементы, расположенные внутри пленки, преобразуют перемещения диафрагмы в электрический сигнал.



1 – измерительная цепь; 2 – диафрагма; 3 – камера эталонного давления;
4 – измерительный элемент; 5 – керамическая подложка
Рисунок 1.10 – Пленочный расходомер воздуха

Датчик давления воздуха в коллекторе. Отдельные системы с электронным управлением впрыска топлива содержат датчик давления воздуха в коллекторе (рис. 1.11), определяющий нагрузку двигателя и количество перепускаемых газов при рециркуляции. Помимо этого по сигналу датчика определяется нагрузка двигателя при пуске, так как измеритель расхода воздуха работает на этом режиме недостаточно точно из-за сильных пульсаций во впускной системе.



1 – полость разряжения; 2 – полупроводниковые элементы; 3 – мембрана;
а – положение мембраны при малом разряжении;
б – положение мембраны при большом разряжении
Рисунок 1.11 – Датчик давления воздуха во впускном коллекторе

Датчик соединен вакуумным шлангом с впускным коллектором. Разрежение в коллекторе действует на мембрану. На мембране находятся тензорезисторы, сопротивление которых изменяется при деформации мембраны. Измеряемое давление при этом сравнивается с эталонным разрежением под мембраной. Мембрана прогибается в зависимости от давления во впускном трубопроводе, при этом изменяется напряжение на выходе датчика, создаваемое в результате изменения сопро-

тивления тензорезисторов. Это напряжение используется в блоке управления для определения величины давления во впускном трубопроводе.

Абсолютное давление в коллекторе вычисляется как атмосферное давление минус разрежение в коллекторе. Питание датчика осуществляется эталонным напряжением 5,0 В. Сигнал датчика в виде напряжения, меняющегося в зависимости от давления, подается на БЭУ. На холостом ходу это напряжение составляет примерно 1,0 В, при полной нагрузке оно повышается до 4,5 В.

Массовый расход воздуха, поступающего в двигатель, БЭУ вычисляет с учетом плотности, определяемой по значению абсолютного давления и температуры воздуха в коллекторе, а также частоты вращения коленчатого вала.

Датчик температуры воздуха

Датчик расположен во впускном кожухе или в корпусе датчика расхода воздуха и измеряет температуру воздуха перед входом во впускной коллектор. Поскольку плотность воздуха обратно пропорциональна его температуре, показания датчика позволяют БЭУ более точно определять массу воздуха, подаваемого в двигатель.

Датчик питается эталонным напряжением 5.0 В. Он представляет собой термосопротивление с отрицательным температурным коэффициентом. Напряжение с датчика, меняющееся в зависимости от температуры, подается на БЭУ. Это напряжение составляет 2.0... 2.8 В при температуре 20 °С и снижается до 1.5 В при температуре 40 °С.

Потенциометрический контактный датчик положения дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки представляет собой потенциометр, на котором смонтированы контакты закрытого положения заслонки, соответствующего холостому ходу. Потенциометр позволяет БЭУ определять положение и скорость перемещения заслонки, а контактный датчик сигнализирует о достижении двигателем состояния холостого хода. Датчики имеют общую точку заземления через БЭУ.

К выводу контактного датчика холостого хода подведено от БЭУ напряжение 5.0 В. При замыкании контактов это напряжение падает до нуля.

Потенциометр датчика имеет три вывода. К одному из крайних выводов подведено эталонное напряжение 5.0 В, второй вывод заземлен. Третий вывод соединен с движком потенциометра, с которого на БЭУ поступает сигнал в виде напряжения, пропорционального углу поворота заслонки. Сигнал датчика позволяет БЭУ вычислить также скорость открытия заслонки.

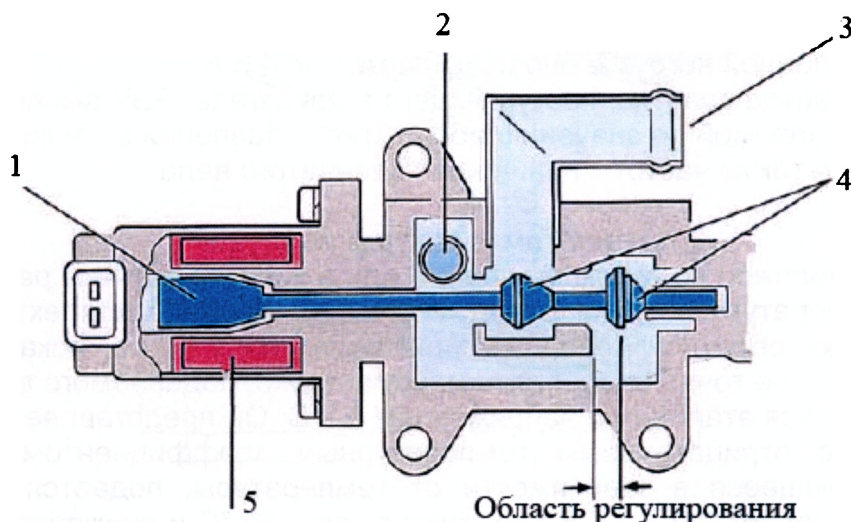
Клапан добавочного воздуха (стабилизации частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу)

Такие клапана предназначены для подачи дополнительного воздуха при пуске холодного двигателя и поддержания оптимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя при его работе на холостом ходу. Изменение частоты вращения коленчатого вала корректируется в зависимости от колебаний нагрузки на двигатель (включение кондиционера воздуха, переключение передач автоматической трансмиссии), при прогреве холодного двигателя, когда во впускной коллектор из форсунок поступает повышенная порция топлива. Описание клапанов приведено выше для систем впрыска К- и КЕ-Джетроник. Кроме таких конструкций в системах электронного впрыска может применяться и конструкция, показанная на рис. 1.12.

Клапан дополнительной подачи воздуха представляет собой регулирующийся клапан, связанный с якорем.

При отклонении частоты вращения коленчатого вала от запрограммированной величины электронный блок управления увеличивает или уменьшает ток сигнала управления, выдаваемого на обмотку якоря, шток которого соответствующим образом изменяет проходное сечение. Соответственно этому изменяется и количество

воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки, что позволяет поддерживать стабильную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу при подключении дополнительных нагрузок на двигатель, например кондиционер, или увеличивать количество воздуха при пуске холодного двигателя.



1 – якорь; 2 – подача воздуха к впускному трубопроводу; 3 – подача воздуха от воздушного фильтра; 4 – регулирующий клапан; 5 – обмотка
Рисунок 1.12 – Клапан дополнительной подачи воздуха (стабилизации холостого хода)

Управление клапаном осуществляется по сигналу блока управления в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и включения пусковой форсунки.

Датчик фаз

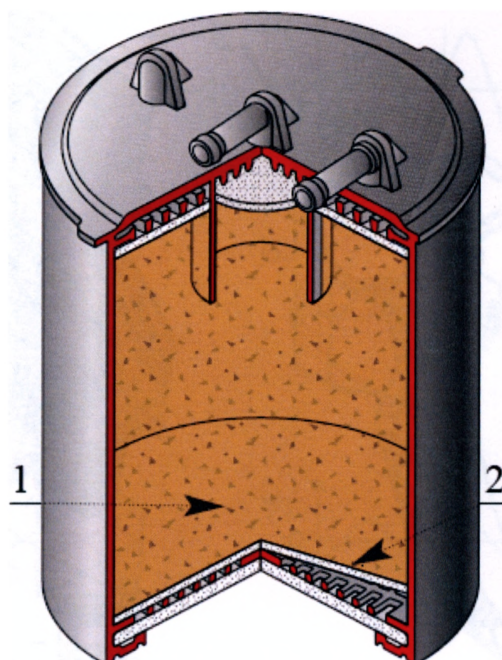
Такой датчик обычно расположен на заглушке головки цилиндров. Принцип действия датчика основан на эффекте Холла. На распределительном валу есть специальный штифт. Когда штифт проходит напротив торца датчика, датчик выдает на контроллер импульс напряжения низкого уровня (около 0 В), что соответствует положению поршня 1-го цилиндра в такте сжатия.

Сигнал датчика фаз используется контроллером для организации последовательного впрыска топлива в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. При возникновении неисправности цепей или самого датчика фаз контроллер заносит в свою память ее код и включает сигнализатор.

Улавливание топливных испарений

В современные системы впрыска, согласно требованиям «Евро-3» и «Евро-4», устанавливается система улавливания топливных испарений, состоящая из угольного адсорбера и электромагнитного клапана продувки адсорбера. С помощью указанной системы происходит улавливание испаряющихся углеводородов из топливного бака, их адсорбирование и подача во впускной трубопровод через электромагнитный клапан, который открывается по сигналам блока управления.

Крышка топливного бака выполняется герметичной. Пары топлива улавливаются емкостью с древесным углем (адсорбер) (рис. 1.13). По мере испарения пары адсорбируются в емкости, затем по сигналу блока управления выводятся через электромагнитный клапан во впускной трубопровод и затем в цилиндры двигателя. Чтобы обеспечить устойчивую работу двигателя на холостом ходу и защитить каталитический нейтрализатор от переобогащения смеси, клапан закрывается, а на режимах прогретого двигателя и больших нагрузок открывается.



1 – активированный уголь; 2 – воздухонепроницаемая перегородка
Рисунок 1.13 – Адсорбер

Электронный привод дроссельной заслонки

При электронном приводе акселератора перемещение дроссельной заслонки осуществляется при помощи электродвигателя, без традиционной механической связи между педалью акселератора и дроссельной заслонкой. Положение педали отслеживается датчиками и соответствующие сигналы передаются в блок управления, где обрабатывается и передается на исполнительный механизм перемещения дроссельной заслонки. Благодаря такой системе блок управления может посредством перемещения дроссельной заслонки влиять на величину крутящего момента двигателя даже в том случае, когда водитель не меняет положения педали акселератора. Это позволяет достигать лучшей координации между системами двигателя.

Электронный привод дроссельной заслонки состоит:

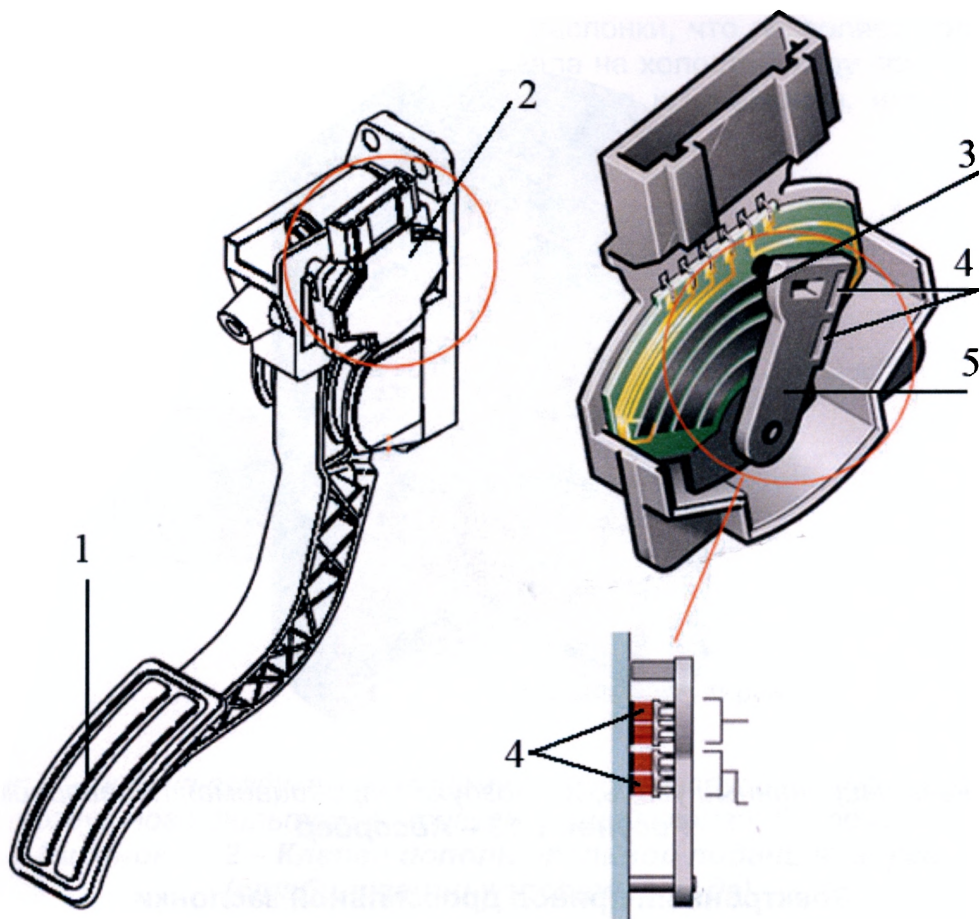
- педального модуля;
- модуля дроссельной заслонки;
- корпуса дроссельной заслонки;
- блока управления двигателем;
- контрольной лампы электронного привода дроссельной заслонки.

Педальный модуль посредством датчиков непрерывно определяет положение педали акселератора и передает соответствующий сигнал блоку управления двигателя. Он состоит (рис. 1.14):

- из педали акселератора;
- датчика 1 положения педали акселератора;
- датчика 2 положения педали акселератора.

Два одинаковых датчика используются для обеспечения надежной работы системы, но для работы системы достаточно работоспособности одного датчика.

Оба датчика представляют собой потенциометры со скользящим контактом, укрепленным на общем валу. При каждом изменении положения педали изменяется сопротивление датчиков и, соответственно, напряжение, которое передается на блок управления двигателем. Используя сигнал от обоих датчиков положения педали акселератора блок управления двигателя узнает положение педали в каждый момент времени.



1 – педаль; 2 – корпус модуля педали акселератора; 3 – контактная дорожка;
4 – датчики; 5 – рычаг

Рисунок 1.14 – Педальный модуль

Разновидностью педального модуля является бесконтактный модуль с индукционными катушками. На общей многослойной плате предусмотрены одна катушка возбуждения и три приемные катушки для каждого чувствительного элемента, а также электронные элементы обработки сигналов и управления датчиком.

Ромбовидные приемные катушки расположены со смещением относительно друг друга, благодаря чему создается сдвиг фаз индуцируемого в них тока. Над приемными катушками находятся катушки возбуждения. На механизме педали закреплена металлическая шторка, которая перемещается при движении педали вдоль платы на минимальном расстоянии от нее.

Катушка возбуждения запитывается переменным током. В результате возникает переменное электромагнитное поле, действующее на металлическую шторку. При этом в шторке индуцируется ток, который в свою очередь создает вокруг нее свое, вторичное, переменное электромагнитное поле. Оба поля, созданные катушкой возбуждения и металлической шторкой, действуют на приемные катушки, создавая на их выводах соответствующее напряжение. В то время как собственное поле шторки не зависит от ее положения, индуцируемый в приемных катушках ток изменяется при перемещении шторки относительно них (рис. 1.15).

При перемещении шторки изменяется степень перекрытия ею той или иной приемной катушки и соответственно меняется амплитуда напряжения на ее выводах. Переменные напряжения на выводах катушек преобразуются затем в электронной схеме датчика в сигналы постоянного напряжения, усиливаются и сравниваются друг с другом. Обработка завершается созданием линейного напряжения, подаваемого на выводы датчика.

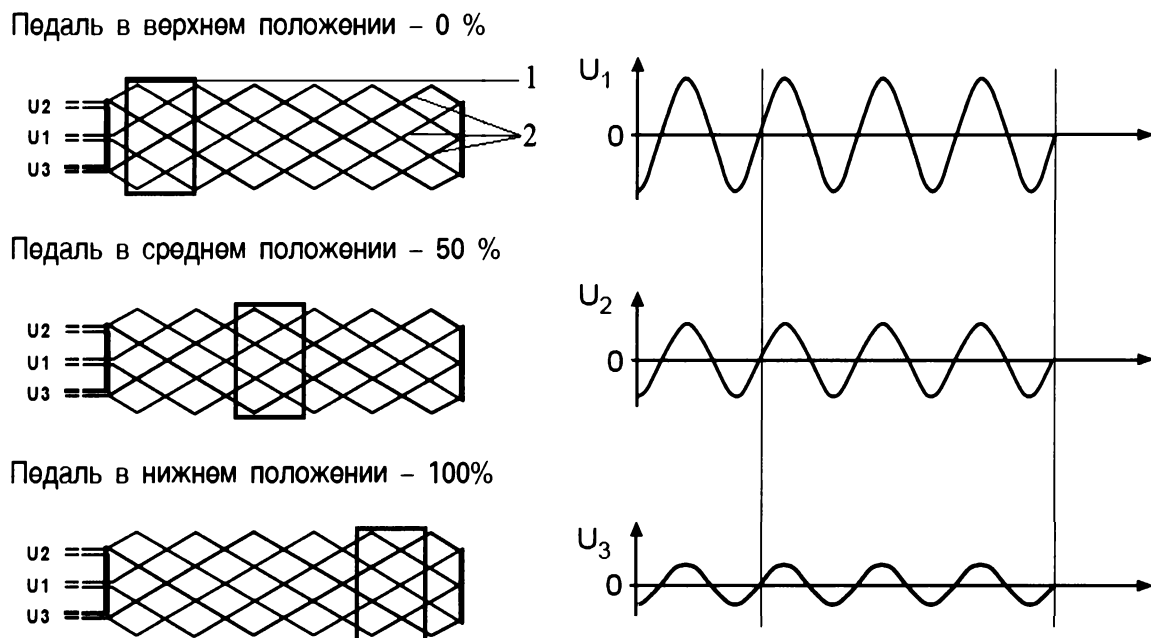


Рисунок 1.15 – Изменение напряжения при перемещении заслонки

Преимуществом модуля является отсутствие контактов, что повышает надежность системы.

Модуль управления дроссельной заслонки расположен на впускном трубопроводе и служит для обеспечения подачи нужного количества воздуха в цилиндры.

Модуль управления дроссельной заслонки (рис. 1.16) обеспечивает необходимую массу воздуха, поступающего в цилиндры.

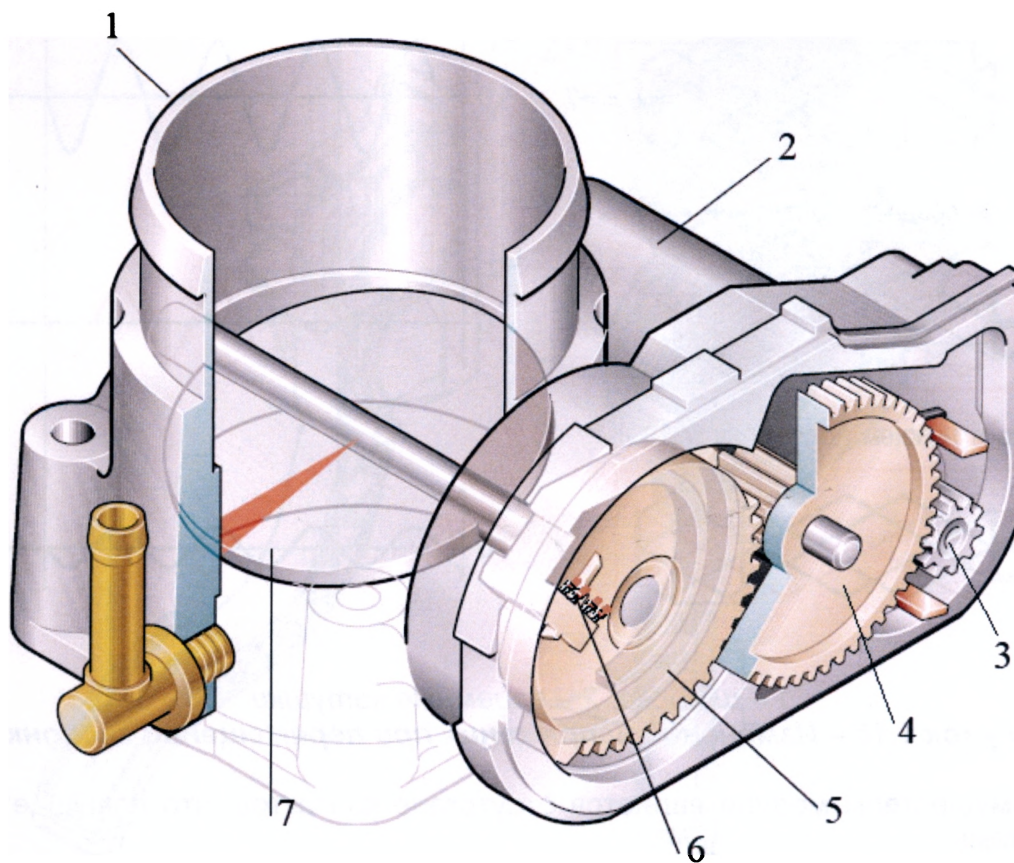
Модуль состоит:

- из корпуса дроссельной заслонки 1;
- дроссельной заслонки 7;
- привода дроссельной заслонки.

Привод дроссельной заслонки воздействует на дроссельную заслонку в соответствии с командами блока управления двигателем 2 (рис. 1.17).

Положение дроссельной заслонки отслеживается с помощью двух датчиков, представляющих собой потенциометры со скользящим контактом. Скользящие контакты укреплены на шестерне, которая сидит на валике дроссельной заслонки. Контакты касаются дорожек потенциометров в крышке корпуса. При изменении положения дроссельной заслонки изменяются сопротивления дорожки потенциометров и, тем самым, сигнальные напряжения, которые передаются блоку управления двигателем.

Блок управления двигателем определяет по этим сигналам намерение водителя увеличить или уменьшить мощность двигателя, суммируя внешние и внутренние требования к крутящему моменту и по ним рассчитывает необходимую величину момента и соответственно этому изменяет его. Крутящий момент определяется расчетом по частоте вращения двигателя, сигналу о нагрузке двигателя и моменту зажигания, при этом блок управления двигателем сначала сравнивает фактический крутящий момент с оптимальным моментом. Если эти величины не совпадают, блок управления расчетом определяет направление и величину положения дроссельной заслонки в целях достижения совпадения фактического и оптимального крутящего момента. После подается управляющий сигнал приводу дроссельной заслонки для приоткрытия ее или, наоборот, некоторого закрытия, например в случае включения дополнительного потребителя – компрессора климатической установки.



1 – корпус дроссельной заслонки; 2 – электропривод дроссельной заслонки;
 3 – шестерня привода; 4 – промежуточная шестерня; 5 – шестерня пружинного
 возвратного механизма; 6 – угловые датчики привода дроссельной заслонки;
 7 – дроссельная заслонка

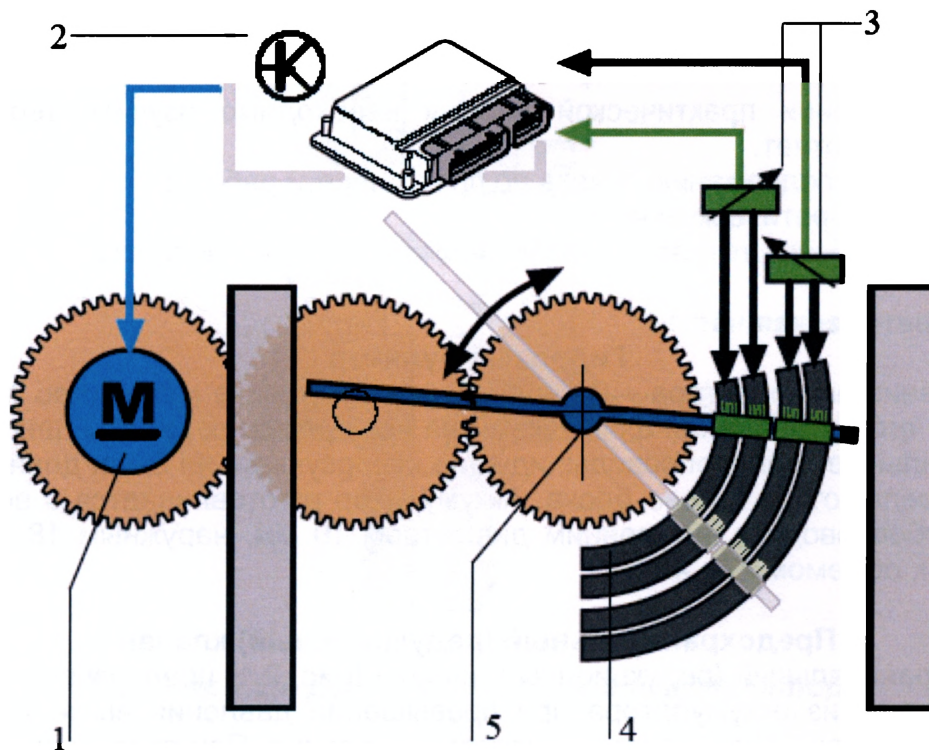
Рисунок 1.16 – Модуль управления дроссельной заслонки

Модуль управления дроссельной заслонки может работать в трех резервных режимах. Режим ограничения мощности: этот режим используется при неисправностях электрического характера, которые могут быть компенсированы без последствий для системы впрыска (неисправность одной из двух токопроводящих дорожек датчика положения педали акселератора или дроссельного узла). При этом режиме ограничиваются динамические характеристики и уменьшается максимальный угол открытия дроссельной заслонки.

Режим потери управляющих воздействий водителя: этот режим называется также «Электрическое ограничение угла открытия дроссельной заслонки». Этот режим применяется в том случае, когда связь с педалью акселератора оказывается потерянной, но блок управления системой впрыска продолжает контролировать наполнение цилиндров двигателя воздухом (привод дроссельной заслонки остается управляемым).

Режим механического ограничения угла открытия дроссельной заслонки: этот режим используется при всех неисправностях, приводящих к потере контроля над приводом дроссельной заслонки (управление заслонкой полностью утрачено). В этом случае дроссельная заслонка находится в механически нейтральном положении, а блок управления системой впрыска ограничивает частоту вращения прерыванием впрыска.

Контрольная лампа электронного привода акселератора сигнализирует водителю, что в системе электронного привода имеется неисправность.



1 – электропривод; 2 – блок управления двигателем; 3 – угловые датчики управления дроссельной заслонкой; 4 – дорожки потенциометров; 5 – дроссельная заслонка

Рисунок 1.17 – Схема управления дроссельной заслонкой

1.2 Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и работа лямбда-регулирования.
2. Назначение, устройство и работа форсунки электронной системы впрыска.
3. Общее устройство и принцип действия расходомера воздуха.
4. Общее устройство и принцип действия потенциометрического контактного датчика положения дроссельной заслонки.
5. Общее устройство и принцип действия датчика температуры воздуха.
6. Устройство и принцип действия клапан добавочного воздуха (стабилизации частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу).
7. Устройство и принцип действия датчика фаз.
8. Общее устройство и принцип действия улавливания топливных испарений.
9. Общее устройство и принцип действия педального модуля.
10. Общее устройство и принцип действия электронной дроссельной заслонки.

Практическая работа № 2 Дизельная топливная аппаратура современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

2.1 Теоретическая часть.

Гидроаккумулятор

Назначение аккумулятора – накапливать необходимое количество топлива для обеспечения его потребления форсунками на всех режимах работы двигателя. Чтобы нагнетательные топливопроводы, идущие к форсункам, не были длинными, аккумулятор закрепляют на голове блока. Аккумулятор изготавливается в виде толстостенного трубопровода с внутренним диаметром 10 мм, наружным 18 мм, длиной 280... 600 мм, объемом 22...47 мл.

Предохранительный (редукционный) клапан

Предохранительный (редукционный) клапан (рис. 2.1) предназначен для стравливания топлива из аккумулятора при превышении давления выше допустимого. Он срабатывает при неисправном регуляторе давления. При превышении давления в аккумуляторе свыше допустимого клапан 2 (рис. 2.1), преодолевая усилие пружины 3, открывает сливную магистраль и давление в аккумуляторе уменьшается. Давление срабатывания клапана регулируется поворотом винта 4.

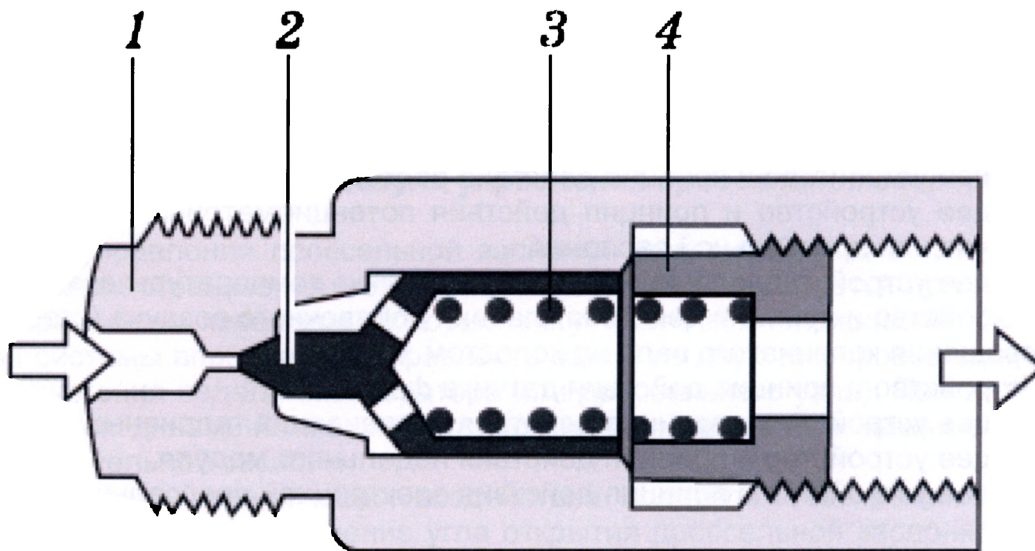


Рисунок 2.1 – Предохранительный клапан

Датчик давления

Датчик давления топлива в аккумуляторе (рис. 2.1) служит для передачи сигнала давления топлива в блок управления. Он состоит из мембраны 2 (рис. 2.2) и электронной платы 1.

Мембрана 2 приварена к корпусу и снабжена полупроводниковым первичным преобразователем. Она может прогибаться до 1 мм при давлении 1500 кгс/см². Перемещение мембраны, зависящее от давления топлива, вызывает изменение сигнала регистрируемого в электронной плате и передаваемого в блок управления.

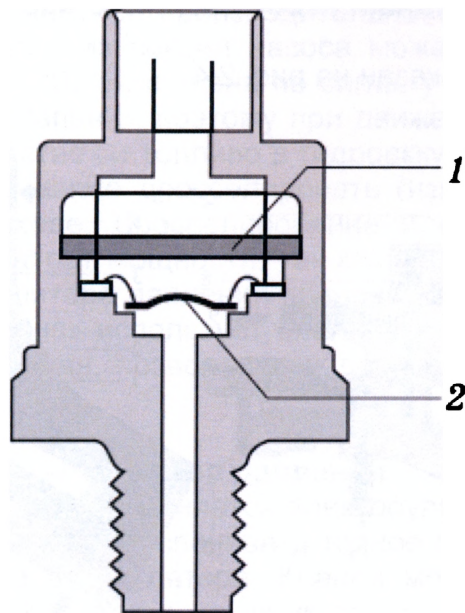
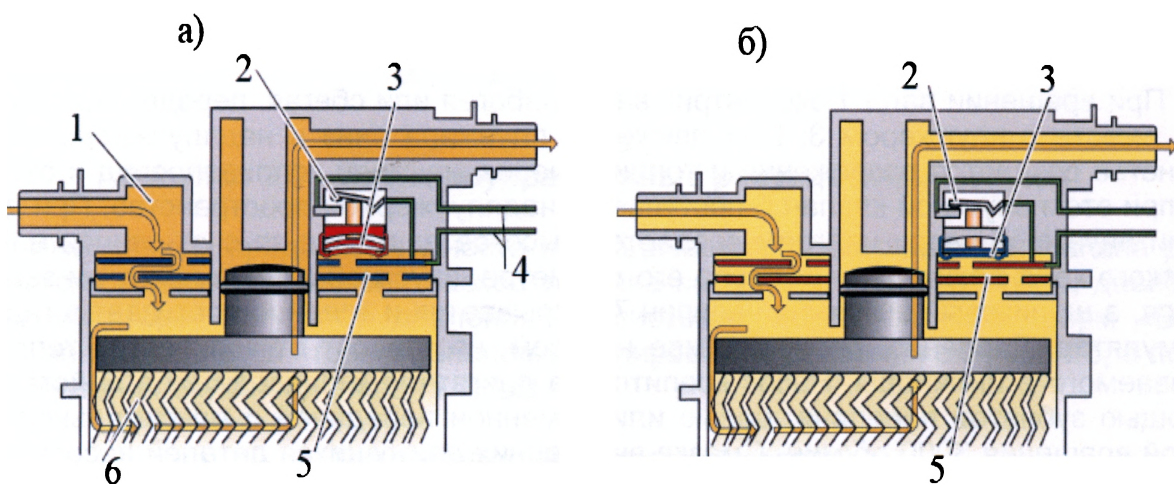


Рисунок 2.2 – Датчик давления в аккумуляторе

Топливный фильтр

В современных системах питания дизельных двигателей, в целях предотвращения засорения топливного фильтра кристаллами парафина, устанавливаются топливные фильтры с электроподогревом для нагревания топлива при низких температурах наружного воздуха.

Система обогрева топливного фильтра состоит из алюминиевых пластин 5 и биметаллического контактного выключателя (рис. 2.3). При высоких температурах окружающего воздуха биметаллическая пластина 3 выгибается и контакты находятся в разомкнутом состоянии и ток на систему обогрева топливного фильтра не подается (рис. 2.3, а). При температуре окружающего воздуха от +3 °С до +8 °С биметаллическая пластина распрямляется и контакты замыкаются (рис. 2.3, б). На систему обогрева топливного фильтра подается ток, и при помощи алюминиевых пластин происходит подогрев топлива в топливном фильтре.

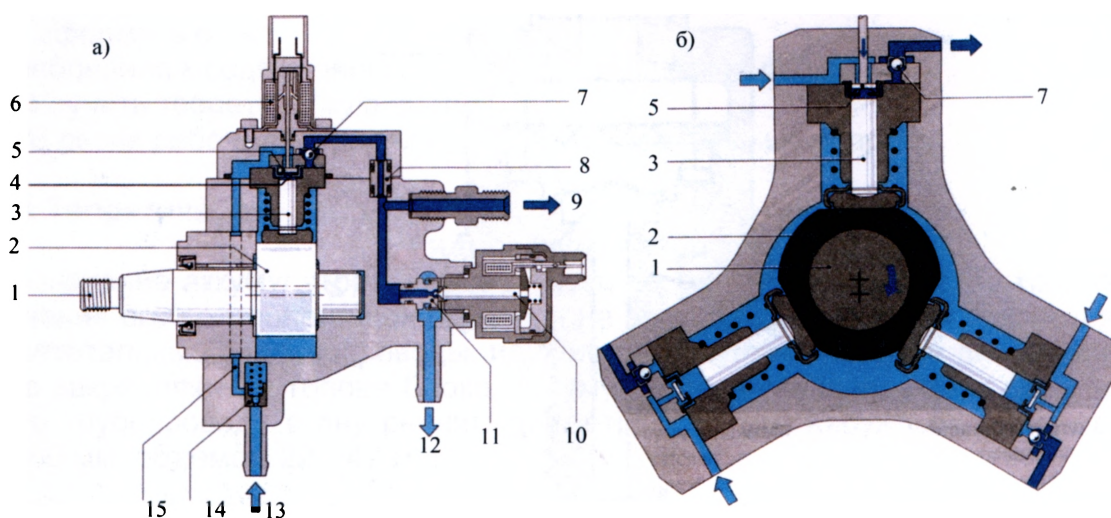


1 – топливо; 2 – подвижной контакт; 3 – биметаллическая пластина;
4 – провода подвода электроэнергии; 5 – алюминиевые пластины;
6 – фильтрующий элемент; а – обогрев выключен; б – обогрев включен

Рисунок 2.3 – Топливный фильтр с электроподогревом

Топливный насос высокого давления

ТНВД фирмы «Бош» показан на рис. 2.4.



1 – эксцентриковый вал; 2 – кулачок; 3 – плунжер со втулкой; 4 – камера над плунжером; 5 – впускной клапан; 6 – электромагнитный клапан отключения плунжерной секции; 7 – выпускной клапан; 8 – уплотнения; 9 – штуцер магистрали, ведущей к аккумулятору высокого давления; 10 – клапан регулирования давления; 11 – шариковый клапан; 12 – магистраль обратного слива топлива; 13 – магистраль подачи топлива к ТНВД; 14 – предохранительный клапан с дроссельным отверстием; 15 – перепускной канал низкого давления; а – продольный разрез; б – поперечный разрез

Рисунок 2.4 – Радиально-плунжерный ТНВД фирмы «Бош»

Насос имеет компоновку в виде звездообразной схемы (радиально-плунжерный) и состоит из эксцентрикового приводного вала 1, трех плунжеров 3, расположенных под углом 120° , впускного трубопровода с предохранительным клапаном 14 и противодренажным отверстием, впускного клапана 5 с электромагнитом, выпускного шарикового клапана 7 и регулятора давления с клапаном 10. Применение насоса с тремя плунжерами, позволяет произвести три рабочих хода за один оборот при небольших затратах мощности на привод и обеспечивает равномерную подачу топлива.

При вращении вала 1 эксцентрик вала, набегая или сбегая, передвигает толкатель вместе с плунжером 3. При движении плунжера вниз в надплунжерном пространстве создается разрежение и топливо через впускной топливопровод и открытый при этом впускной клапан 5 поступает в надплунжерное пространство. При движении плунжера вверх над ним создается высокое давление за счет относительно короткого хода плунжера и подбора его диаметра, впускной клапан при этом закрывается, а шариковый выпускной клапан 7 открывается и топливо поступает в гидроаккумулятор. Давление, производимое насосом, не зависит от количества топлива подаваемого в цилиндры. Насос крепится на двигателе и приводится в действие с помощью зубчатой передачи, цепью или ременной передачей с максимальной частотой вращения 3000 об/мин. Смазка внутренних движущихся деталей насоса производится от поступающего топлива.

При превышении давления в системе в электромагнит регулятора давления поступает соответствующий сигнал от блока управления и якорь электромагнита в зависимости от величины сигнала перемещается на определенную величину, передвигает клапан регулирования давления 10, открывая необходимое сечение канала слива топлива.

Для обеспечения необходимой производительности насоса на различных режимах работы двигателя одна из секций насоса может выключаться с помощью электромагнитного клапана 6. Шток клапана по сигналу блока управления выдвигается и блокирует впускной клапан 5, поэтому при движении плунжера вверх давление над плунжером не возрастает и топливо в гидроаккумулятор не подается. Электромагнитный клапан может также дросселировать (изменять проходное сечение) прохождение топлива на входе. Дросселирование и выключение секций насоса необходимо для снижения затрат мощности, так как применение стравливания топлива с использованием регулятора давления приводит к непроизводительным потерям мощности. Фирма «Сименс» использует аналогичные насосы, но в них используются электромагнитный клапан, позволяющий дросселировать прохождение топлива на входе в каждую секцию.

Регулятор давления

В системах «коммон рейл» применяется электроуправляемый клапанный регулятор давления, который должен обеспечивать точное поддержание заданного для данного режима давления в аккумуляторе. Клапан может устанавливаться как в ТНВД позиция 10 (см. рис. 2.4), так и на аккумуляторе. Давление в аккумуляторе поддерживается усилием пружины 4 (рис. 2.5), которая через шток 2 воздействует на шариковый клапан 1. Электромагнитом 3 создается дополнительное запирающее усилие.

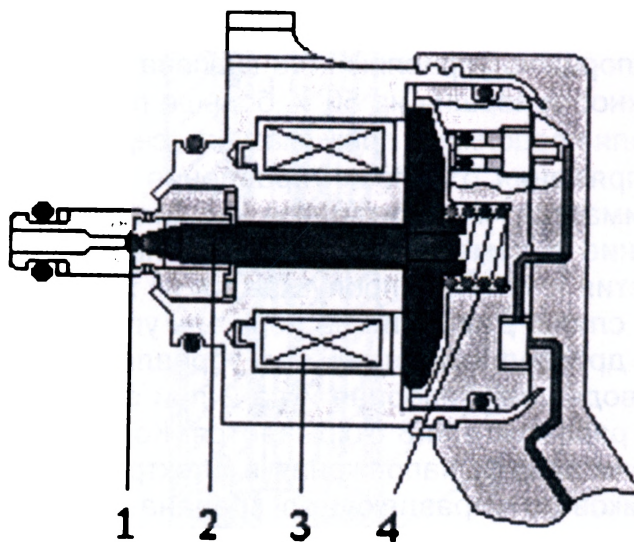


Рисунок 2.5 – Электроуправляемый редукционный клапан

Изменением продолжительности периодического обесточивания клапана регулируется средний по времени расход топлива на слив и, следовательно, давление в аккумуляторе. Регулятор давления в системах «Common Rail» фирм «Бош» и «Сименс» является вторым каналом регулирования давления аккумулятора после блокирования впускного клапана ТНВД.

Топливоподкачивающие насосы

В качестве топливоподкачивающих насосов в системах «Common Rail» и насосфорсунках применяются шестеренчатые с механическим приводом (внешнего зацепления), роторные (роликовые) насосы с автономным электроприводом и лопастного типа с отдельно расположенными лопатками. Топливоподкачивающие насосы могут быть объединены с ТНВД или устанавливаться отдельно, в том числе погруженных в топливный бак. Давление топлива подаваемого топливоподкачивающими

насосами составляет 5...8 кгс/см². Принцип действия шестеренчатых насосов аналогичен насосам, устанавливаемым в системе смазки, роторных – устанавливаемым в системах впрыска бензиновых двигателей.

Конструкции и принцип действия топливоподкачивающих насосов рассмотрены выше в соответствующих разделах.

Форсунки

Общий вид форсунки системы «Common Rail» фирмы «Бош» показан на рис. 2.6. Она состоит из электромагнита 11 и его якоря 10, маленького шарикового управляющего клапана 8, запорной иглы 2, распылителя 3, поршня управляющего клапана 5, подпружиненного штока 9. Шарик клапана прижимается к седлу с усилием пружины и электромагнита. Сила пружины рассчитана на давление до 100 кг/см², что значительно ниже давления в линии высокого давления (250...1800 кг/см²), поэтому только при приложении усилия электромагнита шариковый клапан не отойдет от седла, отделяя аккумулятор от линии слива. Игла распылителя форсунки в нерабочем состоянии прижимается к седлу пружинной распылителя – это предотвращает попадание воздуха в форсунку при пуске двигателя.

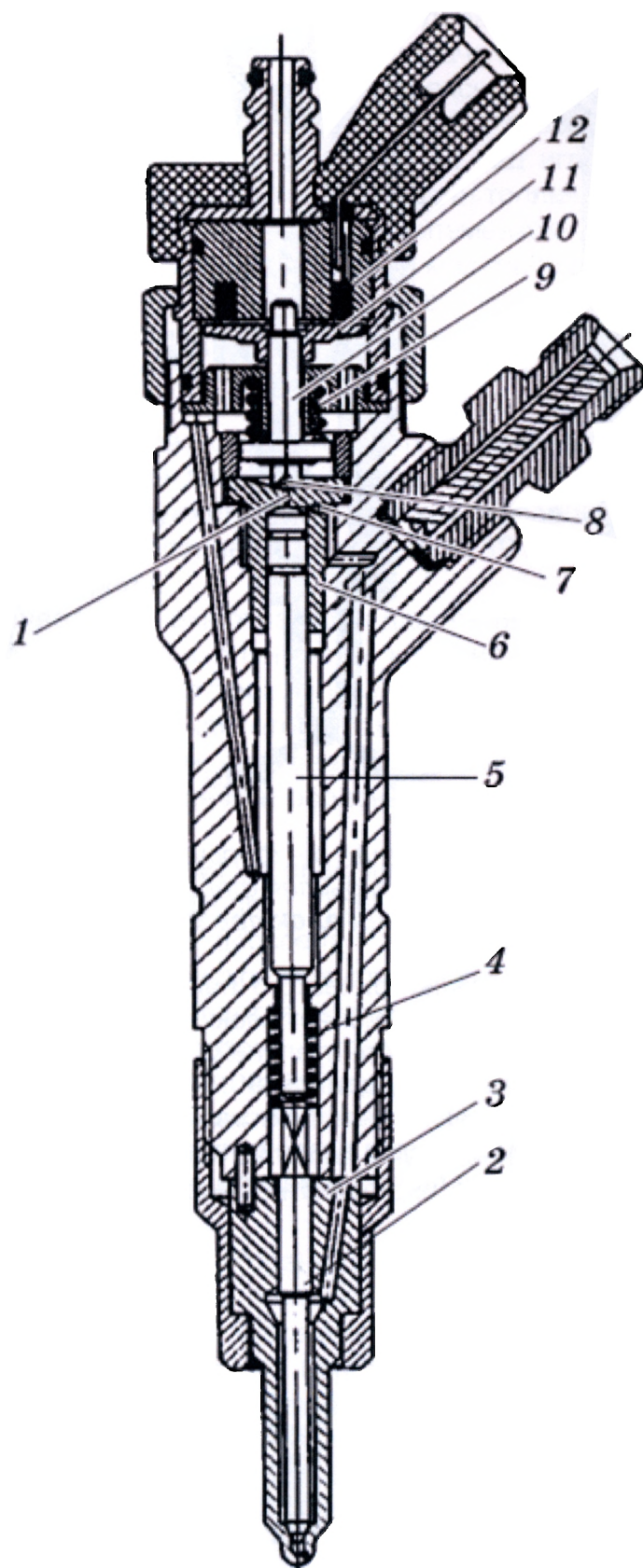
В отличие от бензиновых электромеханических форсунок, в форсунках «Common Rail» электромагнит при давлении 1350 ... 2500 кгс/см² не в состоянии поднять запорную иглу, поэтому используется принцип гидроусиления (рис. 2.7). Позиции на рис. 2.7 соответствуют позициям разреза форсунки на рис. 2.6.

При создании давления в аккумуляторе оно действует как на конусную поверхность иглы, так и на поршень управляющего клапана 5 (рис. 2.7, а). Поскольку площадь рабочей поверхности поршня на 50 % больше площади конусной поверхности иглы, игла распылителя продолжает прижиматься к седлу.

При подаче напряжения от блока управления на электромагнит 11, шток 9 якоря штока поднимается и открывается шариковый управляющий клапан 8 (рис. 2.7, б). Давление в камере управления 7 падает в результате открытия дроссельного отверстия и топливо пропускается из зоны над поршнем управляющего клапана в зону слива. Давление на поршень управляющего клапана падает, так как подводящее дроссельное отверстие управляющего клапана имеет меньшее сечение чем отводящее. Запорная игла 2 при этом под действием высокого давления в кармане распылителя 3 открывается. Количество подаваемого топлива зависит от времени подачи напряжения в электромагнит 11, а значит от времени открытия шарикового управляющего клапана 8. При прекращении подачи напряжения на электромагнит 11, якорь под действием пружины опускается вниз, при этом шариковый управляющий клапан закрывается, давление в камере управления восстанавливается через специальный жиклер (рис. 2.7, с). Под действием давления топлива на поршень управляющего клапана 5, имеющего диаметр больше диаметра иглы, последняя закрывается.

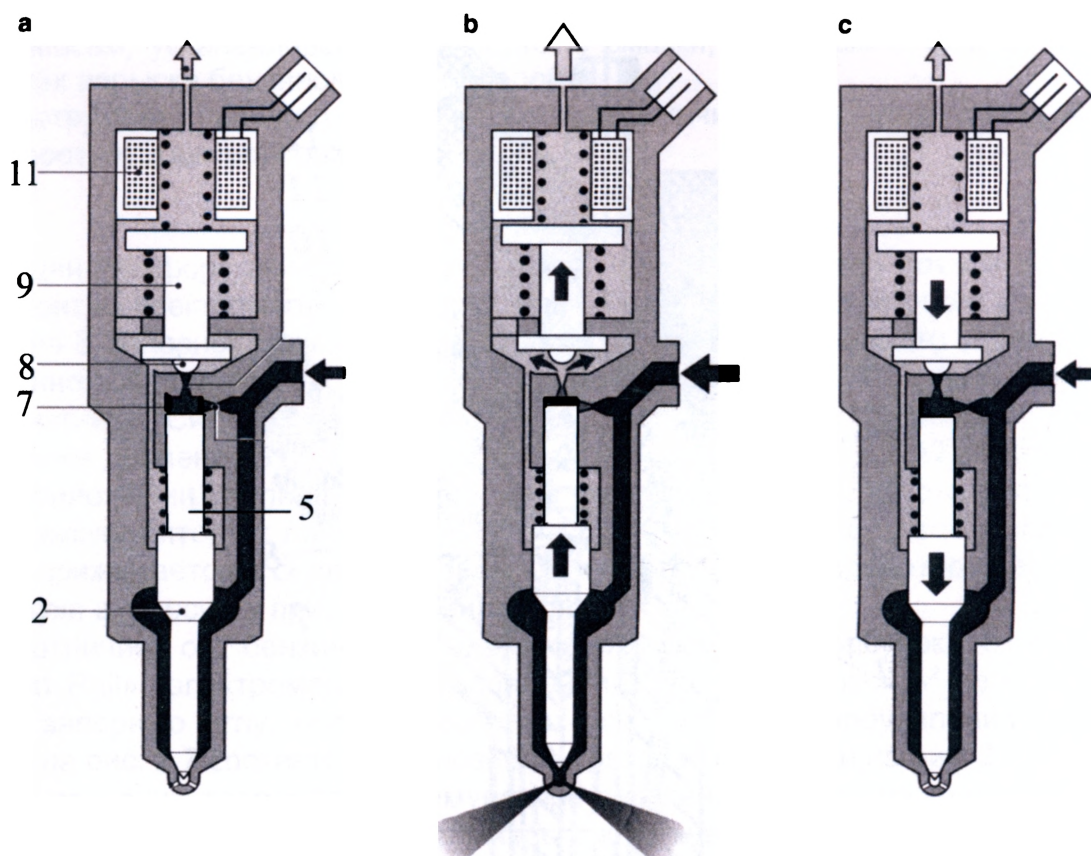
В системах «Common Rail» первых поколений общее количество горючей смеси, впрыскиваемой в цилиндр, разделялось на предварительное и основное. Однако более гармоничной является такая схема сгорания, когда во время одного рабочего такта горючая смесь будет разделена на возможно большее количество частей. До сих пор добиться этого было невозможно по причине инерционности традиционных форсунок с электромагнитным управлением.

Одним из путей совершенствования системы «Common Rail» является увеличение быстродействия открытия форсунки. Минимальное время открытия форсунки для электромагнита с подвижным сердечником составляет 0,5 мс, что не позволяет оперативно изменять подачу топлива. Для более быстрого срабатывания форсунки в настоящее время применяется пьезокерамическая форсунка, которая работает вчетверо быстрее.



1 – отводящий дроссель; 2 – игла; 3 – распылитель; 4 – пружина запираания иглы;
 5 – поршень управляющего клапана; 6 – втулка поршня; 7 – подводный дроссель;
 8 – шариковый управляющий клапан; 9 – шток; 10 – якорь;
 11 – электромагнит; 12 – пружина клапана

Рисунок 2.6 – Разрез электрогидравлической форсунки фирмы Бош



*а – форсунка в закрытом состоянии; б – форсунка в открытом состоянии;
с – фаза закрытия форсунки*

Рисунок 2.7 – Принцип действия электрогидравлической форсунки

Известно, что при подаче электрического напряжения на пьезокерамическую пластинку, она на несколько микрон изменяет свою толщину.

Пьезоэлемент, являющийся исполнительным элементом форсунки, (рис. 2.8) представляет собой параллелепипед длиной 30...40 мм, состоящий из спеченных между собой 300 керамических пластинок (кристаллов), расширяющийся на 80 мкм всего за 0,1 мс, чего достаточно, чтобы воздействовать на иглу форсунки с усилием 6300 Н. При этом для управления пьезоэлементом используют напряжение бортовой сети автомобиля.

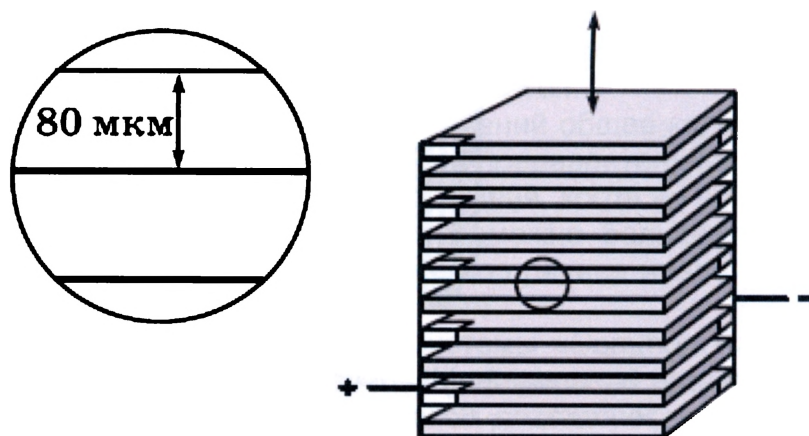


Рисунок 2.8 – Пьезоэлемент

Для усиления пьезоэффекта в керамику добавляют палладий и цирконий. Пьезоэлемент потребляет энергию только при подаче напряжения и регенерирует ее при выключении напряжения, таким образом, являясь регенератором энергии.

Использование пьезоэлемента, кроме быстроты срабатывания, обеспечивает большую силу открытия клапана сброса давления над иглой форсунки и высокую точность хода для быстрого сброса давления подачи топлива.

Электрогидравлическая форсунка с пьезоэлементом показана на (рис. 2.9). Основными составляющими форсунки являются модуль исполнительного элемента, состоящего из пьезоэлектрического элемента и его составляющих, модуль плунжера, состоящего из поршней, амортизатора давления и пружины, клапан переключения, игла. Для окончательной очистки топлива применяется специальный стержневой фильтр.

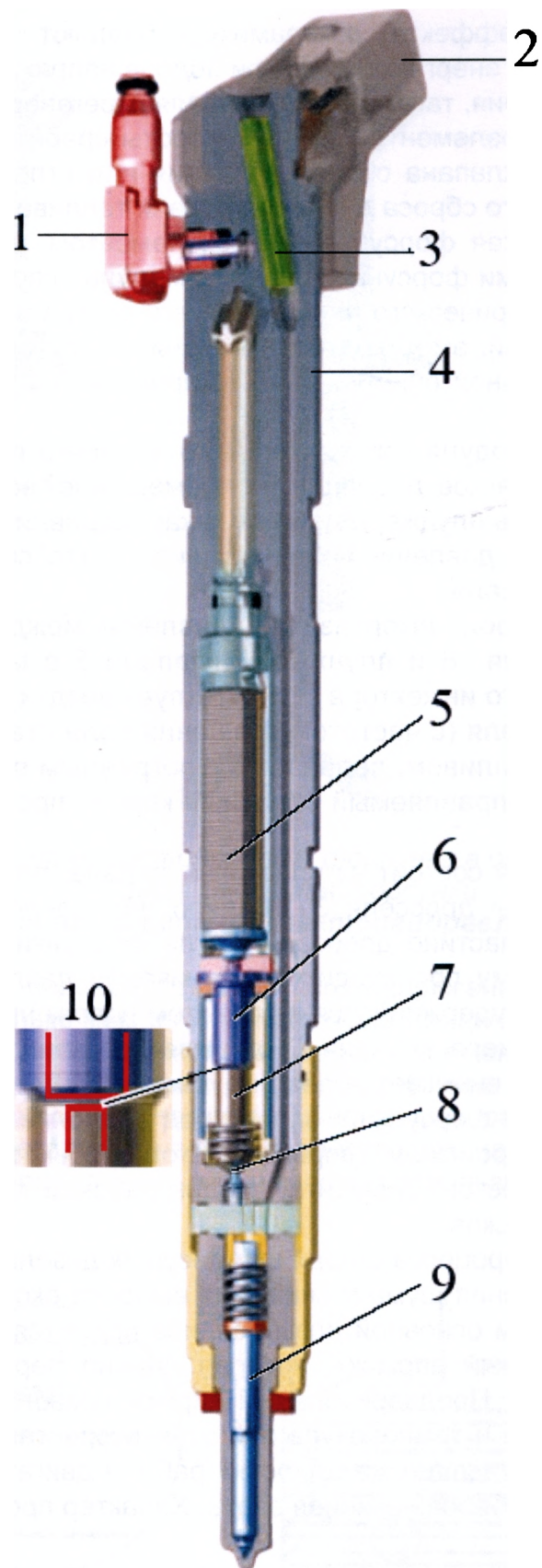
Увеличение длины модуля исполнительного элемента преобразуется модулем соединителя в гидравлическое давление и перемещение, воздействующие на клапан переключения. Модуль плунжера действует как гидравлический цилиндр. На него постоянно воздействует давление подачи топлива 10 кгс/см² через редукционный клапан в обратной магистрали.

Топливо выполняет роль амортизатора давления между плунжером соединителя выпускного дросселя 8 и плунжером клапана 5 в модуле плунжера (рис. 2.10). Из пустого закрытого инжектора (присутствует воздух) воздух удаляется при стартерном пуске двигателя (с частотой вращения вала стартера). Помимо этого, инжектор наполняется топливом, подаваемым погружным в топливном баке насосом, проходящим через управляемый обратный клапан против направления потока топлива.

Клапан переключения состоит из пластины клапана, плунжера клапана 5, пружины клапана и пластины дросселя 3. Топливо под давлением протекает через впускной дроссель 4 в пластине дросселя к игле форсунки и в камеру над иглой форсунки. Благодаря этому происходит выравнивание давления над и под иглой форсунки. Игла форсунки удерживается в закрытом положении силой пружины форсунки. При нажиме плунжера клапана 5 открывается канал выпускного дросселя и топливо под давлением вытекает через выпускной дроссель 8 большего размера, расположенный над иглой форсунки. Топливо под давлением поднимает иглу форсунки, в результате чего происходит впрыск. Благодаря быстрым командам на переключение пьезо-электрического элемента за один рабочий такт друг за другом производятся несколько впрысков.

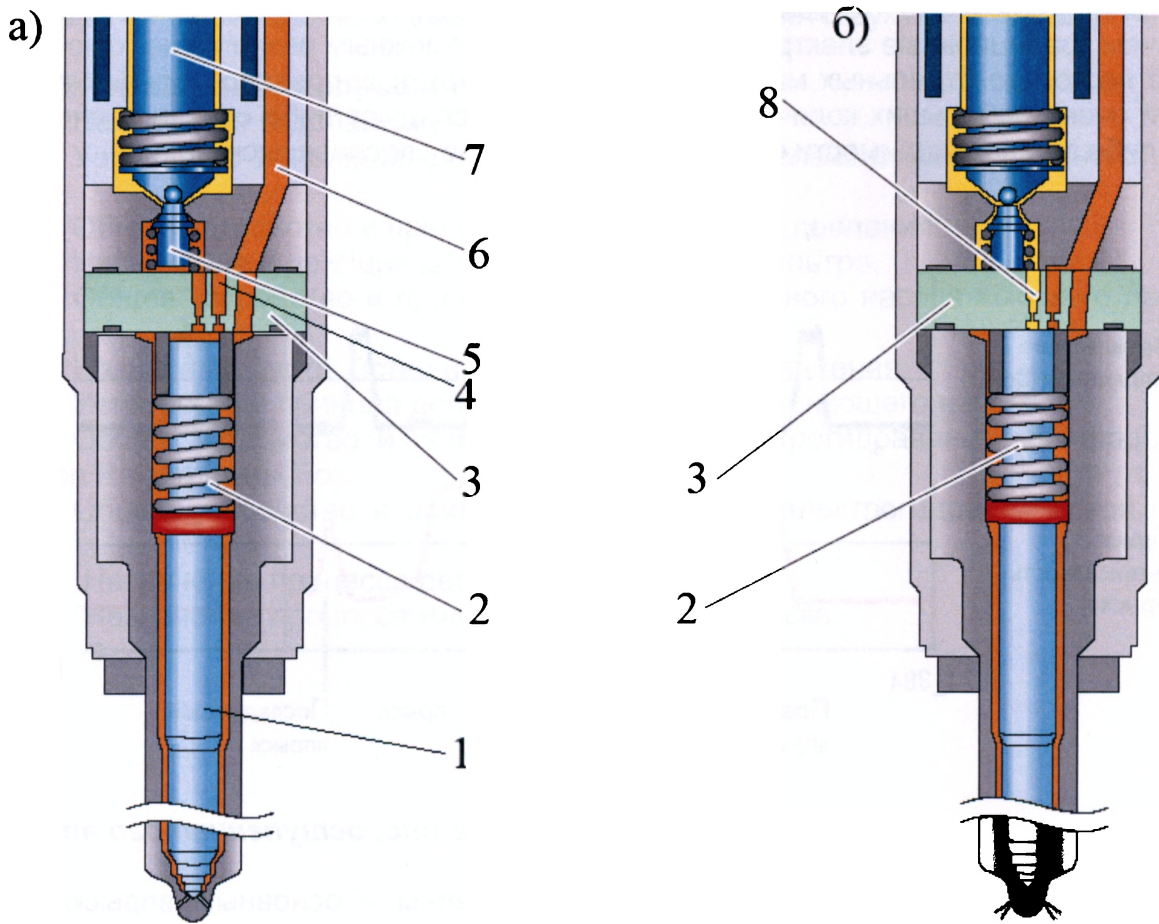
Из-за особенностей процесса сгорания, присущих дизельным двигателям с турбонаддувом, для уменьшения шума и снижения выброса оксидов азота в цилиндры двигателя перед впрыском основной дозы топлива подается небольшая капля топлива (1...2 мм³) «пилотный впрыск», которая плавно перетекает в распыление остальной части топлива. Предварительный впрыск позволяет топливу воспламениться быстрее. Давление и температура при этом возрастают медленнее, чем при обычном впрыске, что уменьшает «жесткость» работы двигателя и его шум с одновременным снижением выбросов оксидов азота. Характер процесса двойного впрыска показан на рис 2.11.

При холодном двигателе и в режиме, приближенном к холостому ходу, происходит два предварительных впрыска. При увеличении нагрузки предварительные впрыски один за одним прекращаются, пока при полной нагрузке двигатель не перейдет в режим основного впрыска. Оба дополнительных впрыска необходимы для регенерации сажевого фильтра.



1 – патрубок рециркуляции; 2 – электрический разъем; 3 – стержневой фильтр;
 4 – корпус форсунки; 5 – пьезоэлектрический элемент; 6 – сопряженный поршень;
 7 – поршень клапана; 8 – клапан переключения; 9 – игла форсунки;
 10 – амортизатор давления

Рисунок 2.9 – Разрез пьезоэлектروهидравлической форсунки



1 – игла форсунки; 2 – пружина форсунки; 3 – пластина дросселя;
 4 – впускной дроссель; 5 – плунжер клапана; 6 – линия высокого давления;
 7 – соединительный элемент; 8 – выпускной дроссель; а – форсунка закрыта;
 б – форсунка открыта

Рисунок 2.10 – Принцип работы пьезофорсунки

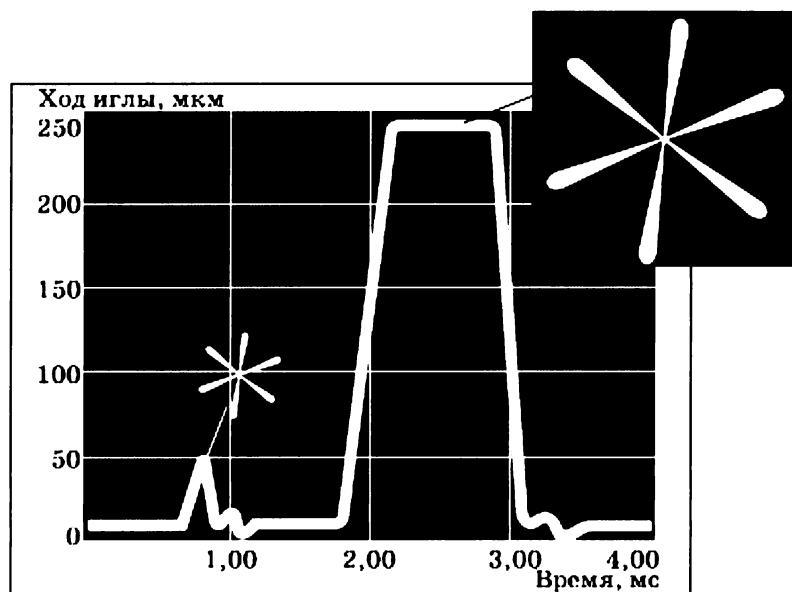


Рисунок 2.11 – График процесса двойного впрыска и характер распыления топлива

Благодаря тому, что пьезофорсунки имеют намного меньшее время срабатывания, чем традиционные электромагнитные, стало возможным разделение горючей смеси на несколько отдельных микродоз: после многократных предварительных впрыскиваний очень небольших количеств горючей смеси следуют либо основное впрыскивание, либо при необходимости многие так называемые «послевпрыскивания».

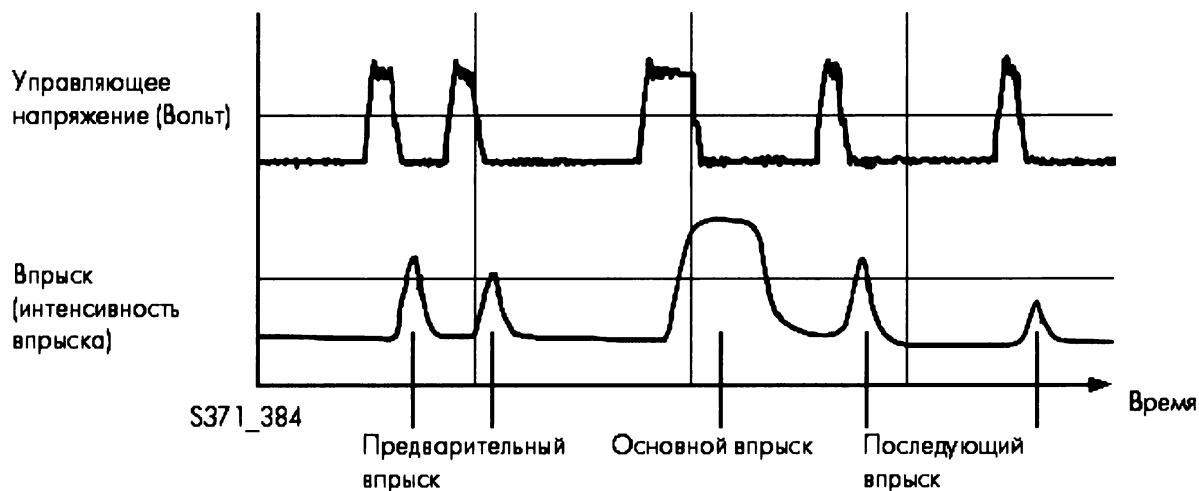


Рисунок 2.12 – Характер протекания процесса многоступенчатого впрыска

Время между предварительным впрыскиванием и основным впрыскиванием составляет 100 мс. Объем топлива, попадающего в цилиндр в момент каждого предварительного впрыскивания, составляет 1,5 мм³. Это делается для равномерного распределения давления в камере сгорания и, соответственно, уменьшения шума, создаваемого в процессе сгорания. После впрыскивания, в свою очередь, служат для снижения токсичности отработавших газов. Если в конце цикла сгорания произвести еще одно впрыскивание в цилиндр, то оставшиеся частицы сгорают лучше. Кроме того, в случае, когда во впускной системе установлен фильтр для улавливания несгоревших частиц, такая технология за счет высокой температуры способствует его очистке. Это особенно актуально для двигателей с большим рабочим объемом.

Более того, сейчас стало возможным использовать до семи тактов впрыска вместо трёх за один рабочий процесс. Благодаря этому появляются новые возможности для увеличения номинальной мощности двигателя и еще более точного контроля за составом отработавших газов.

Новое поколение форсунок позволяет регулировать не только количество впрыска по времени и его фазы, но и управлять подъемом иглы, что позволяет более четко управлять процессом впрыска.

В настоящее время производители дизельной топливной аппаратуры, например фирма Бош, разработала системы Common Rail с давлением впрыска до 2500 кгс/см². В этих системах форсунка отличается от традиционной тем, что максимальное давление создается не гидроаккумуляторе, а в самой форсунке. Она снабжена миниатюрным гидроусилителем давления и двумя электромагнитными клапанами, позволяющими варьировать момент впрыска и количество топлива в пределах одного рабочего цикла. Таким образом, здесь совмещены принципы работы Common Rail и форсунок.

Другим направлением форсунок фирмы Bosch является устройство в форсунках небольшого напорного резервуара, сокращающего обратный ход к циклу низкого давления. Это позволяет увеличить давление впрыска и КПД системы.

Форсунки с повышенным давлением впрыска соответствуют нормам Евро-6.

2.2 Контрольные вопросы

1. Назначение гидроаккумулятора.
2. Устройство и принцип действия предохранительного (редукционного) клапана.
3. Общее устройство и принцип действия датчика давления.
4. Назначение и принцип действия топливного фильтра.
5. Общее устройство и принцип действия топливного насоса высокого давления.
6. Назначение, устройство и работа регулятора давления.
7. Устройство и принцип действия топливоподкачивающего насоса.
8. Общее устройство и принцип действия электрогидравлической форсунки «Common Rail» фирмы Бош.
9. Общее устройство и принцип действия пьезоэлектрогидравлической форсунки.
10. Назначение процесса двойного впрыска.
11. Назначение процесса многоступенчатого впрыска.

Практическая работа № 3 Система зажигания современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

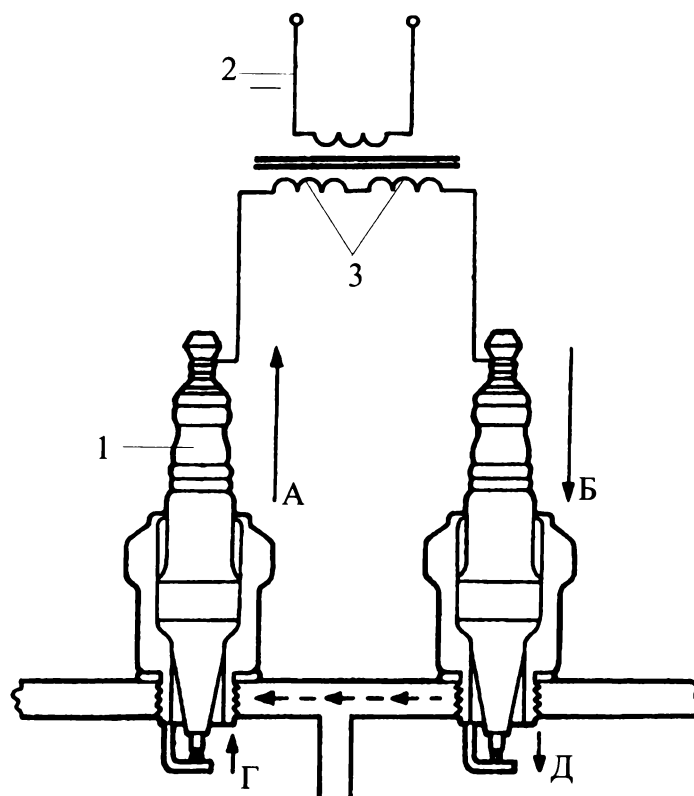
Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

3.1 Теоретическая часть.

Системы зажигания с одной катушкой на два цилиндра

Одной из разновидностей системы зажигания с индивидуальными катушками является система с одной катушкой зажигания на 2 цилиндра, которая применяется для двигателей с четным числом цилиндров (рис. 3.1).



1 – свеча зажигания; 2 – первичная обмотка; 3 – вторичная обмотка;
А – направление потока электронов; Б – направление потока электронов, формирующих искру; Г – переход электронов с бокового электрода на центральный;
Д – переход электронов с центрального электрода на боковой

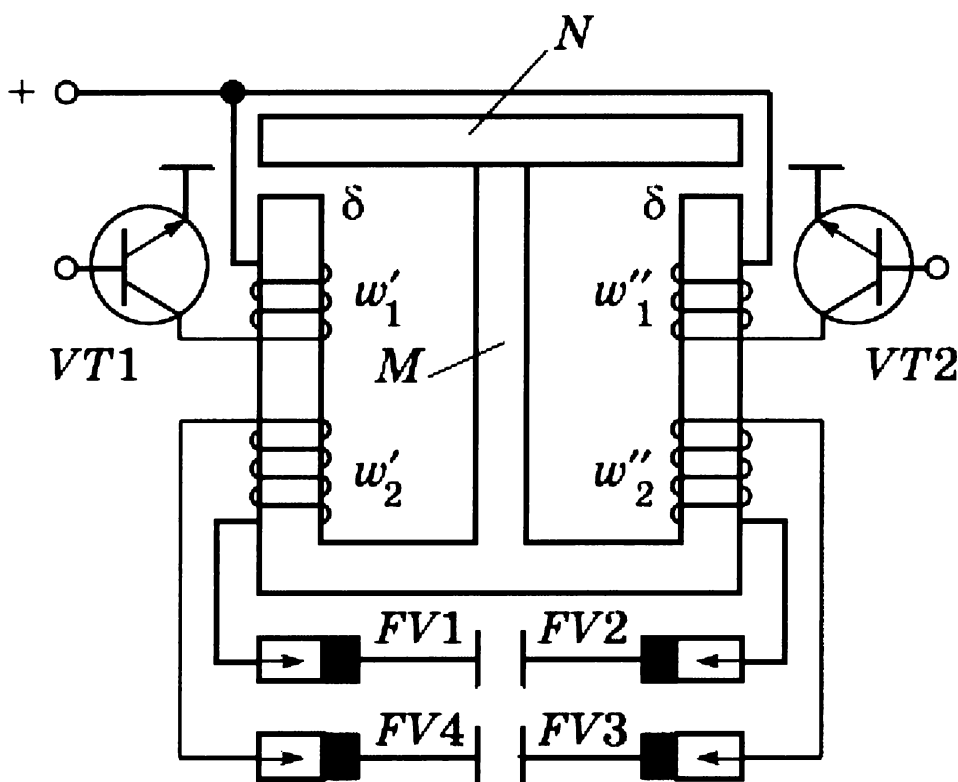
Рисунок 3.1 – Соединение свечей зажигания с двухвыводной катушкой

В этой системе каждый раз, когда вторичная обмотка катушки зажигания выдает высокое напряжение, искра на свечи зажигания подается сразу на две свечи. Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, второй свечи – в цилиндре, где заканчивается такт выпуска. При этом одна искра является высоковольтной (12...20 кВ) и воспламеняет топливовоздушную смесь, а другая низковольтной (5...7 кВ) – холостой. В конце такта сжатия незадолго до появления рабочей искры температура топливовоздушного заряда еще недостаточно высокая (200 °С), а давление наоборот – значительное (10...12 атм). При этих условиях пробивное напряжение становится максимальным. В конце такта выпуска, когда происходит разряд другой свечи, пробивное напряжение значительно уменьшается

вследствие высокой температуры отработавших газов (800...1000 ° С) и низкого давления (2...3) атм.

Недостатком системы зажигания с двухвыводными катушками является то, что в одной свече электроны переходят от центрального электрода к массовому (боковому), а во второй свече в обратном направлении. Так как центральный электрод заострен и всегда значительно горячее бокового, истечение электронов с его острия при искрообразовании требует затраты меньшего количества энергии, чем при истечении с бокового электрода (на центральном электроде начинает проявляться термоэлектронная эмиссия). Это приводит к тому, что пробивное напряжение на свече, работающей в прямом направлении, становится несколько ниже (на 1,5...2,0 кВ), чем на свече с обратным включением полярности, т. е. имеется небольшой разброс пробивного напряжения по цилиндрам. Для устранения разброса напряжения по цилиндрам и поддержания нормального искрообразования двухвыводная катушка должна иметь достаточно высокое напряжение вторичной обмотки порядка 35...40 кВ.

Если двигатель имеет четыре цилиндра, потребуются две двухвыводные катушки зажигания и два отдельных канала высокого напряжения.

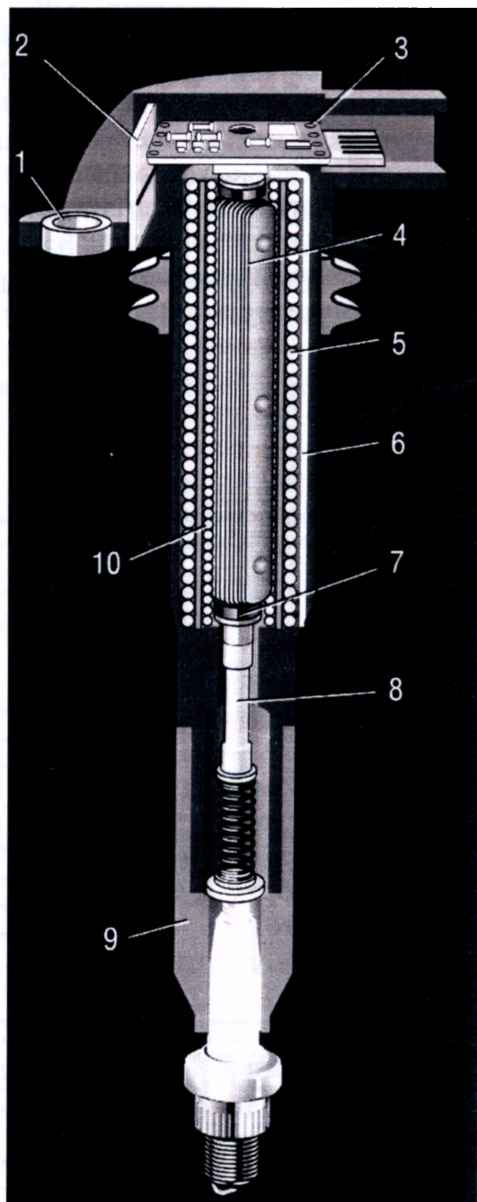


VT1, VT2 – транзисторы двухканального коммутатора; W1, W2 – первичная и вторичная обмотки; FV1-FV4 – свечи зажигания; M – Ш-образный магнитопровод; N – соединительное ярмо магнитопровода; δ – воздушный зазор

Рисунок 3.2 – Четырехвыводная катушка зажигания с двумя воздушными зазорами в магнитопроводе

В настоящее время разработан ряд автомобильных систем зажигания, в которых две двухвыводные катушки зажигания собираются на общем Ш-образном магнитопроводе и тем самым образует одна 4-х выводная катушка зажигания (рис. 3.2). Такая катушка имеет две первичные и две вторичные обмотки и управляется от двухканального коммутатора. 4-х выводная катушка зажигания может иметь и одну вторичную двухвыводную обмотку при двух первичных. Вторичная обмотка такой катушки дооборудована четырьмя высоковольтными диодами – по два на каждый высоковольтный провод.

В такой конструкции общим элементом является средний стержень магнитопровода, а взаимное влияние двух катушек исключается с помощью двух воздушных зазоров δ . Величина этих зазоров может достигать 1...2 мм, чем увеличивается магнитное сопротивление в магнитопроводе и достигается развязка каналов.



1 – втулка болта крепления; 2 – радиатор выходного каскада; 3 – электронный блок; 4 – сердечник катушки зажигания; 5 – первичная обмотка; 6 – замыкающий магнитопровод; 7 – демпфирующая шайба; 8 – помехогасящий резистор; 9 – силиконовый изолятор; 10 – вторичная обмотка

Рисунок 3.3 – Блок свеча-катушка зажигания

Система зажигания с одной катушкой на два цилиндра используется на некоторых моделях двигателей вследствие ее меньшей стоимости. Вследствие двойной искры на свечах зажигания необходимость их замены сокращается примерно в полтора раза.

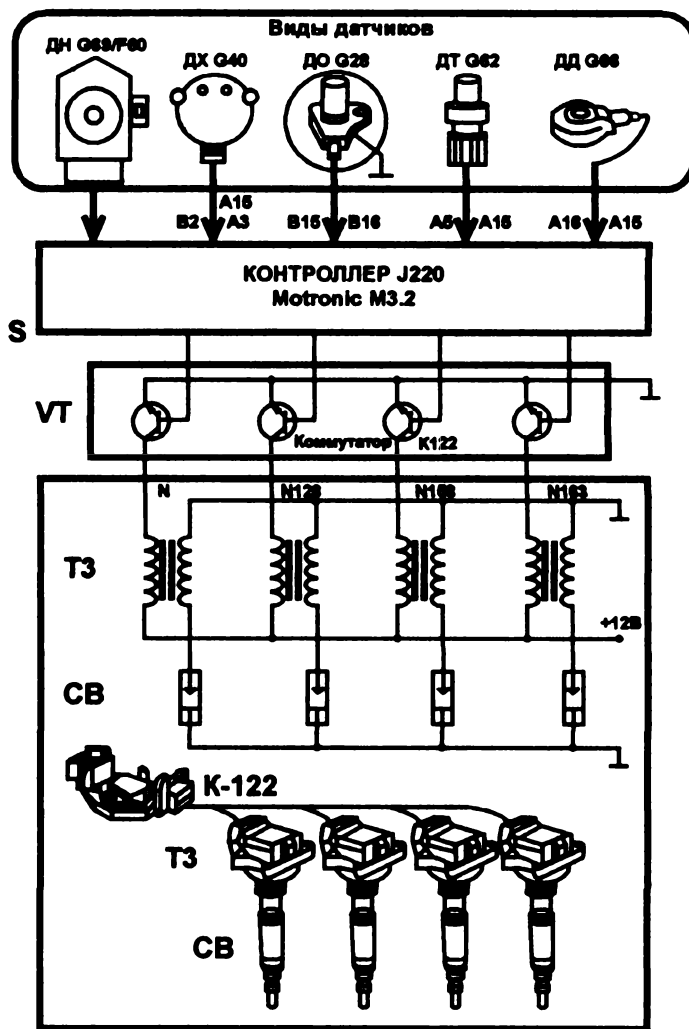
Системы зажигания с индивидуальными катушками

В современных электронных и микропроцессорных системах зажигания широко используются выходные каскады с индивидуальными катушками (рис. 3.3) зажигания для каждой свечи в отдельности. В объединенной блок на катушки могут устанавли-

ваться силовые транзисторы. Это делается с целью разгрузки контроллера от множества выходных каскадов.

Примером системы зажигания с блоками свеча-катушка может служить система зажигания фирмы BOSCH, интегрированная в электронную систему автоматического управления (ЭСАУ) двигателем, которая известна под названием Мотроник.

В качестве примера можно привести функциональную схему ЭСАУ Мотроник М-3.2, которая устанавливается на четырехцилиндровых двигателях автомобилей AUDI-A4 выпуска после 1995 года (рис. 3.4).



ДН – датчик нагрузки (потенциометр дроссельной заслонки); ДХ – датчик угла опережения зажигания (датчик Холла); ДО – датчик частоты вращения (магнетозэлектрический датчик на коленчатом валу); ДТ – датчик температуры двигателя (термистор); ДД – пьезоэлектрический датчик детонации; S – сигнал зажигания, поочередно подаваемый на входы коммутатора; А, В – контакты соединительного разъема; VT – силовые транзисторы коммутатора;

Рисунок 3.4 – Статическая система зажигания Мотроник М-3.2 AUDI-A4 с индивидуальной катушкой на каждый цилиндр

В контроллере J220 имеется микропроцессор с блоком памяти, в котором хранится трехмерная характеристика зажигания. По этой характеристике, а также по сигналам датчика ДО G-28 (датчик частоты вращения двигателя) и датчика ДН G 69 (датчик нагрузки двигателя) устанавливается начальный угол опережения зажига-

ния. Далее по сигналам датчиков ДХ G-40, ДТ G-62 и ДД G-66 в цифровом микропроцессоре производится вычисление текущего (необходимого для данного режима работ ДВС) значения угла опережения зажигания, который с помощью электронной схемы переключения каналов подается в виде основного импульса S зажигания в соответствующий канал электронного коммутатора К-122. К этому времени в этом канале индуктивный накопитель N находится в заряженном (от бортовой сети +12 В) состоянии и по сигналу S разряжается на соответствующую свечу зажигания. Через 180° поворота коленчатого вала описанные процессы будут иметь место в следующем (по порядку работы двигателя) канале коммутатора.

Основные преимущества системы зажигания Мотроник состоят в следующем:

- индивидуальное статическое распределение высокого напряжения по свечам зажигания;
- катушки зажигания с заземленной вторичной обмоткой;
- все входные датчики (датчик Холла, датчик частоты вращения коленчатого вала, датчик температуры ДВС, датчики дроссельной заслонки, датчик детонации) – это формователи электрических сигналов из неэлектрических воздействий бесконтактного принципа действия. Аналоговые сигналы от этих датчиков преобразуются в контроллере в цифровые сигналы;
- селективная коррекция угла опережения зажигания по детонации (в каждом цилиндре в отдельности);
- отключение цилиндров ДВС при перебоях в искрообразовании (защита дорогостоящих компонентов двигателя – кислородного датчика и каталитического нейтрализатора от повреждений);
- наличие в контроллере функций самодиагностики и резервирования.

3.2. Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и работа системы зажигания с одной катушкой на два цилиндра.
2. Изобразите схему соединения свечей зажигания с двухвыводной катушкой.
3. Изобразите схему четырехвыводной катушки зажигания с двумя воздушными зазорами в магнитопроводе.
4. Назначение, устройство и работа системы зажигания с индивидуальными катушками.
5. Основные преимущества системы зажигания Мотроник.

Практическая работа № 4 Тормозная система современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

4.1 Теоретическая часть

Тормозная динамика автомобиля с АБС зависит от принятой схемы установки элементов этой системы. С точки зрения тормозной эффективности, наилучшей является схема с автономным регулированием каждого колеса (рис. 4.1, а). Для этого необходимо установить на каждое колесо датчик, а в тормозном приводе – модулятор давления и блок управления. Эта схема наиболее сложная и дорогостоящая.

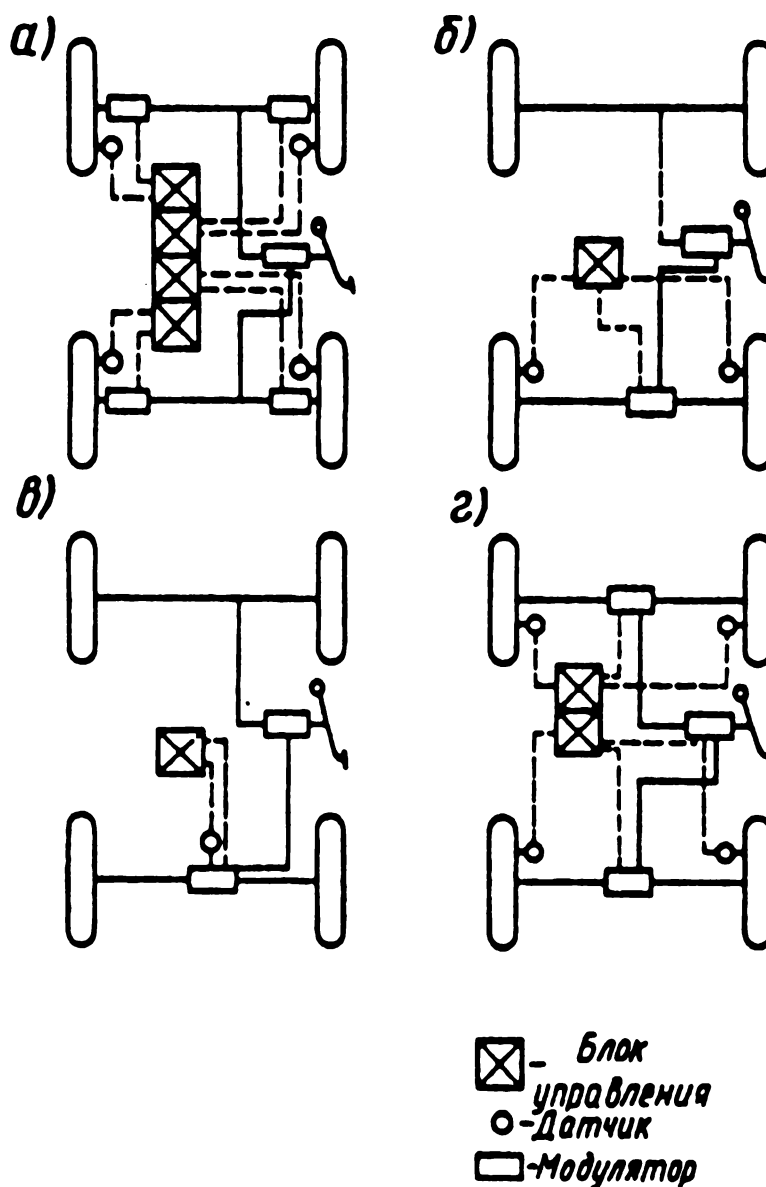


Рисунок 4.1 – Схемы установки АБС на автомобиле

Существуют более простые схемы АБС. На рис. 4.1, б показана схема АБС с регулируемым торможением двух задних колес. Для этого используются два ко-

лесных датчика угловых скоростей и один блок управления. В такой схеме применяют так называемое низко- или высокопороговое регулирование. Низкопороговое регулирование предусматривает управление тормозящим колесом, находящимся в худших по сцеплению условиях («слабым» колесом). В этом случае тормозные возможности «сильного» колеса недоиспользуются, но создается равенство тормозных сил, что способствует сохранению курсовой устойчивости при торможении при некотором снижении тормозной эффективности. Высокопороговое регулирование, т. е. управление колесом, находящимся в лучших по сцеплению условиях, дает более высокую тормозную эффективность, хотя устойчивость при этом несколько снижается. «Слабое» колесо при этом способе регулирования циклически блокируется.

Еще более простая схема приведена на рис. 4.1, в. Здесь используются один датчик угловой скорости, размещенный на карданном валу, один модулятор давления и один блок управления. По сравнению с предыдущей эта схема имеет меньшую чувствительность.

На рис. 4.1, г приведена схема, в которой применены датчики угловых скоростей на каждом колесе, два модулятора, два блока управления. В такой схеме может применяться как низко-, так и высокопороговое регулирование. Часто в таких схемах используют смешанное регулирование (например, низкопороговое для колес передней оси и высокопороговое для колес задней оси). По сложности и стоимости эта схема занимает промежуточное положение между рассмотренными.

Процесс работы АБС

Процесс работы АБС может проходить по двух- или трехфазовому циклу. При двухфазовом цикле: первая фаза – нарастание давления, вторая фаза – сброс давления. При трехфазовом цикле: первая фаза – нарастание давления; вторая фаза – сброс давления; третья фаза – поддержание давления на постоянном уровне.

При установке на легковом автомобиле АБС возможны замкнутый и разомкнутый тормозные гидроприводы.

Замкнутый или закрытый (гидростатический) привод работает по принципу изменения объема тормозной системы в процессе торможения. Такой привод отличается от обычного установкой модулятора давления (рис. 4.2) с дополнительной камерой. Модулятор работает по двухфазовому циклу.

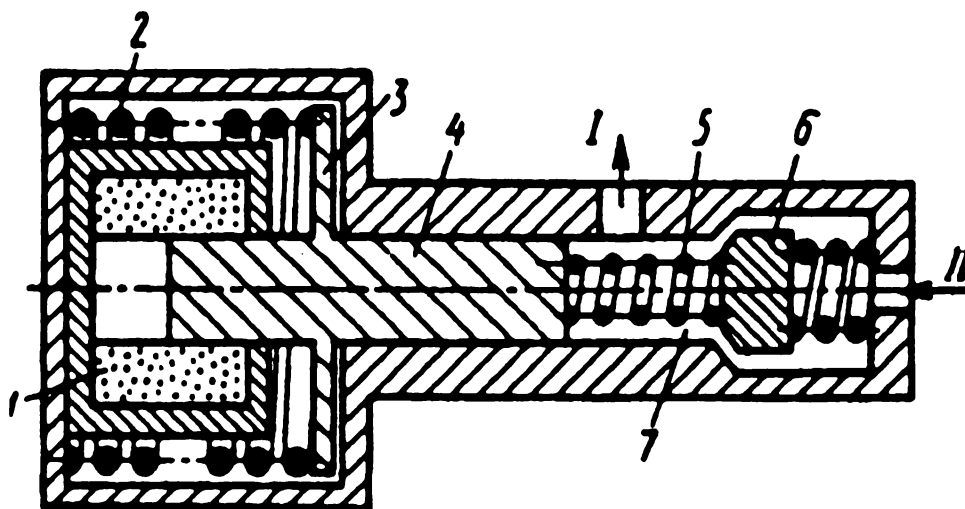


Рисунок 4.2 – Схема модулятора давления гидростатического тормозного привода

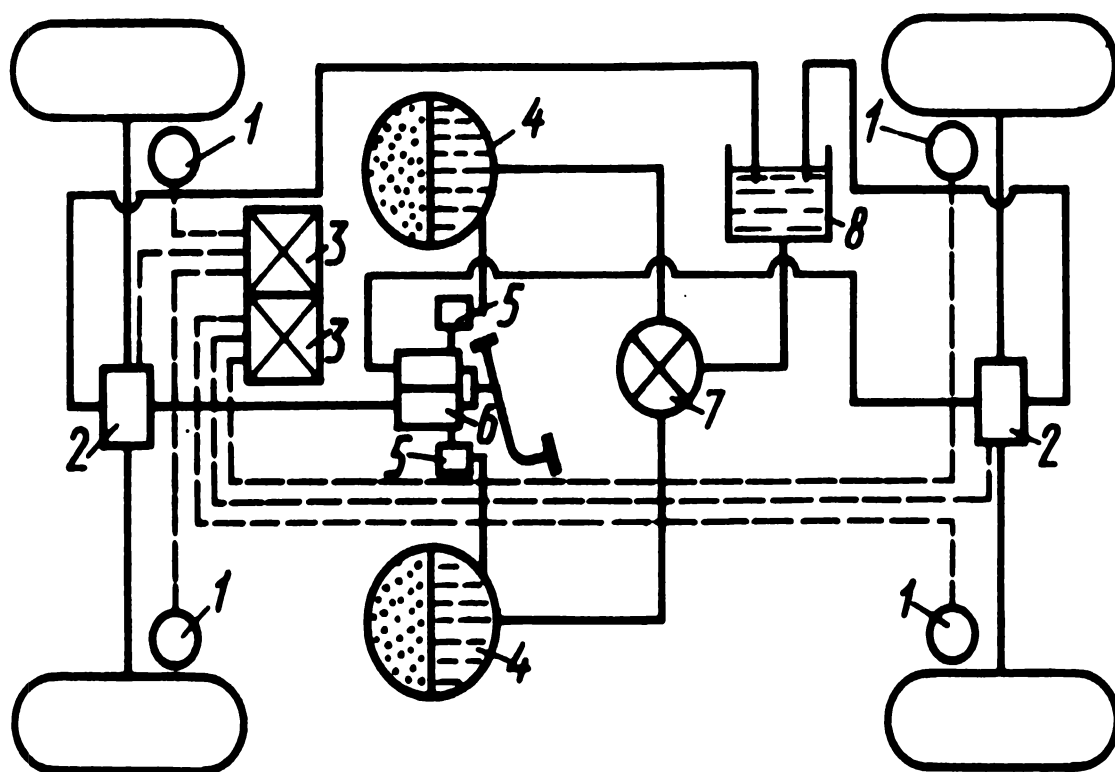
Первая фаза – нарастание давления: обмотка электромагнита 1 отключена от источника тока. Якорь 3 с плунжером 4 находится под действием пружины 2 в крайнем правом положении. Клапан 6 пружиной 5 отжат от своего гнезда. При нажатии на тор-

мозную педаль давление жидкости, создаваемое в главном цилиндре (вывод II), передается через вывод I к рабочим тормозным цилиндрам. Тормозной момент растет.

Вторая фаза – сброс давления: блок управления подключает обмотку электромагнита 1 к источнику питания. Якорь 3 с плунжером 4 перемещается влево, увеличивая при этом объем камеры 7. Одновременно клапан 6 также перемещается влево, перекрывая вывод I к рабочим тормозным цилиндрам колес. Из-за увеличения объема камеры 7 давление в рабочих цилиндрах падает, а тормозной момент снижается. Далее блок управления дает команду на нарастание давления, и цикл повторяется.

Разомкнутый или открытый тормозной гидропривод (привод высокого давления) имеет внешний источник энергии в виде гидронасоса высокого давления, обычно в сочетании с гидроаккумулятором.

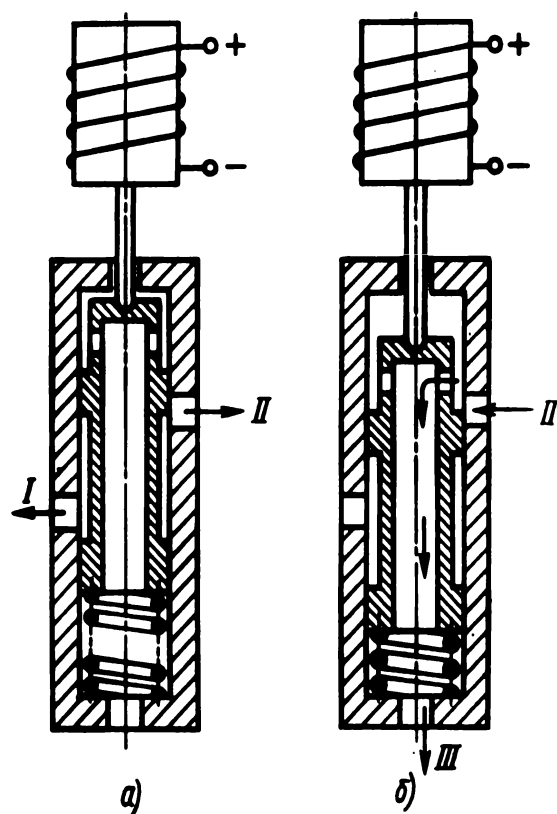
В настоящее время отдается предпочтение гидроприводу высокого давления (рис. 4.3), более сложному по сравнению с гидростатическим, но обладающим необходимым быстроедействием.



1 – колесный датчик угловой скорости; 2 – модуляторы; 3 – блоки управления;
4 – гидроаккумуляторы; 5 – обратные клапаны; 6 – клапан управления;
7 – гидронасос высокого давления; 8 – сливной бачок

Рисунок 4.3 – Двухконтурный тормозной привод с ABS

Тормозной привод имеет два контура, поэтому необходима установка **двух автономных гидроаккумуляторов**. Давление в гидроаккумуляторах поддерживается на уровне 14...15 МПа. Здесь применен двухсекционный клапан управления, обеспечивающий следящее действие, т. е. пропорциональность между усилием на тормозной педали и давлением в тормозной системе. При нажатии на тормозную педаль давление от гидроаккумуляторов передается к модуляторам 2, которые автоматически управляются электронными блоками 3, получающими информацию от колесных датчиков 1. На рис. 4.4 приведена схема двухфазового золотникового модулятора давления для тормозного гидропривода высокого давления. Рассмотрим фазы работы этого модулятора.



а – фаза 1; б – фаза 2

Рисунок 4.4 – Схема работы двухфазного модулятора высокого давления

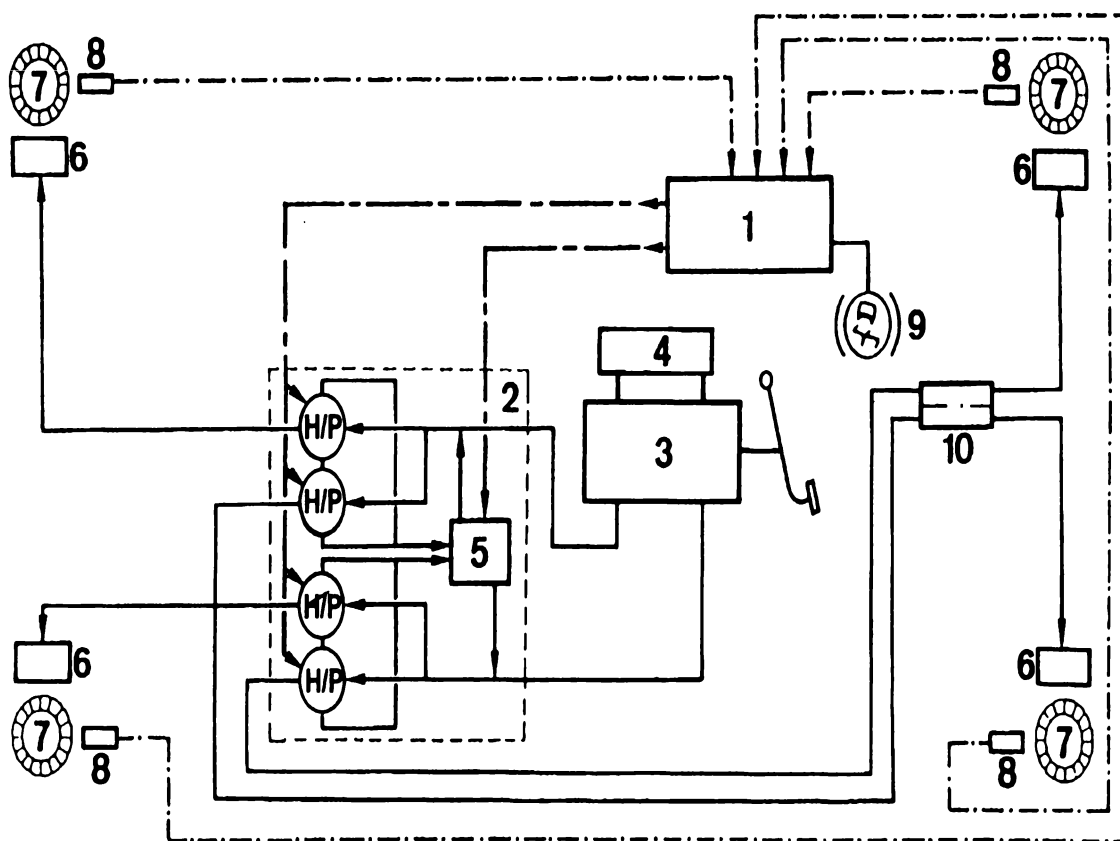
Фаза 1 нарастания давления (рис. 4.4, а): блок управления АБС отключает катушку соленоида от источника тока. Золотник и якорь соленоида усилием пружины перемещены в верхнее положение. При нажатии на тормозную педаль клапан управления сообщает гидроаккумулятор (вывод I) с нагнетательным каналом модулятора давления. Тормозная жидкость под давлением поступает через вывод II к рабочим цилиндрам тормозных механизмов. Тормозной момент растет.

Фаза 2 сброса давления (рис. 4.4, б): блок управления сообщает катушку соленоида с источником питания. Якорь соленоида перемещает золотник в нижнее положение. Подача тормозной жидкости в рабочие цилиндры прерывается: вывод II рабочих тормозных цилиндров сообщается с каналом слива III. Тормозной момент снижается. Блок управления дает команду на нарастание давления, отключая катушку соленоида от источника питания, и цикл повторяется.

В настоящее время более распространены АБС, работающие по трехфазовому циклу. Примером такой системы является довольно распространенная система АБС 2S фирмы Бош.

Эта система (рис. 4.5) встраивается в качестве дополнительной в обычную тормозную систему. Между главным тормозным цилиндром и колесными цилиндрами устанавливаются нагнетательные (Н) и разгрузочные (Р) электромагнитные клапаны, которые либо поддерживают на постоянном уровне, либо снижают давление в приводах колес или в контурах. Электромагнитные клапаны приводятся в действие блоком управления, обрабатывающим информацию, поступающую от четырех колесных датчиков.

Блок управления, куда непрерывно поступают данные о скорости вращения каждого колеса и ее изменениях, определяет момент возникновения блокировки, затем, при необходимости, производит сброс давления, включает гидронасос, который возвращает часть тормозной жидкости обратно в питательный бачок главного цилиндра.



1 – блок управления; 2 – модулятор; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – бачок; 5 – электрогидронасос; 6 – колесный цилиндр; 7 – ротор колесного датчика; 8 – колесный индуктивный датчик; 9 – сигнальная лампа; 10 – регулятор тормозных сил; Н/Р – нагнетательный и разгрузочный электромагнитные клапаны; - . - - входные сигналы БУ; - - - - выходные сигналы БУ; ——— тормозной трубопровод

Рисунок 4.5 – Функциональная схема ABS Bosch 2S

В модуляторе ABS (рис. 4.6) сконструированы электромагнитные клапаны, гидронасос с аккумуляторами давления жидкости, реле электромагнитных клапанов и реле гидронасоса.

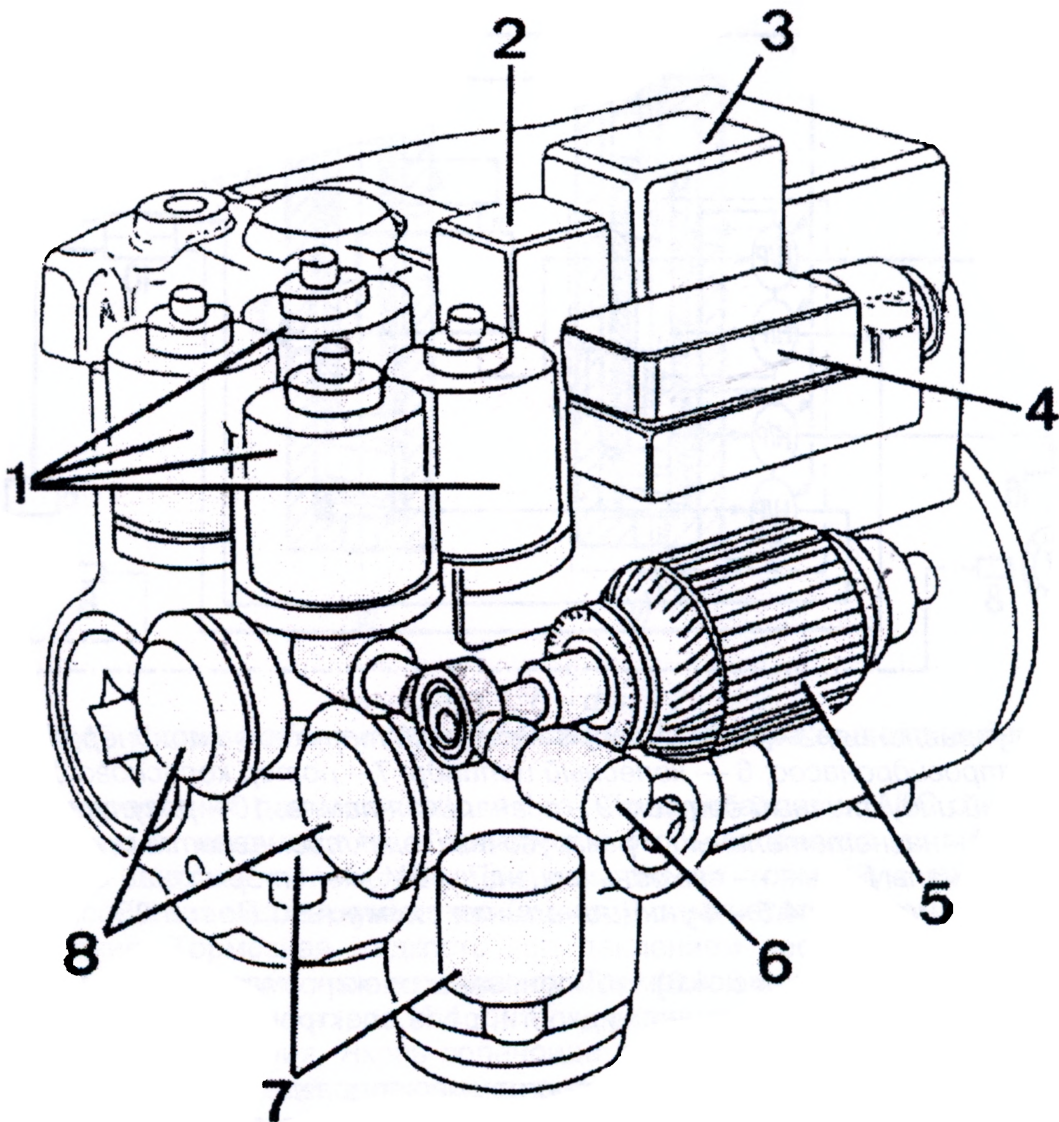
Работа системы происходит по программе, подразделяющейся на три фазы: 1 – нормальное или обычное торможение; 2 – удержание давления на постоянном уровне; 3 – сброс давления.

Фаза нормального торможения (рис. 4.7, а). При обычном торможении напряжение на электромагнитных клапанах отсутствует, из главного цилиндра тормозная жидкость под давлением свободно проходит через открытые электромагнитные клапаны и приводит в действие тормозные механизмы колес. Гидронасос не работает.

Фаза удержания давления на постоянном уровне (рис. 4.7, б). При появлении признаков блокировки одного из колес БУ, получив соответствующий сигнал от колесного датчика, переходит к выполнению программы цикла удержания давления на постоянном уровне путем разъединения главного и соответствующего колесного цилиндра. На обмотку электромагнитного клапана подается ток силой 2 А. Поршень клапана перемещается и перекрывает поступление тормозной жидкости из главного цилиндра. Давление в рабочем цилиндре колеса остается неизменным, даже если водитель продолжает нажимать на педаль тормоза.

Фаза сброса давления (рис. 4.7, в). Если опасность блокировки колеса сохраняется, БУ подает на обмотку электромагнитного клапана ток большей силы: 5 А. В результате дополнительного перемещения поршня клапана открывается канал,

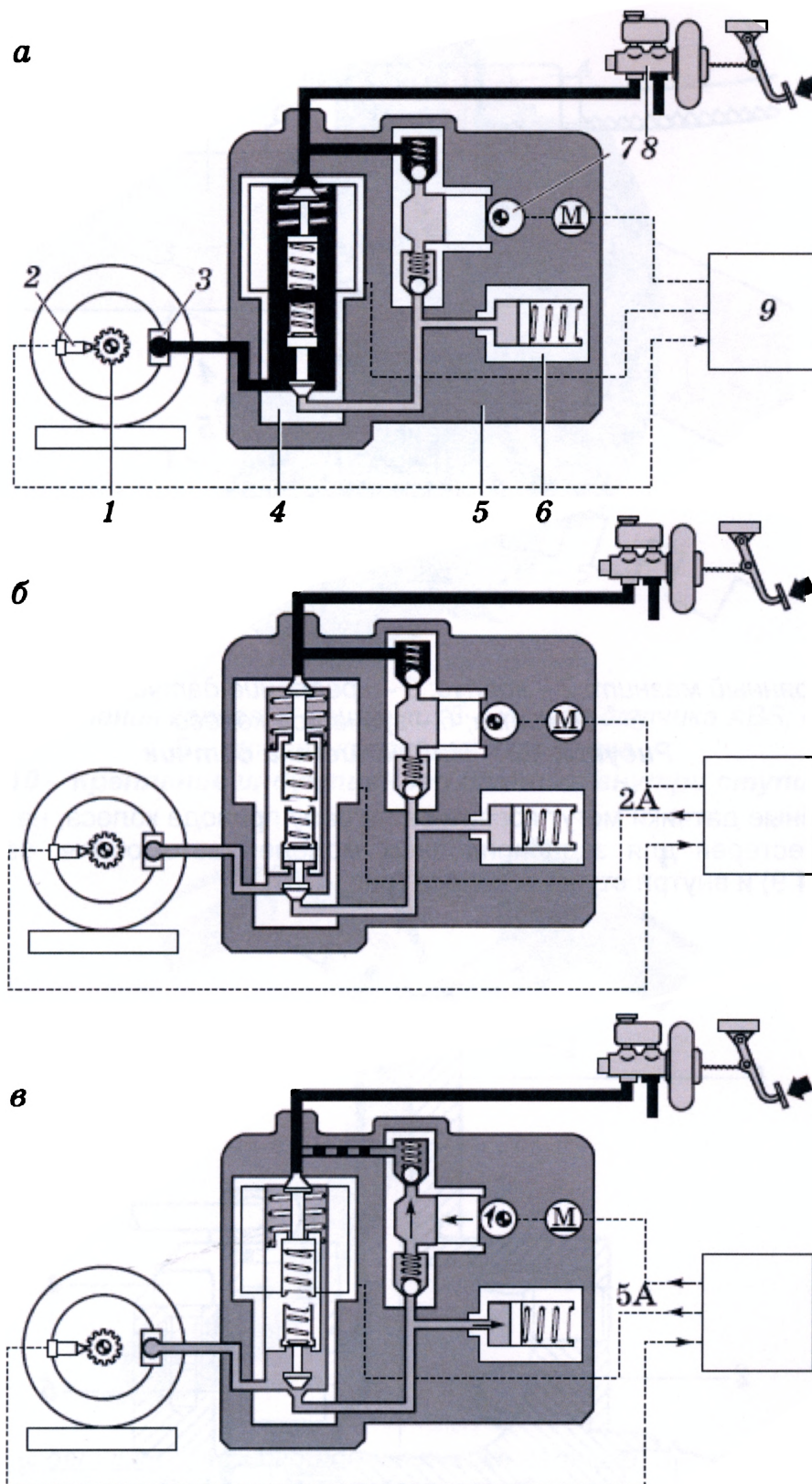
через который тормозная жидкость сбрасывается в аккумулятор давления жидкости. Давление в колесном цилиндре падает. БУ выдает команду на включение гидронасоса, который отводит часть жидкости из аккумулятора давления. Педаль тормоза приподнимается, что ощущается по биению тормозной педали.



1 – электромагнитные клапаны; 2 – реле гидронасоса; 3 – реле электромагнитных клапанов; 4 – электрический разъем; 5 – электродвигатель гидронасоса; 6 – радиальный поршневой элемент насоса; 7 – аккумулятор давления; 8 – глушитель

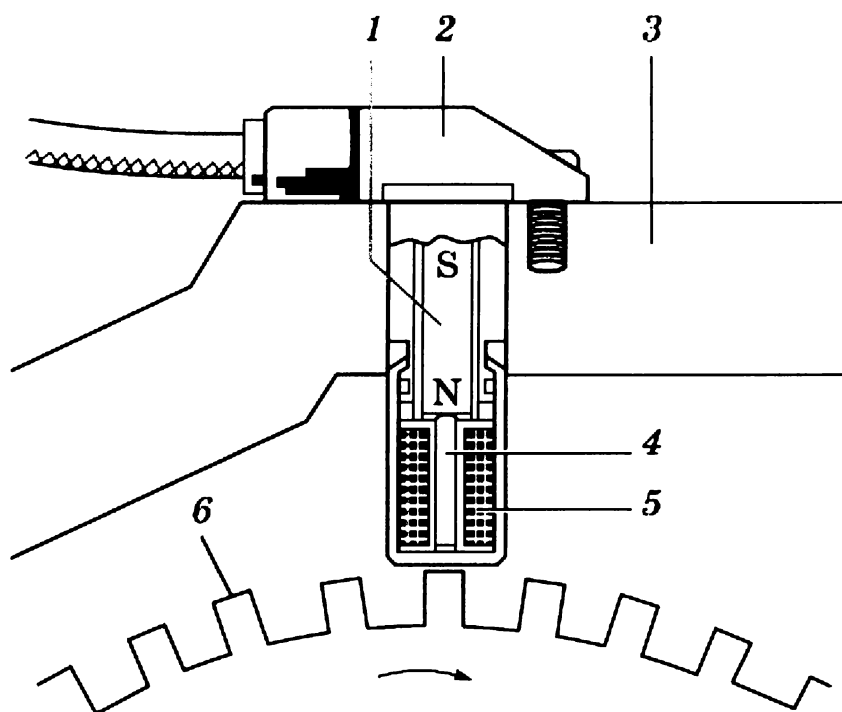
Рисунок 4.6 – Электрогидравлический модулятор

Индуктивный колесный датчик (4.8) состоит из обмотки 5 и сердечника 4. Зубчатое колесо 6 имеет частоту вращения, равную частоте вращения колеса. При вращении колеса 6, выполненного из ферромагнитного железа, изменяется магнитный поток в зависимости от прохождения зубьев ротора, что приводит к изменению переменного напряжения в катушке. Частота изменения напряжения зависит от частоты вращения зубчатого колеса, т. е. частоты вращения колеса автомобиля. Воздушный зазор и размеры зубца оказывают большое влияние на амплитуду сигнала. Это позволяет определить положение колеса по интервалам между зубцами в пределах половины или трети. Сигнал от индуктивного датчика передается в электронный блок управления.



а) фаза нормального торможения; б) фаза удержания давления на постоянном уровне; в) фаза сброса давления; 1 – ротор колесного датчика; 2 – колесный датчик; 3 – колесный (рабочий) цилиндр; 4 – электрогидравлический модулятор; 5 – электромагнитный клапан; 6 – аккумулятор давления; 7 – нагнетательный насос; 8 – главный тормозной цилиндр; 9 – блок управления

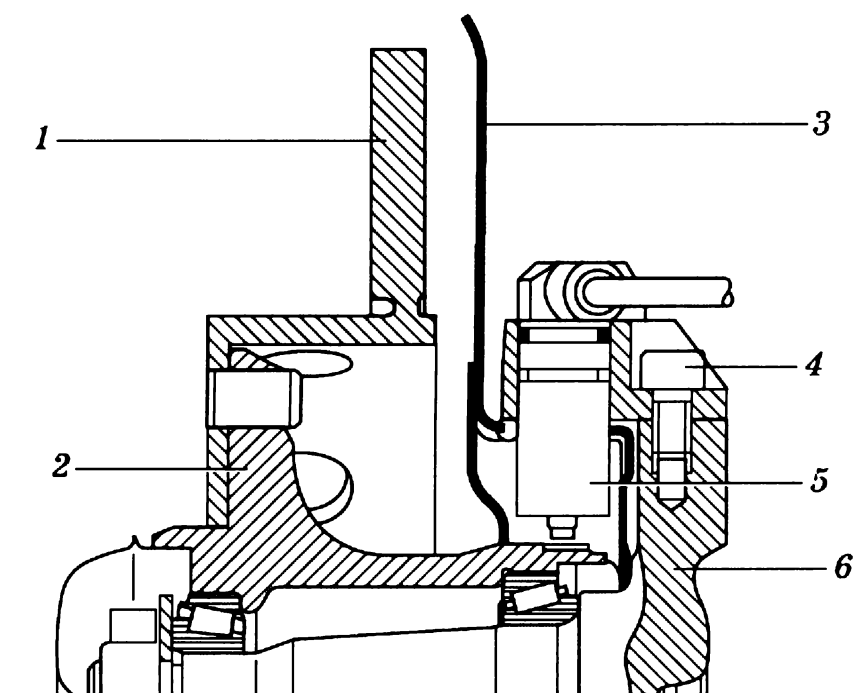
Рисунок 4.7 – Фазы торможения



1 – постоянный магнит; 2 – корпус; 3 – крепление датчика; 4 – сердечник;
5 – обмотка; 6 – зубчатое колесо

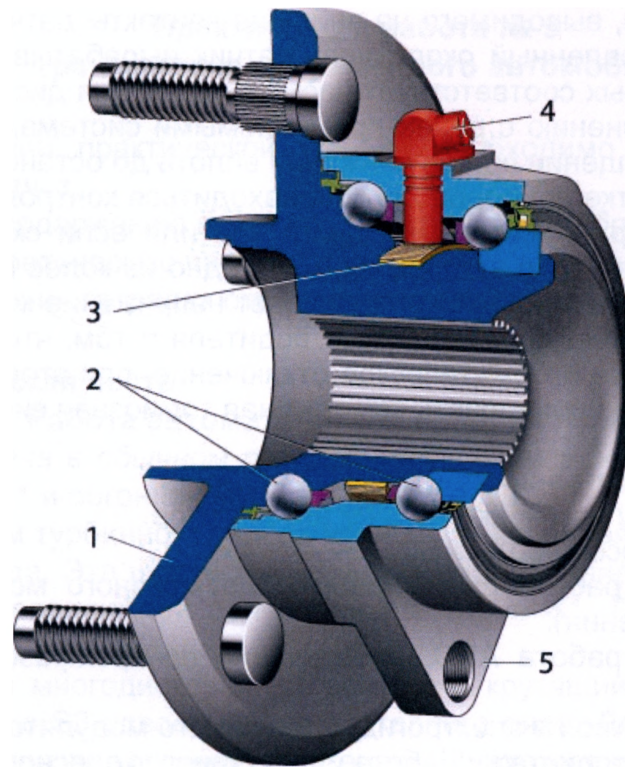
Рисунок 4.8 – Индуктивный датчик

Индуктивные датчики могут крепиться на валу привода колеса, на валу привода конических шестерен для заднеприводных моделей автомобиля, на поворотных цапфах (рис. 4.9) и внутри ступицы колеса (рис. 4.10).



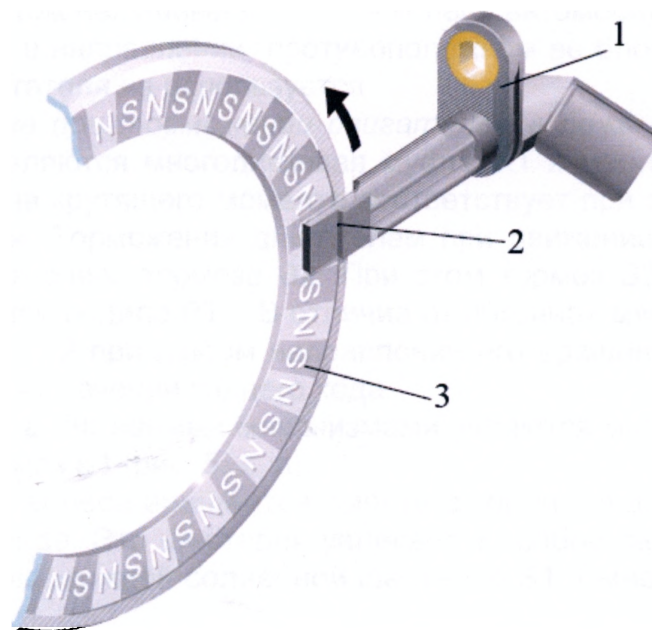
1 – тормозной диск; 2 – передняя ступица; 3 – защитный кожух; 4 – винт с внутренним шестигранным зацеплением; 5 – датчик; 6 – поворотная цапфа

Рисунок 4.9 – Крепление индуктивного датчика на поворотной цапфе



1 – фланец крепления колеса; 2 – шарики; 3 – кольцо датчика ABS; 4 – датчик;
5 – фланец крепления к подвеске.

Рисунок 4.10 – Крепление индуктивного датчика внутри ступицы колеса



1 – корпус датчика; 2 – электронная ячейка датчика; 3 – задающий диск

Рисунок 4.11 – Активный датчик

Более совершенны активные датчики, применяемые для измерения частоты вращения колеса (рис. 4.11). Чувствительный элемент электронной ячейки 2 такого датчика изготовлен из материала, электропроводность которого зависит от напряженности магнитного поля. При вращении задающего диска 3 происходят изменения магнитного поля. Вызываемые изменяющимся магнитным полем колебания проходящего через чувствительный элемент тока преобразуются в электронной схеме

в колебания напряжения, выводимого на внешние контакты датчика. При вращении задающего диска установленный около него датчик вырабатывает прямоугольные импульсы, частота которых соответствует частоте вращения диска. Преимуществом данного датчика по сравнению с ранее применяемыми системами является точная регистрация частоты вращения при ее снижении вплоть до остановки колеса.

Как правило, на щитке приборов должна находиться контрольная лампочка, которая должна гаснуть при работающем двигателе или если скорость автомобиля превышает 5 км/час. Она также загорается, если одно из колес пробуксовывает более 20 секунд или если электроснабжение выдает напряжение менее 10 вольт. Контрольная лампочка системы предупреждает водителя о том, что из-за неисправности системы произошло ее автоматическое отключение, при этом однако тормозная система продолжает функционировать как обычная тормозная система без АБС.

4.2 Контрольные вопросы

1. Опишите схемы установки АБС на автомобиле.
2. Опишите процесс работы АБС.
3. Назначение и работа схемы работы двухфазного модулятора высокого давления (фазы торможения).
4. Назначение и работа АБС, работающие по трехфазовому циклу (фазы торможения).
5. Общее устройство № электрогидравлического модулятора.
6. Назначение, устройство и работа индуктивного колесного датчика.

Практическая работа № 5 Трансмиссия современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

5.1 Теоретическая часть.

Работа автоматической коробки передач

Первая передача в обычном режиме. Активными механизмами являются многодисковая муфта K1 и обгонная муфта F (рис. 5.1, а).

Вместе с валом турбинного колеса вращается коронная шестерня H1 одианарного планетарного ряда. Эта шестерня приводит во вращение сателлиты P1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. При этом приводится во вращение водило PT1.

Так как муфта многодисковая K1 замкнута, крутящий момент передается на солнечную шестерню S3 сдвоенного планетарного ряда. Длинные сателлиты передают крутящий момент на коронную шестерню H2, которая непосредственно связана с ведущей шестерней промежуточной передачи. Водило PT2 опирается при этом на обгонную муфту F.

Учитывая, что первая передача осуществляется с участием обгонной муфты F, при переходе автомобиля на режим движения накатом передача крутящего момента прекращается. При этом ведущими являются колеса автомобиля. Обгонная муфта F свободно вращается в направлении, противоположном ее блокировке, поэтому тормозное действие двигателя не используется.

Первая передача при торможении двигателем в режиме управления. Активными механизмами являются многодисковая муфта K1 и многодисковый тормоз B2 (рис. 5.1, б). Передача крутящего момента соответствует при этом описанной выше для первой передачи. Торможение двигателем при движении на первой передаче осуществляется с помощью тормоза B2. При этом тормоз B2 блокирует обгонную муфту F и вместе с ней водило PT2. В отличие от обгонной муфты тормоз B2 может блокировать водило PT2 при любом направлении его вращения, что позволяет использовать его и при включении заднего хода.

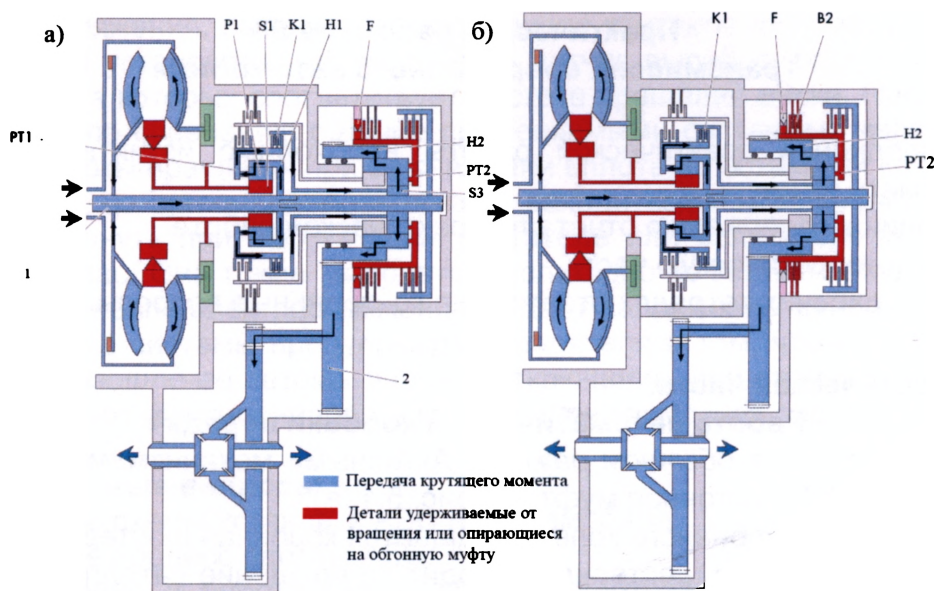
Вторая передача. Активными механизмами являются многодисковая муфта K1 и многодисковый тормоз B1 (рис. 5. 2, а).

Вал турбинного колеса вращается вместе с коронной шестерней H1 одианарного планетарного ряда. Эта шестерня увлекает за собой сателлиты P1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. Вместе с ними вращается водило PT1.

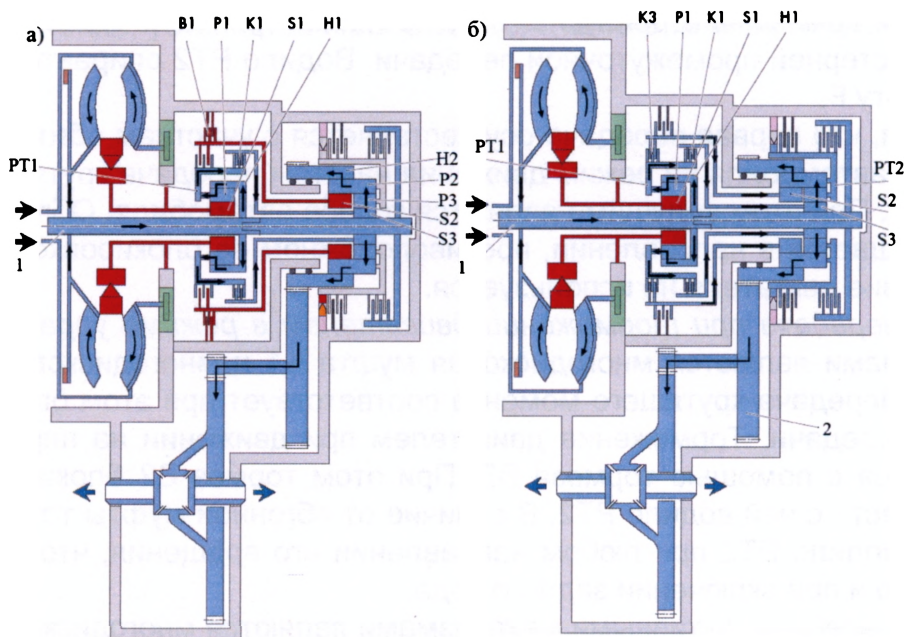
Муфта K1 соединяет водило PT1 с солнечной шестерней S3, передавая крутящий момент на сдвоенный планетарный ряд.

Тормоз B1 удерживает большую солнечную шестерню S2 от вращения. С солнечной шестерни S3 крутящий момент передается на короткие сателлиты P3 и далее на длинные сателлиты P2. При этом длинные сателлиты P2 обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S2 и приводят во вращение коронную шестерню H2.

Третья передача. Активными механизмами являются многодисковые муфты K1 и K3 (рис. 5.2, б).



а – в обычном режиме; б – при торможении двигателем; Н – коронные шестерни
Рисунок 5.1 – Работа АКП на первой передаче



а – на второй; б – на третьей
Рисунок 5.2 – Работа АКП на второй и третьей передаче

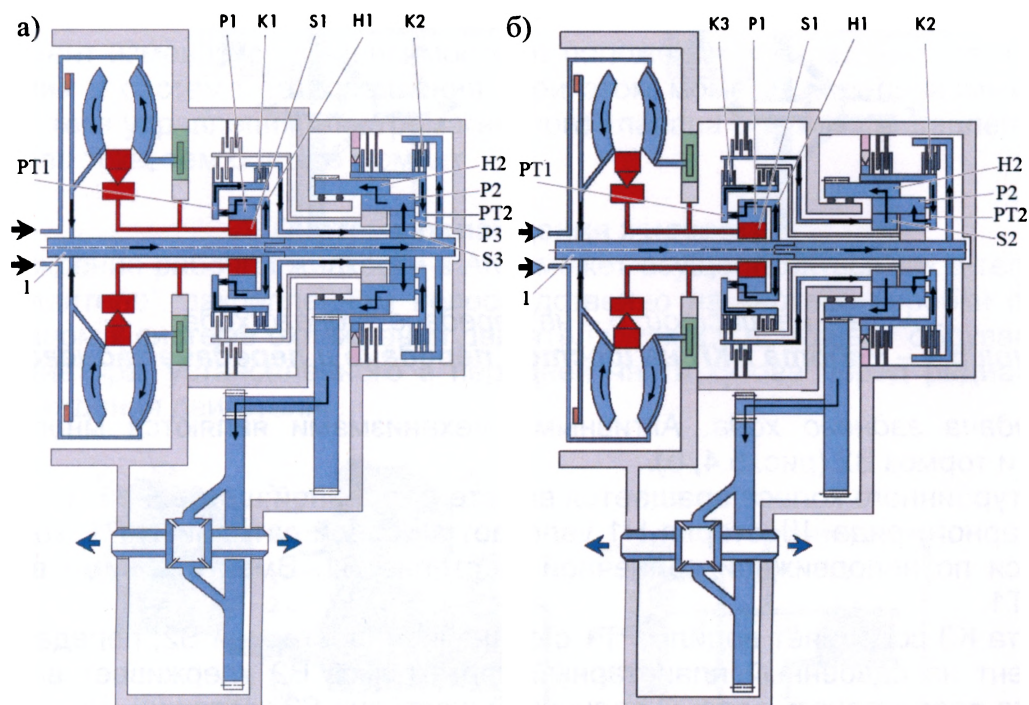
Вал турбинного колеса вращается вместе с коронной шестерней Н1 одинарного планетарного ряда. Эта шестерня увлекает за собой сателлиты Р1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. Вместе с ними вращается водило PT1.

Муфта K1 соединяет водило PT1 с солнечной шестерней S3, передавая крутящий момент на сдвоенный планетарный ряд. Муфта K3 также передает крутящий момент на солнечную шестерню S2 сдвоенного планетарного ряда. Одновременное замыкание муфт K1 и K3 приводит к блокированию сдвоенного планетарного ряда. В результате этого крутящий момент передается со сдвоенного планетарного ряда непосредственно на ведомую шестерню промежуточной передачи.

Четвертая передача. Активными механизмами являются многодисковые муфты K1 и K2 (рис. 5.3, а).

Вал турбинного колеса вращается вместе с коронной шестерней Н1 одинарного планетарного ряда и наружным барабаном муфты К2. Шестерня Н1 увлекает за собой сателлиты Р1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. Вместе с ними вращается водило РТ1.

Муфта К1 соединяет водило РТ1 с солнечной шестерней S3, передавая крутящий момент на сдвоенный планетарный ряд. Одновременно крутящий момент передается с вала турбинного колеса на водило РТ2 сдвоенного планетарного ряда через замкнутую муфту К2. Длинные сателлиты Р2 и находящиеся с ними в зацеплении короткие сателлиты Р3 приводят во вращение коронную шестерню Н2 через водило РТ2.



а – на четвертой; б – на пятой

Рисунок 5.3 – Работа АКП на четвертой и пятой передаче

Пятая передача. Активными механизмами являются многодисковые муфты К1 и К3 (рис. 5.3, б).

Вал турбинного колеса вращается вместе с коронной шестерней Н1 одинарного планетарного ряда и наружным барабаном муфты К2. Шестерня Н1 увлекает за собой сателлиты Р1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. Вместе с ними вращается водило РТ1.

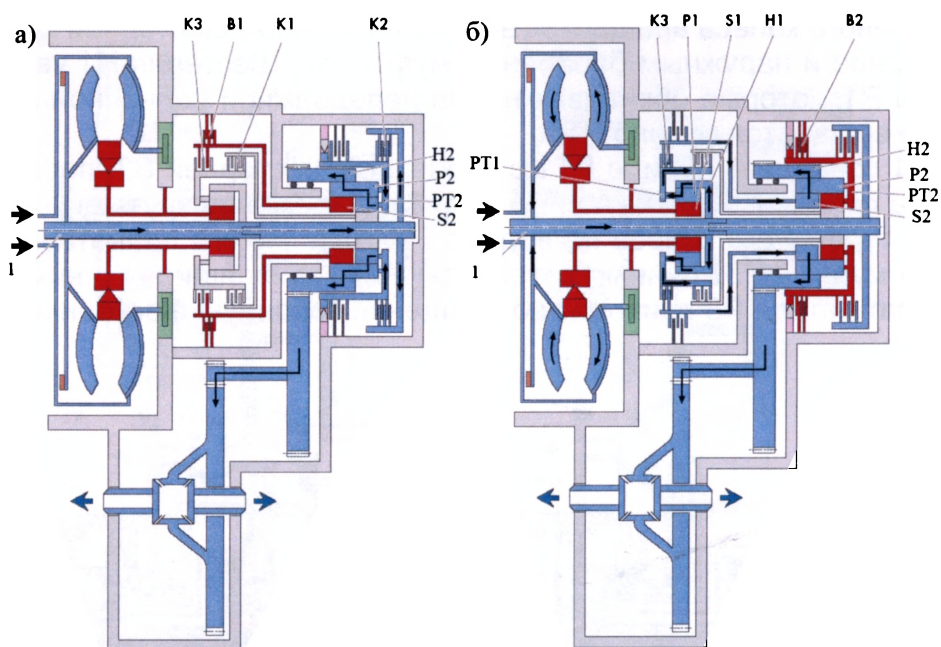
Муфта К3 соединяет водило РТ1 с солнечной шестерней S2, передавая крутящий момент на сдвоенный планетарный ряд.

Муфта К2 соединяет вал турбинного колеса с водилом сдвоенного планетарного ряда, передавая на него крутящий момент. Длинные сателлиты Р2 вместе с водилом РТ2 и солнечной шестерней S2 приводят во вращение коронную шестерню Н2.

Шестая передача. Активными механизмами являются многодисковая муфта К2 и тормоз В1 (рис. 5.4, а).

Тормоз В1 удерживает солнечную шестерню S2 от вращения. Муфта К2 соединяет вал турбинного колеса с водилом сдвоенного планетарного ряда, передавая на него крутящий момент. Сателлиты Р2 обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S2, увлекая во вращение коронную шестерню Н2.

Муфты К1 и К3 разомкнуты, поэтому одинарный планетарный ряд в передаче крутящего момента не участвует.



а – на шестой; б – на передаче заднего хода

Рисунок 5.4 – Работа АКП на шестой передаче и передаче заднего хода

Передача заднего хода. Активными механизмами являются многодисковая муфта K3 и тормоз B2 (рис. 5.4, б).

Вал турбинного колеса вращается вместе с коронной шестерней H1 одинарного планетарного ряда. Шестерня H1 увлекает за собой сателлиты P1, которые обкатываются по неподвижной солнечной шестерне S1. Вместе с ними вращается водило PT1.

Муфта K3 соединяет водило PT1 с солнечной шестерней S2, передавая крутящий момент на сдвоенный планетарный ряд. Тормоз B2 удерживает водило PT2 сдвоенного планетарного ряда. С солнечной шестерни S2 крутящий момент передается на длинные сателлиты P2. Так как водило PT2 неподвижно, крутящий момент передается на коронную шестерню H2, постоянно связанную с валом промежуточной передачи. При этом коронная шестерня H2 вращается в противоположном колечатому валу направлении.

Муфта блокировки гидротрансформатора (МБГ)

Гидротрансформатор работает по принципу гидродинамической передачи, поэтому передача крутящего момента возможна только при наличии разности частот вращения насосного и турбинного колес. Эту разность называют проскальзыванием гидротрансформатора. Проскальзывание приводит к снижению его КПД. Для устранения проскальзывания при движении автомобиля с высокими скоростями и малыми нагрузками в АКП применяется муфта блокировки гидротрансформатора, ведомый диск 5 которой может иметь накладки с одной или с двух сторон (рис. 5.5). В последнем случае обеспечивается более длительная передача больших крутящих моментов. Диск с накладками установлен между корпусом гидротрансформатора и нажимным диском муфты 3. Ведомый диск жестко соединен с турбинным колесом. При замыкании муфты крутящий момент передается на ведомый диск с двух сторон и далее на турбинное колесо.

Управление муфтой производится посредством электрогидравлических распределителей, которые изменяют направление течения рабочей жидкости и ее давление на ту или иную сторону нажимного диска муфты. Передаваемое через управляющую магистраль давление жидкости действует на золотниковые клапаны, кото-

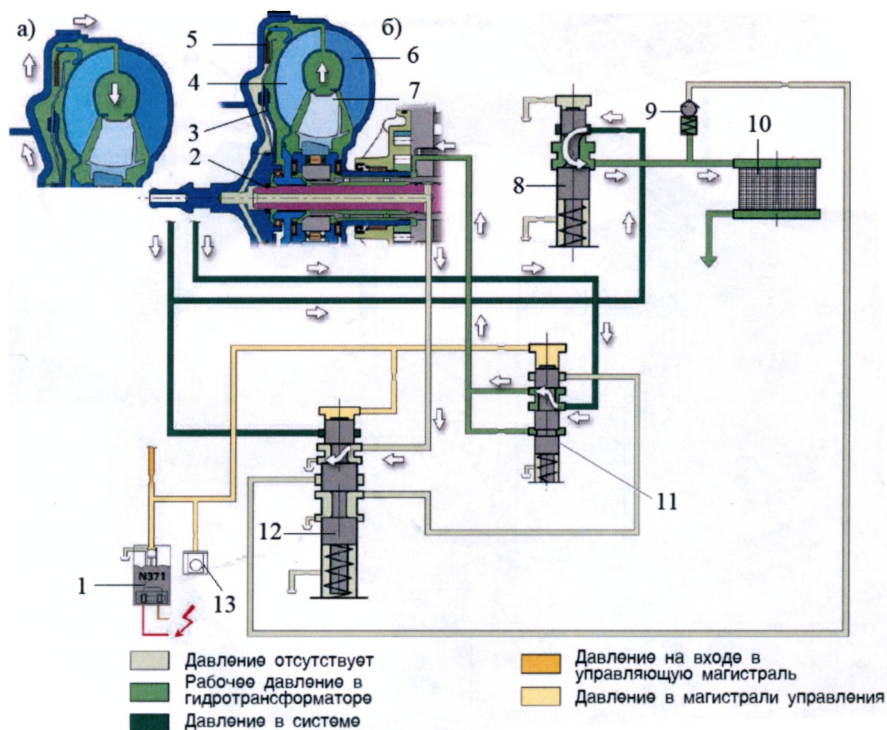
рые управляют направлением подачи и давлением рабочей жидкости, поступающей в муфту блокировки.

При разомкнутой муфте (рис. 5.5, а) на обе стороны ее нажимного диска действует одинаковое давление. При этом жидкость перетекает из полости под нажимным диском в полость турбинного колеса вдоль поверхностей трения промежуточного диска. Нагретая рабочая жидкость направляется через распределительный клапан 11 к охладителю 10.

Замыкание муфты блокировки гидротрансформатора производится в результате изменения направления подачи жидкости распределителем и изменения ее давления регулятором (рис. 5.5, б). При этом давление в полости под нажимным диском снижается. Нажимной диск перемещается под давлением жидкости со стороны турбинного колеса 4, в результате чего муфта замыкается. Передаваемый муфтой крутящий момент изменяется в зависимости от положения распределителя и регулятора давления в системе ее управления. При этом момент, передаваемый муфтой, зависит от тока управления электромагнитного клапана регулятора давления 1— чем больше сила тока, тем больше момент.

Система охлаждения жидкости

Охлаждение рабочей жидкости в АКП может осуществляться как в теплообменнике (охладителе), закрепленном непосредственно на картере коробки передач и подключенном к системе охлаждения двигателя, так и с помощью обдуваемого воздухом радиатора, установленного в передней части кузова перед радиатором системы охлаждения двигателя.



- а – муфта блокировки разомкнута; б – муфта блокировки замкнута;
 1– электромагнитный клапан регулятора давления; 2 – вал турбинного колеса;
 3 – нажимной диск; 4 – турбинное колесо; 5 – ведомый диск муфты; 6 – насосное колесо; 7 – реактор; 8 – клапан системы смазки; 9 – обратный клапан;
 10 – охладитель жидкости; 11 – распределительный клапан рабочей жидкости;
 12 – регулятор давления в гидротрансформаторе; 13 – насос

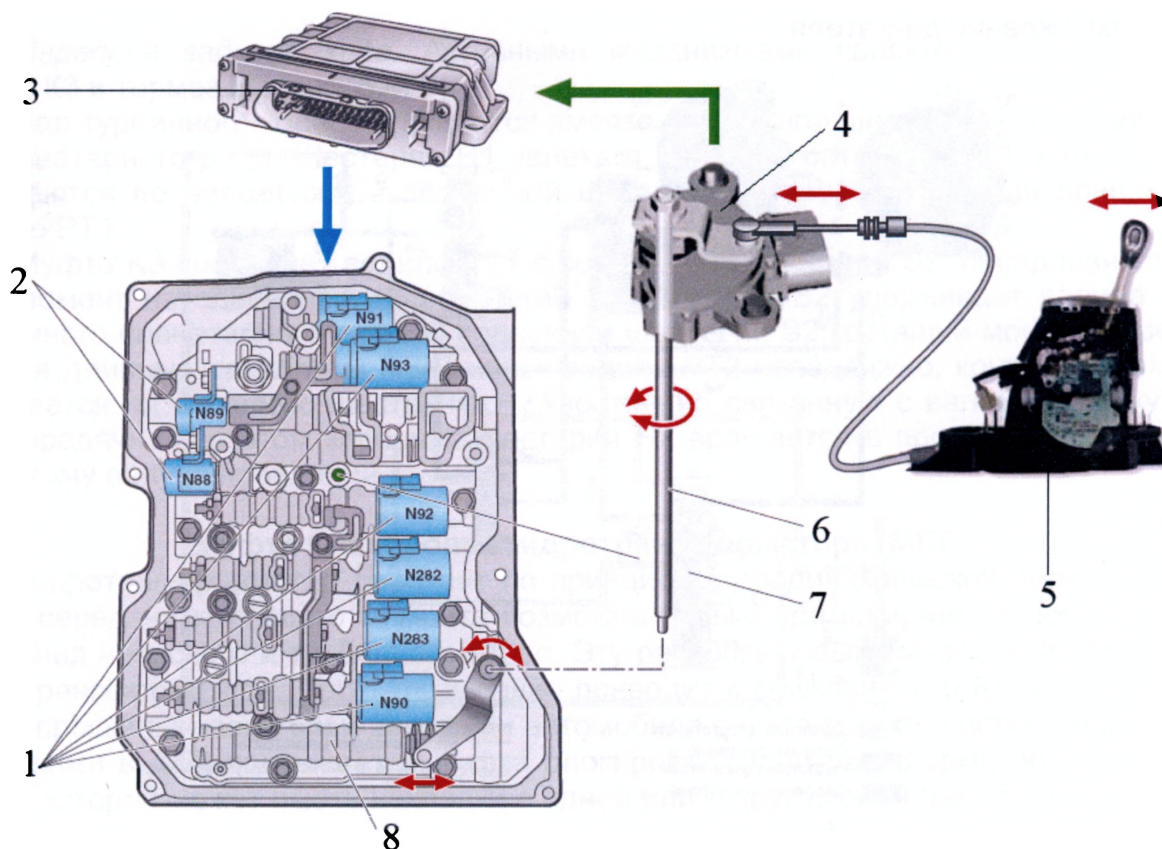
Рисунок 5.5 – Гидравлическая схема управления блокировки гидротрансформатора

Электрогидравлическая система управления коробкой

Системы управления автоматической коробкой передач состоит из электрогидравлического модуля, электронного блока управления, многофункционального датчика, селектора (рис. 5.6).

Муфты и тормоза (механизмы переключения передач) приводятся в действие гидроцилиндрами, управляемыми посредством золотников-распределителей и электромагнитных клапанов, размещенных в распределительном модуле. Электромагнитные клапаны включаются блоком управления коробкой передач и управляют механизмами переключения передач и муфтой блокировки гидротрансформатора. Они также регулируют давление рабочей жидкости (в главной магистрали, в контурах управления, в гидротрансформаторе и в системе смазки коробки передач).

В системе управления применяются электромагнитные клапаны двух типов: клапаны управления переключением передач, которые могут находиться только в двух состояниях (открыт или закрыт), и регулирующие давление клапаны (с широтно-импульсной модуляцией электропитания). Электромагнитные клапаны переключения передач относятся к двухпозиционным устройствам управления, которые могут быть только открытыми или только закрытыми. Через них жидкость ATF поступает под давлением к золотникам-распределителям, которые открывают или закрывают каналы подвода рабочей жидкости к исполнительным устройствам механизмов переключения передач. Регулирующие клапаны открываются в соответствии с проходящим через их обмотки током, изменяя давление рабочей жидкости в магистрали.



1 – электромагнитные клапаны, регулирующие давление; 2 – электромагнитные клапаны переключения передач; 3 – электронный блок управления автоматической коробкой передач; 4 – многофункциональный датчик; 5 – селектор; 6 – валик переключения передач; 7 – место подключения датчика рабочей жидкости; 8 – золотник-распределитель выбора диапазонов

Рисунок 5.6 – Электрогидравлическая система управления автоматической коробкой передач

Многофункциональный датчик соединен с рычагом селектора посредством троса. Он вырабатывает электрические сигналы в соответствии с перемещениями рычага селектора и передает их на блок управления автоматической коробкой передач.

В датчике имеются шесть скользящих контактов, а именно:

- четыре контакта для определения позиции рычага селектора;
- один контакт для разрешения пуска двигателя при положениях рычага селектора в позициях "P" и "N";
- один контакт для активизации выключателя ламп заднего хода.

Для управления автоматическими коробками передач используются различные датчики. Основными из них являются:

- датчик частоты вращения на входе коробки передач;
- датчик частоты вращения на выходе коробки передач;
- датчик температуры рабочей жидкости;
- датчик перехода на режим «Кикдаун». Посредством данного датчика производится временное повышение давления в управляющем контуре соответствующего клапана переключения передач, что приводит к увеличению значения скорости переключения на повышающую очередную передачу. Активация функционирования данного датчика происходит только при полностью выжатой педали газа.
- датчик или микровыключатель системы Tiptronic.

Система Tiptronic

Система Tiptronic служит для переключения передач от руки с помощью специальных лепестков, расположенных на рулевом колесе (рис. 5.7).



1 – переключение на низшую передачу; 2 – переключение на высшую передачу

Рисунок 5.7 – Расположение переключателей системы Tiptronic на рулевом колесе

Переключение на высшую передачу осуществляется нажатием лепестка (Tip +) и переключение на низшую передачу нажатием лепестка (Tip –). При воздействии на какой-либо из этих переключателей в процессе работы коробки передач в авто-

матическом режиме производится перевод ее в режим ручного управления Tiptronic. Вырабатываемые переключателями сигналы непосредственно направляются в блок управления автоматической коробкой передач. Эти переключатели действуют параллельно с рычагом селектора, находящимся в кулисе Tiptronic.

По истечении отсчитываемого таймером определенного промежутка времени после последнего использования переключателей коробка передач вновь переходит на режим автоматического переключения передач.

При управлении автоматической коробкой передач имеется несколько позиций рычага переключения.

В правом секторе рычаг может занимать четыре позиции:

P – режим парковки;

R – задний ход;

N – нейтральная передача;

D – движение в режиме автоматического переключения передач;

S – спортивный режим.

При положении рычага в позиции D программа обеспечивает различные алгоритмы переключения в соответствии с сопротивлением движения, нагрузкой, положением педали акселератора, дорожной ситуацией. Алгоритмы управления соответствуют движению в различных условиях:

- движение с постоянной высокой скоростью;
- городской режим движения;
- горный режим движения;
- режим буксировки;
- движение на поворотах.

При положении рычага получении сигнала в позиции S блок управления сдвигает режимы переключения всех передач в сторону большей частоты вращения коленчатого вала. В результате этого увеличивается интенсивность разгона автомобиля.

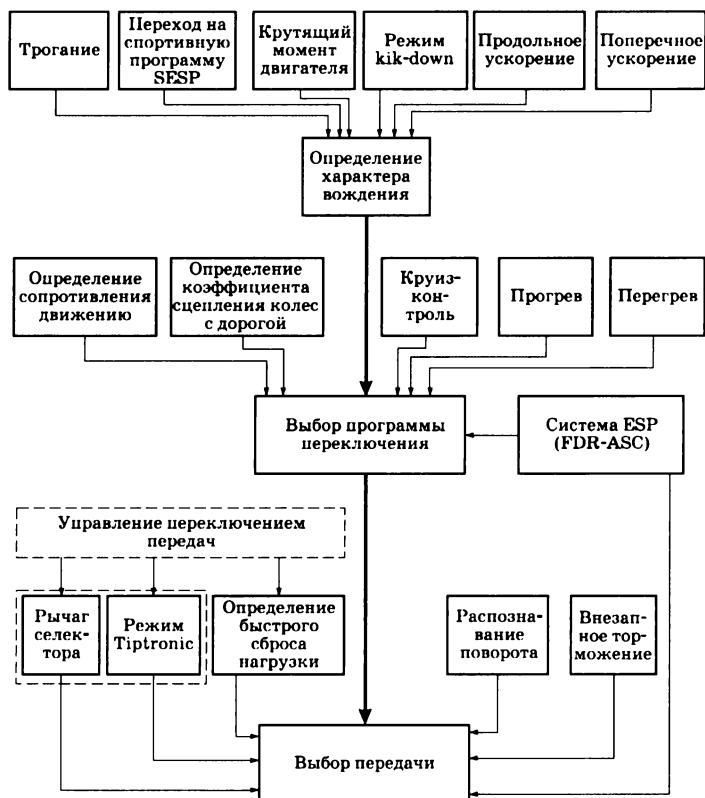


Рисунок 5.8 – Функциональная структура программы переключения автоматической коробки передач

В автоматической коробке передач предусматриваются также режимы: «кик даун», «фаст-офф» и «кик-фаст». При работе в режиме «кик даун» резко нажимают на педаль подачи топлива до упора, затем резко отпускают. При этом включается низшая передача, и при дальнейшем нажатии на педаль автомобиль разгоняется с максимальным ускорением. Когда будет достигнута нужная скорость, опять включается высшая передача, например, четвертая после третьей. Режим «фаст-офф» при резком отпускании педали не дает коробке включить высшую передачу, а оставляет ту, на которой осуществлялся разгон, что позволяет интенсивно тормозить двигателем и легко держать дистанцию при движении с переменной скоростью. Режим «кик-фаст» определяет, нужно ли включать понижающую передачу, и дает соответствующую команду задолго до того, как будет достигнуто положение «кик-даун».

При перемещении рычага влево водитель переводит коробку передач в режим ручного переключения. Движением рычага вперед-назад – включение повышающей-понижающей передачи. Такое переключение передач принято называть секвентальным (последовательным). Электронный блок управления является адаптивным, он запоминает манеру вождения водителя и корректирует алгоритмы автоматического переключения передач. Благодаря расширенному обмену данными между системой управления КП и другими системами автомобиля, например системой управления двигателем и системой стабилизации ESP, используются данные, которые позволяют определить моментальное состояние движения и характер вождения с большей точностью.

Функциональная структура программы переключения автоматической коробки передач

Функциональная структура программы переключения автоматической коробки передач подразделяется на три группы (рис.5.8):

- определение характера вождения;
- выбор программы переключения в зависимости от состояния движения;
- выбор передач.

Муфта Haldex

Муфта Haldex широко используется фирмой Volkswagen для автомобилей класса А (Volkswagen Golf, Bora, Audi TT, Skoda Oktavia, Seat Toledo и т. д.). С одной стороны, она предлагает преимущества постоянного привода на все колеса, с другой – она может комбинироваться с такими системами, предотвращающими пробуксовку колес, как ABS, EDS, ASR, EBV и ESP.

В отличие от традиционных систем постоянного привода система «4 motion» имеет ряд преимуществ: автомобиль сохраняет характеристику переднеприводного, время срабатывания муфты очень мало, различные размеры шин (аварийное колесо) не вызывают никаких проблем, и заклинивания в приводе при парковке или маневрировании больше не происходит. Конструктивно муфта Haldex устанавливается в том же месте, где раньше располагалась вязкостная муфта, а именно – непосредственно на заднем мосту (рис. 5.10). Вместе со всеми компонентами, включая блок управления, это компактный узел, который приводится в действие от карданного вала.

Принцип работы муфты Haldex. Механическая часть муфты Haldex состоит из цилиндрического входного вала с аксиально-поршневым насосом и рабочим поршнем, ведомого вала с приводной головкой и дисковым кулачком, а также набора фрикционных дисков (рис. 5.11). Наружные диски соединены с ведущим валом, а внутренние диски через продольное зубчатое зацепление с ведомым валом.

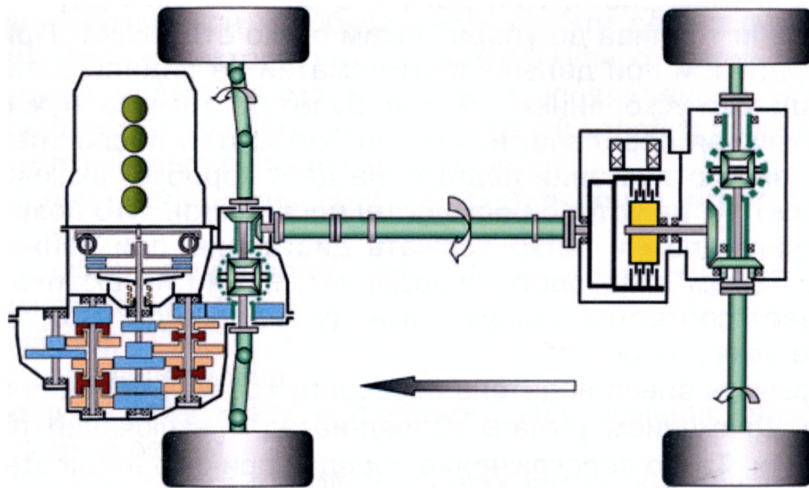
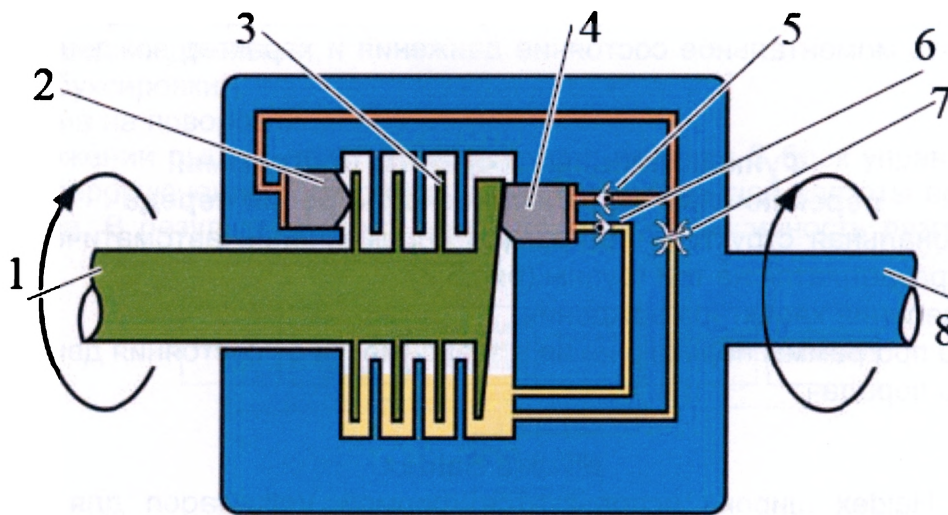


Рисунок 5.10 – Общая компоновка автомобиля с муфтой Haldex



1 – ведомый вал с кулачковой шайбой; 2 – рабочий поршень; 3 – многодисковая муфта; 4 – насосный поршень; 5 – нагнетательный клапан; 6 – впускной клапан; 7 – регулятор давления управления муфтой; 8 – ведущий вал

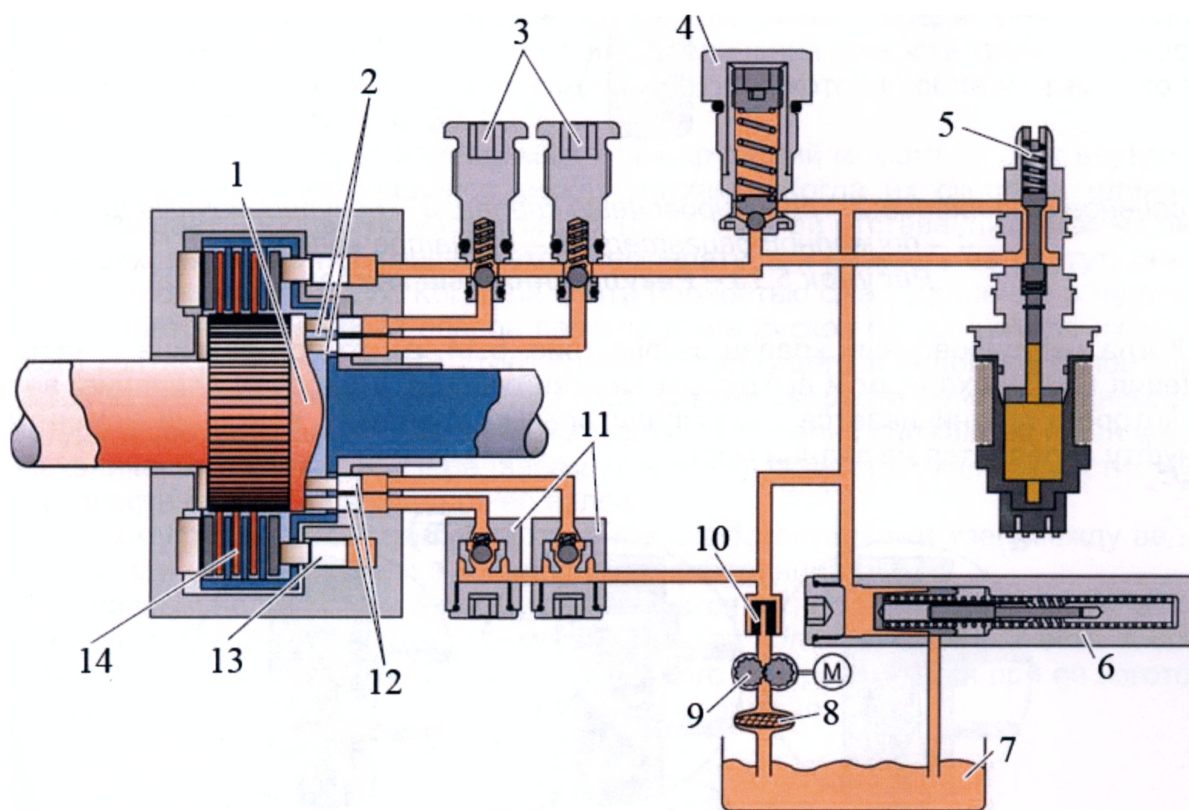
Рисунок 5.11 – Схема муфты Haldex

При пробуксовке одного из колес автомобиля возникает разница в частоте вращения между ведомым 1 и ведущим 8 валами, и на поршень 4 направляется то выступающая, то опускающаяся часть кулачковой шайбы. В результате возвратно-поступательного движения поршня давление масла в гидравлической системе повышается и рабочий поршень давит на нажимной диск набора фрикционных дисков. Набор фрикционных дисков сжимается, и между входным и выходными валами возникает таким образом сцепление.

Гидравлическая часть муфты Haldex состоит из электрического подпиточного насоса 9, масляного фильтра 10, впускных 11 и нагнетательных 3 клапанов, регулятора давления 5 с регулировочным клапаном, предохранительного клапана 4 и гидроаккумулятора 6 (рис. 5.12). Для того чтобы система могла быстро срабатывать, подпиточный электрический насос 9, начиная с частоты вращения 400 об/мин, нагнетает в гидравлической системе муфты давление подпитки 4 кгс/см². Давление

подпитки поддерживается гидроаккумулятором 6 и воздействует как на поршни насоса 12, так и на рабочий поршень 13. Преимуществом такой компоновки является то, что, с одной стороны, поршень насоса прилегает к дисковому кулачку, и, с другой стороны, благодаря легкому давлению подпора устраняется зазор из набора фрикционных дисков.

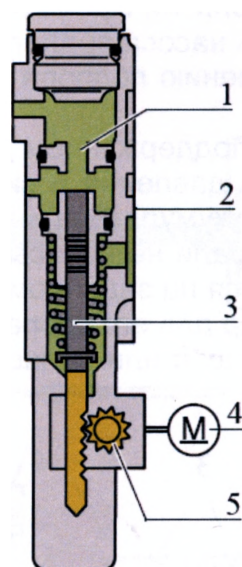
Гидроаккумулятор наряду с поддержанием давления подпитки имеет еще одну задачу – выравнять колебания давления в системе. При отсутствии давления в питающей магистрали пружина аккумулятора максимально разжата и масло через аккумулятор из питающей магистрали не сбрасывается. Повышение давления в питающей магистрали ограничивается на заданном уровне за счет перепуска масла из нее через аккумулятор в резервуар для его сбора. При понижении давления пружина аккумулятора разжимается, уменьшая или полностью прекращая сброс масла в емкость.



1 – кулачковая шайба; 2 – толкающие ролики насосных поршней; 3 – нагнетательные клапана; 4 – предохранительный клапан; 5 – регулятор давления управления муфтой; 6 – гидроаккумулятор; 7 – резервуар рабочей жидкости; 8 – сетчатый масляный фильтр; 9 – электронасос; 10 – фильтр; 11 – впускные клапана; 12 – насосные поршни; 13 – рабочий поршень; 14 – пакет дисков
Рисунок 5.12 – Гидравлическая часть муфты Haldex

Предохранительный клапан 4 предотвращает подъем управляющего давления свыше 100 кгс/см², защищая детали муфты от перегрузок. Клапан открывается, если действующее на его запорный орган давление преодолевает усилие предварительно сжатой пружины. При повышении давления до 100 кгс/см² клапан открывается, перепуская масло в питающую магистраль и в резервуар через гидроаккумулятор, в результате чего давление масла в системе снижается до заданного уровня.

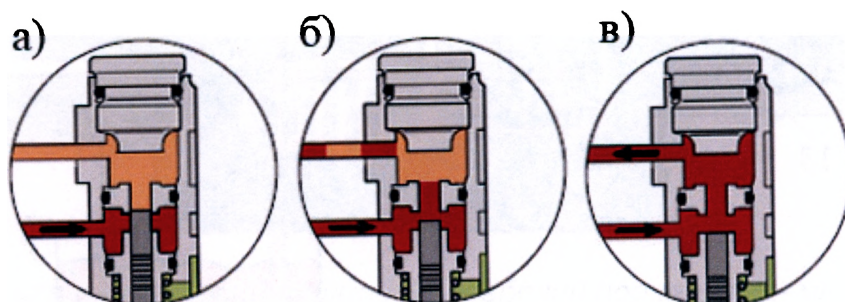
Основной элемент гидравлики – регулировочный клапан регулятора давления (рис. 5.13) – определяет величину давления на диски и управляется от исполнительного двигателя, который в свою очередь работает по сигналам блока управления.



1 – сливное отверстие; 2 – регулировочный клапан; 3 – регулировочный штифт;
4 – приводной двигатель; 5 – зубчатое колесо

Рисунок 5.13 – Регулировочный клапан

Когда регулировочный клапан закрыт (рис. 5.14, а), то при разнице в частоте вращения между входным и выходным валами создается рабочее давление, величина которого ограничивается предохранительным клапаном. Крутящий момент через муфту передается на задний мост.



а) клапан закрыт; б) клапан открыт частично; в) клапан открыт полностью

Рисунок 5.14 – Работа регулировочного клапана

При частично открытом регулировочном клапане (рис. 5.14, б) муфта допускает определенное проскальзывание, т. е. крутящий момент на задние колеса передается лишь частично. Когда регулировочный клапан открыт полностью (рис. 5.14, в), рабочее давление создаваться не может, и крутящий момент через муфту не передается. Однако давление понижается не полностью, а частично, благодаря гидроаккумулятору до уровня давления подпитки.

Блок управления через шину данных (CAN-Bus) получает от ABS информацию о частоте вращения колес, продольном ускорении, сигнале торможения и включении ручного тормоза. Если автомобиль дополнительно оснащен ESP, то регулировка ESP имеет преимущественное право перед функцией привода всех колес. Блок управления двигателя также через CAN-Bus выдает информацию о частоте вращения двигателя и положении педали акселератора. Наряду с входными сигналами через CAN-Bus блок управления Haldex получает также дополнительные сигналы

непосредственно от выключателя сигнала торможения ручного тормоза (муфта размыкается при включенном ручном тормозе) и от датчика температуры муфты. Чтобы предотвратить перегрев, функции муфты отключаются при температуре масла выше 100 °С.

Выходные сигналы блока управления муфты – это напряжение питания для масляного насоса и возбуждение исполнительного двигателя регулировочного клапана. Блок управления может иметь функцию самодиагностирования. Если отсутствует какой-либо сигнал, блок управления рассчитывает резервное значение этого сигнала для включения аварийного функционирования.

Вискомуфта

Вискомуфта получила свое название от латинского *viscosus* – «вязкий».

Основными элементами вискомуфты (рис. 5.15) являются:

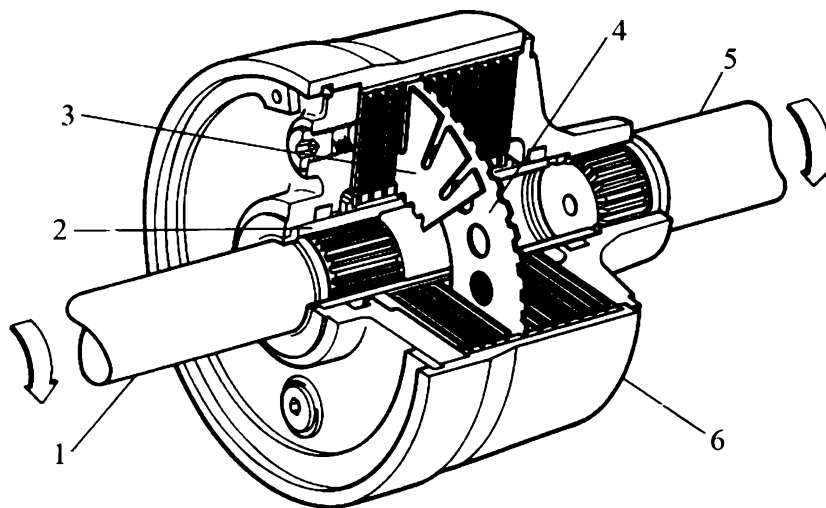
- корпус 6 и валы 1 и 5, герметизированные с помощью уплотнений;
- диски 4, соединенные шлицами с корпусом, диски 3 соединенные с ведомым валом. Диски имеют каналы и отверстия для увеличения вязкости трения жидкости;
- силиконовая (кремнийорганическая) жидкость, которая обладает высокой вязкостью и заполняет корпус на 80–90 %.

Вискомуфта передает подводимый к ней крутящий момент за счет внутреннего трения в жидкости, находящейся между дисками. Когда их скорости одинаковы, муфта передает небольшую часть усилия (5...7 %). При отставании ведомых дисков от ведущих, жидкость перемешивается, температура и вязкость ее растут, она расширяется и сжимает воздух. Когда он почти полностью сжат, давление в муфте резко возрастает, что вызывает осевое перемещение дисков по шлицам до их механического контакта. В результате этого вращение ведущего и ведомого валов производится за счет механического трения. При равной скорости вращения дисков температура и соответственно давление жидкости постепенно снижаются и они выходят из механического контакта. Передаваемый момент зависит от характеристик муфты и от разности скоростей вращения ее валов.

Вискомуфта может устанавливаться как самостоятельный узел между ведущими осями или «встраиваться» в конический дифференциал.

Основным недостатком вискомуфты является ее несовместимость с ABS.

Вискомуфта не пригодна к ремонту, так как количество и вязкость жидкости определяют характеристики вискомуфты и строго контролируются при ее изготовлении. При утечке части жидкости муфта подлежит замене.



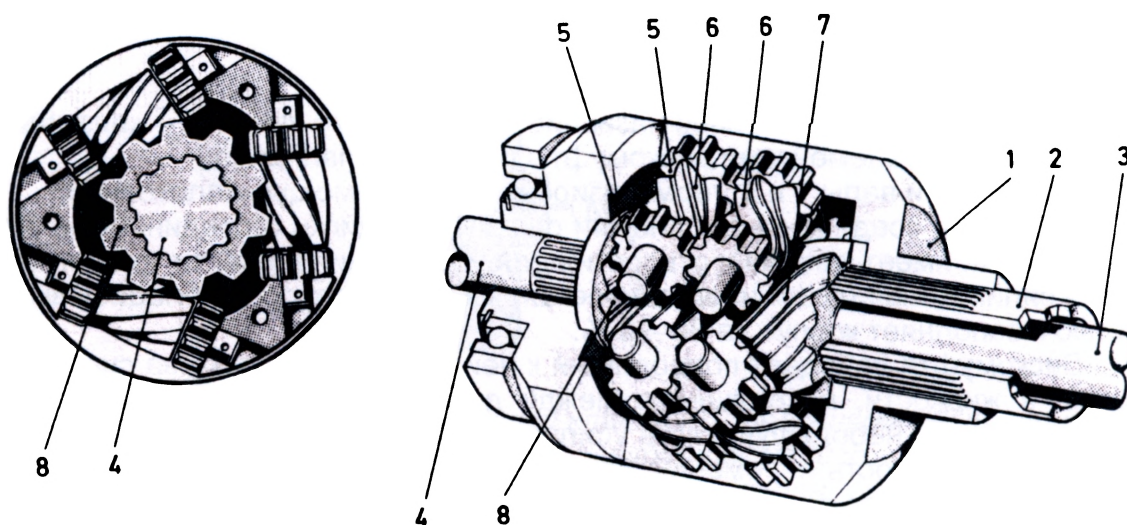
1 – ведомый вал; 2 – втулка; 3 – диски, соединенные с ведомым валом;
4 – диски, соединенные с корпусом; 5 – ведущий вал; 6 – корпус

Рисунок 5.15 – Вискомуфта

Дифференциал Torsen

Дифференциал Torsen (TORque SENsing — чувствующий крутящий момент) представляет собой механический самоблокирующийся дифференциал, в котором используется сложный набор червячных шестерен (рис. 5.16).

На полый приводной вал 2 корпуса дифференциала передается крутящий момент от коленчатого вала через элементы трансмиссии. На общей оси сателлитов расположены прямозубые шестерни 5 и червячные сателлиты 6.



1 – корпус дифференциала; 2 – полый приводной вал корпуса дифференциала;
3 – вал привода передней оси; 4 – вал привода задней оси; 5 – прямозубые шестерни; 6 – червячные сателлиты; 7 – червячная шестерня привода передней оси; 8 – червячная шестерня привода задней оси

Рисунок 5.16 – Межосевой дифференциал Torsen

Набор шестерен внутри дифференциала состоит из ведомых червячных шестерен привода передней оси 7, задней 8 и ведущих (сателлитов) червячных шестерен 6. Основной особенностью такой конструкции является то, что червячные шестерни могут приводить во вращение другие шестерни, но сами не могут приводиться во вращение. Такая особенность приводит к появлению некоторой степени блокирования дифференциала.

При вращении приводного вала вращается и корпус дифференциала, толкая оси сателлитов. При движении по асфальту дифференциал Torsen распределяет крутящий момент между осями поровну. При низких значениях входного крутящего момента, передаваемого от коленчатого вала (движение по асфальту), шестерни дифференциала вращаются свободно и его действие напоминает работу обычного симметричного дифференциала. Когда входной крутящий момент увеличивается (колеса одной оси начинают проскальзывать), набор червячных шестерен нагружается и в определенный момент два выходных вала привода передней и задней оси блокируются. Но стоит только колесам одной оси начать проскальзывать, крутящий момент перебрасывается на ту ось, колеса которой имеют лучшее сцепление с покрытием.

В зависимости от величины передаточного числа и конструкции дифференциала, крутящий момент может распределяться по осям автомобиля в соотношении от 2,5:1 (60 % : 40 %) до 6:1 (84 % : 16 %) или даже до 7:1 (86 % : 14 %), а также распределяться в любых промежуточных значениях.

Дифференциал Torsen имеет линейную характеристику, перераспределение крутящего момента происходит практически мгновенно и он не оказывает влияния на процесс торможения, в отличие от вязкостной муфты, где на разогрев силиконо-

вого вещества и его застывание требуется некоторое время. Эти свойства механизма обусловили его широкое использование в качестве межколесных и межосевых дифференциалов автомобилей. Основным недостатком является сложность его изготовления и сборки и, как следствие, высокая стоимость.

5.2 Контрольные вопросы

1. Опишите работу автоматической коробки передач (для каждой передачи).
2. Общее устройство и принцип действия системы охлаждения жидкости.
3. Назначение, устройство и работа муфты блокировки гидротрансформатора (МБГ).
4. Назначение, устройство и работа электрогидравлической системы управления коробкой.
5. Устройство и принцип действия системы Tiptronic.
6. Функциональная структура программы переключения автоматической коробки передач.
7. Общее устройство и принцип действия муфты Haldex.
8. Общее устройство и принцип действия вискомуфты.
9. Общее устройство и принцип действия дифференциала Torsen.

Практическая работа № 6 Подвеска и система освещения современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

6.1 Теоретическая часть.

Система контроля давления в шинах

Такие системы могут быть с использованием датчиков и радиосигнала, по определению изменения радиуса колес и др.

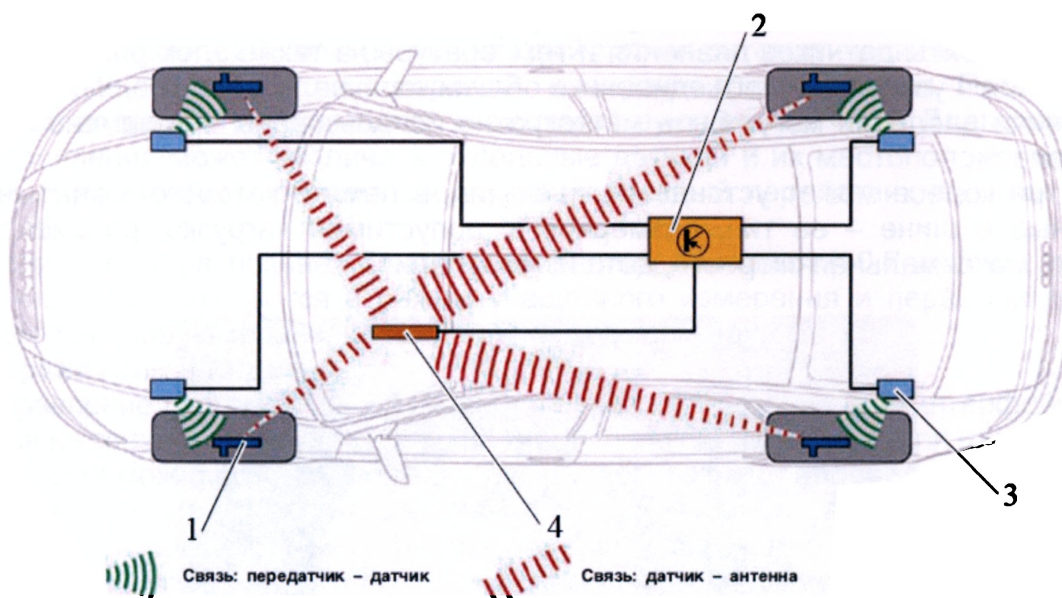
Система контроля давления воздуха в шинах с использованием специального контрольного устройства (колпачков Easy Control см. рис. 6.1). Наиболее простым и дешевым способом постоянного контроля давления в шинах является установка на колесе вместо штатного колпачка ниппеля специального контрольного устройства. Так, например, применение колпачков Easy Control бельгийской компании Environix позволяет быстро узнать, не упало ли давление в колесе: достаточно просто взглянуть на цвет колпачка. Если он остается зеленым, то давление в норме, станет желтым — необходима более точная проверка, а если покраснеет, то шины необходимо срочно подкачать.



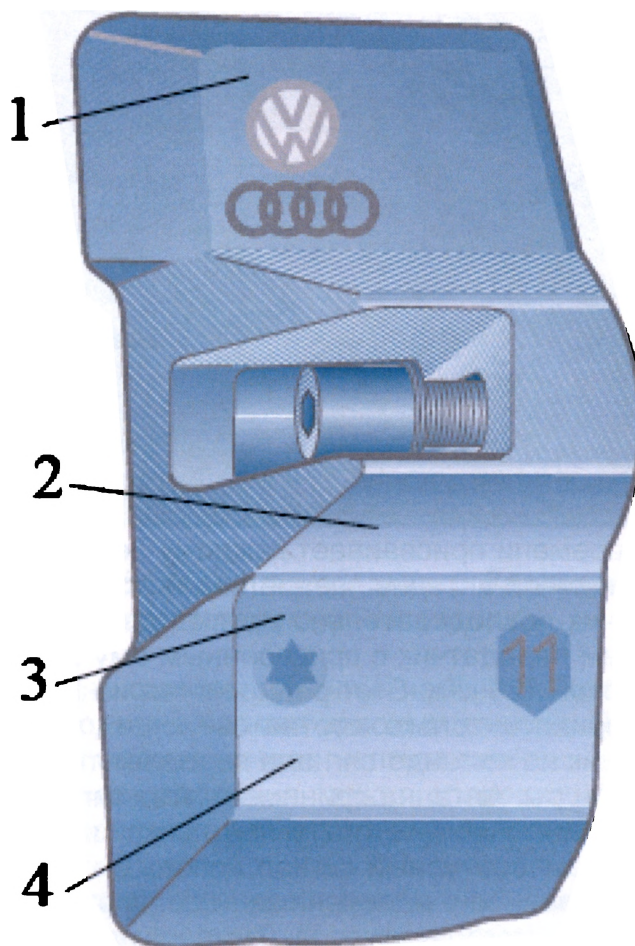
Рисунок 6.1 – Колпачки Easy Control для контроля давления воздуха в шине

rol

Система контроля давления воздуха в шинах с использованием радиосигнала (рис. 6.2) состоит из датчиков давления воздуха навинченных на металлические корпуса вентилей (рис. 6.3), от которых передается радиосигнал на приемную систему, передатчиков, устанавливаемых обычно в арках колес, электронного блока управления. В крыше находится приемная антенна системы контроля давления. Некоторые производители вместо передатчиков устанавливают антенны в арках колес.



1 – датчик давления воздуха в шине; 2 – электронный блок управления давлением воздуха в шинах; 3 – передатчики системы контроля давления воздуха в шинах;
4 – приемная система контроля давления воздуха в шинах
Рисунок 6.2 – Система контроля давления воздуха в шинах

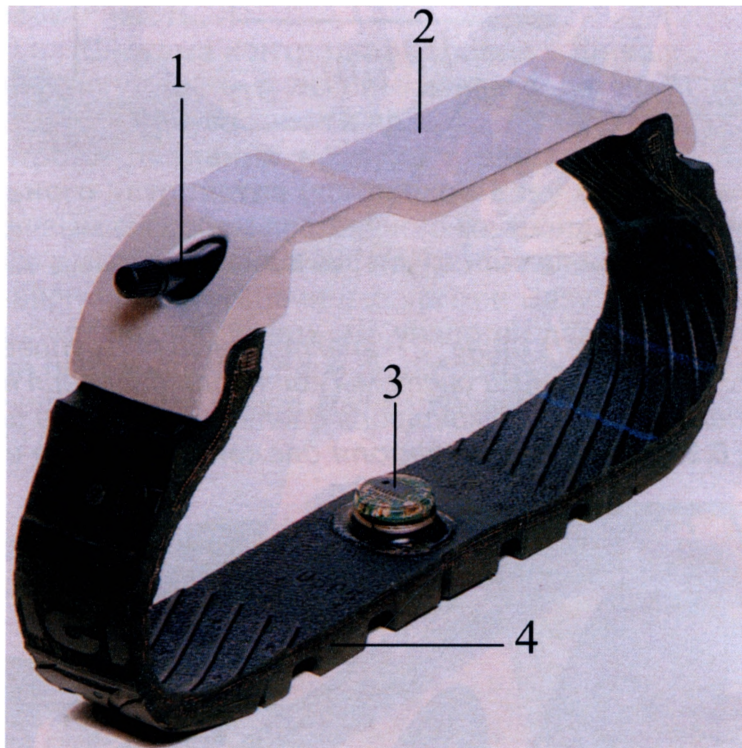


1 – передающая антенна; 2 – чувствительные элементы датчиков и температуры;
3 – электронные элементы измерения и управления; 4 – элемент питания
Рисунок 6.3 – Датчик давления воздуха в шине

Датчик давления измеряет текущее (абсолютное) давление в шине. Чувствительные элементы датчиков давления и температуры, а также электронные элементы измерения и управления объединены в общем корпусе.

Датчики давления могут быть многократно использованы при замене шин или дисков колес.

Внутри колеса может устанавливаться чип, в память которого закладываются все данные о шине – ее тип, размерность, допустимая нагрузка, рекомендуемое давление, максимальная скорость, дата изготовления.



1 – вентиль; 2 – обод колеса; 3 – чип; 4 – шина
Рисунок 6.4 – Шина с установленным чипом

Принцип действия

Контроль давления в шинах осуществляется постоянно как при движении автомобиля, так и при остановке. При открывании двери водителя или включении замка зажигания начинается процесс инициализации системы. При этом блок управления с небольшой разницей по времени присваивает каждому передатчику системы контроля давления в шинах и приемной антенне специальный адрес. По окончании инициализации каждый передатчик последовательно друг за другом получает сообщение от блока управления. Затем передатчик с присвоенным ему адресом однократно посылает радиосигнал частотой 125 кГц. Этот радиосигнал из-за его малого радиуса распространения может принять только соответствующий датчик системы контроля давления в шинах. Датчик по команде сигнала передает текущие измеренные значения давления и температуры. Антенна принимает этот сигнал и по LIN-шине передает его на блок управления. После этого связь прекращается до момента начала движения автомобиля. Температурный сигнал используется для введения поправки к величине давления, связанной с изменениями температуры воздуха в шине, а также в качестве диагностируемого параметра. Температурная поправка производится блоком управления системой контроля давления в шинах. При этом измеренные значения давления приводятся к температуре 20 °С.

Для определения движения датчики системы контроля давления в шинах снабжены центробежными датчиками для распознавания вращения колес. При начале

движения привязка датчиков к положению колес проходит в течение 2 минут. При достижении скорости 20 км/ч и выше каждый датчик автоматически и без сигнала от соответствующего передатчика передает измеренные им значения. Посланный радиосигнал содержит информацию о соответствующем датчике. Благодаря этому блок управления может различать отдельные датчики и их местоположение в автомобиле. В нормальном режиме эксплуатации каждый передатчик посылает сигнал каждые 30 сек.

Если датчик распознает быстрое изменение давления ($>0,2$ кгс/см²), то он автоматически переключается в режим учащенного измерения и передачи данных и передает текущие измеренные значения каждую секунду.

Управление и индикация

Управление системой осуществляется через мультимедийный интерфейс и отображается на специальном дисплее информационной системы водителя (рис. 6.5).

Система может распознавать следующие состояния давления воздуха в шинах: медленное падение давления, о чем этом водителю заблаговременно сообщается о необходимости подкачки шины; резкое падение давления, о чем водителю сообщается при движении автомобиля; чрезмерное падение давления при стоянке, о чем водителю сообщается сразу после включения зажигания.

Если в шинах изменялось давление, например, в случае подкачки или в случае перестановки колес, необходимо вводить параметры номинального давления.



Рисунок 6.5 –Индикация показателей давления воздуха и температуры в шинах

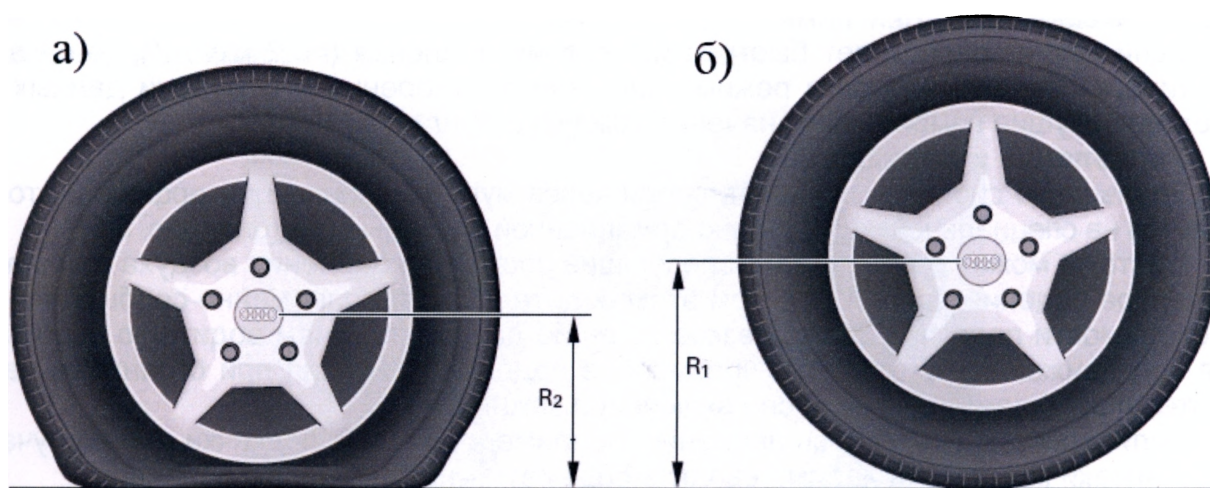
Если давление в шинах снижается более чем на $0,5$ кгс/см² (бар), на дисплее загорается информация, подсвечиваемая красным светом. При снижении давления на $0,3$ кгс/см² информация подсвечивается желтым светом.

Информация о снижении давления может оповещаться контрольной лампой в комбинации приборов и однократным акустическим сигналом при каждом включении зажигания.

Принцип работы системы контроля давления воздуха в шинах по определению изменения радиуса колес состоит в следующем.

Если из шины выходит воздух, участок пути, проходимый шиной за один оборот, становится меньше (рис. 6.6). Из-за этого для прохождения определенного расстояния шине с уменьшенным давлением придется совершить большее число оборотов по сравнению с шиной с нормальным давлением. Число оборотов регистриру-

ется датчиком и оценивается блоком управления системы курсовой устойчивости ESP. Благодаря этому блок управления распознает уменьшение давления в шине. Недостатком такой системы является то, что при определенных режимах движения, например, при быстром прохождении поворотов, движении по плохой дороге, начале движения и торможении оценка измеряемых величин давления является неточной.



R_1 – радиус колеса при нормальном давлении воздуха в шине;
 R_2 – радиус колеса при пониженном давлении

Рисунок 6.6 – Изменения радиуса колеса при изменении давления воздуха в шине

Обозначение шин

От условий взаимодействия шины и дороги зависит управляемость автомобиля и безопасность дорожного движения в целом. Поэтому в настоящее время вопросы состояния и безопасной эксплуатации автомобильных шин достаточно подробно регламентированы действующей нормативной и технологической документацией.

Каждая шина имеет собственную маркировку, необходимую для правильного выбора шины. Примеры маркировок шин легкового и грузового автомобилей представлены ниже (рис. 6.7).

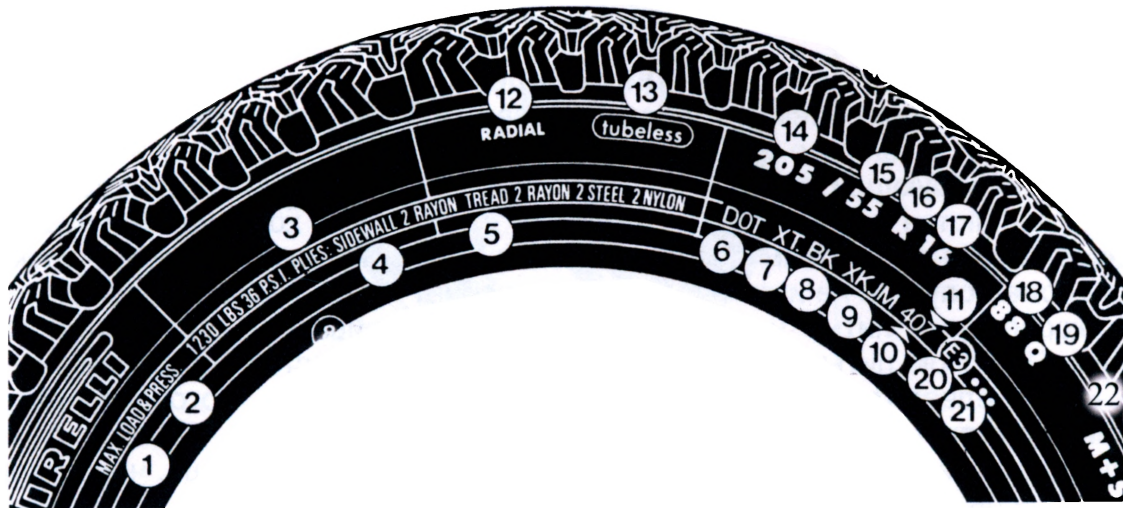
Кроме этих обозначений на шину могут наноситься:
фирменный знак завода-изготовителя;

- срок службы;
- возможность применения шины при торможении на мокрой поверхности;
- температурная устойчивость шины;
- код изготовителя;
- балансирующая метка, обозначающая самое легкое место покрышки или бескамерной шины в виде круга диаметром 5...10 мм над закраиной обода. При монтаже шины на обод колеса балансирующая метка должна совмещаться с вентиляем;
- специальные обозначения, например "XL" (XL равнозначно EL (extra load) усиленные).

Обозначение шины грузовых автомобилей постоянного давления

11/70R22,5 И-305 156/153 F 115PSI ГОСТ 5513 497 80376 Made in Russia, где:

11/70R22,5 – условное обозначение шины, 11 – обозначение номинальной ширины профиля шины в дюймах, R – буквенный индекс радиальной шины, 22,5 – обозначение номинального диаметра обода в дюймах; ранее выпускаемые шины имели двойное обозначение 11/70R22,5 (280/70R572), где параметры шины 280 и 572 даны в мм;



1 – максимально допустимая нагрузка (для США); 2 – внутреннее давление в шине; 3 – слои; 4 – боковая стенка, *SIDEWALL 2 RAYON* означает, что стенка состоит из двух слоев искусственных нитей; 5 – количество слоев: (*TREAD 2 RAYON+2 STEEL+2 NYLON*) – 6 слоев (2 слоя каркаса, 2 слоя стальной проволоки, 2 слоя нейлона); 6 – шина соответствует специальному контролю DOT (Department of Transportation); 7 – код изготовителя; 8 – код размера покрышки; 9 – код типа покрышки (устанавливается изготовителем); 10 – порядковый номер недели изготовления; 11 – год изготовления; 12 – *RADIAL* (радиальная шина); 13 – *tubeless* (бескамерная шина); 14 – номинальная ширина покрышки в мм; 15 – отношение высоты к ширине (55%); 16 – *R* (радиальный тип каркаса шины); 17 – диаметр обода в дюймах; 18 – 88, условное обозначение допустимой нагрузки на шину. Допустимая нагрузка зависит от давления воздуха в шине и определяется по специальной таблице. Например, число 88 при давлении в шине 2,0 кгс/см² соответствует максимально допустимой нагрузке 470 кг; 19 – *Q*, индекс максимально допустимой скорости, км/ч. Значения скоростей и символов: *F*– 80; *M*– 130, *P*– 150; *Q*– 160; *R*– 170; *S*– 180; *T*– 190; *H*– 210; *V*– 240; *W*– 270; *Y*– 300; 20 – *ECE* (Economic-Commisson for Europa) знак технического контроля (отметка о допуске с кодом страны, выдавшей допуск, например *E3* – Италия, *E4* – Нидерланды); 21 – регистрационный номер допуска; 22 – *M+S* (*Matsh+Scnee*), шина предназначена для зимней эксплуатации.

Рисунок 6.7 – Обозначение шины легкового автомобиля

I-305 – торговая марка (модель шины), где *I* – условное обозначение разработчика шины, 305 – порядковый номер разработки;

156/153 – индексы несущей способности нагрузок для одинарных и сдвоенных колес (определяются по специальным таблицам). Эти шины могут эксплуатироваться в одинарном колесе при максимально допустимой нагрузке, равной 40 000 Н, в сдвоенном колесе – 36 500 Н;

F – индекс категории скорости. В соответствии с данными специальной таблицы максимально допустимая скорость составляет 80 км/ч;

115PSI – индекс давления. Индекс давления – указание испытательного давления для шин грузовых автомобилей. Если имеется индекс «С», это означает, что шины предназначены для легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости. Определяется по специальным таблицам. В конкретном случае индекс указывает, что давление воздуха в шине должно быть 795 кПа;

ГОСТ 5513 – обозначение стандарта, по которому выпускается шина;

497 – дата изготовления (49 – порядковый номер недели с начала года, 7 – последняя цифра года изготовления 1997 г.);

80376 – порядковый номер шины;
Made in Russia – страна, где изготовлена шина (Россия).

Диски колес

Диски колес, применяемые на легковых автомобилях, разделяются на стальные и легкосплавные. Стальные колеса изготавливают методом штамповки из листового металла с последующей сваркой составляющих элементов. Достоинствами стальных колес являются сравнительно невысокая стоимость и хорошие эксплуатационные качества. К недостаткам следует отнести большую массу колеса и несколько широкое поле допусков на изготовление, что требует тщательной балансировки.

Легкосплавные литые и кованные колеса изготавливаются целиком из единой заготовки. При этом литые колеса вытачиваются непосредственно из отливки, а кованные – из предварительно прокованной заготовки (поковки), что обеспечивает им более высокую прочность.

Стойкость легкосплавных колес к деформации от ударов выше, чем стальных. Однако стальное колесо при деформации никогда не разрушается и на нем, если оно способно удерживать воздух в шине, можно доехать до места ремонта. Легкосплавные колеса при сильном ударе, как правило, просто раскалываются. Кроме того, если погнутое стальное колесо можно выправить на специальном станке, то легкосплавное восстановить значительно сложнее.

Главное преимущество легкосплавных колес перед стальными – меньшая масса. Литое 13-дюймовое колесо весит около 6 кг, на 1–2 кг меньше стального. Снижение массы колеса в сборе с шиной ведет к снижению неподрессоренных инерционных масс и улучшению условий работы подвески автомобиля, так как колесо быстрее "повинуется" возвращающему действию упругих элементов подвески и восстанавливает потерянный контакт с дорогой. Это повышает комфортабельность езды и безопасность движения. Улучшаются управляемость автомобиля, тормозная динамика, незначительно, но снижается расход топлива. Благодаря высокой точности изготовления и характеристикам материалов легкосплавные колеса лучше удерживают бескамерную шину на ободе.

Кованные колеса в сравнении с литыми весят еще меньше: R13 – 4,9 кг. Они имеют меньшую толщину стенок – до 3 мм, в то время как у литых стенки должны быть не тоньше 5,5 мм. Тем не менее, кованные колеса лучше переносят удары от неровностей дорожного покрытия и более стойки к разрушению и деформации.

Легкосплавные колеса изготавливаются в основном из алюминиевых сплавов. Реже используется магний, хотя колеса из него легче алюминиевых на 0,5–1,5 кг и имеют лучшую (в 100 раз) демпфирующую способность. Кроме того, благодаря высокой теплопроводности магний позволяет дополнительно снижать нагрев тормозных механизмов и ступиц автомобиля при движении.

В то же время алюминий и особенно магний – металлы, весьма подверженные коррозии. Чтобы защитить колеса, их производители применяют дорогостоящие покрытия – специальные лаки сложных составов, но эта защита не вечна, а восстановить ее очень трудно. Повредить лак можно не только на плохой дороге или воздействием зимней соли, но и при неумелом монтаже/демонтаже шины. Кроме того, легкосплавные колеса балансируются с помощью специальных грузов, которые наклеиваются на поверхность обода. Обычные грузы на скобах могут просто не установиться на округлую закраину обода, а после перебалансировки колеса на нем могут остаться царапины и пятна коррозии от контакта со сталью скоб.

Колеса и их диски обозначают основными размерами ободьев – шириной диска и номинальным диаметром обода (в миллиметрах или дюймах) (рис. 6.8).

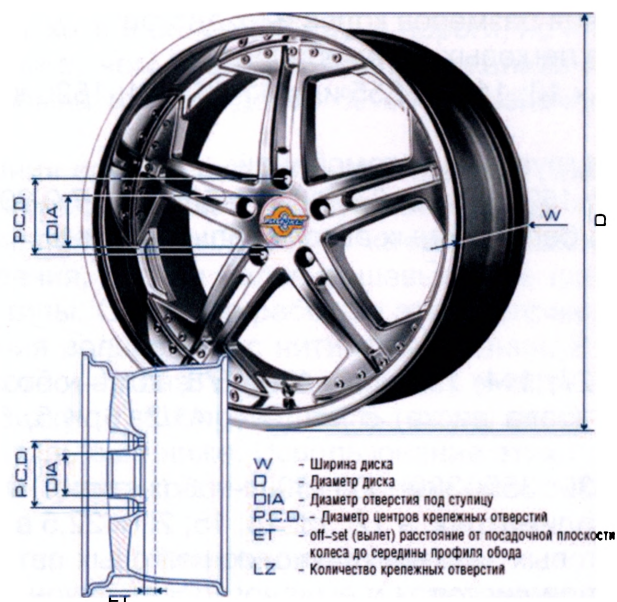
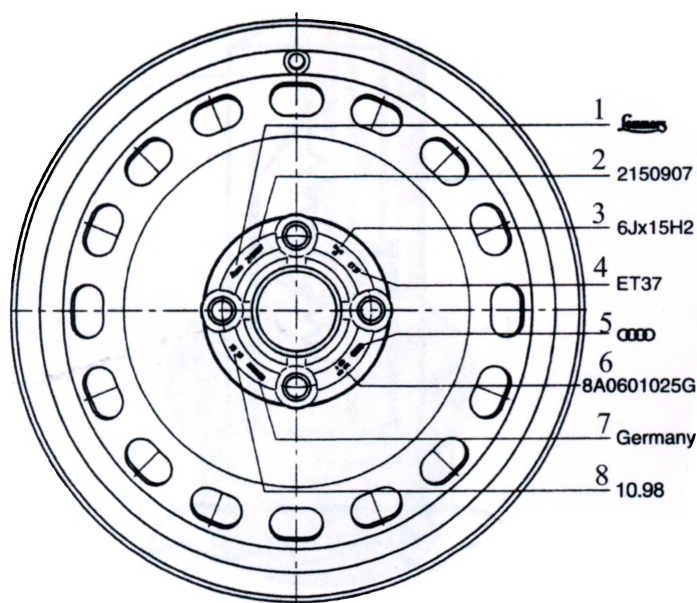


Рис. 6.8 – Основные размеры диска колеса

На дисках могут наноситься различные обозначения (рис. 6.9).

Обозначение 6J x 15 H2 ET 37 расшифровываются следующим образом:

6 – номинальная ширина профиля обода (зева диска) в мм; J – тип бортовой закраины (высота бортовой кромки диска); 15 – номинальный посадочный диаметр в дюймах; H2 – «Hump» исполнение диска с внутренним ограничителем-приливом для борта шины по периметру полки обода, цифра 2 указывает на 2 ограничителя по одному на каждой полке, что характерно для бескамерных шин; ET 37 – расстояние от посадочной поверхности диска до его линии симметрии.



1 – товарный знак фирмы-изготовителя; 2 – порядковый номер изготовителя колес; 3 – размер колеса; 4 – глубина колеса; 5 – опознавательный знак фирмы производителя; 6 – порядковый номер автотранспортного средства, на котором установлено колесо; 7 – страна-изготовитель; 8 – месяц и год изготовления

Рисунок 6.9 – Обозначение дисков

Примеры обозначения размеров колес и их дисков:

а) выпускаемых для легковых автомобилей:

• 127J x 330 или 5J x 13; 114K x 355 или 41/2K x 14; 152L x 380 или 6Lx 15; 114B x 305 или 4,5B x 12;

б) выпускаемых для грузовых автомобилей:

• 140-508 или 5,5-20; 152-508 или 6,0-20; 178-508; или 7,0-20; 206-508 или 8,0-20;

в) выпускаемых для бескамерных автомобильных шин:

• 8,25 x 22,5;

• 9,00 x 22,5,

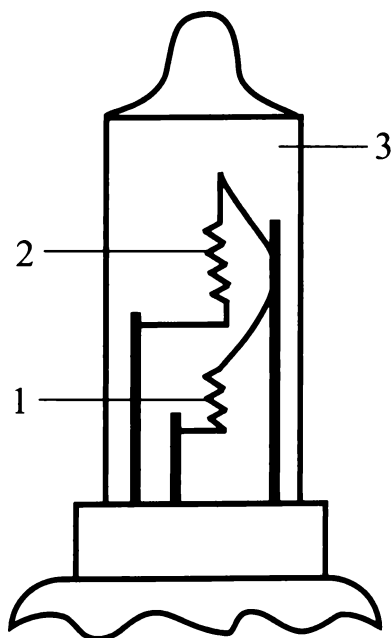
где:

– первые цифры: 127; 114; 152; 140; 152; 178; 206 – обозначают номинальную ширину профиля обода (зева диска) в мм, а 5; 41/2; 6; 4,5; 5,5; 6,0; 7,0; 8,0; 8,25 и 9,00 – в дюймах;

– вторые цифры: 330; 355; 380; 305; 508 – обозначают номинальный посадочный диаметр обода в миллиметрах, а 12; 13; 14; 15; 20 и 22,5 в дюймах; буквы J, K, L, B – обозначают тип бортовых закраин для колес легковых автомобилей; x – обозначение для глубокой постели дисков.

Галогенные лампы

Галогенные лампы также являются лампами накаливания (рис. 6.10), но в них используется еще один наполнитель – галогенид (йод или бром), который и связывает испарившийся вольфрам, не давая ему осесть на стенки колбы. Соединение вольфрам-галогенид при попадании на горячую спираль разделяется. Таким образом, вольфрам возвращается на нить накаливания, а галогенид – в газовый наполнитель колбы. При этом происходит своеобразное восстановление нити лампы, называемое галогенным циклом. Этот процесс требует температуры порядка 200 °С.



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

Рисунок 6.10 – Принципиальная схема галогенной лампы

Обычно они имеют двойной корпус, что несколько снижает внешнюю температуру лампы и одновременно повышает эффективность галогенного цикла. Простые лампы имеют цветовую температуру (характеристика излучаемого светового спектра, измеряемая в Кельвинах) порядка 2700 К, а галогенные – 3000 К.

Галогенные лампы хотя и более сложны и дороги, но и более эффективны. Они на 25...30 % более яркие, чем обычные лампы накаливания. Даже в конце своей «жизни» галогенная лампа выдает до 95 % своей изначальной яркости (простые лампы - около 75 %).

У ламп накаливания есть и еще один недостаток – тонкая спираль, состоящей из довольно хрупкого вольфрама, которая чувствительна к вибрациям в автомобиле.

Несмотря на появление новых, более качественных и надежных источников света, лампы накаливания, будучи более дешевыми, не сдают своих позиций и появляются и новые их типы. Основная работа в этом направлении ведется по снижению скорости испарения вольфрама с нити накаливания. В дешевых лампах колбу наполняют смесью азота и аргона. В более дорогих вместо аргона используют криптон, имеющий более низкую теплопроводность, может использоваться также ксенон, у которого этот показатель еще ниже. Использование этих газов позволяет повысить яркость лампы на 10 % (криптон) или почти в 2 раза (ксенон).

Ксеноновые лампы

Существуют ксеноновые газоразрядные и ксенон-наполненные лампы. Последние – это классический представитель ламп накаливания. Эти лампы отличаются от галогенных только наполнителем колбы.

Ксенон (xenon, Xe) – бесцветный благородный газ, не имеющий запаха. Имея атом большего размера (больше, чем у криптона и, тем более, аргона), ксенон лучше замедляет испарение вольфрама. Тем самым можно повысить температуру нити накаливания, что сделает лампу более яркой.

У ксеноновой газоразрядной лампы (HID High Intensity Discharge – разряд высокой интенсивности) нет нити накаливания (рис. 6.11).

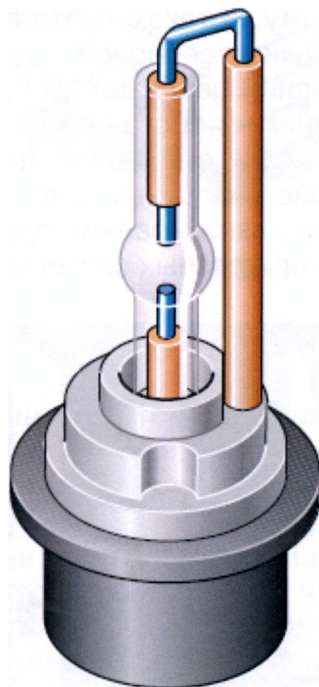


Рисунок 6.11 – Газоразрядная лампа

Два электрода, между которыми происходит дуговой разряд, который и горит в ксеноновом наполнителе колбы. Эти лампы относятся к классу электроразрядных, или, как иногда их еще называют, газоразрядных ламп. В капсуле в среде пара из инертных газов, ртути и галогенидов (в данном случае ксенона) между двух электродов пропускается электрическая дуга и образуется световое излучение.

HID-лампа обязательно комплектуется балластом – пускорегулирующим устройством. Балласт – это самая дорогая и ответственная часть ксенонового комплекта. Он должен генерировать напряжение до 25000 В для розжига дуги разряда и затем поддерживать ее горение уже примерно при 85 В.

Для автомобиля ксеноновые лампы выгодны в силу ряда факторов. В сравнении с галогенными лампами ксеноновые HID-лампы значительно ярче и потребляют при этом значительно меньше энергии (табл. 6.1). Свет ксеноновой фары более точно сфокусирован, не слепит так, как свет галогенных ламп и освещает большее пространство. Кроме того, применение ксеноновых HID-ламп облегчит передвижение автомобиля в дождливую погоду, поскольку световой пучок не рассеивается в дождевых каплях.

Таблица 6.1 – Сравнение галогенового и ксенонового освещения

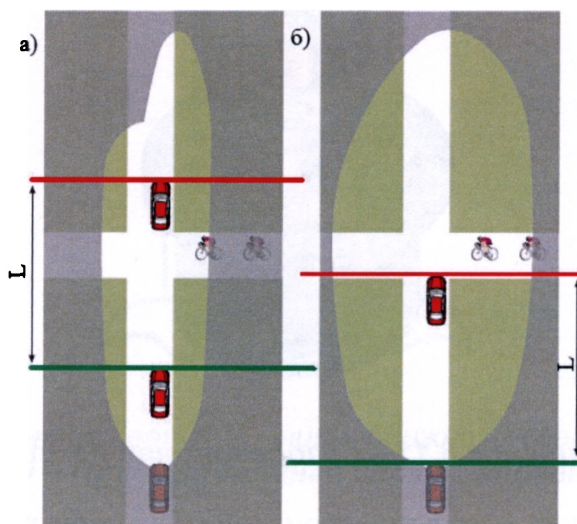
ПАРАМЕТРЫ	ГАЛОГЕН	КСЕНОН
Потребляемая мощность	12 В, 55 Вт	12 В (24 В), 35 Вт
Сила света	67500 кд	202500 кд
Световой поток *	1550 лм	3200 лм
Цветовая температура	3200 К	4500–8000 К
Световая отдача **	28 лм/Вт	91 лм/Вт

Примечания:

* Световой поток – мощность видимого излучения, оцениваемого по световому ощущению, которое оно производит на нормальный человеческий глаз.

** Световая отдача – показывает, с каким КПД полученная электрическая мощность преобразуется в свет (лм/Вт). Для галогена $1550/55 = 28$, для ксенона $3200/35 = 91$.

Классический цвет газоразрядных ксеноновых HID-ламп – иссиня-белый, но, несмотря на кажущуюся видимость, синего в нем не так много. Основной оттенок чисто белый, близкий к солнечному. В таком свете все видно яснее и четче, нежели в другом. Белый свет, излучаемый ксеноновой лампой, по спектру очень близок к дневному. Результаты исследований показали, что свет ксеноновых ламп отражает разметку на дороге, дорожные знаки и обстановку на дороге лучше, чем традиционное освещение. Водитель при этом оценивает дорожную обстановку быстрее и предпринимает необходимые действия раньше, чем при освещении дороги обычными лампами, в случае внезапного возникновения препятствий. На рис. 6.12 показана одна и та же дорожная ситуация при разных системах освещения.



L – остановочный путь

Рисунок 6.12 – Освещение дороги обычными (а) и ксеноновыми (б) лампами

Светодиодные лампы

Такой тип электроразрядных люминесцентных ламп LED (Light Emitting Diodes - светоизлучающий диод) необходимо выделить в отдельный класс. Принцип действия этого источника света основан на способности полупроводниковых кристаллов к люминесценции при прохождении через них электрического тока. Твердое тело идет на смену газовому разряду.

Внутри пластикового кокона находится диод, представляющий из себя две полупроводниковые пластины, одна с положительным, а другая с отрицательным зарядом (рис. 6.13). Между пластинами находится нейтральная зона. Подсоединив к диоду источник электрического тока аналогично простым диодам через светодиодный поток электронов проходит лишь в одну сторону.

Накапливаясь на каждой пластине, положительные и отрицательные частицы («дырки» и электроны) устремляются друг к другу через «зону покоя» и, соединяясь, начинают выделять энергию в виде особых частиц – фотонов, что и составляет свет. Одна из полупроводниковых пластин имеет форму отражателя, направляя поток фотонов в нужное направление. Чем выше ток, тем ярче свет, но лишь до определенных пределов, потому что светодиод просто сгорит, как и обычная лампочка.

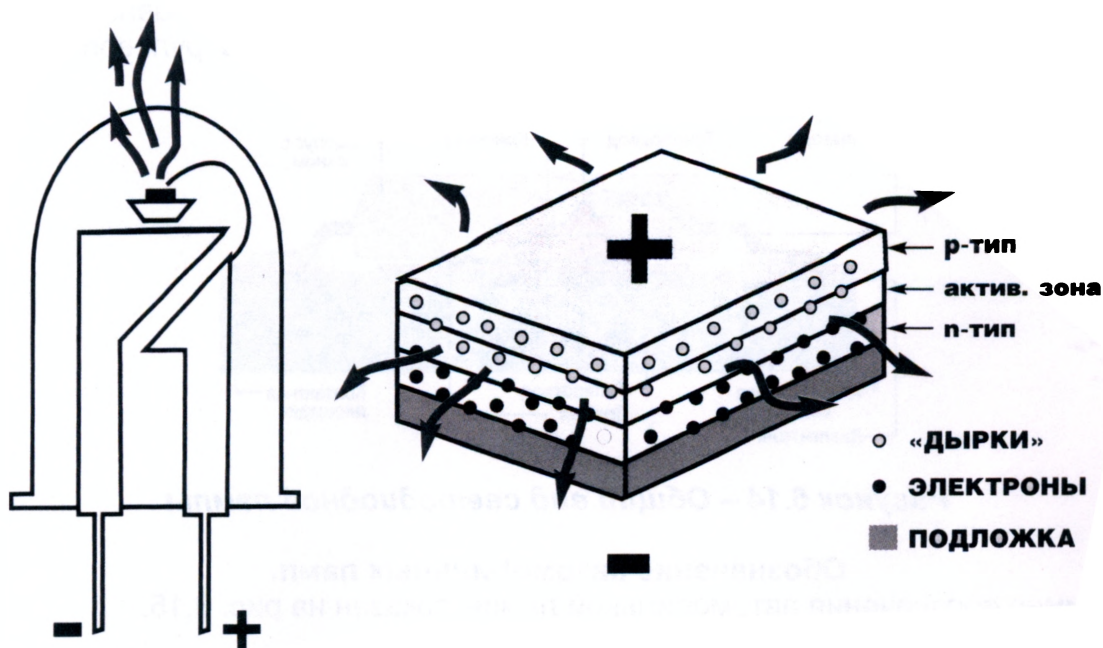


Рисунок 6.13 – Принцип действия светодиодной лампы

Цвет свечения светодиода зависит от свойств вещества, из которого состоят пластины полупроводников. Комбинируя разные материалы и легирующие вещества, удается получать различные цвета. Первые LED-лампы излучали лишь почти монохромный красный, зеленый или желтый свет, что способствовало постепенной монополизации ими рынка индикаторов. В середине 1990-х годов появились белые и синие светодиоды и лишь тогда впервые зашла речь о светодиодных лампах как вероятной альтернативе существующим источникам света.

Преимущества светодиодных ламп в том, что они практически не выделяют побочных излучений не светового характера и тепла (хотя теплоотвод самому полупроводниковому элементу все же требуется). Благодаря этому их светоотдача очень высока. Для получения аналогичного по яркости света светодиод затрачивает на 80 с лишним процентов меньше мощности, что снижает нагрузку на генератор. Теоретически, поскольку в светодиоде электрический ток преобразуется в световое излучение напрямую, светодиод может иметь почти 100 %-ный КПД, а светоотдачу (отношение яркости к затраченной мощности) – до 300 люмен/Вт.

Немаловажно, что светодиоды способны достигать большой температуры световылучения, сравнимой с характеристиками газоразрядных ксеноновых НID-ламп, что делает их потенциальными источниками света и для головной оптики автомобилей.

Светодиоды не имеют спиралей, электродов и других изнашиваемых элементов. Они влаго- и пыленепроницаемые, не подвержены вибрации. Все это делает их весьма долговечными до 100 тыс. часов, что сравнимо с жизненным циклом автомобиля. В отличие от электроразрядных источников света светодиоды не требуют для своей работы никаких дополнительных пусковых устройств, что облегчает работу с ними. Однако для устойчивой работы светодиодов ток необходимо стабилизировать. Для этого применяют конвертеры или драйверы. Но эти устройства значительно проще балластов электроразрядных ламп.

У светодиодов есть один, но весьма существенный минус – цена. Пока стоимость одного его люмена (единица измерения светового потока ламп) значительно выше, чем у галогенной лампы. Но это задача технического прогресса, и уже сегодня фирма «Хелла» создала прототип лампы нового поколения для «Фольксвагена-Гольф» на основе светодиодов, общий вид которой показан на (рис. 6.14).

В режиме ближнего света поток формируют четыре светодиода, расположенные за шестиугольными линзами-коллекторами. В режиме дальнего света дополнительно подключаются еще три светодиода. Электронный блок управления обрабатывает данные о скорости, погодных условиях, угле поворота рулевого колеса и определяет необходимую освещенность дороги.

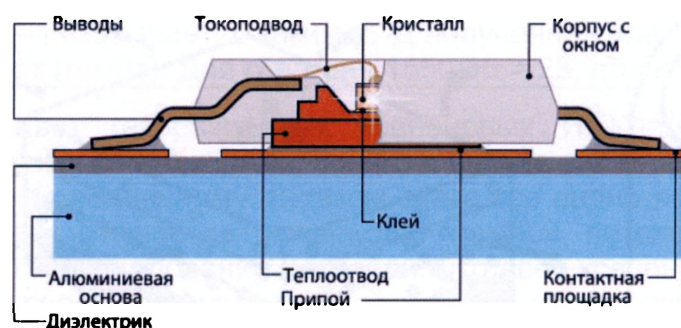
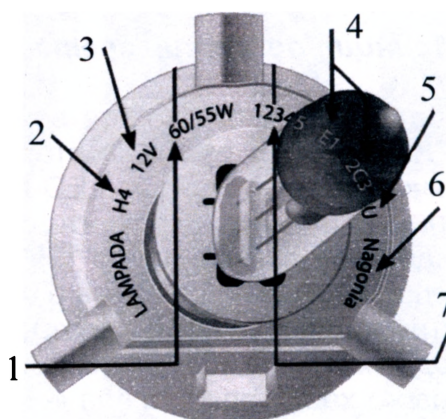


Рисунок 6.14 – Общий вид светодиодной лампы

Обозначение автомобильных ламп.

Пример обозначения автомобильной лампы показан на рис. 6.15.



1 – мощность лампы; 2 – тип лампы; 3 – номинальное напряжение; 4 – (E1 2C3) знаки сертификации; 5 (U) – символ наличия от ультрафиолетового излучения; 6 – страна – производитель; 7 – каталожный номер

Рисунок 6.15 – Обозначение автомобильных ламп

6.2 Контрольные вопросы

1. Назначение и работа системы контроля давления воздуха в шинах с использованием специального контрольного устройства (колпачков Easy Control).
2. Общее устройство и принцип действия системы контроля давления воздуха в шинах с использованием радиосигнала.
3. Принцип работы системы контроля давления воздуха в шинах по определению изменения радиуса колес.
4. Общее обозначение шин. Расшифруйте обозначение шин.
5. Общее обозначение дисков колес. Расшифруйте обозначение диска колеса.
6. Устройство и принцип действия галогенных ламп.
7. Устройство и принцип действия ксеноновых ламп.
8. Устройство и принцип действия светодиодных ламп.
9. Общее обозначение автомобильных ламп.

Практическая работа № 7

Кузов, системы безопасности и комфорта современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

7.1 Теоретическая часть.

Системы навигации

Навигационные системы (глобальная позиционирующая система или GPS – Global Positioning System) находят все более широкое применение в странах Западной Европы, США, Японии. Начинается применение этих систем и в странах бывших странах Советского Союза, однако развитие систем навигации сдерживается главным образом из-за отсутствия карт местности.

Главными задачами система навигации являются:

- определение нахождения автомобиля в текущий момент;
- ввод пункта назначения с определением оптимального маршрута. При выборе маршрута предлагается 3 варианта: быстрый, нормальный и короткий. Кроме этого указывается, где находятся платные дороги и особенности движения по каждому маршруту.

Для того чтобы пользоваться GPS-навигацией, нужен как минимум GPS-приемник. Но само по себе он не более чем спутниковый компас, знающий свои точные координаты. Чтобы связать эти координаты с конкретной цифровой картой местности, нужно более сложное устройство, например, GPS-навигатор со встроенным GPS-приемником (рис. 7.1).

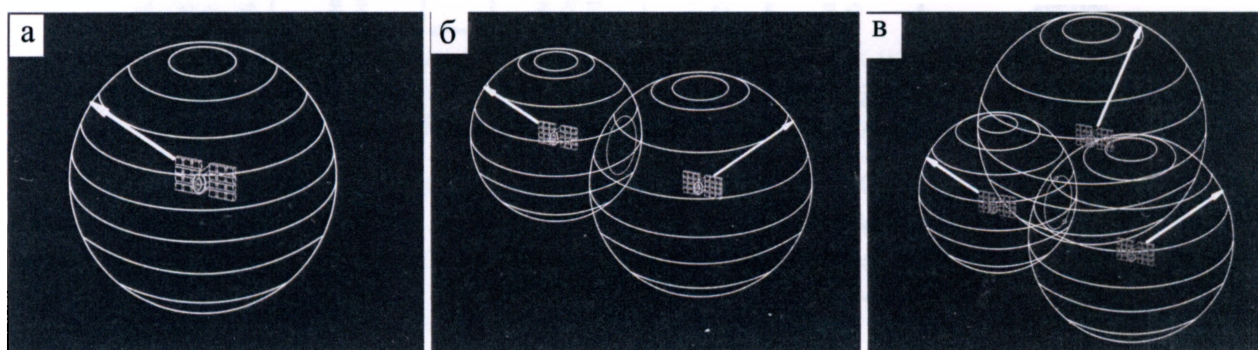


Рисунок 7.1 – Навигатор

GPS-навигаторы – устройства со сравнительно простой программной оболочкой, ориентированные преимущественно на решение навигационных задач и способные работать только с одним предусмотренным производителем типом карт.

Вычисление положения GPS-приемника осуществляется на основе заранее известных координат спутников системы. Физически это выражается в том, что исходными данными для решения задачи позиционирования являются расстояния от объекта до всех видимых им в данный момент спутников. Для упрощения допустим, что все видимые спутники находятся на своих орбитах в неподвижном состоянии.

Обратимся к геометрии. Искомый объект находится на поверхности сферы, описанной вокруг точки местоположения спутника и имеющей радиус, равный расстоянию до объекта (рис. 7.2, а). Для определения местоположения контакта с одним спутником недостаточно. Пересечение сфер от двух спутников (рис. 7.2, б) дает окружность – задача из трехмерной превратилась в двухмерную. Теперь известно, что приемник находится где-то на полученной окружности. Сфера, очерченная вокруг третьего видимого спутника рис. (7.2, в), пересекает окружность в двух точках, одна из которых является паразитной, так как находится либо в недрах земного шара, либо в верхних слоях атмосферы.



*а – сфера от одного спутника; б – пересечение сфер от двух спутников;
в – пересечение сфер от трех спутников*

Рисунок 7.2 – Обнаружение объекта спутниками

Оставшаяся точка и характеризует координаты приемника. Расстояния до спутников (радиусы описанных сфер) вычисляются просто – на основе фиксации времени прохождения сигнала до объекта и его скорости.

Для определения положения спутников на орбите, помимо совокупности спутников, рассредоточенных по стационарным орбитам, существует наземный комплекс управления. В его состав входят станции слежения, поддерживающие постоянный контакт с элементами орбитальной группировки. По полученным данным, в центре управления вычисляются точные координаты искусственных спутников и через станции связи передаются на летательные аппараты. При расчетах принято, что скорость распространения сигнала равна скорости света. Поэтому необходимо учесть еще точность и синхронизацию работы часовых механизмов, которыми оснащены спутник и приемник, а также искажения, вызванные различными препятствиями на пути прохождения информационной волны. Для устранения ошибок в компьютере приемника используются специальные алгоритмы, которые корректируют время до тех пор, пока местоположение приемника не будет определено с заранее заданной погрешностью. Алгоритм также учитывает данные, поступившие от четвертого, пятого и др. спутников, которые находятся в «зоне видимости» приемника.

Отметим, что полноценная группировка, которая обеспечит покрытие всей поверхности земного шара, должна включать 24 орбитальных объекта, то есть максимальное количество видимых приемником спутников в любой точке земли – 12 единиц. Однако на сегодняшний день количество действующих аппаратов систем навигации уже составляет 30 единиц.

На рис. 7.3 показана структура навигационной системы. Система может осуществлять навигационное счисление, определять положение автомобиля на карте местности по конфигурации пройденного пути, определять абсолютные координаты с помощью спутниковой системы GPS. С помощью навигационного счисления определяют относительное положение автомобиля и направление движения по информации, полученной с датчиков скорости вращения колес и азимута.

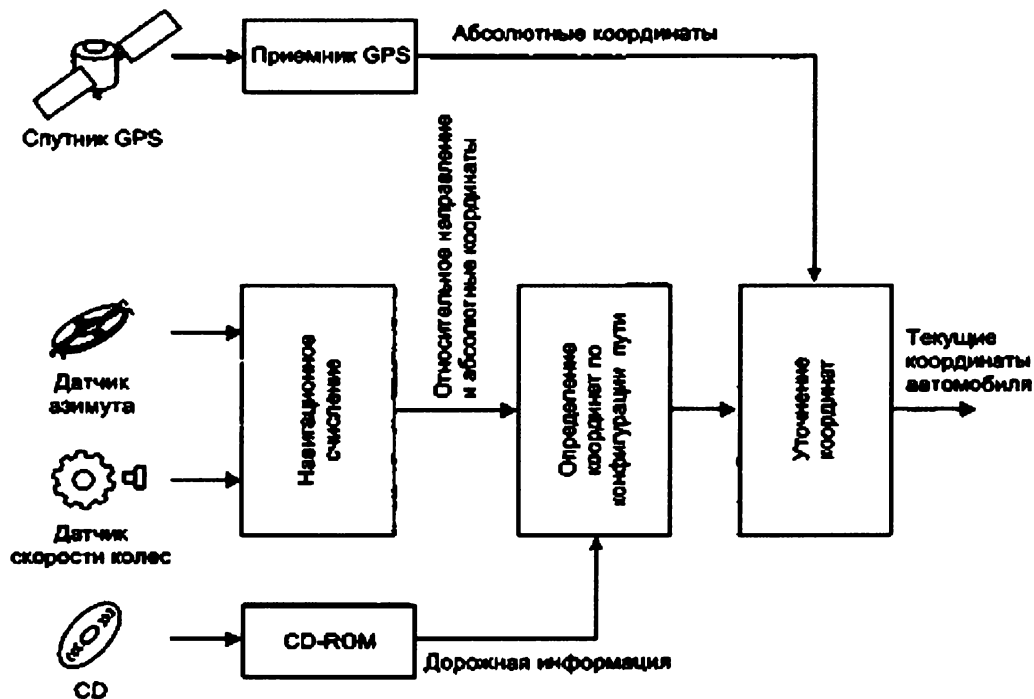


Рисунок 7.3 – Структура навигационной системы

Конфигурация участка пройденного пути, полученная с помощью навигационного счисления, сравнивается с конфигурацией дорог, нанесенных на карту. Определив дорогу, по которой движется автомобиль, система находит и его текущие координаты. Более точное определение координат автомобиля на карте производится с помощью GPS по широте и долготе. Считается, что для практических целей достаточно знать координаты автомобиля с точностью до размера половины квартала, т. е. ± 100 метров.

Автомобильная навигационная система должна иметь в своем составе датчики пройденного пути и направления движения.

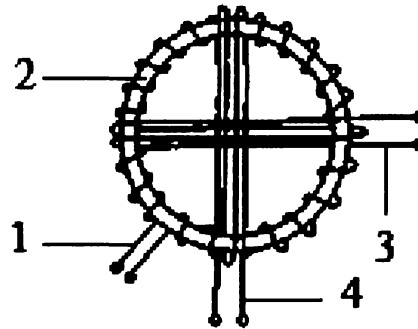
Датчик пройденного пути — это та или иная конструкция электронного одометра, информация в который поступает с датчиков скорости вращения колес ABS. Одометрам присущ ряд систематических погрешностей, которые необходимо корректировать. К ним относятся:

1. Разница в диаметрах новой и изношенной покрышки дает погрешность в определении пройденной дистанции до 3 %.
2. За счет увеличения диаметра покрышки от центробежной силы на каждые 40 км/час скорости автомобиля погрешность в определении пройденной дистанции увеличивается на 0,1...0,7 %.
3. Изменение давления в шинах на 689 кПа увеличивает погрешность на 0,25...1,1 %.

Для определения направления движения автомобиля обычно используются датчик азимута, датчики скорости вращения колес, гироскопы.

Датчик азимута (компас) использует магнитное поле Земли и представляет собой кольцевой сердечник из ферромагнетика, на который намотаны обмотка

возбуждения 1 и перпендикулярно друг другу две выходные обмотки 3 и 4 (рис. 7.4). К обмотке возбуждения приложено синусоидальное напряжение. При отсутствии внешнего магнитного поля в выходных обмотках наводится ЭДС взаимной индукции, также синусоидальная, с нулевым средним значением. При наличии постоянного внешнего магнитного поля (магнитного поля Земли) происходит искажение синусоидальной формы магнитного потока в сердечнике за счет наложения постоянной составляющей и напряжений выходных обмоток (рис. 7.4).



1 – обмотка возбуждения; 2 – кольцевой сердечник из ферромагнетика;
3 – выходная обмотка с координатой X; 4 – выходная обмотка с координатой Y
Рисунок – 7.4 – Геомагнитный датчик азимута

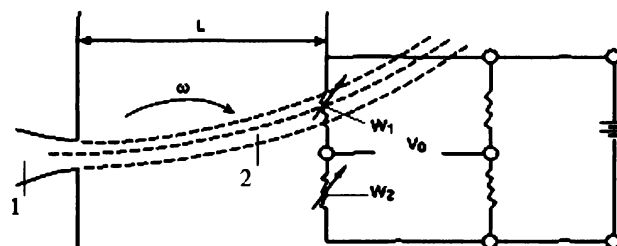
Датчики скорости вращения колес. В системах GPS используются датчики скорости вращения передних колес, применяемые для ABS. Угол поворота автомобиля определяется по разности путей, проходимых при повороте левым и правым колесом.

Гироскоп

При использовании гироскопа определяется угловая скорость автомобиля на повороте и интегрируется для определения угла поворота. В навигационных системах используются различные типы гироскопов. Ниже в качестве примера рассматривается применение газового гироскопа.

Гироскоп работает следующим образом. Насос создает поток газа (гелия) 2 с заданной скоростью истечения и направляет его через сопло 1 на две нагретые проволочки датчика w_1 и w_2 (рис. 7.5). Угловая скорость автомобиля определяется по изменению сопротивлений проволочек датчика. Когда поток гелия выходит из сопла насоса, он постепенно расширяется.

Когда автомобиль движется прямо, распределение скоростей симметрично относительно проволочек, они охлаждаются одинаково и на выходе мостовой схемы, частью которой являются проволочки, нулевое напряжение. При повороте возникает сила Кориолиса, смещающая газовый поток, проволочки охлаждаются неравномерно, их сопротивления электрическому току различны, на выходе мостовой схемы появляется напряжение, пропорциональное угловой скорости автомобиля на повороте.



**Рисунок 7.5 – Измерительная система гироскопа
(расположение потока газа при повороте)**

Навигационное счисление – это метод определения координат движущегося объекта (автомобиля, самолета, судна и т. д.) по отношению к стартовой точке. Используется сумма векторов пройденных расстояний, информация о направлениях поступает с датчика азимута или датчика скорости вращения колес. На рис. 7.6 показано применение навигационного счисления к определению координат объекта (автомобиля).

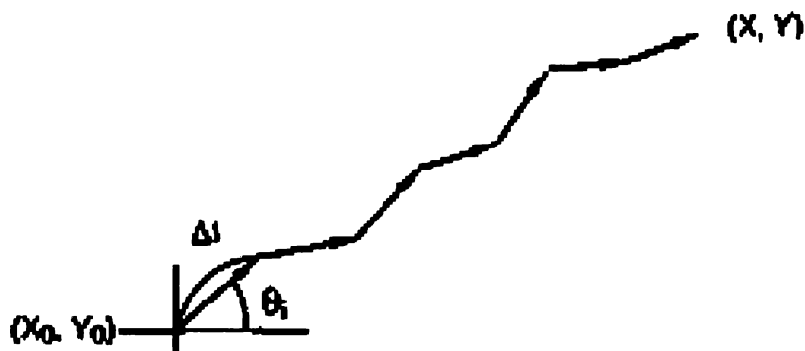


Рисунок 7.6 – Определение координат автомобиля методом навигационного счисления

X_0, Y_0 – начальные координаты; Δl – приращение текущего положения; θ_i – угловое положение; X, Y – координаты нахождения автомобиля

Корпус автомобиля выполнен из металла и других магнитных материалов и способен намагничиваться внешними полями (например, в магнитном поле, создаваемом электродвигателями электровоза на железнодорожном переезде и т. д.). В этом случае возникает систематическая погрешность в определении направления движения автомобиля. Паразитное магнитное поле компенсируется дополнительными магнитами вблизи компаса.

Магнитное поле также искажается в тоннелях, на металлических мостах, при движении вдоль автопоездов. Применение датчиков скорости вращения колес наряду с компасом часто решает эту проблему. Датчики скорости вращения колес не чувствительны к таким искажениям, на практике датчики азимута и скорости вращения колес дополняют друг друга при определении направления движения автомобиля.

Навигационное счисление дает низкую точность определения текущих координат объекта. Для автомобиля приходится корректировать координаты, определенные методом навигационного счисления каждые 10...15 км. Корректировка будет корректной, если автомобили передвигаются по дорогам, которые нанесены на электронную карту.

Электронные карты

В некоторых навигационных системах картографическая информация хранится централизованно и передается на автомобиль по радиоканалу, но в большинстве случаев навигационная система предполагает наличие необходимой базы данных на борту автомобиля.

CD-ROM используется для хранения картографической и дорожной информации с целью сравнения конфигураций дорог и пройденного пути, поиска оптимального маршрута, вывода карты местности на дисплей.

В матричном формате каждому элементу карты (пикселю) соответствуют свои значения декартовых координат $X-Y$. Матричные карты требуют много места в памяти компьютера или на носителе информации и неудобны для математических операций при прокладке и слежении за маршрутом.

В векторном формате дороги улицы представляются последовательностями отрезков прямых, описанных аналитически, пересечения – узлами (рис. 7.7). Узлы идентифицируют координатами – долготой и широтой. Если дорога (улица) не прямая, в точке излома также помещается узел. Таким образом, дороги (улицы) любой конфигурации аппроксимируются набором векторов и узлов.

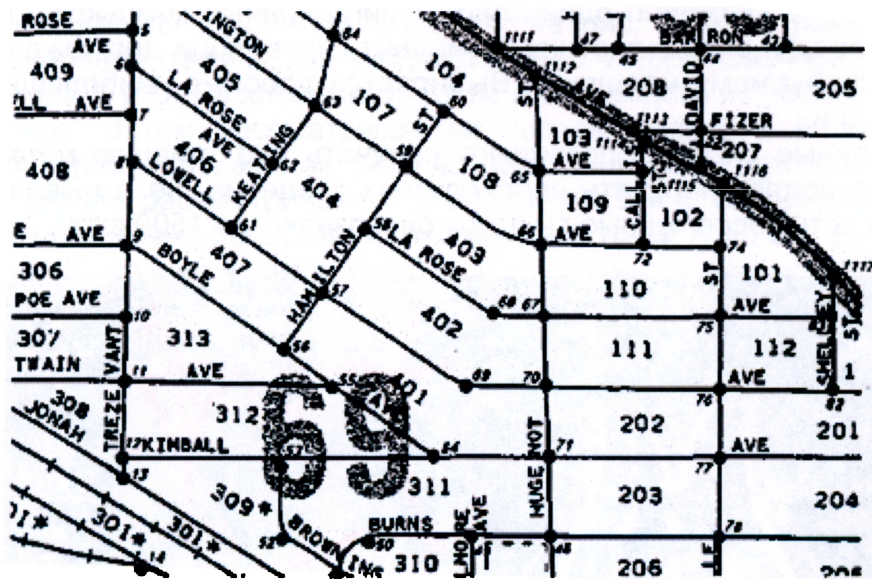


Рисунок 7.7 – Улицы и узлы на векторной карте

Имеющиеся карты или изображения местности, полученные с самолетов и спутников, сканируются. Затем специальное программное обеспечение трансформирует изображение сначала в матричный, а затем в векторный формат.

Электронная карта несет такую информацию, как номера дорог, названия улиц, номера домов между перекрестками, одностороннее или двухстороннее движение на улице, названия отелей, ресторанов и т. д.

Сенсорный переключатель на экране позволяет менять режим вывода изображения, выбирая отдельный или полный экран со стрелочными указателями поворотов, список поворотов или информацию о съездах с автомагистрали (рис. 7.8).

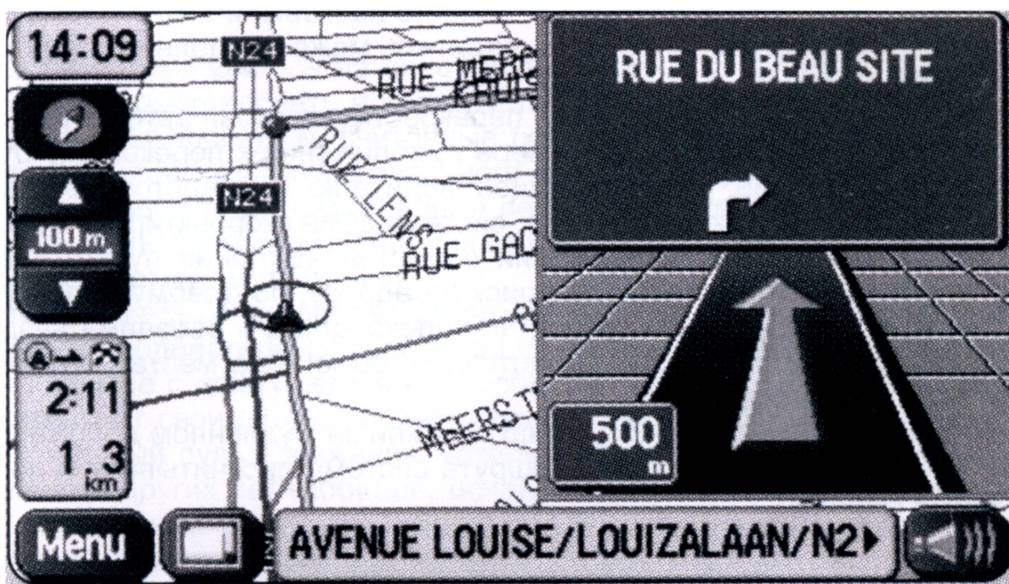


Рисунок 7.8 – Указатели поворотов

Ориентирование на карте местности по конфигурации пройденного пути

Сначала навигационная система определяет, какие из близлежащих дорог могут соответствовать координатам автомобиля, определенным навигационным счислением. Затем делается сравнение, выбирается наиболее подходящая дорога и корректируются координаты автомобиля по карте. Когда автомобиль достигает перекрестка, выбор дороги определяется направлением движения. Если дороги на перекрестке выглядят примерно одинаково, навигационный компьютер прослеживает их по карте вперед и определяет коэффициент корреляции для каждой из дорог по отношению к требуемому маршруту. Выбирается дорога с наибольшим коэффициентом корреляции.

Навигационные системы позволяют получать информацию голосовым управлением, что позволяет получать необходимые сведения, не отрываясь от дороги. В общей сложности современные системы распознают до 1500 слов.

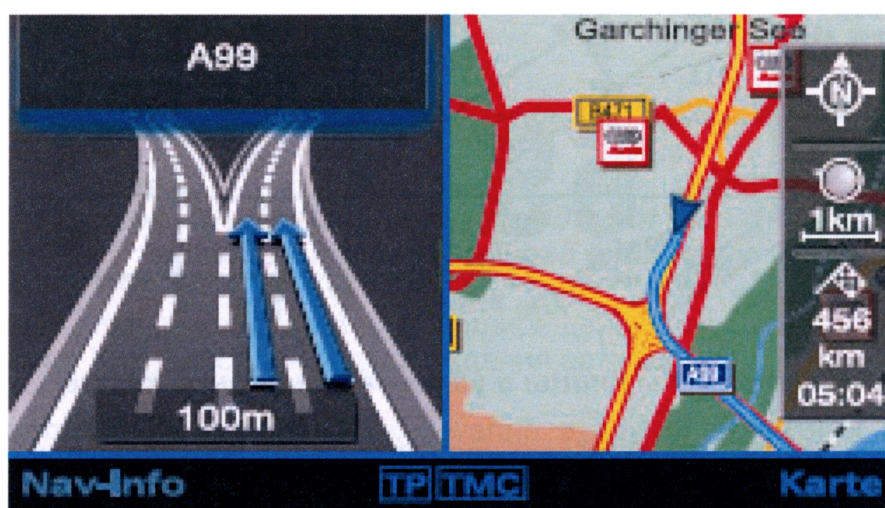


Рисунок 7.9 – Разделение экрана

Для подробного рассмотрения выбранного участка можно его приблизить или удалить для охвата более обширной зоны. На дисплей можно одновременно выводить две карты, одна из которых показывает более детальный ряд, а другая дает более широкий охват (рис. 7.9). В случае необходимости имеется возможность найти ближайший отель, ресторан, заправку, СТО, место парковки и т. д.

Для изучения маршрута следования водитель может выполнить предварительный просмотр маршрута.

За 500 метров до приближающегося перекрестка на экран автоматически выводится увеличенная схема развязок. По мере приближения к перекрестку будет звучать голосовое сообщение, напоминающее водителю о предстоящих действиях. Если водитель пропустил нужный поворот, система сама скорректирует маршрут.

В случае недостаточной информации о местонахождении пункта назначения система навигации может производить поиск по адресу, почтовому индексу, по географической широте и долготе, по карте, по перекресткам и въездам-съездам с автострады. В память системы может вводиться информация о местах, которые водитель желает посетить снова.

При возникновении автомобильных пробок или затрудненном дорожном движении на пути следования выбранного маршрута система рассчитывает и предлагает альтернативный маршрут.

Выбор оптимального маршрута

Кроме определения текущих координат автомобиля, навигационная система также может выдавать информацию, облегчающую выбор оптимального пути следо-

вания к месту назначения. Для этого навигационный компьютер рассматривает дорожную сеть между исходным пунктом и пунктом назначения и выбирает кратчайший маршрут. Примером метода определения кратчайшего пути по карте является алгоритм Дейкстра (Dijkstra algorithm).

В алгоритме Дейкстра производится определение всех пересечений дорог от стартовой точки и вычисляются кратчайшие пути до каждой точки пересечения. Например, если имеется дорожная сеть, как на рис. 7.10, а, поиск пересечений начнется от начальной точки А, как показано на рис. 7.10, б. Сначала будут рассмотрены пересечения В и С. Расстояния от точки А до каждого из пересечений указаны внутри кружочков. Затем рассматриваются пересечения Е и F, соединяющиеся с точкой С, для этих пересечений указано расстояние от стартовой точки А (рис. 7.10, б (2)). В-третьих, рассматриваются пересечения D и E, соединенные с точкой В, на рис. 7.10, б (3) указаны расстояния от стартовой точки А до D и E. При этом расстояние до точки E указано через точку С, т. к. оно меньше, чем через D (было бы 8). Точка D связана с точкой E, и маршрут через E оказывается короче, это отражено на рис. 7.10, б (4). Кратчайшим путем до D оказывается маршрут А-С-Е-D.

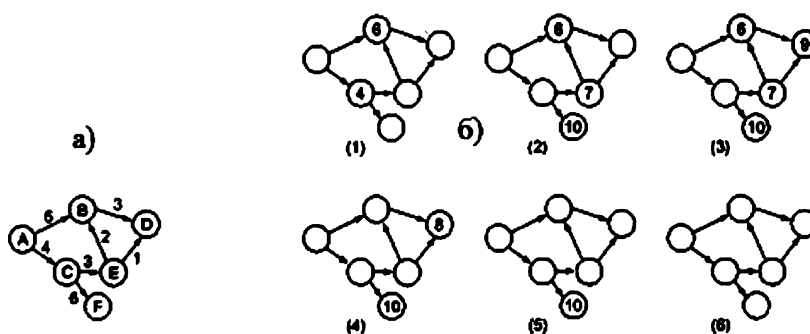


Рисунок 7.10 – Алгоритм Дейкстра

Использование этого алгоритма позволяет определить кратчайший маршрут к месту назначения. Располагая современной навигационной системой, водитель может не опасаться сбиться с пути.

Дальнейшее развитие GPS получило в развитии интеллектуальных транспортных систем (ITS — Intelligent Transportation Systems).

Подобную систему Extended Floating Car Data-System (XFCD) представила компания BMW.

Испытание проводилось на специальной тестовой трассе в SBC Park и было призвано продемонстрировать возможности системы. Например, автомобиль попадает на скользкую дорогу. За считанные секунды система обрабатывает информацию и предупреждает в режиме реального времени следующий за ним автомобиль. Та же информация в то же самое время передается стационарным службам движения, которые статистически обрабатывают поступающие данные и рассылают их обратно другим участникам движения.

Система определения дорожной ситуации XFCD станет в будущем усовершенствованным последователем существующей системы Floating Car Data, что переводится как «данные с движущегося автомобиля». Уже сегодня с помощью FCD автомобили посылают свои данные о местонахождении в определенный момент времени на центральный пульт движения, который сопоставляет получаемые сообщения с сообщениями других автомобилей, оснащенных FCD, с целью распознавания дорожных и внештатных ситуаций. Система XFCD способна сама распознавать дорожную ситуацию, анализировать все имеющиеся данные в автомобиле и передавать обработанные данные на центральный пульт движения. Параллельно система способна через систему-коммуникатор «Авто-Авто» предупреждать другие автомобили в зоне действия передатчика.

XFCД функционирует на базе имеющейся навигационной системы, и ее ввод в эксплуатацию заключается лишь в загрузке программы. Введение бортовой сети позволяет синхронно задействовать целый спектр возможностей. В устроенном таким образом современном автомобиле система получает доступ и совмещение с множеством других информационных блоков управления. Это ближний и дальний свет, противотуманное освещение, термометр внешней среды и кондиционер, тормоза и навигационная система, сенсор дождя и омыватель стекла, а также прочие не менее важные мелочи. Все эти механизмы функционируют в зависимости от дорожной ситуации. Так, на понижение температуры окружающей среды, лед или даже неожиданное появление масла на участке дороги автомобиль тут же отреагирует регулированием системы стабилизационного контроля (DSC) и скорости движения.

Еще одно неоспоримое преимущество системы XFCД заключается в возможности передачи сообщений напрямую другим автомобилям. Информация передается посредством Ad-hoc-сети всем автомобилям в ближайших окрестностях. Каждый автомобиль, в зависимости от ситуации, выполняет роль или отправителя, или получателя, или передатчика. Преимущество зарекомендовавшей себя технологии Multi-Hopping неоспоримо: Ad-hoc-сеть организуется автономно, обладает необходимой дальностью радиуса действия и не требует создания специальной инфраструктуры.

7.2 Контрольные вопросы

1. Опишите основные задачи система навигации.
2. Структура навигационной системы.
3. Устройство и принцип действия системы навигации.
4. Устройство и принцип действия датчика пройденного пути.
5. Устройство и принцип действия датчика азимута.
6. Устройство и принцип действия гироскопа.
7. Устройство и принцип действия навигационного счисления.
8. Назначение и работа электронных карт.
9. Ориентирование на карте местности по конфигурации пройденного пути.
10. Как осуществляется выбор оптимального маршрута.

Практическая работа № 8

Системы снижения токсичности отработавших газов современного автомобиля

При выполнении практической работы необходимо изучить теоретическую часть и оформить отчет.

Требования к содержанию отчета по практической работе:

1. Изучить теоретическую часть.
2. В своих рабочих тетрадях ответить на контрольные вопросы.

8.1 Теоретическая часть.

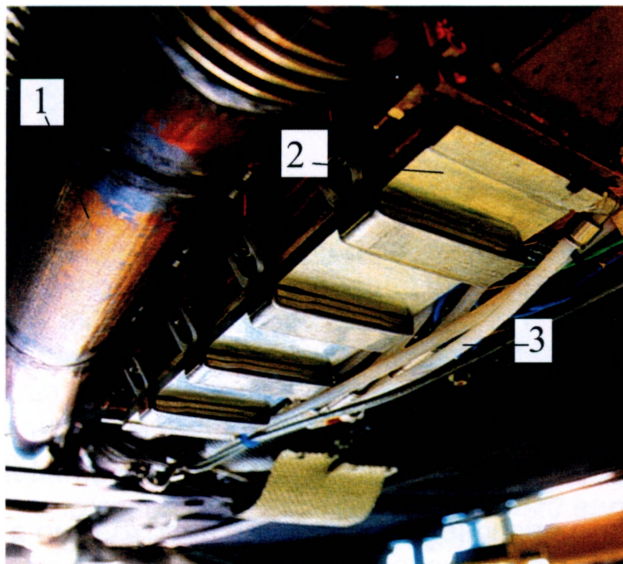
Рекуперация энергии отработавших газов

Отработавшие газы автомобиля содержат немало энергии, которая обычно может использоваться для привода турбины наддува, остальная часть нагретых газов не используется.

Для использования энергии отработавших газов фирма BMW разработала вариант двигателя, в котором газы нагревают воду, превращая ее в пар, который затем с помощью паровой машины подкручивает коленчатый вал ДВС.

В другом варианте энергия тепла отработавших газов используется для получения электрической энергии и питания многочисленных потребителей на борту, разгрузив штатный генератор. Можно отметить, что в современных автомобилях ради 1 кВт·ч электроэнергии приходится сжигать бензина на 6 кВт·ч.

В этом варианте рядом с выхлопной трубой размещается термоэлектрогенератор (термопара) (рис. 8.1) на основе теллурида висмута, преобразующий разницу температуры охлаждающей жидкости и отработавших газов ток. При габаритах 300x100 мм он выдает около 600 Вт мощности. Работает термоэлектрогенератор при больших скоростях движения автомобиля, когда отработавшие газы имеют высокую температуру.



1 – выхлопная труба; 2 – термоэлектрогенератор;
3 – подвод охлаждающей жидкости

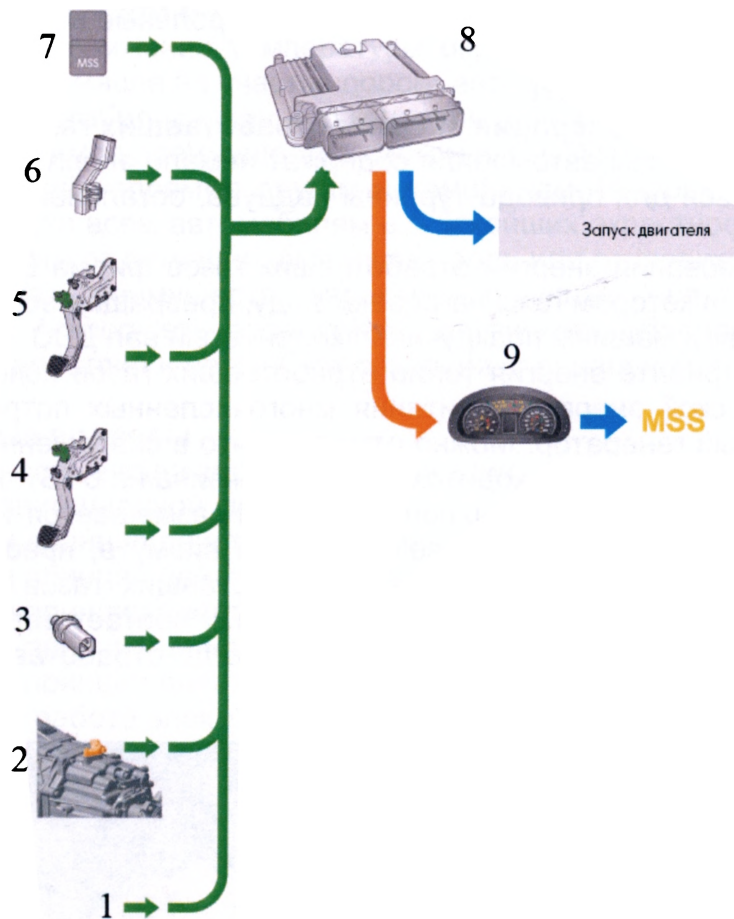
Рисунок 8.1 – Система рекуперации отработавших газов

Система стоп-старт

Остановка двигателя на остановках перед светофором позволяет экономить примерно 9 % при эксплуатации в городском цикле крупного города при снижении загрязнения окружающей среды. Во время остановок при определенных условиях двигатель может самостоятельно выключаться и вновь включаться по желанию во-

дителя. Примером такой системы является система стоп-старт (MSS) фирмы Volkswagen (рис. 8.2).

Система стоп-старт двигателя включается при работающем двигателе при помощи главного выключателя системы стоп-старт и остается активированной лишь в только в том случае, если в течение короткого времени после трогания с места автомобиль двигался со скоростью более 5 км/ч.



1 – сигнал от датчика скорости; 2 – сигнал от датчика выключателя нейтрального положения коробки передач; 3 – сигнал от датчика температуры охлаждающей жидкости; 4 – сигнал от первого датчика сцепления; 5 – сигнал от второго датчика сцепления; 6 – сигнал от датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя; 7 – главный выключатель системы стоп-старт; 8 – электронный блок управления двигателем; 9 – щиток приборов

Рисунок 8.2 – Схема управления системой стоп-старт

Для автоматического отключения двигателя необходимо в течение как минимум 2 секунд выполнение следующих условий:

- автомобиль неподвижен, информация передается с блока управления ABS через датчики частоты вращения колес;
- двигатель работает с на минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу, информация передается с датчика частоты вращения двигателя 6;
- КПП переключена на нейтральное положение, информация передается с выключателя нейтрального положения 2;
- педаль сцепления не задействована, информация передается с датчика педали сцепления;
- температура охлаждающей жидкости находится в пределах между 40 °С и 100 °С, информация передается с датчика температуры охлаждающей жидкости 3.

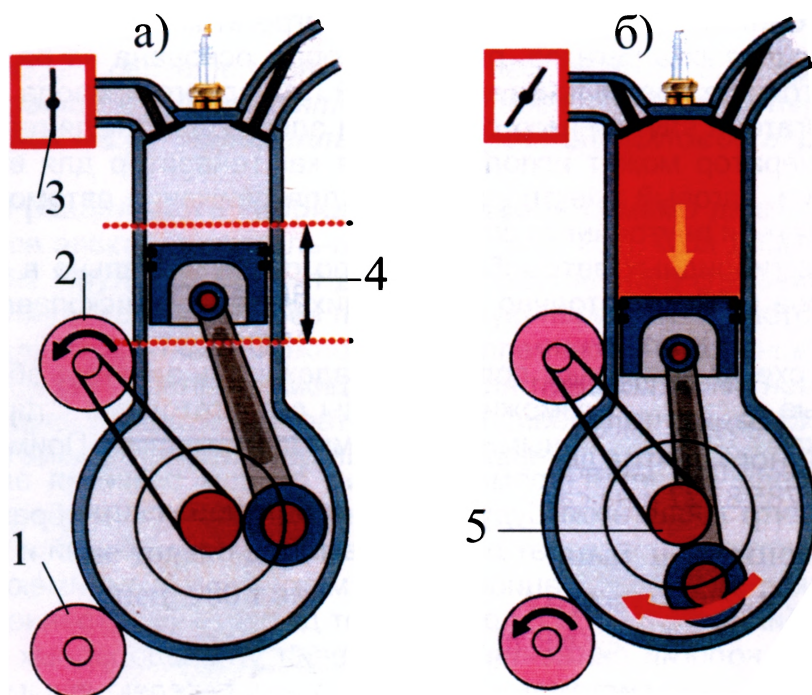
Контрольная лампа MMS на щитке приборов 9 мигает, если задействован выключатель MSS, автомобиль неподвижен, но либо включена передача, либо нажато сцепление.

Двигатель автоматически включается при выполнении следующих условий:

- зажигание включено;
 - КПП переключена на холостой ход, информация передается с датчика нейтрального положения 2;
 - педаль сцепления задействована, информация передается с датчика сцепления; если блок управления двигателем зафиксирует движение автомобиля, например, на уклоне при отпущенных тормозах;
- если после автоматического выключения двигателя была включена передача, то для автоматического запуска педаль сцепления должна быть нажата до упора.

При выключенном зажигании система стоп-старт двигателя деактивируется.

Для облегчения запуска двигателей с непосредственным впрыском перед очередным троганием с места фирма «Mazda» разработала систему SISS запускающую двигатель с помощью бензина (рис. 8.3). Суть системы заключается в следующем. Один из поршней двигателя останавливается в положении 30...120° от ВМТ на такте рабочего хода. Впрыскивается необходимое количество топлива, с помощью свечи зажигания воспламеняется топливо и двигатель запускается.



1 – стартер; 2 – генератор; 3 – дроссельная заслонка; 4 – границы допустимого положения поршня; 5 – коленчатый вал

Рисунок 8.3 – Система облегчения запуска двигателя SISS

Для надежного пуска необходим запас воздуха в цилиндре и остановка поршня в необходимом положении. Остановка поршня в требуемом допустимом положении осуществляется с помощью генератора. Для создания достаточного запаса воздуха в цилиндре частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается перед остановкой 600 до 1000 об/мин на три секунды.

Такая система работоспособна, но затрачивает на пуск довольно много времени, то есть дискомфортна. Кроме того, она увеличивает расход топлива в городском цикле примерно на 2 % по сравнению со стандартным двигателем, оснащенный электрическим стартером. Поэтому стартер сохранили, а систему постарались настроить так, чтобы достичь наибольшей экономичности и комфорта при мини-

мальном времени пуска. Для этого пока отказались от предварительного повышения частоты вращения коленчатого вала двигателя и запуска двигателя без стартера, сохранив при остановке двигателя определенное положение поршня в одном из цилиндров. В результате двигатель запускается за 0,35 с, т. е. почти вдвое быстрее, чем при обычном запуске.

Гибридные автомобили

Термин «гибрид» берет свое начало от латинского слова *hybrida* и означает нечто скрещенное или смешанное. В технике гибридом называют систему, в которой комбинируются друг с другом две разных технологии.

В связи с концепциями привода термин технология гибридного привода применяется для обозначения двух направлений:

- бивалентный (или двухтопливный) силовой агрегат;
- гибридный силовой агрегат.

Под автомобилями с двухтопливным силовым агрегатом подразумевают автомобили, у которых двигатель внутреннего сгорания способен работать на различных видах топлива. К примеру, уже известны системы, в которых могут применяться минеральные и воспроизводимые виды топлива (дизельное / биодизельное топливо) или жидкие и газообразные топлива (бензин / природный газ / сжиженный газ), и число таких систем на рынке увеличивается.

Под автомобилями с гибридными силовыми агрегатами понимаются комбинации из двух разных силовых агрегатов, работа которых основана на разных принципах действия. В настоящее время под технологией гибридного привода подразумевают комбинацию двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя-генератора. Электродвигатель-генератор может использоваться как генератор для выработки электрической энергии, тяговый электродвигатель для движения автомобиля и стартер для запуска двигателя внутреннего сгорания.

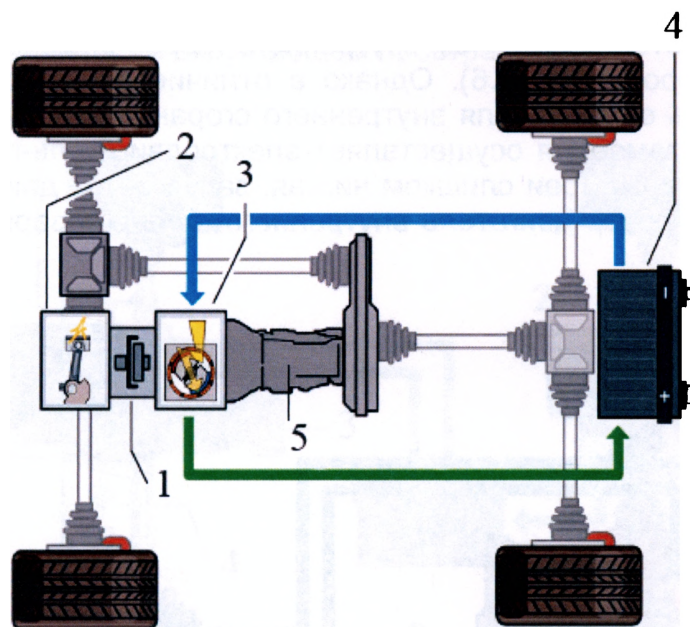
Применение гибридных автомобилей стало очень актуально в связи с ограничениями выбросов CO₂ и постоянно снижающихся запасов ископаемых источников энергии.

Гибридные схемы позволяют повышать надежность электромобилей и снижать эксплуатационные расходы. Возможны гибриды с двигателями Стирлинга, инерционными маховиками, газотурбинными и другими двигателями. Применение гибридных систем привода является промежуточным этапом развития электромобилей. Предполагается, что в будущем будут созданы коммерческие образцы источников электропитания, которые обеспечат для легковых электромобилей и городских электроавтобусов такие же эксплуатационные возможности, какие имеют современные легковые автомобили и автобусы с приводом от двигателя внутреннего сгорания. На этапе развития технологий снижения потребления углеводородных топлив модели автомобили с гибридными системами являются очень перспективными.

Системы полного гибридных силовых агрегатов делятся на четыре подгруппы:

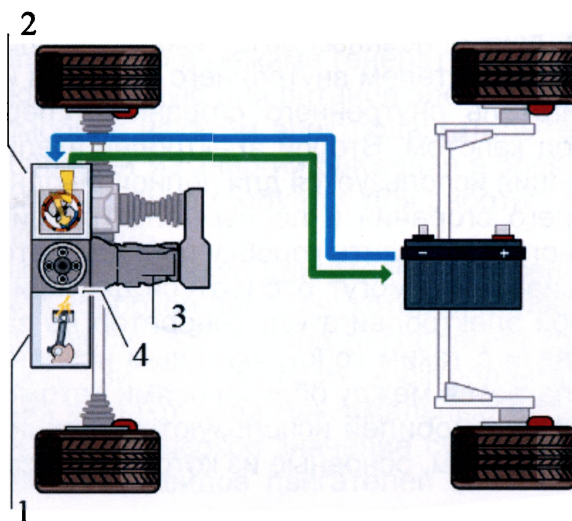
- *параллельный гибридный силовой агрегат;*
- *раздельный гибридный силовой агрегат (с разделёнными потоками мощности);*
- *последовательный гибридный силовой агрегат;*
- *раздельный последовательный гибридный силовой агрегат.*

Параллельный гибридный силовой агрегат используется в том случае, когда необходимо «гибридизировать» существующий автомобиль. Двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, генератор и коробка передач располагаются на одной оси (рис. 8.4). Обычно в системе параллельного гибридного силового агрегата используется один электродвигатель-генератор. Сумма единичной мощности двигателя внутреннего сгорания и мощности электродвигателя-генератора соответствует полной мощности. Эта концепция обеспечивает высокую степень заимствования узлов и деталей традиционного автомобиля.



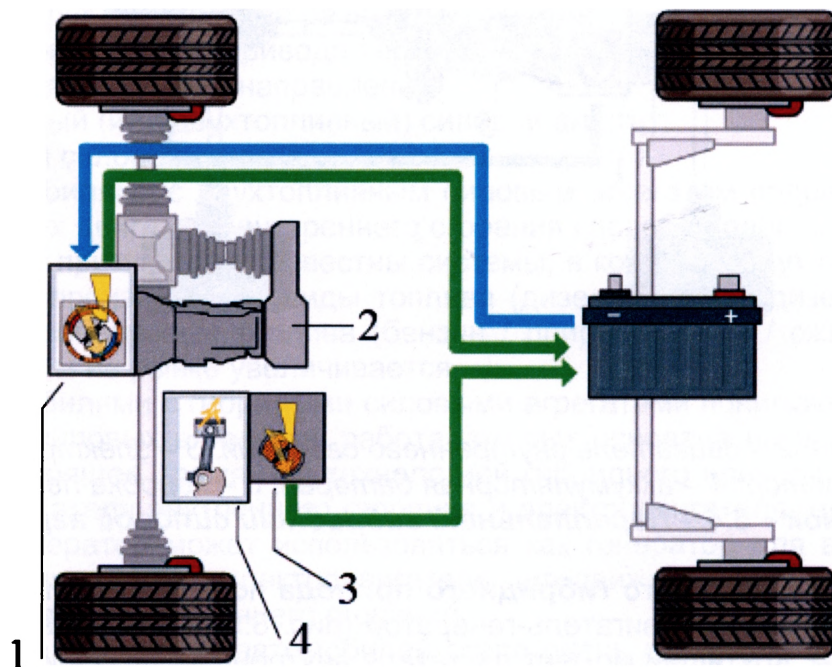
1 – сцепление; 2 – двигатель внутреннего сгорания; 3 – электродвигатель-генератор; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – коробка передач
Рисунок – 8.4 – Параллельный гибридный силовой агрегат

В системе раздельного гибридного привода помимо двигателя внутреннего сгорания имеется электродвигатель-генератор (рис. 8.5). Оба двигателя располагаются под капотом. Крутящий момент двигателя внутреннего сгорания, также как и от электродвигателя-генератора, через планетарную передачу подаётся на коробку передач автомобиля. В противоположность параллельному гибриднему приводу снять таким образом сумму отдельных мощностей для привода колёс невозможно. Вырабатываемая мощность частично тратится на приведение автомобиля в движение, частично в виде электрической энергии накапливается в высоковольтной батарее.



1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – электродвигатель-генератор;
 3 – коробка передач; 4 – планетарная передача
Рисунок 8.5 – Раздельный гибридный силовой агрегат

В случае применения последовательного гибридного силового агрегата автомобиль оборудуется двигателем внутреннего сгорания, генератором и электродвигателем-генератором (рис. 8.6). Однако в отличие от обеих описанных ранее концепций, мощность от двигателя внутреннего сгорания на колеса не передаётся. Основной привод автомобиля осуществляет электродвигатель-генератор. Если ёмкость высоковольтной батареи слишком низкая, запускается двигатель внутреннего сгорания. Через генератор двигатель внутреннего сгорания заряжает высоковольтную батарею.



1 – электродвигатель-генератор; 2 – коробка передач; 3 – генератор;
4 – двигатель внутреннего сгорания

Рисунок 8.6 – Последовательный гибридный силовой агрегат

Раздельный последовательный гибридный силовой агрегат представляет собой смешанную форму двух описанных выше гибридных приводов (рис. 8.7). Автомобиль оборудован одним двигателем внутреннего сгорания и двумя электродвигателями-генераторами. Двигатель внутреннего сгорания и первый электродвигатель-генератор размещены под капотом. Второй электродвигатель-генератор расположен на задней оси. Эта концепция используется для полноприводных автомобилей.

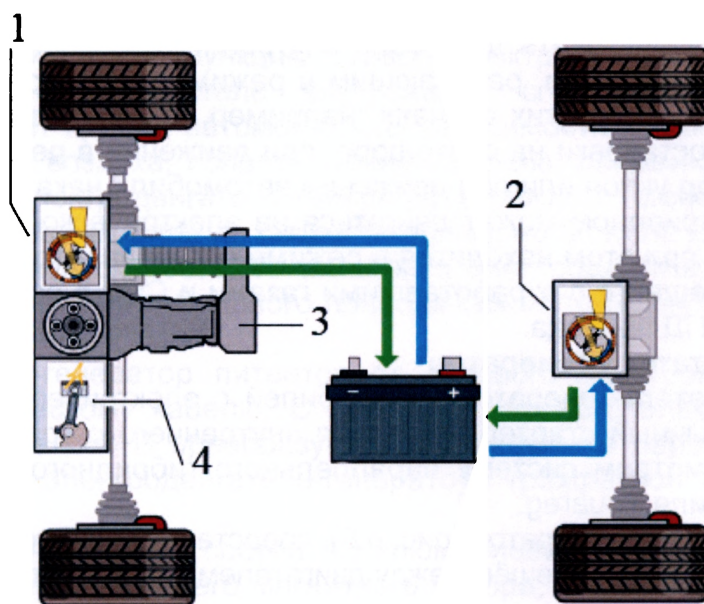
Двигатель внутреннего сгорания и первый электродвигатель-генератор через планетарную передачу могут приводить коробку передач автомобиля. В этом случае одиночные мощности привода не могут отбираться для привода колёс в виде суммарной мощности. Второй электродвигатель-генератор на задней оси активируется при необходимости. В связи с таким конструктивным исполнением привода высоковольтная батарея располагается между обеими осями автомобиля.

В работе гибридных автомобилей используются отличные от обычных автомобилей агрегаты и режимы работы, основные из которых рассматриваются ниже.

Рекуперация

В общем случае этот термин в технике означает способ возврата энергии. При рекуперации имеющаяся энергия одного вида преобразуется в другой, используемый в последующем вид энергии. Потенциальная химическая энергия топлива преобразуется в трансмиссии в кинетическую энергию. Если автомобиль затормаживается обычным тормозом, то избыточная кинетическая энергия посредством трения

тормозных колодок превращается в тепловую энергию и возникающее при этом тепло бесполезно рассеивается в окружающем пространстве.



1 – первый электродвигатель-генератор; 2 – коробка передач; 3 – второй электродвигатель-генератор; 4 – двигатель внутреннего сгорания

Рисунок 8.7 – Раздельный последовательный гибридный силовой агрегат

При использовании технологии гибридного привода дополнительно к классическим тормозам генератор используется в качестве моторного тормоза. В этом случае часть кинетической энергии преобразуется в электрическую и таким образом становится доступной для последующего использования. Энергетический баланс автомобиля улучшается. Этот вид регенеративного торможения называют рекуперативным тормозом.

При движении автомобиля в режиме принудительного холостого хода или под уклон, а также при торможении, система гибридного привода включает электродвигатель-генератор и использует его в режиме генератора. В этом случае он заряжает высоковольтную батарею, служащую для питания электродвигателя-генератора.

При движении автомобиля накатом электродвигатель-генератор, работающий в режиме генератора, преобразует из энергии движения в электрическую энергию только такое количество энергии, которое требуется для работы АКБ бортовой сети (12 В).

Электрический ускоритель

По аналогии с функцией Kickdown двигателей внутреннего сгорания для автомобилей с автоматической коробкой передач, которая делает доступной максимальную мощность двигателя, гибридный привод располагает функцией электрического ускорителя. При использовании этой функции электродвигатель-генератор и двигатель внутреннего сгорания выдают свои максимальные индивидуальные мощности, которые складываются в более высокое значение суммарной мощности. Сумма индивидуальных мощностей обоих видов двигателей соответствует суммарной мощности трансмиссии.

Функция стоп-старт

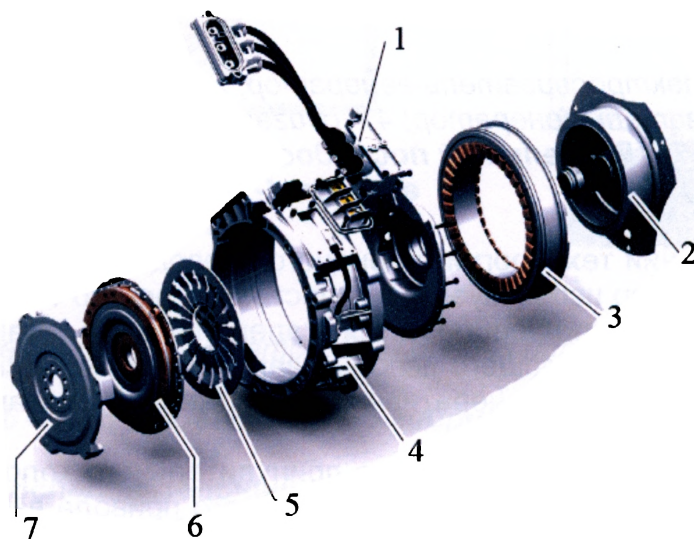
В обычном автомобиле с системой стоп-старт для отключения двигателя внутреннего сгорания автомобиль должен остановиться. Автомобиль же с полным гибридным приводом может двигаться и на электрической тяге. Эта особенность позволяет системе стоп-старт отключать двигатель внутреннего сгорания на движу-

щемся или катящемся накатом автомобиле. Двигатель внутреннего сгорания включается в зависимости от потребности. Это может происходить в случае быстрого разгона, при движении на высокой скорости, с высокой нагрузкой, или при высокой степени разряженности высоковольтной батареи. В этом случае система гибридного привода может использовать двигатель внутреннего сгорания в сочетании с электродвигателем-генератором, работающим в режиме генератора, для зарядки высоковольтной батареи. В других случаях, например, при медленном движении транспортного потока, остановки на светофоре, при движении в режиме принудительного холостого хода под уклон или при движении автомобиля накатом, автомобиль с полным гибридным приводом может двигаться на электрической тяге. Двигатель внутреннего сгорания при этом находится в режиме останова, что позволяет снизить выброс токсичных веществ с отработавшими газами и CO₂ в окружающую среду и повысить в целом КПД привода.

Электродвигатель-генератор

Электродвигатель-генератор автомобилей с электрическим гибридным приводом заменяет обычный стартер двигателя внутреннего сгорания, а также обычный генератор. Рассмотрим систему параллельного гибридного силового агрегата на примере автомобиля Touareg.

Электродвигатель-генератор (рис. 8.8), представляющий собой синхронный двигатель трехфазного тока, размещён между двигателем внутреннего сгорания и АКП.



1 – силовой ввод электродвигателя-генератора; 2 – ротор; 3 – статор;
4 – корпус гибридного привода; 5 – пружина нажимного диска; 6 – ведомый диск сцепления; 7 – маховик

Рисунок 8.8 – Электродвигатель-генератор и сцепление

В зависимости от условий и режима движения электродвигатель-генератор выполняет различные задачи. При переходе от электрического привода к приводу от двигателя внутреннего сгорания электродвигатель-генератор работает как стартер двигателя внутреннего сгорания. В последующем режиме привода от двигателя внутреннего сгорания электродвигатель-генератор переключается системой гибридного привода в режим генератора. Вырабатываемая при этом электрическая энергия через преобразователь напряжения используется для зарядки высоковольтной батареи (288 В) и АКБ бортовой сети (12В).

При торможении автомобиля электродвигатель-генератор с помощью рекуперации вырабатывает электрическую энергию для высоковольтной батареи и таким образом преобразует часть избыточной кинетической энергии обратно в электрическую энергию.

На педали тормоза находится датчик хода педали тормоза. Если распознаётся торможение, система гибридного привода переключает электродвигатель-генератор, чтобы он заряжал высоковольтную батарею как генератор.

В режиме электрического привода функция электродвигателя-генератора меняется с функции генератора на функцию тягового электродвигателя.

При отсоединённом двигателе внутреннего сгорания электродвигатель-генератор обеспечивает привод автомобиля. В зависимости от сопротивления движению (сопротивление воздуха, сопротивление качению, движение на подъём, сопротивление трения) электродвигатель-генератор в режиме тягового электродвигателя может разгонять автомобиль до скорости примерно 50 км/ч. Если же водителю требуется более высокая скорость, то мощности электродвигателя-генератора не достаточно. Поэтому система гибридного привода самостоятельно запускает двигатель внутреннего сгорания.

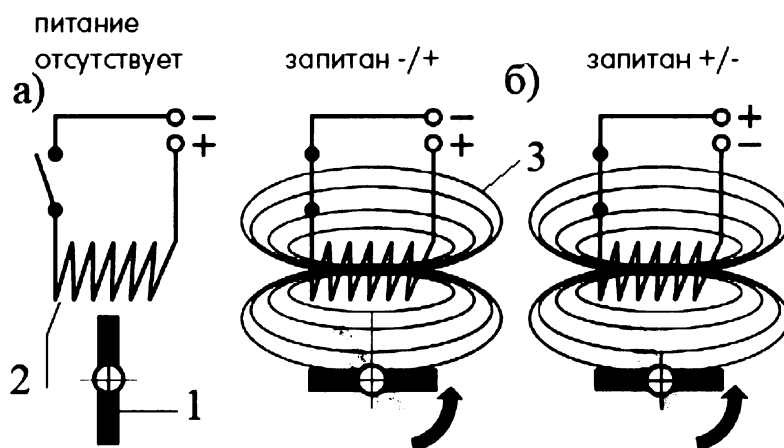
Электродвигатель-генератор питается от силового электронного модуля по трёхфазному электрическому кабелю. С помощью силового электронного модуля постоянное напряжение 288 В преобразуется в трёхфазное переменное напряжение, которое создает в электродвигателе-генераторе трёхфазное электромагнитное поле.

Электродвигатель-генератор состоит из алюминиевого корпуса, изготовленного литьём под давлением, внутреннего магнитного ротора, статора с катушками электромагнитов, проставки для подсоединения к гидротрансформатору АКП, коренного подшипника электродвигатель-генератора, трёхфазного высоковольтного разъёма.

Со стороны двигателя сцепление подсоединяется к двигателю внутреннего сгорания и маховику. Трёхфазные выводы подключены к катушкам электромагнитов таким образом, что три расположенных рядом катушки соединены с разными фазами.

Принцип работы. Электродвигатель-генератор имеет обмотку статора, которая в режиме двигателя создаёт вращающееся магнитное поле (рис. 8.9). Для создания магнитного поля на ротор установлены постоянные магниты. Частота вращения синхронного двигателя регулируется помощью частоты подаваемого трехфазного переменного тока. Для обеспечения плавной регулировки частоты вращения синхронного двигателя применяется частотный преобразователь. Датчики положения ротора постоянно отслеживают положение ротора. По их сигналам электронный блок управления определяет фактическую частоту вращения.

Если электродвигатель-генератор работает в режиме генератора, ротор приводится в движение внешним усилием привода через коробку передач. Вследствие того, что магнитное поле ротора перемещается относительно катушек электромагнитов статора, в катушках для каждой фазы возникает напряжение. Через катушки последовательно проходит магнитное поле ротора.



1 – ротор; 2 – статор; 3 – магнитное поле статора

Рисунок 8.9 – Принцип работы электродвигателя-генератора

В силовой электронный модуль интегрированы два преобразователя напряжения. Они преобразуют постоянное напряжение 288 В высоковольтной батареи для питания электродвигателя-генератора и АКБ бортовой сети (12 В).

Поскольку электродвигатель-генератор представляет собой синхронный генератор трехфазного тока, а аккумуляторы могут накапливать только постоянное напряжение, в силовой электронный модуль интегрирован преобразователь (инвертор) высоковольтной батареи. Он преобразовывает постоянное напряжение 288 В высоковольтной батареи для питания электродвигателя-генератора в переменное трёхфазное напряжение.

Если электродвигатель-генератор работает в режиме генератора, то преобразователь превращает переменное напряжение в постоянное напряжение 288 В для зарядки высоковольтной батареи. Сглаживание выпрямленного напряжения для высоковольтной сети осуществляется с помощью высоковольтной батареи, а для бортовой сети с помощью АКБ (12 В).

Преобразователь напряжения бортовой сети представляет собой устройство сопряжения (интерфейс) между высоковольтной системой и АКБ бортовой сети (12 В). Поскольку генератор в конструкции отсутствует, зарядка АКБ бортовой сети (12 В) может осуществляться только с помощью электродвигателя-генератора. Для этого постоянное напряжение 288 В из высоковольтной сети необходимо преобразовать в зарядное напряжение для 12 В АКБ бортовой сети.

Высоковольтная батарея представляет собой никель-металл-гидридный аккумулятор. В этой батарее применяется гелиевый электролит, что не позволяет вытекать ему в случае повреждения батареи. Батарея состоит из двух модулей, каждый соответственно с напряжением 144 В. Оба модуля батареи соединены друг с другом через защитный выключатель и вместе выдают напряжение при уровне зарядки в 75 % 288 В.

Высоковольтная батарея имеет воздушное охлаждение. Два вентилятора забирают незначительную часть воздуха для охлаждения из салона автомобиля. Отвод нагретого воздуха обеспечивается с помощью системы принудительной вентиляции.

Используемый в гибридных автомобилях электродвигатель-генератор в качестве тягового электродвигателя, генератора и стартера заменяет применяемый в обычных автомобилях стартер и генератор. Кроме этого, насосы системы охлаждения, усилителя рулевого управления, вакуумного усилителя тормозной системы, компрессора климатической установки, масляного насоса автоматической коробки передач и др. имеют электрический привод, в отличие от механического привода в обычных автомобилях.

В рассматриваемом гибридном автомобиле применяется обычное однодисковое сухое сцепление с гидравлическим приводом. Сцепление управляется автоматически электрическим приводом. Сцепление замкнуто, когда двигатель внутреннего сгорания работает. Если автомобиль движется на электрической тяге, находится в режиме рекуперации, или в неподвижном состоянии, двигатель внутреннего сгорания отключен и сцепление разомкнуто. При высокой степени разряженности высоковольтной батареи система гибридного привода может запустить двигатель внутреннего сгорания для зарядки высоковольтной батареи. В этом случае сцепление замкнуто.

8.2 Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и работа рекуперации энергии отработавших газов.
2. Назначение, устройство и работа системы стоп-старт.
3. Общее устройство и принцип действия гибридных автомобилей.
4. Опишите назначение и принцип действия четырёх подгрупп гибридных систем силовых агрегатов.
5. Общее устройство и принцип действия электродвигателя-генератора.

Литература и нормативные материалы

1. Савич, Е. Л. Легковые автомобили: учеб. пособие / Е. Л. Савич – М. : Новое издание; Минск : Новое издание, 2009. – 651 с.: ил.
2. Савич, Е. Л. Инструментальный контроль автотранспортных средств : учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Кручек. – Минск : Новое Знание, 2008. – 309 с.
3. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е. Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое Знание, 2013. – 758 с.
4. Савич, Е. Л. Устройство и эксплуатация автомобилей для международных перевозок : учеб. пособие / Е. Л. Савич, В. П. Ложечник, А. С. Гурский; под ред. Е. Л. Савича. – Минск : РИПО, 2016. – 407 с.
5. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учеб. пособие для вузов / А. И. Гришкевич [и др.]. – Минск : Высш. шк., 1987. – 200 с.
6. Автомобильный справочник. – М. : ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.
7. Впрыск дизельных двигателей. Легковые и грузовые автомобили, судовые установки, яхты, стационарные установки / Под ред. С. В. Афонина – Батайск : Пончик, 1999.
8. Гладов, Г. И. Легковые автомобили отечественного и иностранного производства (Новые системы и механизмы): Устройство и техническое обслуживание / Г. И. Гладов, А. М. Петренко. – М.: Транспорт, 2002.–183 с.
9. Голубков, Л. Н. Топливные насосы высокого давления распределительного типа / Л. Н. Голубков, А. А. Савастенко, М. В. Эммиль. – М. «Легион-Автодата», 2000, 176 с.
10. Гришкевич, А. И. Автомобили: Теория: учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Минск : Высш. шк., 1986. – 208 с.
11. Грехов Л. В. Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыском бензина. Учебно-практическое пособие – М.: Легион-Автодата, 2001. — 176 с.
12. Данов, Б. А. Системы зажигания автомобильных двигателей / Б. А. Данов. – М. : Телеком, 2003. – 184 с.
13. Дизельные аккумуляторные топливные системы Common Rail. Учебное пособие. – М. : ЗАО «Легион-Автодата», 2005. – 48 с.: ил.
14. Дизельные двигатели FORD. М. Издательство «Техно-BOOK», 2000.– 272 с.
15. Попков, О. Н. Устройство, обслуживание и ремонт автоматических трансмиссий: учебное пособие / О. Н. Попков. – М. Издательство «Роко», 2003. – 332с.
16. Иванов, А. М. Основы конструкции автомобиля / А. М. Иванов [и др.] – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2006. – 336 с.
17. Акимов С. В. Конструкция автомобилей. Электрооборудование. Системы диагностики. Учебник для вузов./ С.В. Акимов, В. А. Набоких, Ю. П. Чижков; Под общей ред. А. Л. Карунина – М. : Горячая линия-Телеком, 2005. – 480 с.
18. Роговцев, В. Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств В. Л. Роговцев, А. Пузанков, В. Д. Олдфильд. – М.: Транспорт, 1990.
19. Росс Твег. Системы зажигания легковых автомобилей. Устройство, обслуживание и ремонт / Росс Твег – М.: Издательство «За рулем», 1998. – 96 с.
20. Роторный топливный насос высокого давления VR. Учебное пособие – М. : ЗАО «Легион-Автодата», 2006. – 52 с.: ил.
21. Савич, Е. Л. Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин. / Е. Л. Савич. – Минск: «Автостиль», 2002. – 160 с.
22. Системы управления дизельными двигателями: пер. с нем. – М. : ЗАО «За рулем», 2004.– 480 с.
23. Соснин, Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматизации современных легковых автомобилей: учебное пособие / М. : СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.

24. Савич, Е. Л. Обслуживание и ремонт легковых автомобилей: учеб. / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, В. К. Ярошевич; под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск : Высш. шк., 2000. – 381 с.
25. Шумик, С. В. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. /С. В. Шумик, Е. Л. Савич. – Минск : Высш. шк., 1996. – 355 с.
26. Голубков, Л. Н. Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: Учеб. пособие /Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич; Под общ. Ред. Е. Л. Савича. – Мн.: Высш. шк., 2001. – 479 с.
27. Топливные насосы высокого давления распределительного типа: учебно-практическое пособие/ Л. Н. Голубков, А. А. Савастенко, М. В. Эмиль – М. : Легион-Автодата, 2000. – 176 с.
28. Тормозные системы АБС. Устройство, принцип действия, проверка и регулировка. – М : Ассоциация независимых издателей, 1998. – 69 с.
29. Болбас, М. М. Транспорт и окружающая среда: учебник / М. М Болбас, Е. Л. Савич, Г. М. Кухаренок. – Минск: Технопринт, 2003. – 262 с.
30. Казедорф, Ю., Войзетшлегер, Э., Системы впрыска зарубежных автомобилей / Ю. Казедорф, Э. Войзетшлегер. – М. : ЗАО «За рулем», 2000. – 255 с.
31. Richard van Basshuysen, Fred Scafer. Handbuch Verbrennungsmotor. – Wiesbaden, 2002. – 888 s.
32. Hans-Hermann Braess, Ulrich Seiffert. Viweg Hanbuch Kraftfahrzeugtechnik. – Wiesbaden, 2001. – 681 s.
33. Техническая информация по автомобилям VW, Audi, Skoda, Seat // Volkswagen Technical Site [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://vwts.ru>. – Дата доступа: 10.11.2021.

Учебное издание

Составители:

*Волощук Антон Анатольевич
Монтик Сергей Владимирович
Акулич Ярослав Антонович
Березуцкая Светлана Олеговна*

Пособие
по выполнению практических работ
по дисциплине «Особенности устройства легковых автомобилей»
для студентов специальности
1–37 01 07 «Автосервис»

Ответственный за выпуск: Волощук А. А.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная верстка: Рогожина Ю. А.
Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 13.12.2021. Формат 60x84 1/8. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 11,63. Уч. изд. л. 12,5. Заказ № 1358. Тираж 18 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.