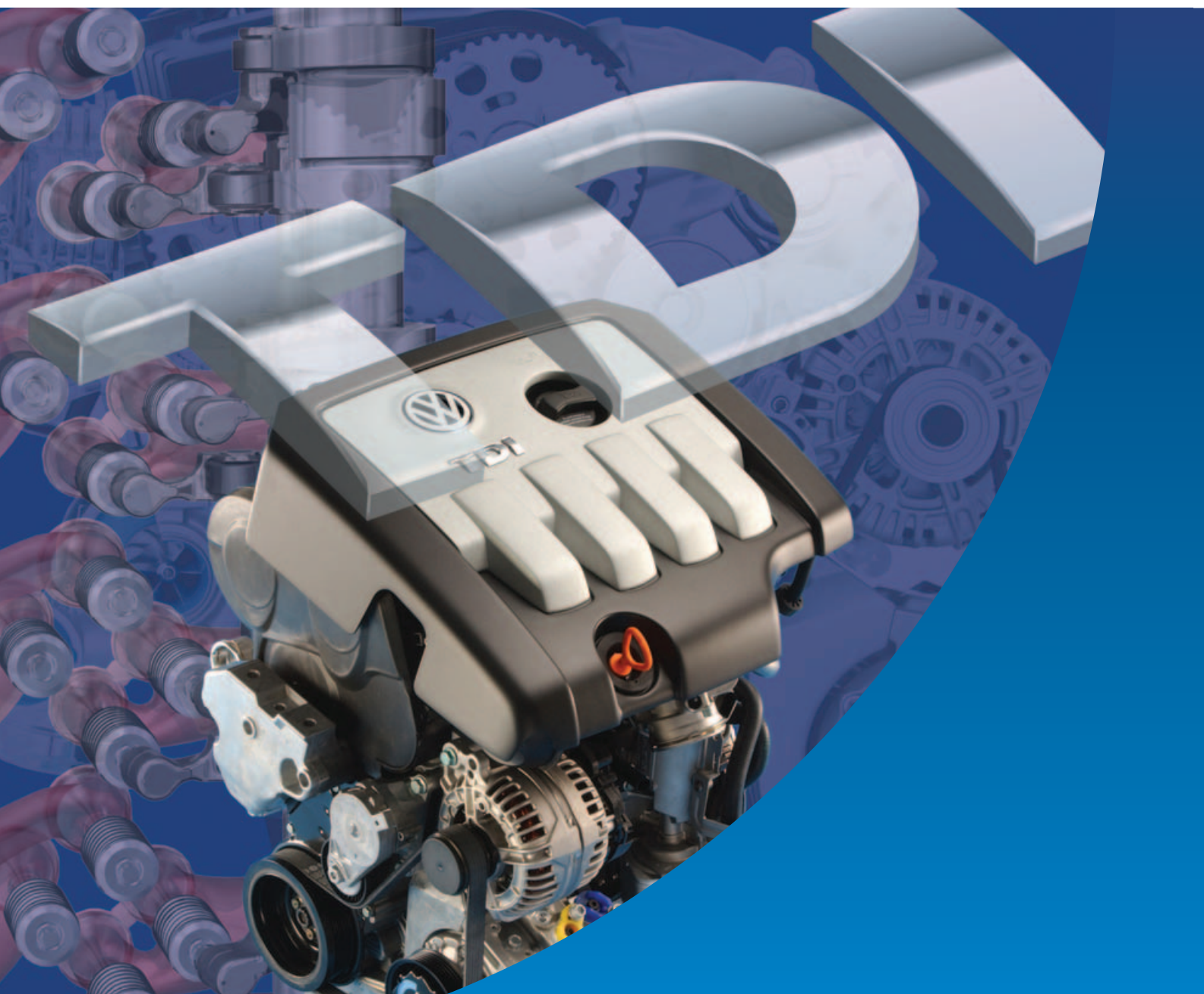




Пособие по программе самообразования 316

Двухлитровый дизель TDI

Устройство и принцип действия

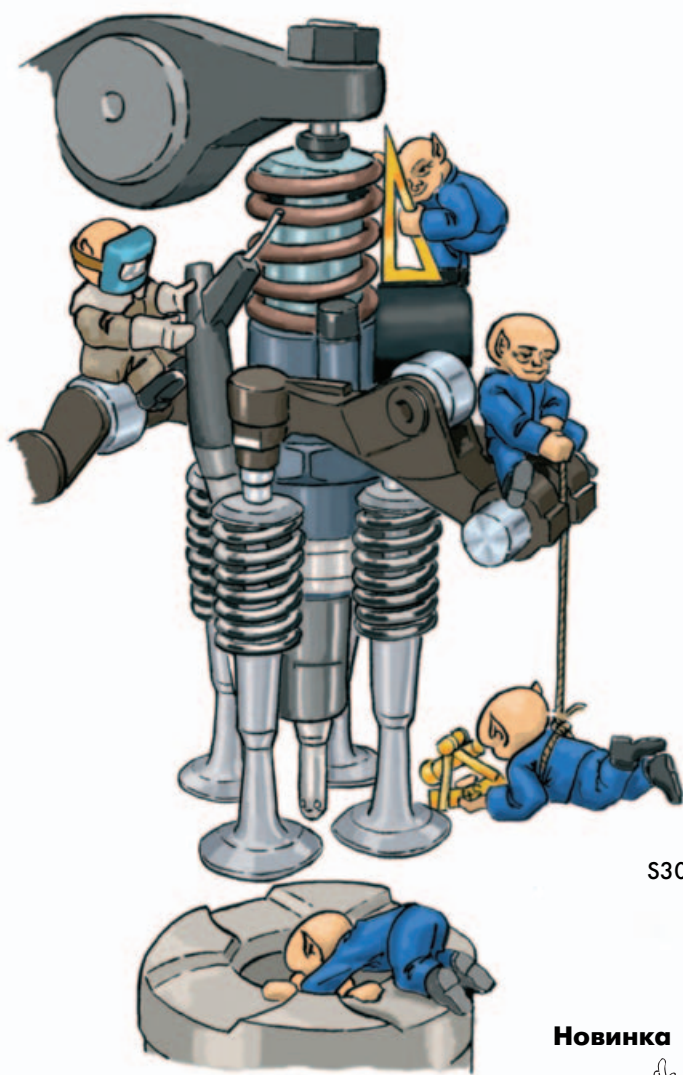


Прошли времена, когда дизели считались инертными агрегатами, способными разбудить всех соседей при утреннем пуске и выпускающими облака черного дыма при работе с полной нагрузкой.

Последовательное совершенствование всех компонентов двигателей, их рабочих процессов, конструкционных материалов, технологии изготовления деталей, а также существенное повышение давлений впрыска привели к созданию дизелей с повышенными мощностными параметрами, хорошей динамикой и высокой экономичностью.

Чтобы удовлетворить ужесточенные экологические нормы и обеспечить снижение расхода топлива при дальнейшем повышении мощности, концерн Volkswagen сделал ставку на дизели с непосредственным впрыском топлива и турбонаддувом (TDI), оснатив их 4-клапанной системой газораспределения.

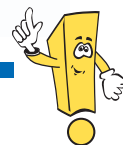
Двухлитровый двигатель TDI – это первый 4-цилиндровый дизель концерна Volkswagen с 4-клапанной системой газораспределения, предназначенный для установки на автомобили Toureg и Golf модели 2004 года. В дальнейшем он должен найти применение также на других автомобилях концерна.



S306_039

Новинка

Внимание
Указание



В пособиях по программе самообразования описываются вновь разработанные конструкции агрегатов автомобиля и разъясняются принципы их действия! Содержание пособий не обновляется.

Текущие указания по проверке, регулировке и ремонту содержатся в предназначенной для этого литературе по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.



Введение 4



Механизмы и системы двигателя 6



Система управления двигателем 20



Электрическая схема 38



Техническое обслуживание 40



Контрольные вопросы 41



Введение



Двухлитровый дизель TDI мощностью 103 кВт с 4-клапанной системой газораспределения



S316_011

Двухлитровый двигатель TDI мощностью 103 кВт представляет собою головную модель нового ряда дизелей концерна VOLKSWAGEN. Основным отличием дизелей нового поколения является 4-клапанная система газораспределения. Модификация этого двигателя мощностью 100 кВт уже применяется на автомобиле Volkswagen Touran.

Новый двигатель создан на базе дизеля TDI рабочим объемом 1,9 л и мощностью 96 кВт. Прирост рабочего объема получен за счет увеличения диаметра цилиндра.

Двухлитровый двигатель TDI мощностью 103 кВт получил вновь разработанную головку цилиндров из алюминиевого сплава, отличающуюся выводом впускных и выпускных каналов на противоположные стороны и установкой двух впускных и двух выпускных клапанов на каждый цилиндр.

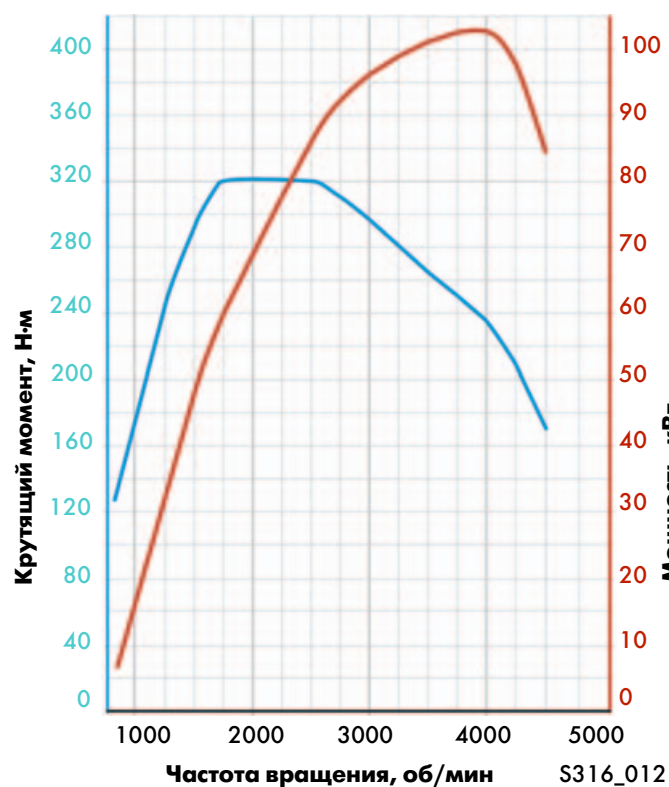
К особенностям конструкции двигателя относятся также отключаемый охладитель перепускаемых газов, корпус уплотнения коленчатого вала с встроенным датчиком частоты вращения и новая система облегчения пуска со свечами накаливания.

Техническая характеристика



Модель двигателя	BKD
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный
Рабочий объем	1968 см ³
Диаметр цилиндра	81,0 мм
Ход поршня	95,5 мм
Число клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	18,0
Максимальная мощность	103 кВт при 4000 об/мин
Максимальный крутящий момент	320 Н·м при 1750-2500 об/мин
Система управления двигателем	EDC 16 в сочетании с насос-форсунками
Топливо	Дизельное топливо с ЦЧ 49, не менее
Система снижения токсичности	Рециркуляция отработавших газов и нейтрализатор окислительного типа
Соответствие нормам выбросов вредных веществ	Евро IV

Внешняя характеристика двигателя

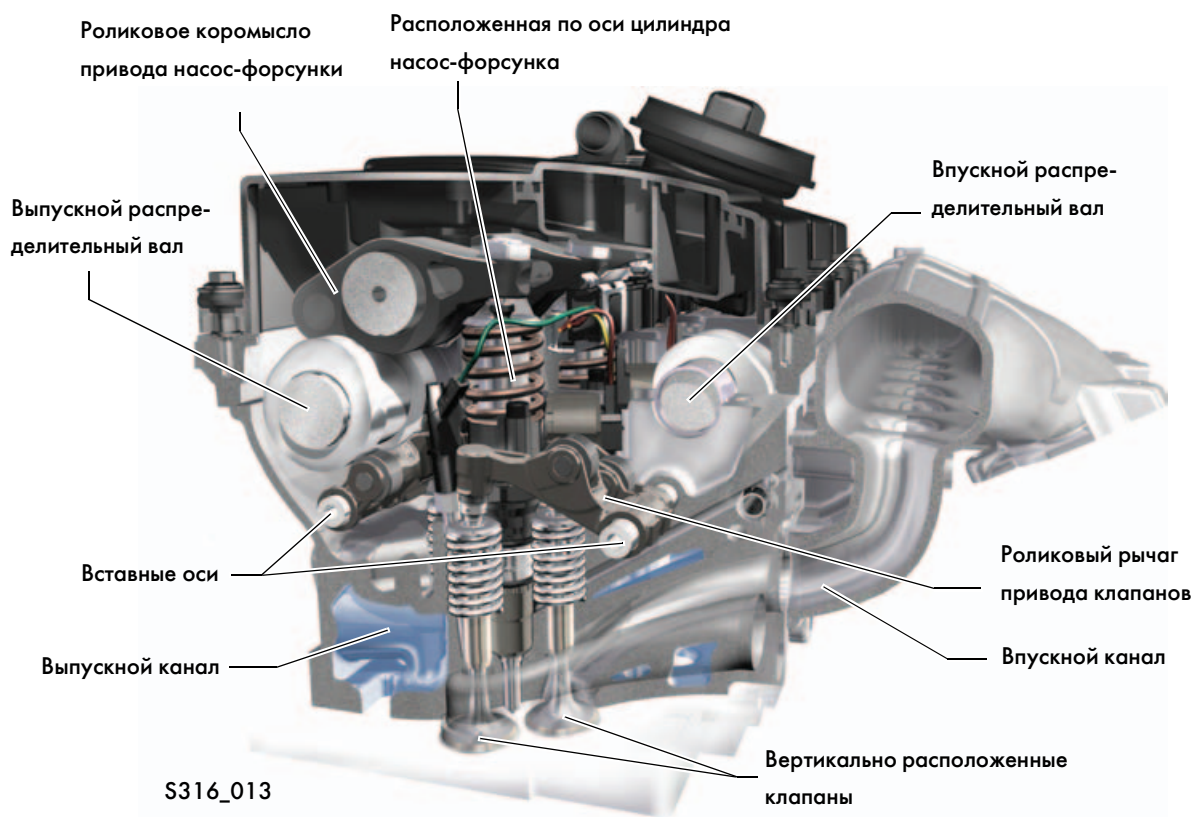
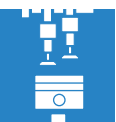


Максимальный крутящий момент двухлитрового дизеля TDI мощностью 103 кВт равен 320 Н·м в диапазоне частот вращения от 1750 об/мин до 2500 об/мин.

Максимальная мощность равна 103 кВт при 4000 об/мин.

Механизмы и системы двигателя

Головка цилиндров



Алюминиевая головка цилиндров отличается выводом впускных и выпускных каналов на противоположные стороны и установкой двух впускных и двух выпускных клапанов на каждый цилиндр. Клапаны газораспределения установлены вертикально.

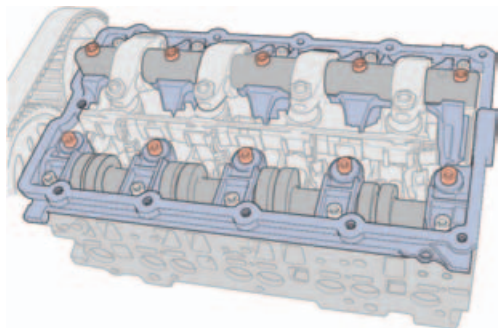
На головке цилиндров установлены два распределительных вала, приводимых через один общий зубчатый ремень.

Выпускной распределительный вал служит для привода не только выпускных клапанов, но и насос-форсунок.

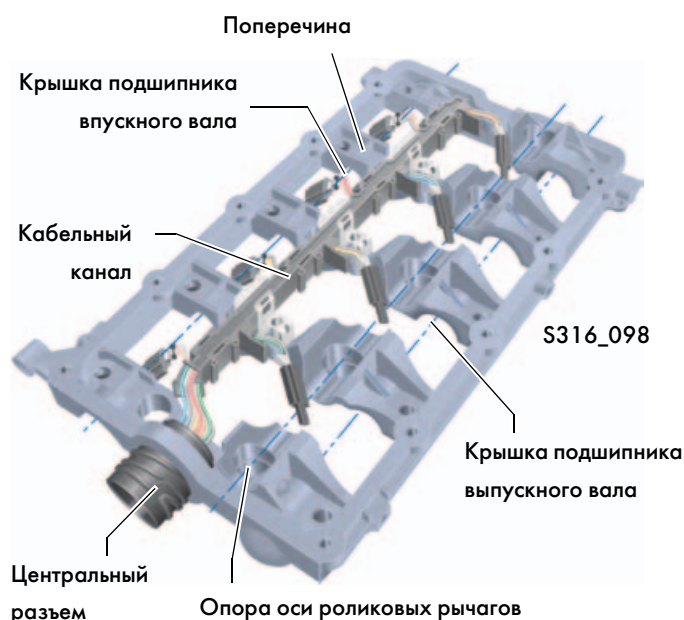
От впускного распределительного вала приводятся впускные клапаны и двоянный насосный агрегат.

Клапаны приводятся через ролликовые рычаги (рокеры), качающиеся на вставных осях.

Корпус подшипников распределительных валов



S316_014



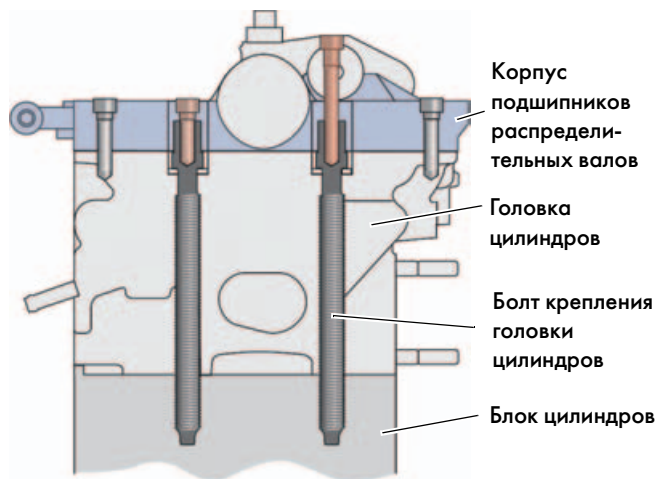
Корпус подшипников распределительных валов представляет собою компактную деталь, отливаемую под давлением из алюминиевого сплава.

На нем расположены:

- крышки подшипников распределительных валов,
- подшипники осей роликовых рычагов, служащих для привода насос-форсунок,
- разъем центрального кабеля, служащего для подвода электропитания,
- кабельный канал для прокладки проводов к насос-форсункам и к штифтовым свечам накаливания.

Конструкция корпуса подшипников распределительных валов с пятью поперечинами не только позволяет увеличить жесткость головки цилиндров, но и способствует снижению шумности двигателя.

Концепция соединений типа "Болт в болте"



S316_100

Корпус подшипников распределительных валов притягивается к головке цилиндров посредством коротких болтов, которые вворачиваются в расположенные в два ряда болты крепления головки к блоку цилиндров. Эти соединения позволяют увеличить компактность совместной конструкции головки цилиндров и корпуса подшипников распределительных валов и создают условия для уменьшения межцилиндровых расстояний.



Механизмы и системы двигателя

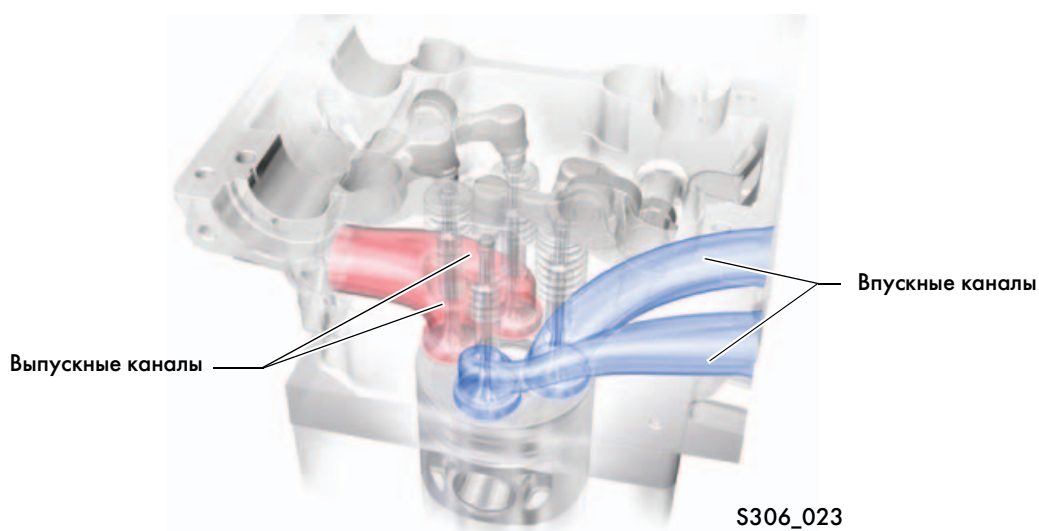
4-клапанная система газораспределения

На каждый цилиндр приходится два впускных и два выпускных клапана. Клапаны расположены вертикально (параллельно осям цилиндров).

Форма, размеры и расположение впускных и выпускных каналов выбраны из условий достижения максимального наполнения цилиндров и снижения потерь на газообмен.

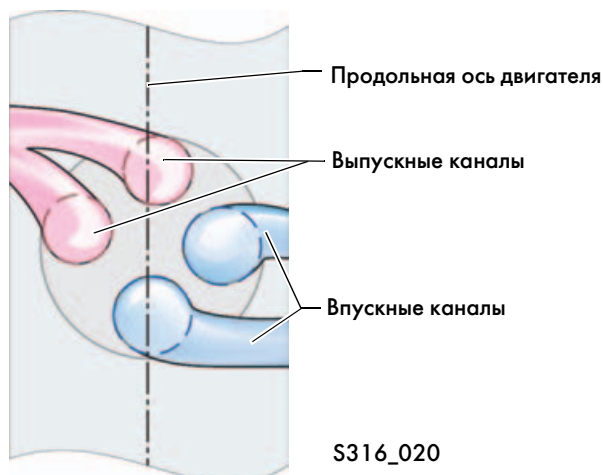
Установленная по оси цилиндра насос-форсунка расположена точно над центром размещенной в поршне камеры сгорания.

При этом создаются благоприятные условия для смесеобразования, способствующие снижению расхода топлива и уменьшению выброса вредных веществ.

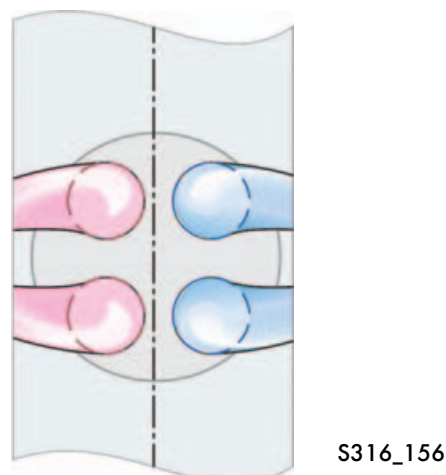


Чтобы улучшить газодинамические параметры каналов, образованный клапанами четырехугольник развернут на 45° по отношению к продольной оси двигателя.

Повернутый на 45°
четырехугольник клапанов



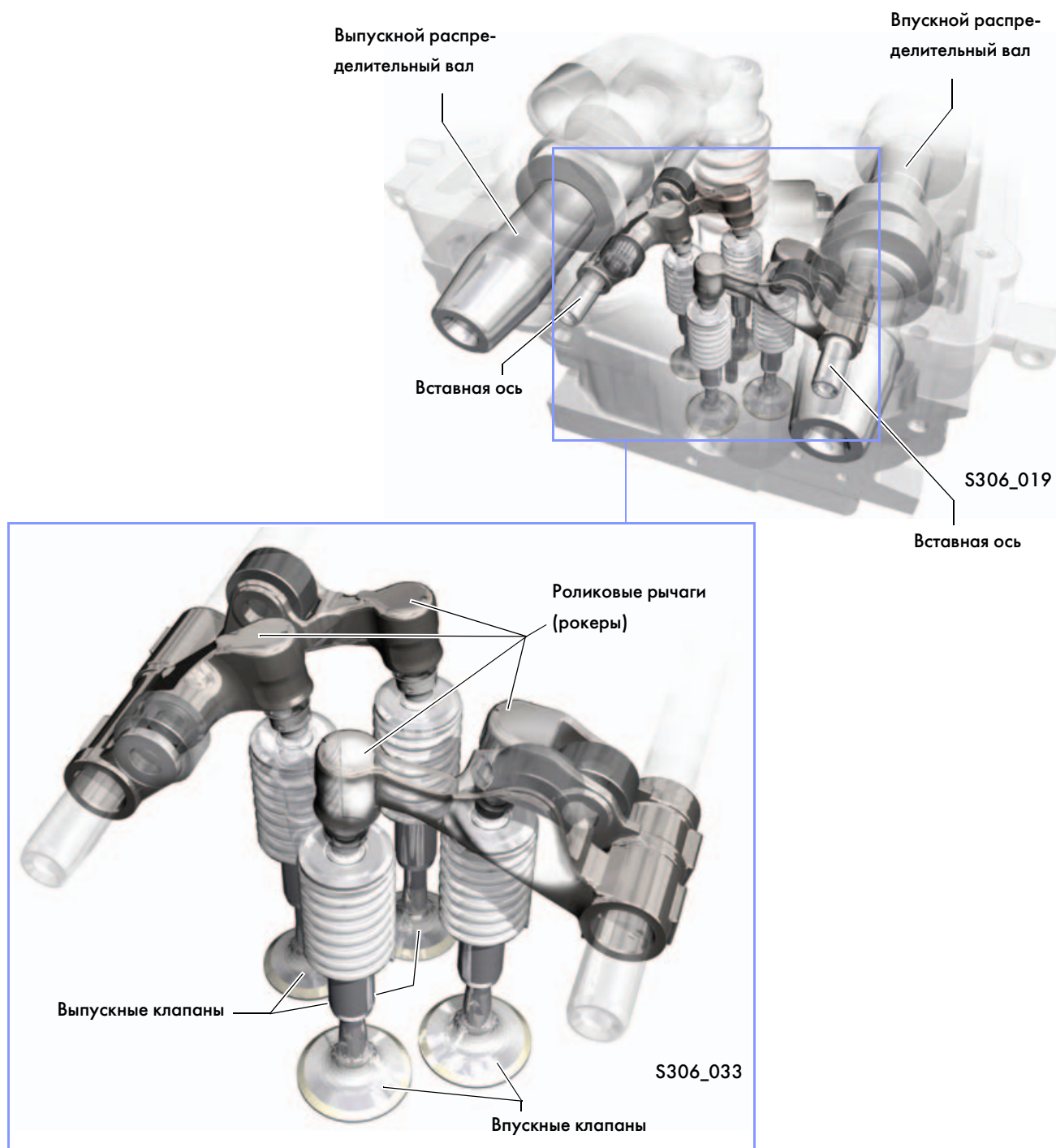
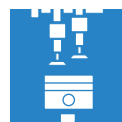
Традиционное расположение клапанов



Привод впускных и выпускных клапанов

Оба распределительных вала приводятся через один общий зубчатый ремень. Клапаны приводятся от распределительных валов посредством роликовых рычагов (рокеров), качающихся на общей вставной оси.

Ввиду специфической компоновки головки цилиндров применяются рычаги клапанов четырех типов, отличающихся формой и размерами.



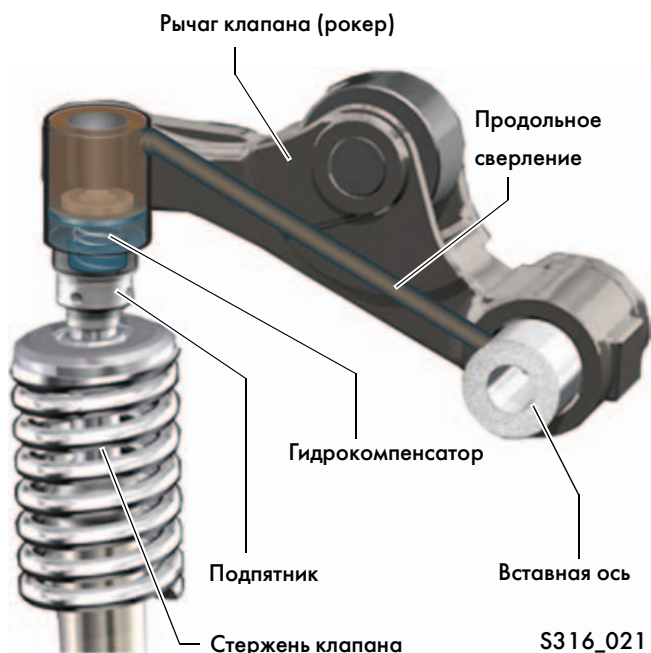
Механизмы и системы двигателя

Роликовые рычаги клапанов

Эти рычаги качаются на вставных осях.

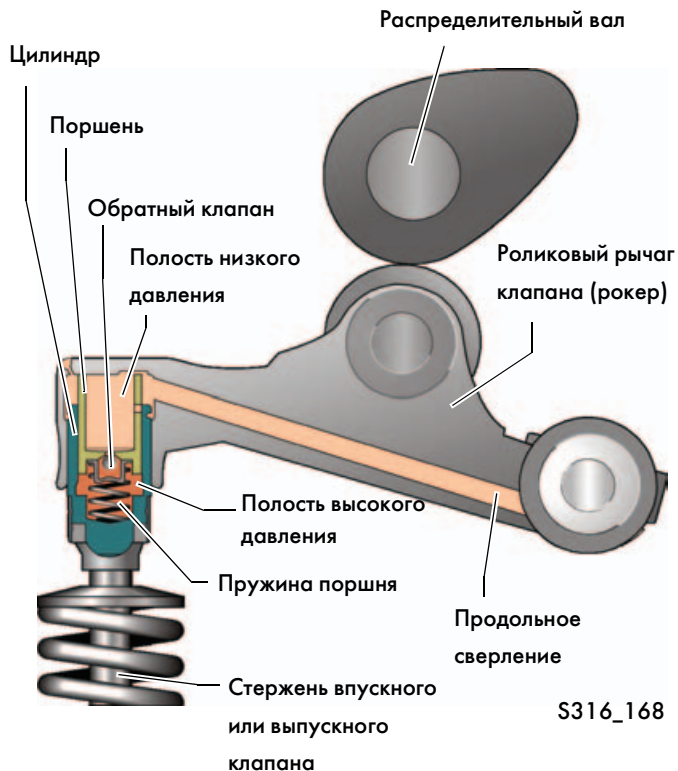
Гидрокомпенсатор зазора в приводе находится в каждом рычаге непосредственно над стержнем клапана.

Масло подводится к гидрокомпенсатору от вставной оси через продольное сверление в рычаге клапана. Равномерное распределение давления в зоне контакта рычага с клапаном обеспечивается подпятником.

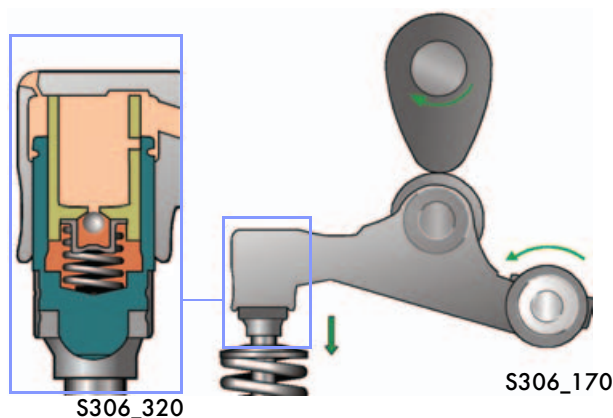


Устройство и принцип действия гидрокомпенсатора

Гидрокомпенсатор состоит из двух перемещающихся относительно друг друга деталей: поршня и цилиндра. Пружина поршня раздвигает эти детали до полного устранения зазора между распределительным валом и роликом рычага. Предусмотренный в гидрокомпенсаторе обратный клапан служит для наполнения его маслом и герметизации полости высокого давления.

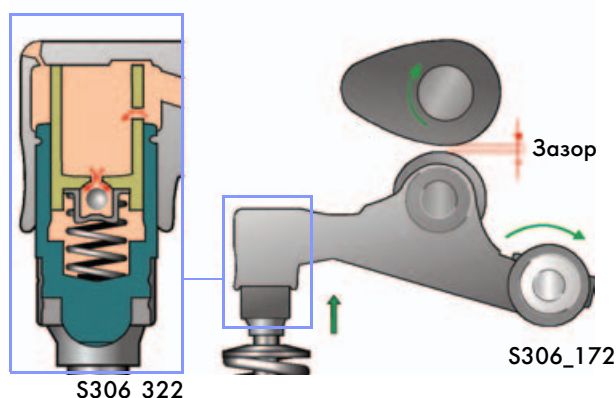


Действие гидрокомпенсатора при подъеме клапана



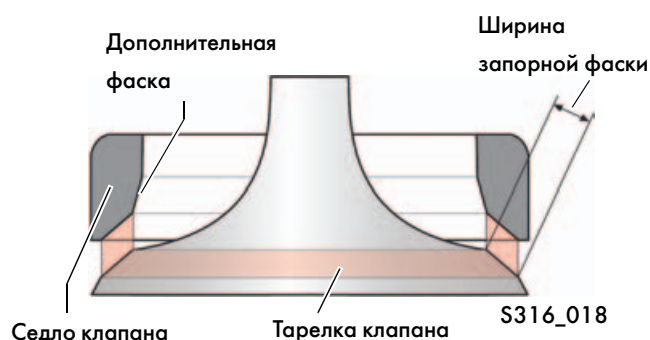
При воздействии кулачка распределительного вала на ролик рычага обратный клапан гидрокомпенсатора закрывается, после чего давление масла в полости высокого давления повышается. В процессе подъема клапана гидрокомпенсатор действует как неподатливый элемент, так как масло в его полости практически не сжимается.

Компенсация зазора в приводе клапана



В периоды, когда кулачок распределительного вала не воздействует на рычаг клапана, последний находится в закрытом положении. При этом давление в полости гидрокомпенсатора снижается, а пружина разжимает поршень и цилиндр до полного устранения зазора между кулачком распределительного вала и роликом рычага клапана. Обратный клапан открывается, пропуская масло в полость высокого давления.

Седла клапанов



Седло клапана должно предотвращать утечку воздуха и газов из камеры сгорания. Чтобы повысить герметичность клапана, увеличивают удельное давление на его запорной фаске, уменьшая ее ширину за счет дополнительной фаски. Эта дополнительная фаска способствует помимо всего прочего закрутке воздуха на впуске его в цилиндр двигателя.



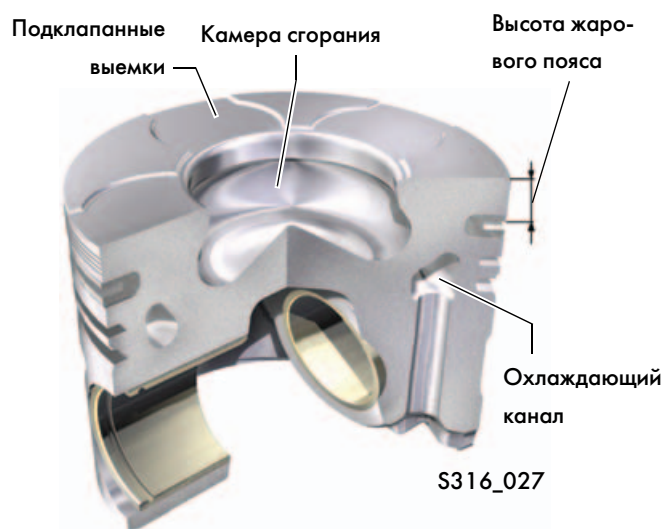
При ремонте не допускается фрезерование седел клапанов, так как при этом может измениться интенсивность закрутки входящего в цилиндр воздуха, которая в значительной степени влияет на процесс смесеобразования. Разрешается ремонтировать седла клапанов только шлифованием их запорных фасок.

Механизмы и системы двигателя

Поршень

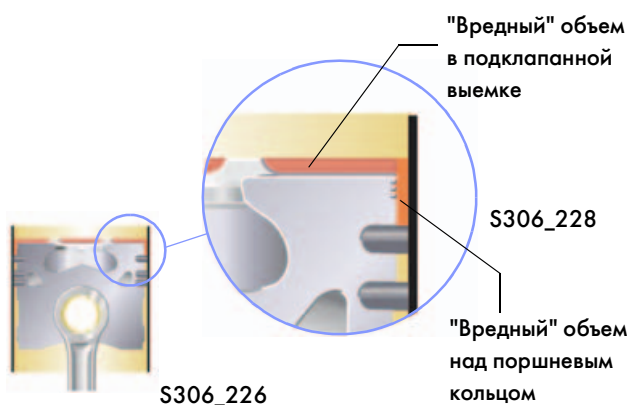
В центральной части днища поршня двухлитрового двигателя TDI расположена выемка, образующая камеру сгорания. При перетекании воздуха в камеру сгорания интенсивность его вращения увеличивается до оптимального для смесеобразования уровня.

Уменьшением глубины подклапанных выемок и снижением высоты жарового пояса до 9 мм удалось уменьшить "вредные" объемы в пространстве сжатия и тем самым снизить выброс вредных веществ с отработавшими газами.



"Вредные" объемы

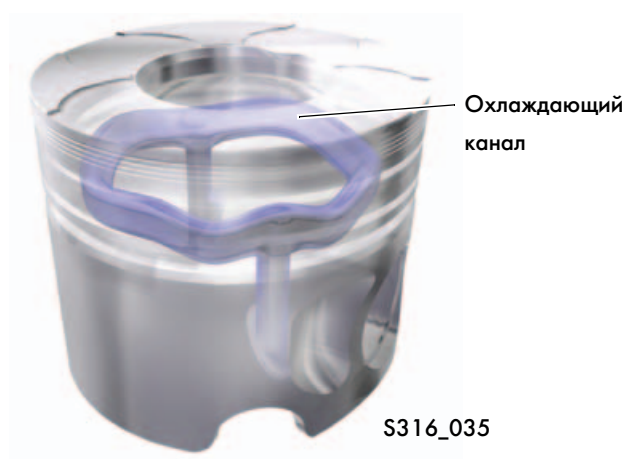
"Вредными" называются объемы, воздух в которых практически не используется в процессе сгорания. Поэтому при их увеличении снижается полнота сгорания топлива.



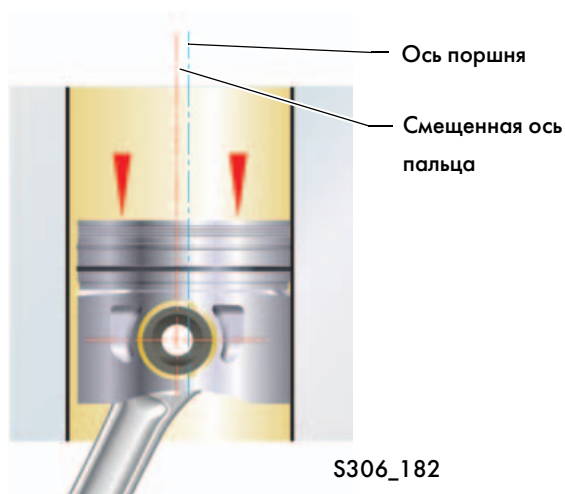
Охлаждающий канал

В днище поршня предусмотрен охлаждающий канал волнообразной формы. Благодаря этому каналу снижается температура поршня в зоне уплотнительных колец и в средней части днища.

Волнообразная форма канала обеспечивает увеличение его поверхности и способствует тем самым отводу тепла от поршня в масло. Таким образом улучшается охлаждение поршня.

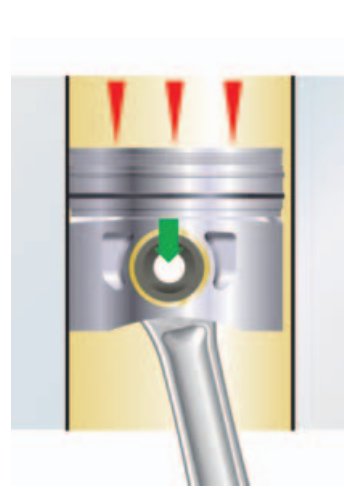
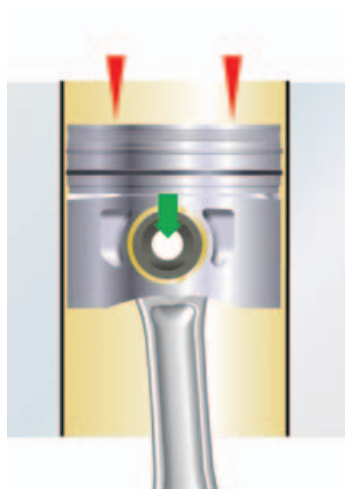


Смещение оси поршневого пальца



В результате смещения оси пальца с оси цилиндра центр опоры поршня оказывается сдвинутым в сторону от его оси. Это мероприятие применяется для снижения шума, вызываемого переключением поршня при движении его в цилиндре вблизи ВМТ.

При положении шатуна под углом к оси цилиндра на поршень действует усилие, прижимающего его то к одной, то к другой стенке цилиндра,



При прохождении поршня через ВМТ изменяется направление этого прижимающего усилия на противоположное. При этом поршень переключается с ударом с одной стороны цилиндра на другую. Чтобы предотвратить резкую переключку поршня, смещают ось его пальца с оси цилиндра.

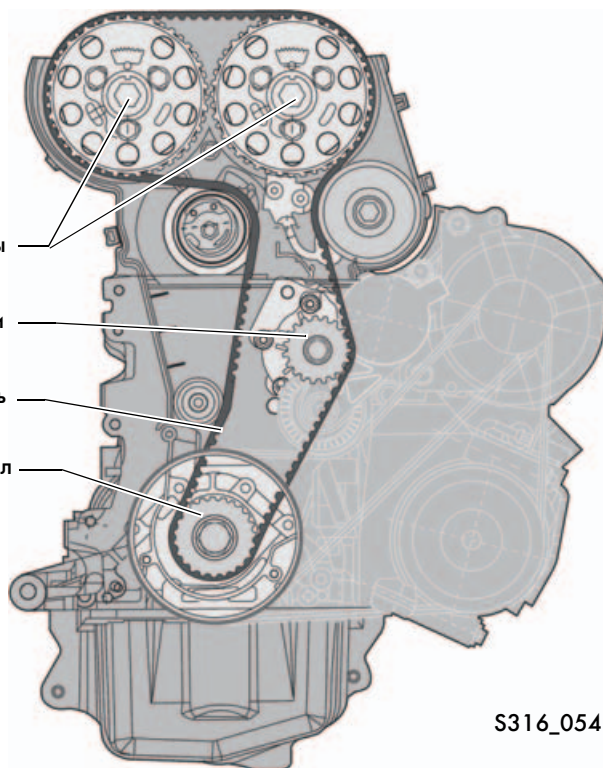
Благодаря этому смещению поршень переходит с одной стенки цилиндра на другую еще до прихода его в ВМТ и, прежде всего, до момента резкого повышения давления в цилиндре.

Механизмы и системы двигателя

Привод распределительных валов

Оба распределительных вала, а также насос охлаждающей жидкости приводятся от коленчатого вала через один общий зубчатый ремень.

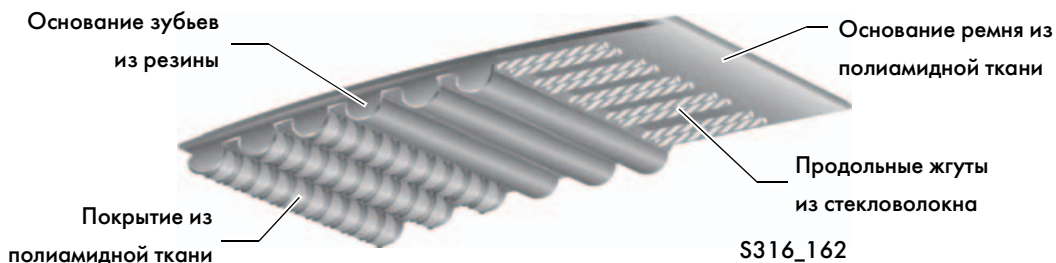
Распределительные валы
Насос охлаждающей жидкости
Зубчатый ремень
Коленчатый вал



S316_054

Зубчатый ремень

Зубчатый ремень шириной 30 мм имеет основание из полиамидной ткани. Эта ткань эффективно противостоит износу по краям ремня.



S316_162

Защитная крышка зубчатого ремня

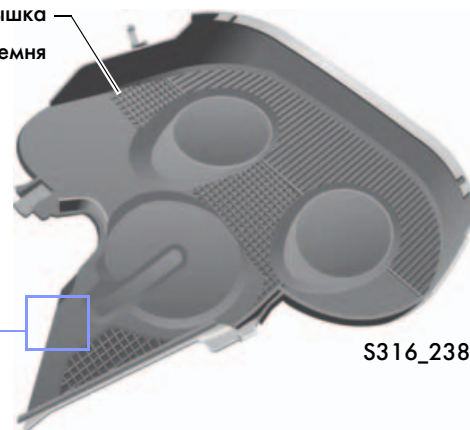
На защитную крышку зубчатого ремня нанесено с внутренней стороны ворсистое покрытие из полиамидных волокон, препятствующее излучению шума от двигателя.

Защитная крышка
зубчатого ремня

Полиамидные волокна
Пластик

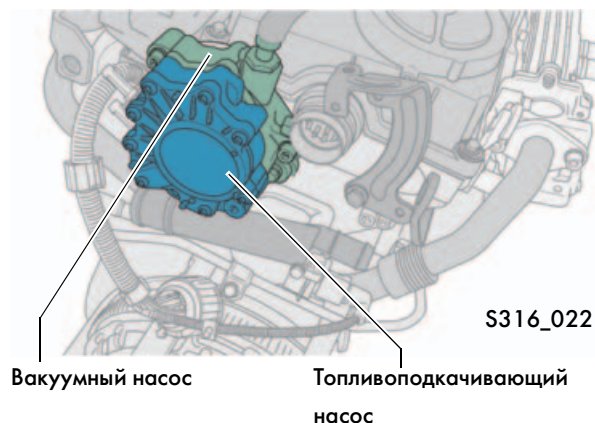


S316_236



S316_238

Двухнасосный агрегат

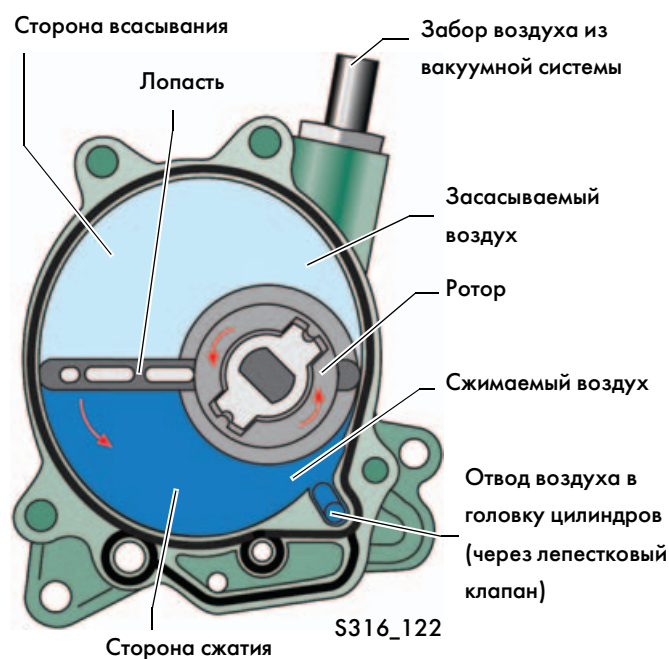


При переходе на новую головку цилиндров пришлось изменить конструкцию двухнасосного агрегата.

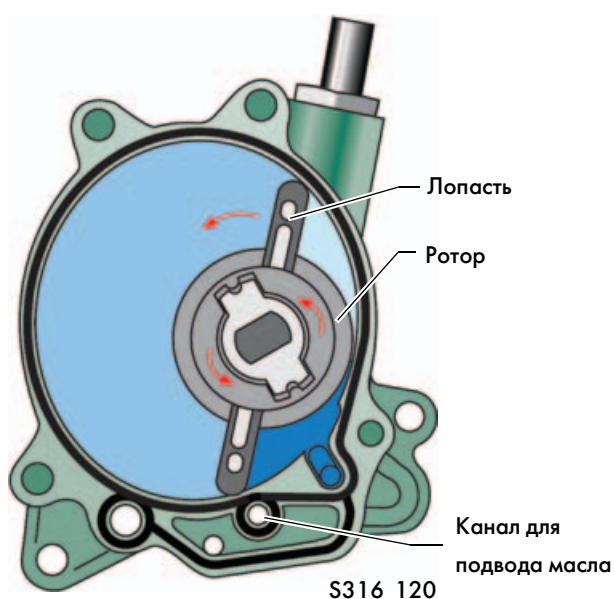
Двухнасосный агрегат объединяет в одном блоке вакуумный и топливоподкачивающий насосы.



Вакуумный насос



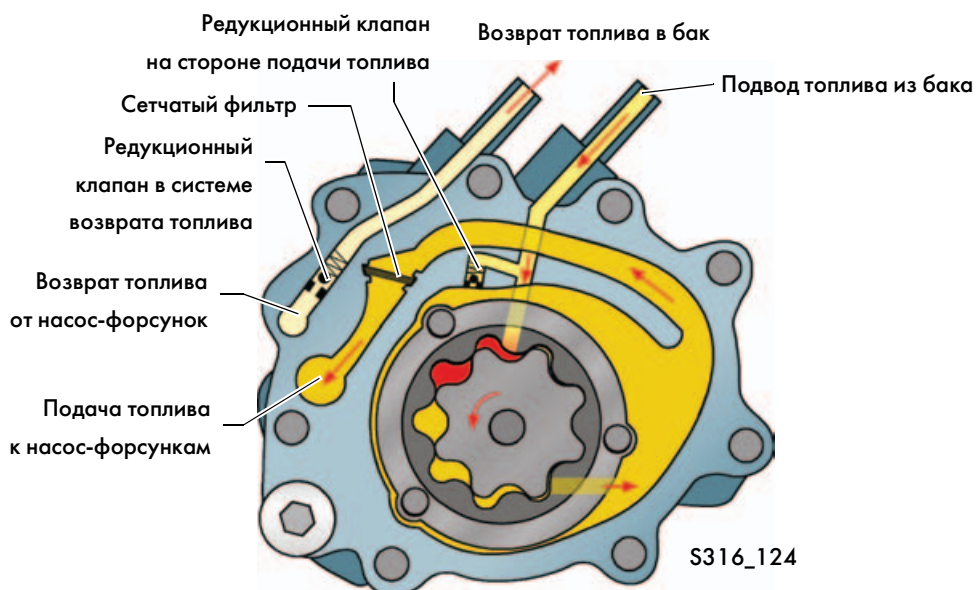
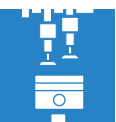
Вакуумный насос содержит эксцентрично установленный ротор с перемещающейся в нем пластмассовой лопастью, которая разделяет рабочую полость насоса на две части. При вращении ротора и перемещении в нем лопасти объем одной части рабочей полости увеличивается, а объем другой ее части уменьшается.



На стороне всасывания производится забор воздуха из вакуумной системы, который затем вытесняется через лепестковый клапан в головку цилиндров. Через специальный канал от головки цилиндров к насосу подается масло, которое используется не только для смазки, но и для уплотнения лопасти в рабочей полости.

Механизмы и системы двигателя

Топливоподкачивающий насос

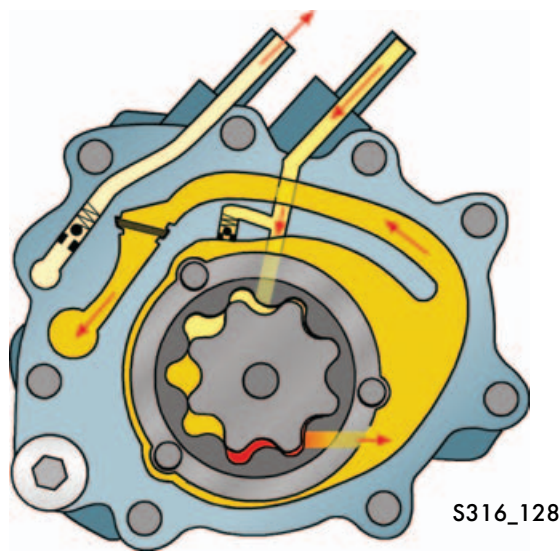
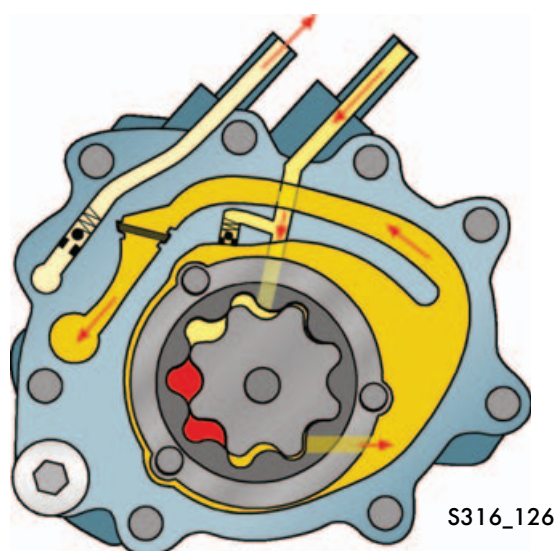


Топливоподкачивающий насос – это насос с внутренним зацеплением шестерен. Процессы всасывания и нагнетания топлива отображаются на рисунках посредством помеченной красным цветом дозы топлива, перемещаемой внутри насоса.

Давление подаваемого насосом топлива регулируется редукционным клапаном.

При частоте вращения коленчатого вала 4000 об/мин давление топлива может повышаться до 11,5 бар.

Установленный в системе возврата топлива редукционный клапан поддерживает в ней давление порядка 1 бар. Благодаря этому снижаются пульсации потока топлива, действующего на электромагнитные клапаны насос-форсунок.

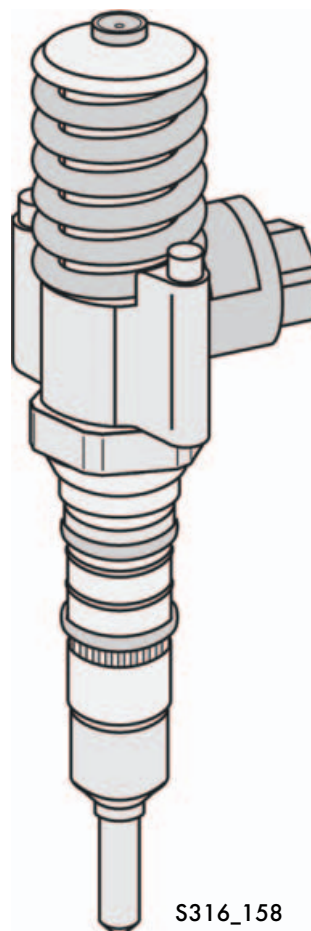


Насос-форсунка

На двухлитровый дизель TDI с 4-клапанной системой газораспределения устанавливаются насос-форсунки усовершенствованной конструкции.

Особенности конструкции модернизированной насос-форсунки:

- утонченный корпус и уменьшенные габариты,
- крепление в головке цилиндров посредством двух болтов,
- повышенные давления впрыска на частичных режимах работы двигателя,
- компенсационный поршень, снижающий шум при впрыске топлива,
- измененная опорная часть насос-форсунки с посадкой на конус.



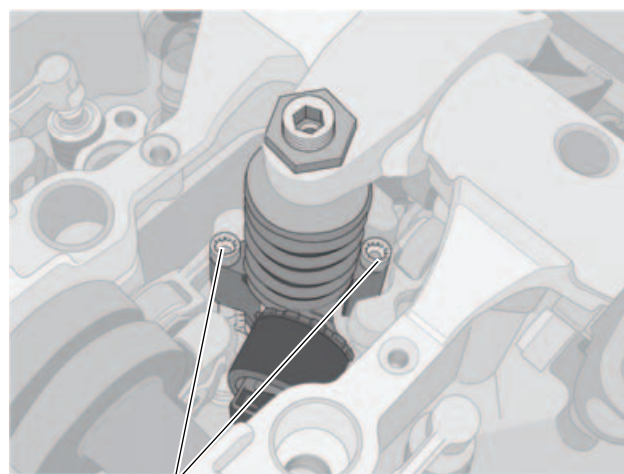
S316_158

Место установки насос-форсунки

Насос-форсунка расположена в головке цилиндров по оси цилиндра и непосредственно над центром камеры сгорания.

Крепление насос-форсунки

Крепление насос-форсунки осуществляется двумя болтами. Так как при этом практически не возникают поперечные усилия, вызывающие ее односторонний прижим, существенно снижается шум, передаваемый с форсунки на головку цилиндров.



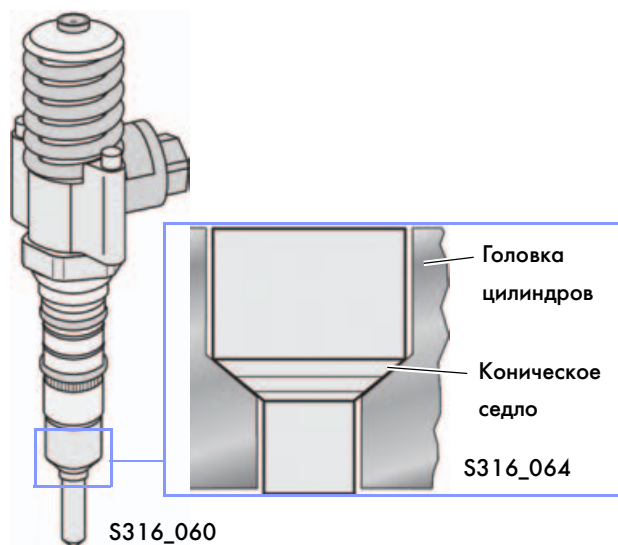
Болты крепления

S316_144

Посадка насос-форсунки на конус

Вновь разработанная конструкция опорной части насос-форсунки рассчитана на посадку на конус, благодаря чему обеспечивается надежное центрирование форсунки в колодце головки цилиндров. При этом обеспечивается необходимая плотность соединения без применения прокладки, которая обычно необходима при посадке на плоскую поверхность.

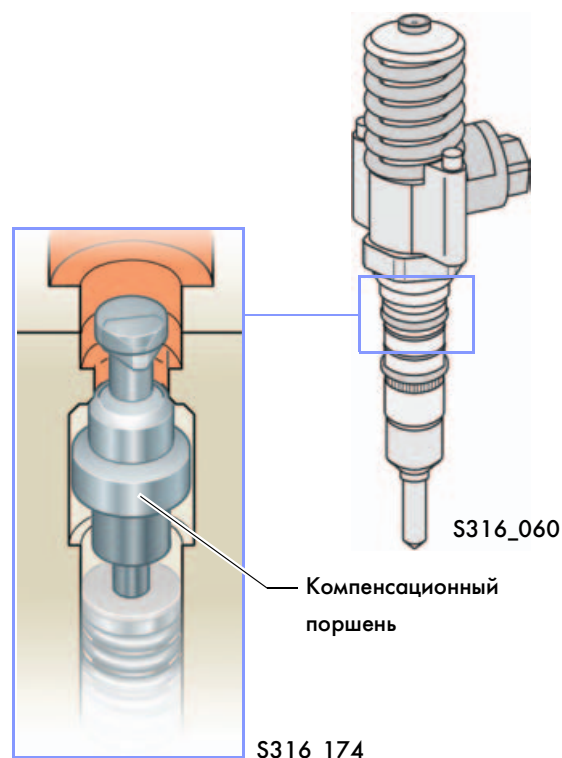
В результате изменения конструкции насос-форсунки отпала необходимость в ранее применяемых теплоизолирующей прокладке и нижнем уплотнительном кольце круглого сечения.



Компенсационный поршень с демпфером

Компенсационный поршень расположен между плунжерной парой и распылителем насос-форсунки. Он влияет на величину запальной дозы топлива и продолжительность ее подачи. Чтобы снизить шум, возникающий при впрыске топлива, насос-форсунку оснастили устройством, замедляющим движение компенсационного поршня в конце его хода. При работе насос-форсунки возникает шум вследствие:

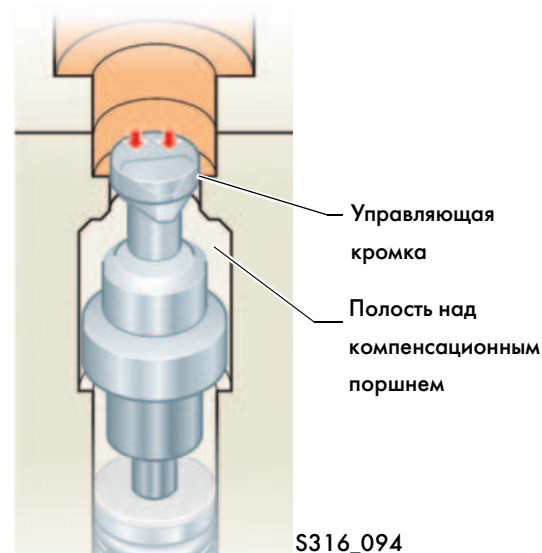
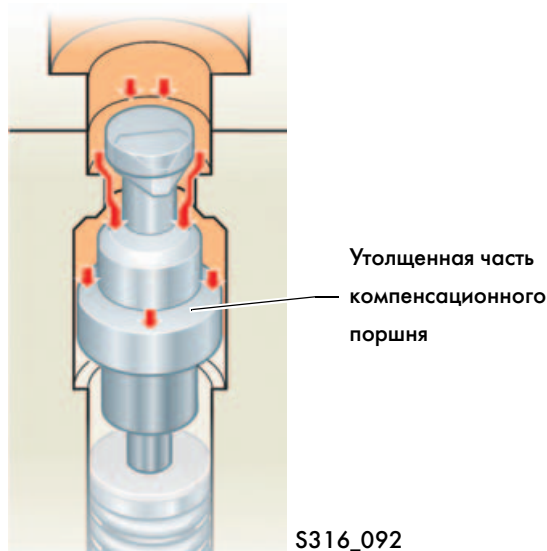
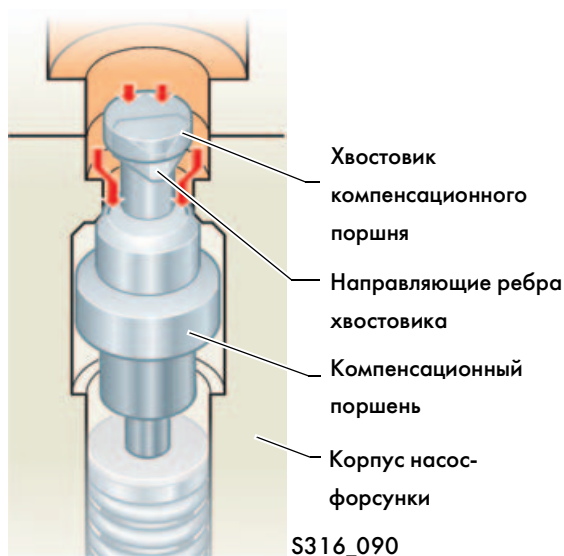
- резкого подъема и спада давления в полости высокого давления форсунки,
- кавитации при снижении давления,
- механических ударов при посадке на седло
 - компенсационного поршня,
 - сердечника электромагнитного клапана и
 - иглы распылителя.



Одним из самых эффективных и легко реализуемых способов снижения шума является торможение компенсационного поршня в конце его хода. Предназначенное для этого устройство называют "демпфером компенсационного поршня".

Действие этого устройства основано на снижении давления топлива, действующего на компенсационный поршень перед его подходом к механическому упору.

Принцип действия



Компенсационный поршень снабжен цилиндрическим хвостовиком с тремя направляющими ребрами. На цилиндрической части хвостовика предусмотрена управляющая кромка. В исходном состоянии компенсационный поршень находится в верхнем положении.

В начале движения компенсационного поршня создаваемое плунжером насос-форсунки давление топлива полностью передается на всю площадь компенсационного поршня. В результате этого создаются условия для быстрого завершения впрыска запальной дозы топлива.

Как только управляющая кромка цилиндрической части хвостовика заходит в предусмотренное для него отверстие, перекрывается поток топлива в полость над компенсационным поршнем. В результате резко снижается площадь поршня, находящаяся под действием давления топлива. При этом компенсационный поршень садится на упор с пониженной скоростью и шум от посадки поршня соответственно снижается.

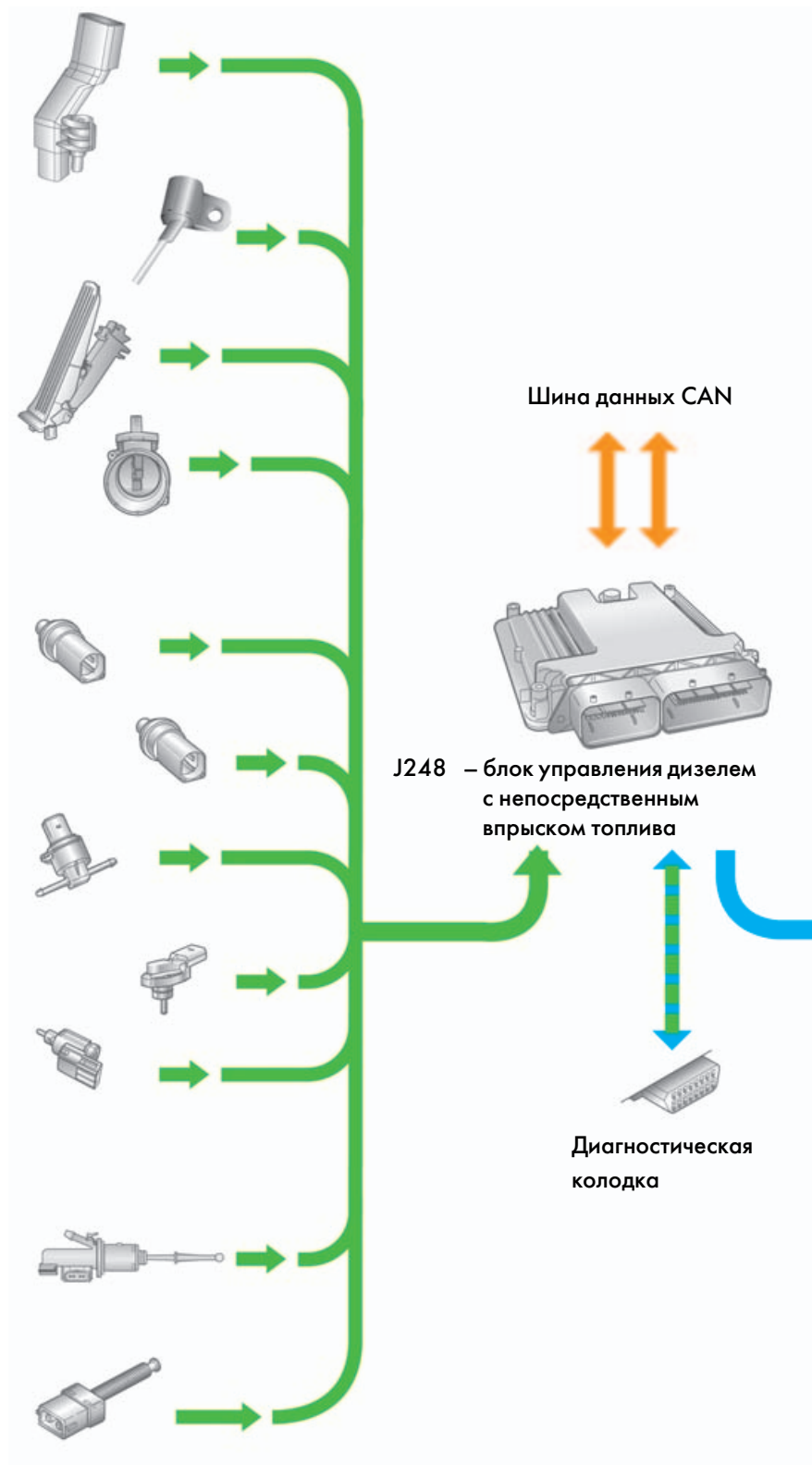


Система управления двигателем

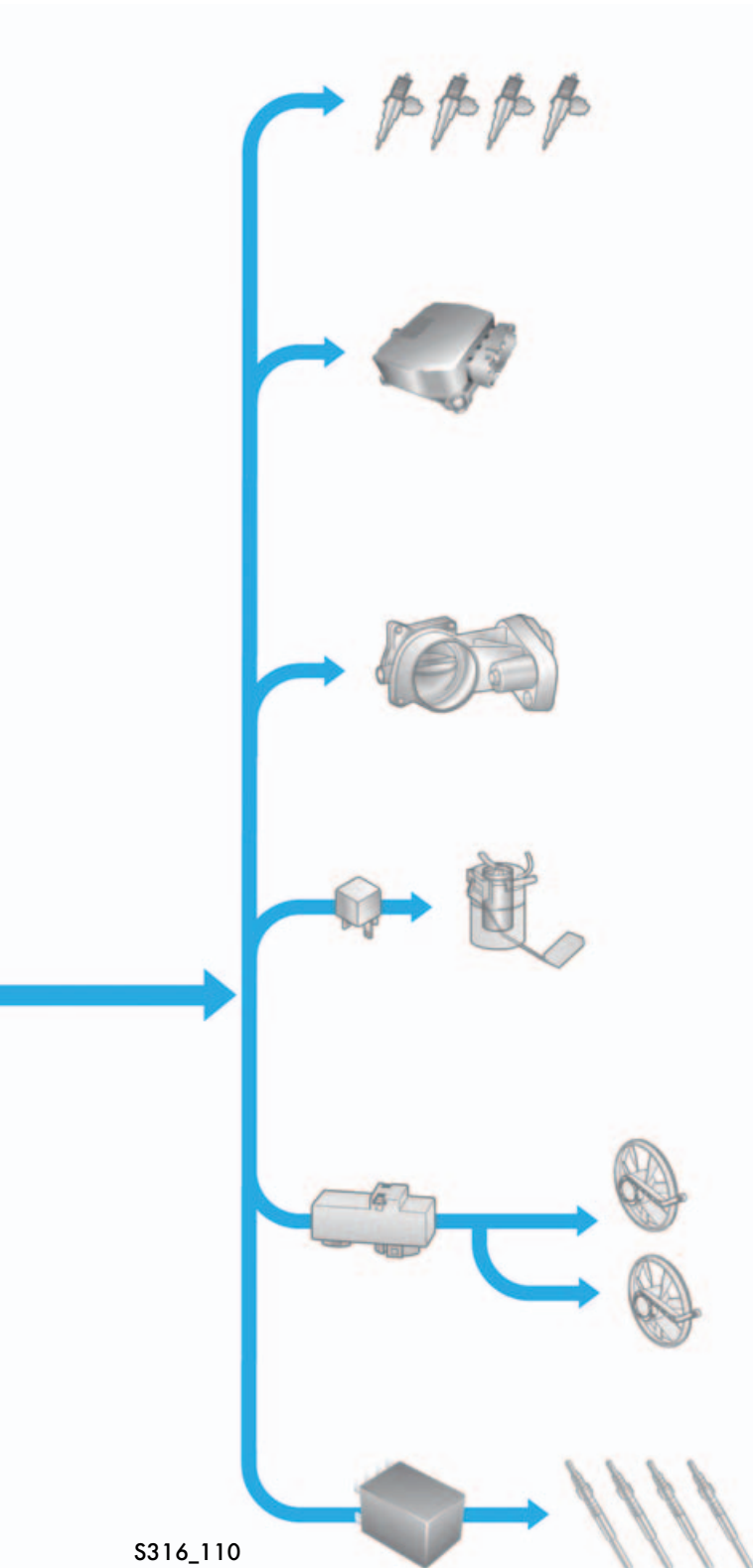
Структура системы

Датчики

- G28 – датчик частоты вращения коленчатого вала
- G40 – датчик Холла
- G79 – датчик 1 положения педали акселератора,
- G185 – датчик 2 положения педали акселератора
- G70 – измеритель массового расхода воздуха
- G62 – датчик температуры охлаждающей жидкости
- G83 – датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора
- G81 – датчик температуры топлива
- G42 – датчик температуры воздуха на впуске
- F – выключатель сигнала торможения,
- F47 – выключатель круиз-контроля на педали тормоза
- G476 – датчик положения педали сцепления
- G31 – датчик давления наддува



Исполнительные устройства



N240 – электромагнитный клапан насос-форсунки
1-го цилиндра,

N241 – электромагнитный клапан насос-форсунки
2-го цилиндра,

N242 – электромагнитный клапан насос-форсунки
3-го цилиндра,

N243 – электромагнитный клапан насос-форсунки
4-го цилиндра

Блок электромагнитных клапанов, содержащий:

N18 – клапан управления рециркуляцией газов,
N345 – клапан отключения охладителя
перепускаемых газов,

N75 – клапан ограничения давления наддува.

V157 – двигатель привода впускной заслонки

J17 – реле топливного насоса,

G6 – топливный электронасос

J293 – блок управления вентиляторами системы
охлаждения

V7 – двигатель вентилятора системы охлаждения

V35 – двигатель дополнительного вентилятора
системы охлаждения

J370 – блок управления свечами накаливания,

Q10 – свеча накаливания 1-го цилиндра,

Q11 – свеча накаливания 2-го цилиндра,

Q12 – свеча накаливания 3-го цилиндра,

Q13 – свеча накаливания 4-го цилиндра,

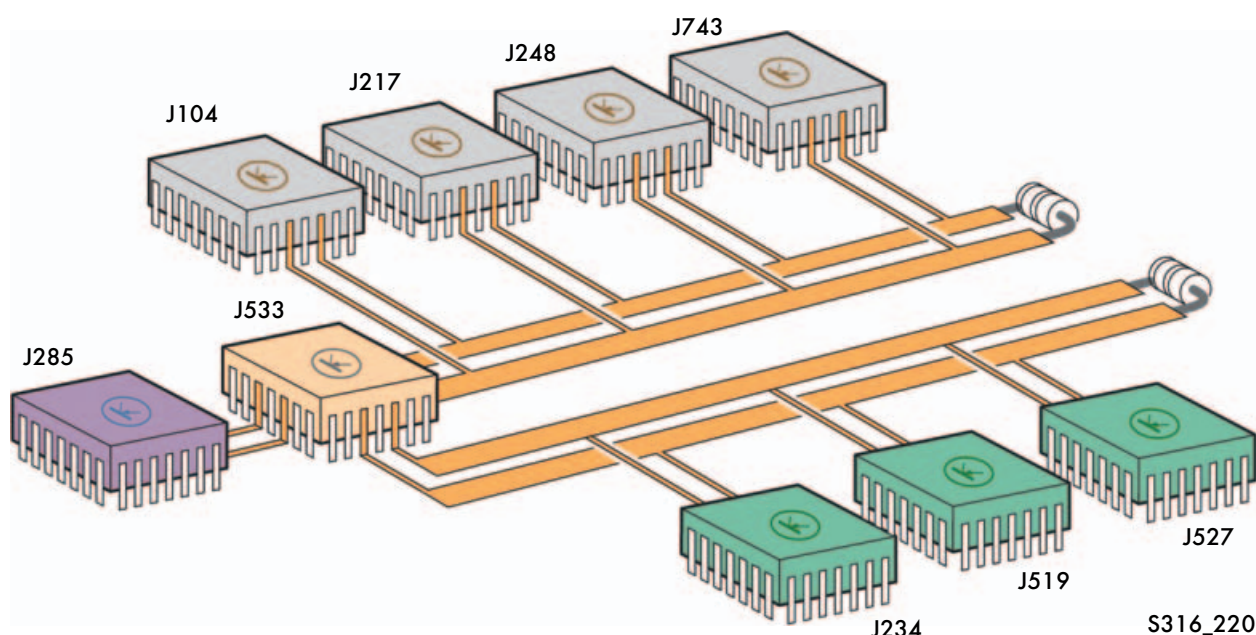


Система управления двигателем

Блоки управления, подключенные к шине данных CAN

На приведенном ниже рисунке показана схема подключения к шине данных CAN блока управления дизелем с непосредственным впрыском (J248) и ряда других блоков управления.

Посредством шины CAN осуществляется обмен данными между отдельными блоками управления. Например, блок управления дизелем с непосредственным впрыском топлива получает сигнал скорости автомобиля с датчиков частоты вращения его колес через блок управления системой ABS.

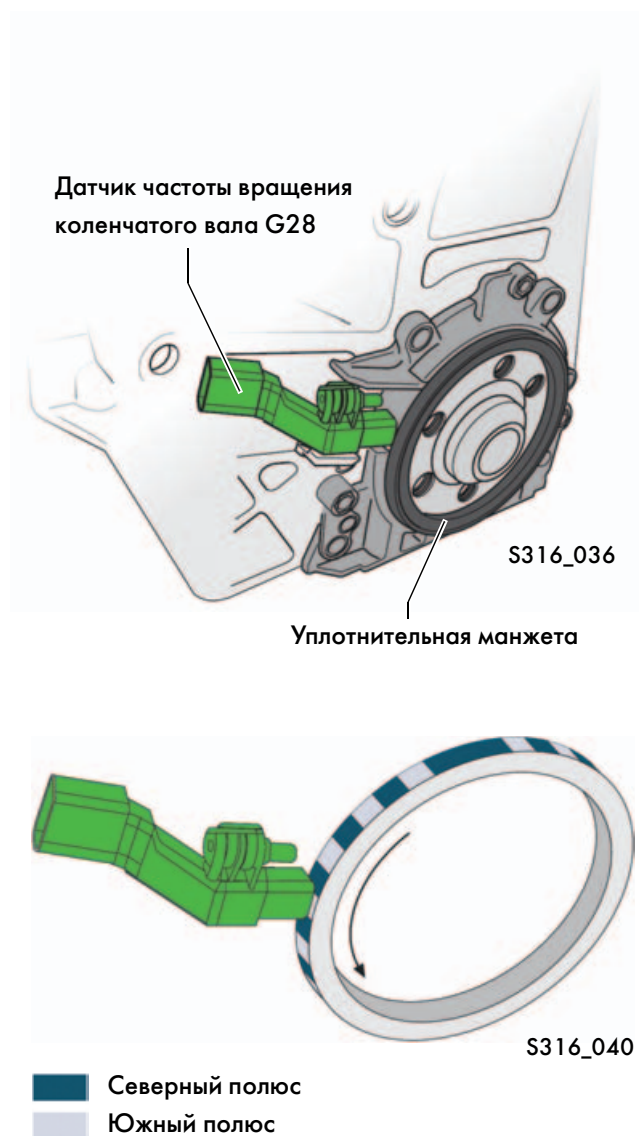


- J104 – блок управления системой ABS с ESP
- J217 – блок управления автоматической коробкой передач
- J234 – блок управления подушками безопасности
- J248 – блок управления дизелем с непосредственным впрыском топлива
- J285 – блок управления с дисплеем в комбинации приборов
- J519 – блок управления бортовой электросетью
- J527 – блок управления электронными приборами на рулевой колонке
- J533 – диагностический интерфейс сопряжения шин данных
- J743 – система управления Mechatronic коробкой передач DSG

Условные обозначения:

-  – шина данных CAN силового агрегата
-  – шина данных CAN системы "Комфорт"
-  – шина данных CAN информационной системы

Датчик частоты вращения коленчатого вала (G28)



Датчик частоты вращения коленчатого вала встроен в корпус заднего уплотнения коленчатого вала. В корпус уплотнения вставляется манжета из фторопласта.

Действие датчика частоты вращения коленчатого вала основано на эффекте Холла. Датчик закрепляется в корпусе заднего уплотнения посредством резьбы. В качестве задающего элемента датчика используется кольцо, которое напрессовывается на фланец коленчатого вала в точно заданном положении.

На стальном задающем кольце предусмотрено покрытие из резины с распределенными в ней металлическими частицами. Эти частицы намагничены таким образом, что северные и южные полюса чередуются по окружности кольца. В качестве начала отсчета датчика используется зона магнитной дорожки с расположенными рядом северными полюсами, ширина которых больше, чем у прочих полюсов. Таким образом получен задающий диск типа "60-2-2".

Использование сигнала датчика

По сигналам датчика блок управления определяет не только частоту вращения коленчатого вала, но и его точное положение. Эта информация используется при расчете дозы впрыскиваемого топлива и опережения его подачи.

Последствия при отсутствии сигнала

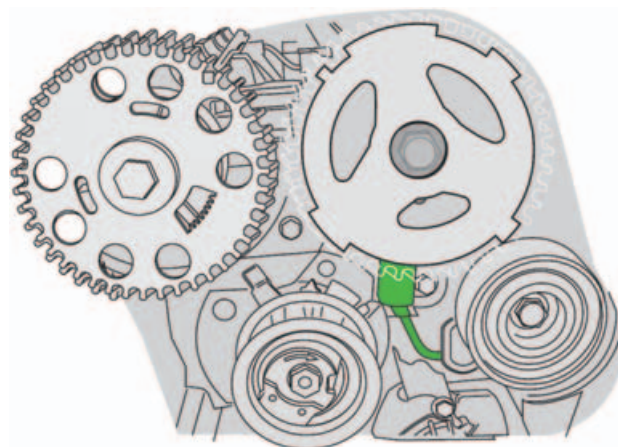
При выходе из строя датчика частоты вращения коленчатого вала двигатель продолжает работать в аварийном режиме. При этом частота вращения коленчатого вала поддерживается в пределах от 3200 до 3500 об/мин.



Система управления двигателем

Датчик Холла (G40)

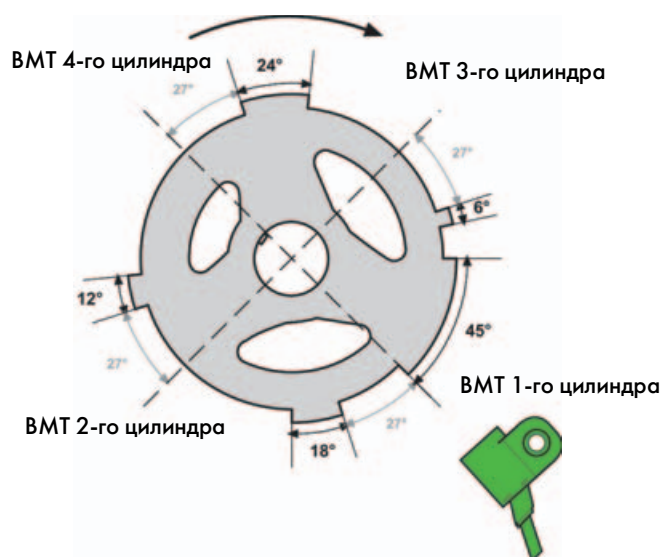
Датчик Холла расположен на головке цилиндров под впускным распределительным валом. Он взаимодействует с задающим диском для ускоренного пуска двигателя, с помощью которого определяется положение этого распределительного вала.



S316_044

Конструкция задающего диска на распределительном валу была разработана заново. Датчик Холла (G40) обеспечивает работу двигателя в аварийном режиме при выходе из строя датчика частоты вращения коленчатого вала.

По окружности задающего диска расположены 4 сегмента, ширина которых соответствует 6° , 12° , 18° и 24° по углу поворота распределительного вала. Различная ширина сегментов необходима для определения порядка работы цилиндров двигателя. Еще один сегмент, ширина которого соответствует 45° по углу поворота распределительного вала, служит для определения последовательности работы цилиндров в аварийном режиме.



S316_046

Использование сигнала датчика

При пуске двигателя сигнал датчика Холла позволяет определять точное положение распределительного вала относительно коленчатого вала. В совокупности с сигналом датчика частоты вращения коленчатого вала G28 сигнал датчика Холла позволяет определять, в каком цилиндре поршень подошел к ВМТ на такте сжатия.

Последствия при отсутствии сигнала датчика

При отсутствии сигнала датчика Холла используется только сигнал датчика частоты вращения коленчатого вала. При этом пуск двигателя может происходить с некоторой задержкой из-за отсутствия информации о положении распределительного вала, по которому определяется последовательность работы цилиндров.

Работа двигателя в аварийном режиме

В противоположность к ранее выпускавшимся двигателям TDI новый дизель способен работать после выхода из строя датчика частоты вращения коленчатого вала или при поступлении с него сигналов неопределенной формы.

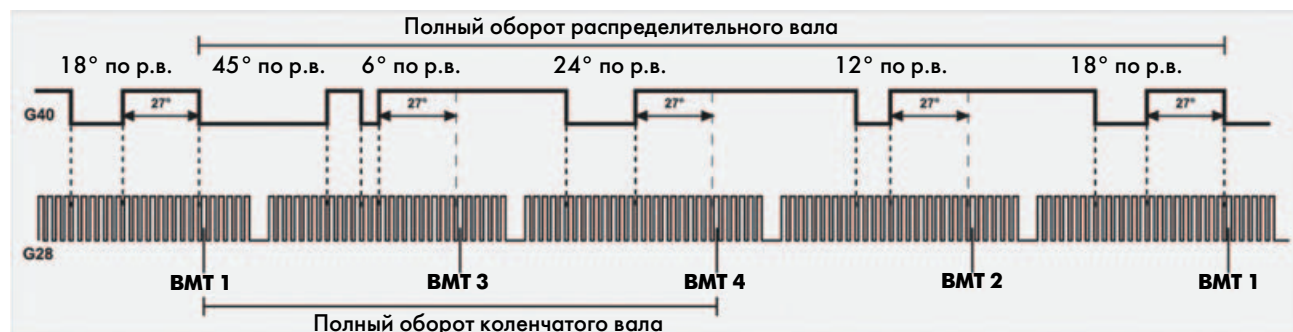
При работе в аварийном режиме блок управления двигателем использует только сигналы датчика, получаемые при прохождении задних кромок сегментов задающего диска мимо датчика Холла. Это объясняется тем, что возникающие при пуске двигателя колебания коленчатого вала являются причиной поступления на вход блока управления большого числа излишних сигналов, которые затрудняют правильное определение последовательности работы цилиндров.

В качестве начала отсчета в данном случае служит ВМТ сжатия в 3-ем цилиндре, определяемая по сигналу, генерируемому при прохождении мимо датчика задней кромки 45-градусного сегмента.

При работе в аварийном режиме:

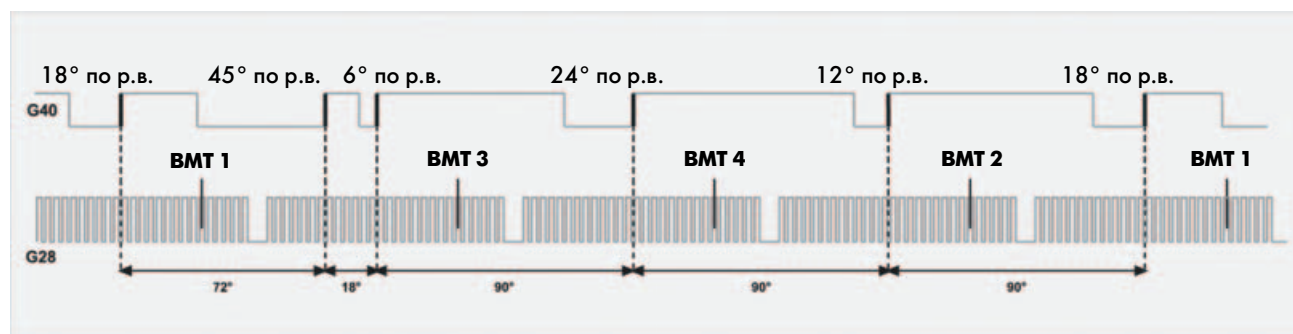
- частота вращения коленчатого вала ограничивается диапазоном от 3200 до 3500 об/мин,
- доза впрыскиваемого в цилиндры топлива уменьшается,
- период пуска двигателя увеличивается.

Вид сигналов датчика Холла G40 (на распределительном вале) и датчика частоты вращения коленчатого вала G28 при работе двигателя в нормальном режиме



S316_048

Вид сигналов датчика Холла G40 (на распределительном вале) и датчика частоты вращения коленчатого вала G28 при работе двигателя в аварийном режиме



S316_050



Система управления двигателем

Датчик положения педали сцепления (G476)

Датчик положения педали сцепления установлен на главном цилиндре его привода. По сигналу этого датчика определяется начало перемещения педали сцепления.

Использование сигнала датчика

При воздействии на педаль сцепления производится

- отключение системы круиз-контроля и
- кратковременное ограничение подачи топлива для снижения дерганья двигателя при включении очередной передачи.



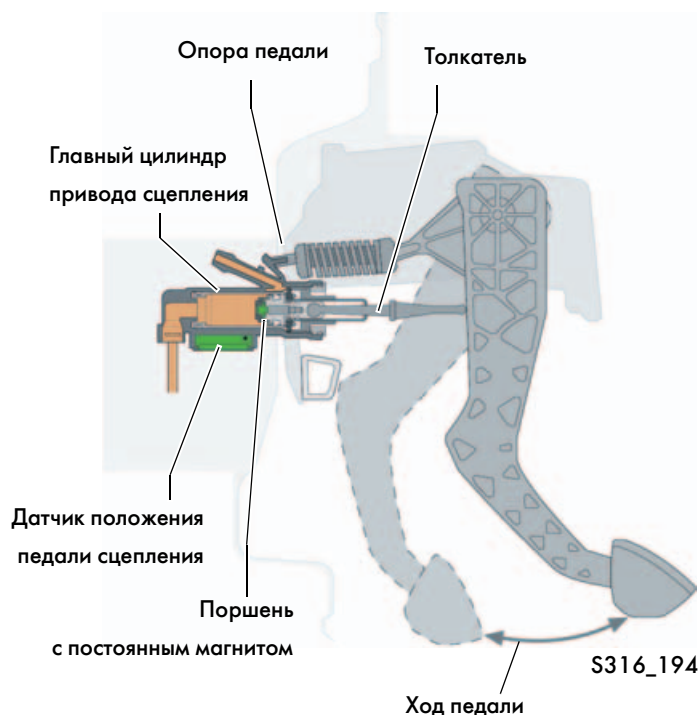
Педали сцепления с датчиком
ее положения

S316_191

Устройство датчика

Главный цилиндр привода сцепления закреплен на опоре педали посредством штыкового затвора.

При воздействии на педаль сцепления ее перемещение передается через толкатель на поршень главного цилиндра.

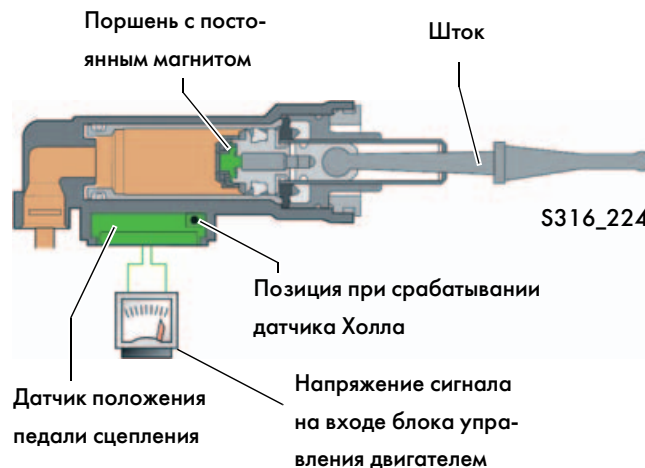


S316_194

Датчик действует следующим образом.

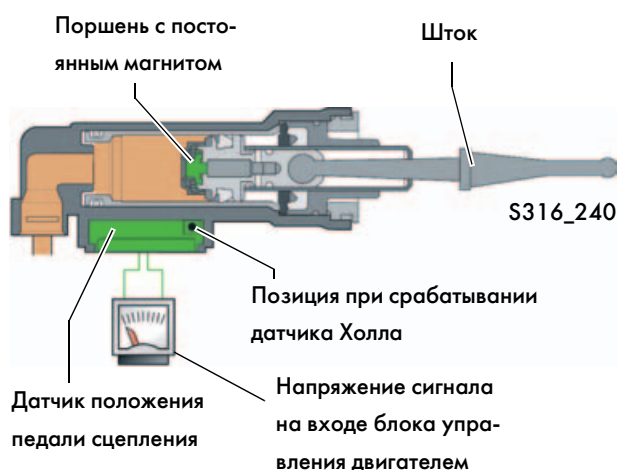
При отсутствии воздействия на педаль сцепления

При отсутствии воздействия на педаль сцепления толкатель и поршень главного цилиндра неподвижны. При этом электронная схема датчика вырабатывает сигнал, напряжение которого на 2 В меньше напряжения в бортовой сети автомобиля. По величине этого напряжения блок управления двигателем распознает исходное положение педали сцепления.



При воздействии на педаль сцепления

Перемещение педали сцепления передается через толкатель на поршень, который перемещается в направлении к датчику положения педали. На переднем конце поршня закреплен постоянный магнит. Как только воздействие магнита на датчик Холла достигает порогового значения, электронная схема датчика снижает напряжение сигнала на входе блока управления двигателем до значений от 0 до 2 В. Пониженное напряжение сигнала датчика позволяет блоку управления распознать процесс выключения сцепления.



Последствия при отсутствии сигнала датчика

При выходе из строя датчика положения педали сцепления перестает действовать система круиз-контроля, а при переключении передач может возникать дерганье двигателя.



Система управления двигателем

Датчики положения педали акселератора (G79 и G185)

В состав модуля педали акселератора входят два датчика ее положения. Это бесконтактные датчики, принцип действия которых основан на измерении индукции чувствительного элемента.

К преимуществам датчиков следует отнести:

- отсутствие износа чувствительных элементов ввиду бесконтактного принципа действия,
- исключение операции базовой установки перехода на режим "Кик-даун", так как датчики встроены в модуль педали и не зависят от ее расстояния до деталей кузова.

Использование сигналов датчиков

Блок управления двигателем рассчитывает дозу впрыскиваемого топлива в соответствии с сигналами датчиков положения педали акселератора.



S316_193

Педаль акселератора
с датчиками ее положения

Последствия при отсутствии сигналов датчиков

При выходе из строя одного или обоих датчиков вводятся соответствующие данные в память регистратора неисправностей и включается контрольная лампа акселератора.

При этом выключаются все повышающие комфорт функции, например, система круиз-контроля или регулирование тормозного момента двигателя.

При выходе из строя одного из датчиков

система управления переводит двигатель сначала на режим холостого хода. Если в течение определенного контрольного времени система обнаруживает, что второй датчик действует и выдает сигнал холостого хода, она разрешает движение автомобиля в соответствии с сигналом исправного датчика.

Однако в этом случае при нажмие педали акселератора двигатель раскручивается в замедленном темпе.

При выходе из строя обоих датчиков

двигатель может работать только с повышенной частотой холостого хода (не выше 1500 об/мин), не реагируя на педаль акселератора.

Устройство модуля педали

Модуль педали акселератора содержит помимо самой педали и ее основания два датчика положения (G79 и G185) и механическую передачу, преобразующую движение педали в поступательное перемещение деталей датчиков.

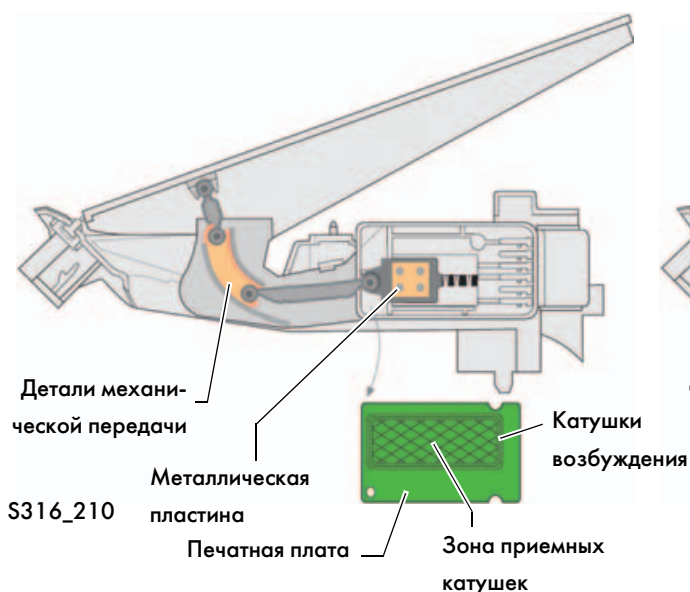
Датчики смонтированы на общей печатной плате. Каждый датчик состоит из катушки возбуждения, трех приемных катушек и электронных элементов регулирования и обработки сигналов. По соображениям безопасности датчики действуют независимо один от другого.



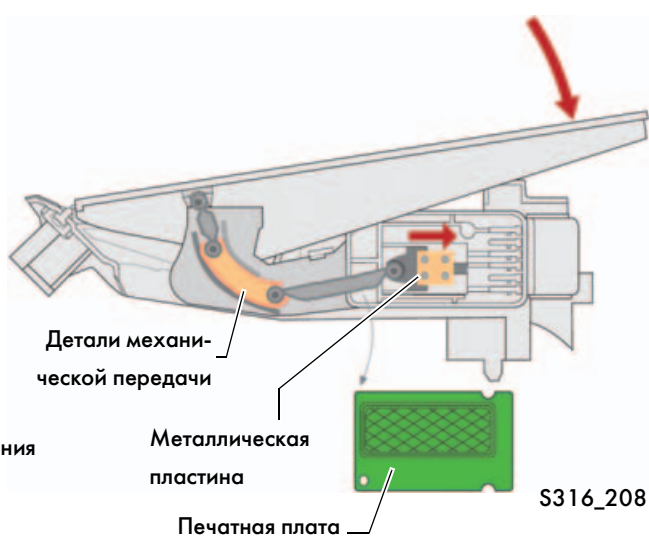
Механическая передача преобразует угловое перемещение педали в поступательное движение задающего элемента датчиков.

В качестве задающего элемента используется металлическая пластина, перемещаемая при ходе педали вдоль печатной платы с минимальным расстоянием от нее.

При нахождении педали в исходном положении



При ходе педали



Система управления двигателем

Принцип действия датчиков

На электронную схему модуля педали акселератора подается питание под напряжением 5 В, которое используется для создания переменного тока высокой частоты, питающего катушки возбуждения. Катушки возбуждения создают переменное магнитное поле, действующее на подвижную металлическую пластину. В результате этого воздействия вокруг пластины создается собственное магнитное поле.

Это зависящее от положения пластины поле действует на приемные катушки, генерируя в них переменные токи, которые используются для выработки выходного сигнала датчика.

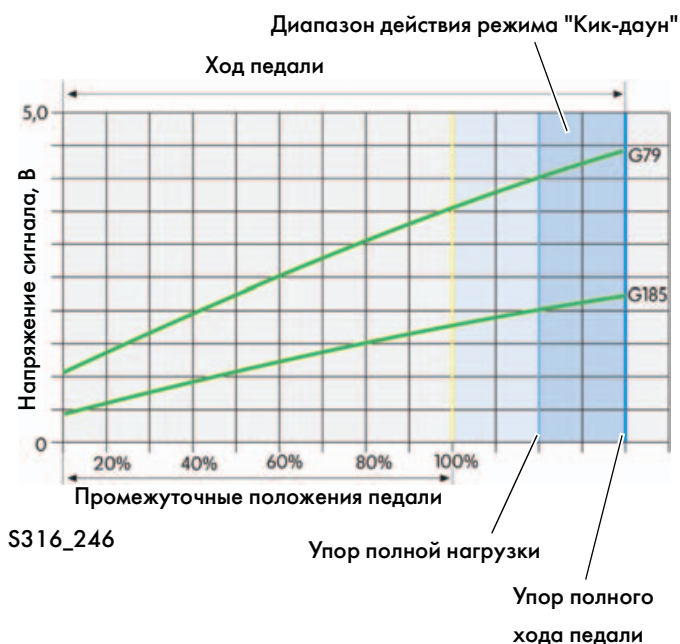
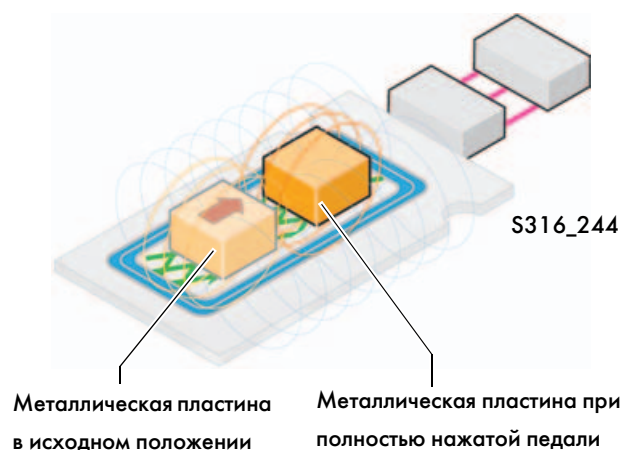
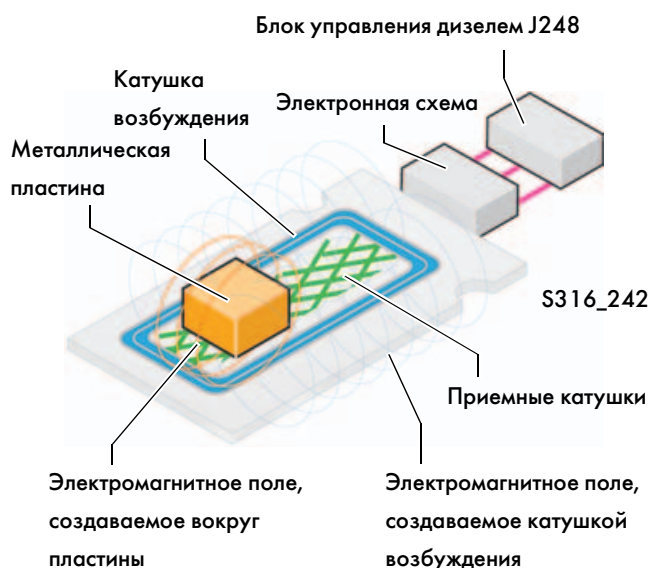
Напряжение индуцируемого каждой приемной катушкой тока зависит, таким образом, от положения относительно нее металлической пластины. Последняя может перекрывать приемные катушки в различной степени.

В исходном положении педали перекрытие наименьшее, поэтому напряжение индуцируемого тока минимальное.

При полностью нажатой педали (в частности при переходе на режим "Кик-даун" автоматической коробки передач) перекрытие катушек подвижной пластиной максимальное, поэтому напряжение индуцируемого тока принимает наибольшее значение.

Обработка сигнала

В электронной схеме индуцируемые тремя катушками переменные токи выпрямляются и усиливаются, а их напряжения соотносятся друг с другом. После обработки получается сигнал, напряжение которого линейно изменяется по ходу педали. Этот сигнал направляется на вход блока управления двигателем.

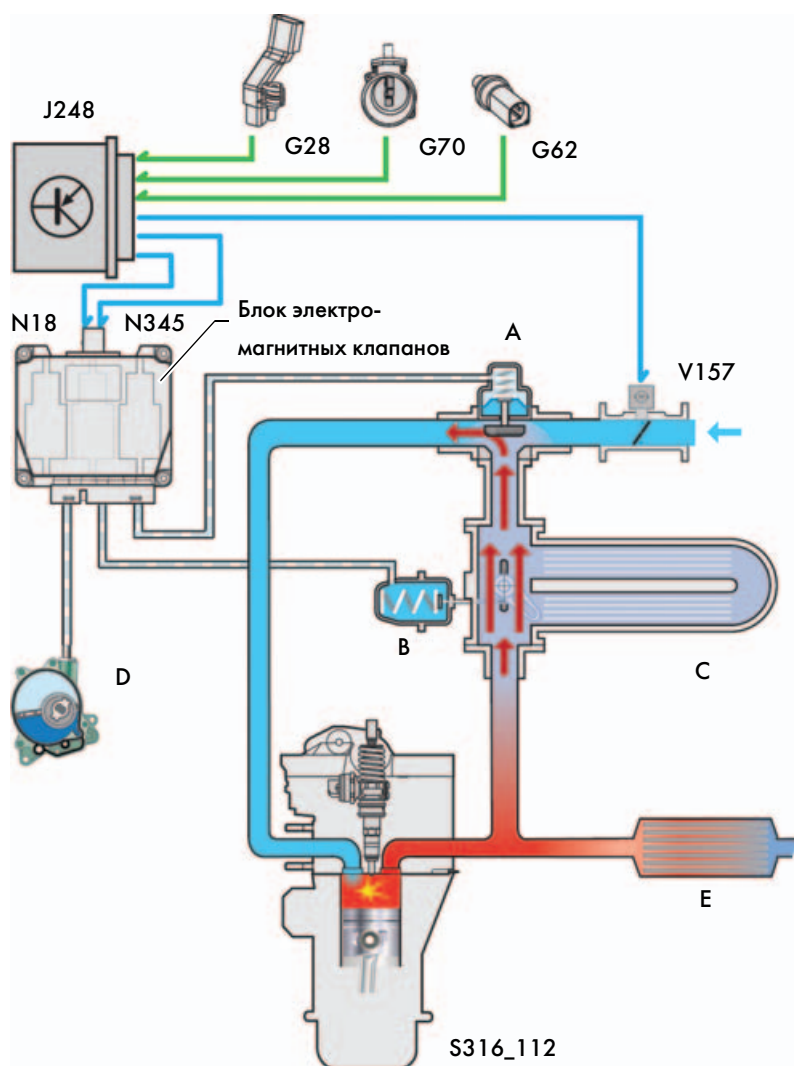


Система рециркуляции отработавших газов

Рециркуляция отработавших газов (ОГ) заключается в перепуске их части во впускную систему двигателя и последующему возврату в камеры сгорания. Так как эти газы содержат очень мало кислорода, максимальные температура и давление при сгорании топлива снижаются. В результате уменьшается выброс оксидов азота.

Количество перепускаемых ОГ зависит от:

- частоты вращения коленчатого вала,
- цикловых доз впрыскиваемого топлива,
- поступающей в цилиндры массы воздуха,
- температуры воздуха на входе в двигатель и
- давления окружающего воздуха.



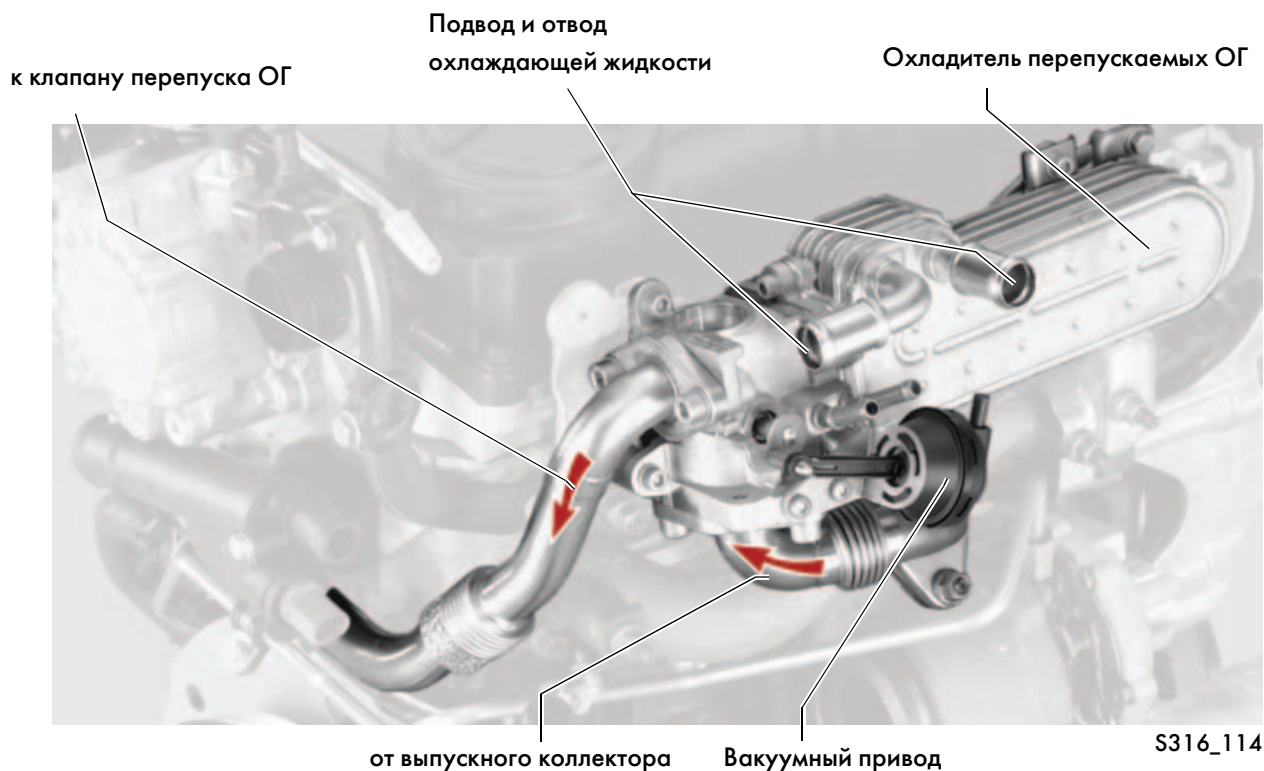
- G28 – датчик частоты вращения коленчатого вала
- G62 – датчик температуры охлаждающей жидкости
- G70 – измеритель массового расхода воздуха
- J248 – блок управления дизелем с непосредственным впрыском топлива
- N18 – клапан управления рециркуляцией ОГ
- N345 – клапан отключения охладителя перепускаемых ОГ
- V157 – электропривод впускной заслонки
- A – клапан перепуска ОГ
- B – вакуумный привод
- C – охладитель перепускаемых ОГ
- D – вакуумный насос
- E – нейтрализатор

Рециркуляция ОГ производится в соответствии с многопараметровой характеристикой, сохраняемой в памяти блока управления двигателем.

Система управления двигателем

Отключаемый охладитель перепускаемых газов

Двухлитровый дизель TDI мощностью 103 кВт оснащен отключаемым охладителем перепускаемых газов.



Принцип действия охладителя перепускаемых газов

Охлаждение перепускаемых газов приводит к снижению температуры при сгорании топлива, а также позволяет увеличить количество перепускаемых газов. Оба фактора приводят к снижению выброса вредных веществ.

Охладитель газов сделали отключаемым, чтобы ускорить прогрев двигателя и нейтрализатора до рабочих температур. При завершении прогрева охладитель подключается и обеспечивает охлаждение перепускаемых газов.

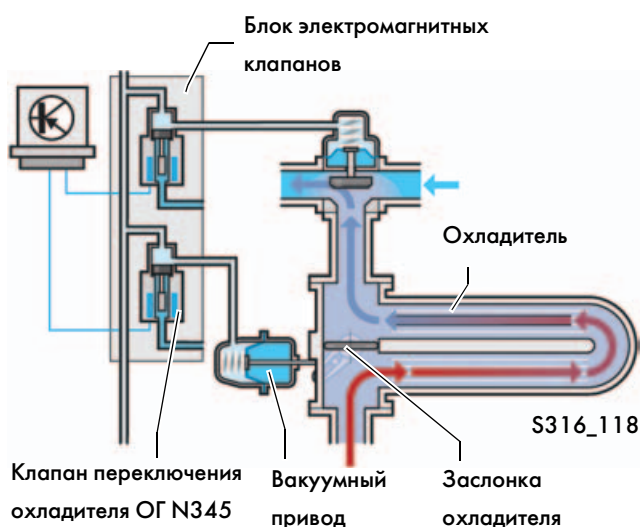
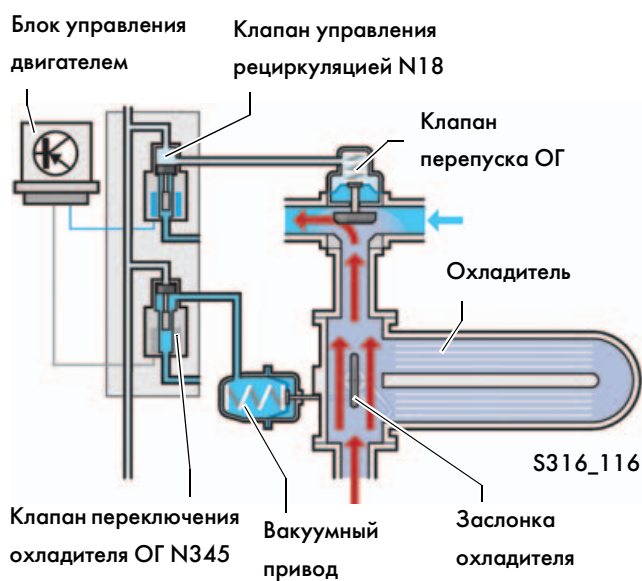
Охладитель отключен

При температуре окружающей жидкости ниже 50°C заслонка в охладителе открыта, поэтому газы проходят в обход его.

В результате этого двигатель и нейтрализатор прогреваются за кратчайшее время. Выброс углеводородов, окиси углерода и частиц соответственно снижается.

Охладитель подключен

При повышении температуры охлаждающей жидкости до 50°C заслонка в охладителе закрывается в результате срабатывания клапана управления. Перепускаемые газы при этом направляются через охладитель. Охлаждение газов приводит к снижению выбросов оксидов азота.



Система управления двигателем

Система облегчения пуска с свечами накаливания

На двухлитровом дизеле TDI мощностью 103 кВт применена новая система облегчения пуска с свечами накаливания.

Отличительной особенностью этой системы является сокращенное до минимума время подготовки дизеля к пуску. Она позволяет запускать дизель практически при всех климатических условиях так же быстро, как бензиновый двигатель. При этом не нужно долго ждать, пока разогреются свечи накаливания.

Одно из 6 сопел форсунки служит для образования "запального" факела, благодаря которому существенно облегчается пуск холодного двигателя и улучшается его работа в процессе прогрева.

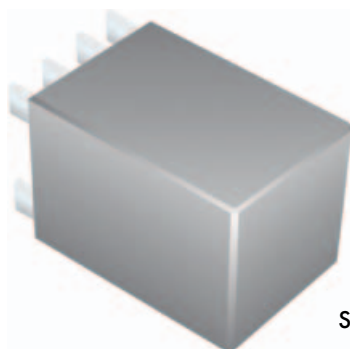
К преимуществам новой системы облегчения пуска следует отнести:

- надежный пуск при температурах до минус 24°C;
- особо быстрый разогрев свечей накаливания, при котором их температура повышается до 1000°C за 2 секунды;
- регулирование температуры свечей при подготовке двигателя к пуску и при его прогреве;
- пригодность к контролю посредством системы самодиагностики;
- пригодность к включению в систему бортовой диагностики Euro-On-Board-Diagnose.

Структура системы



Блок управления свечами накаливания (J370)



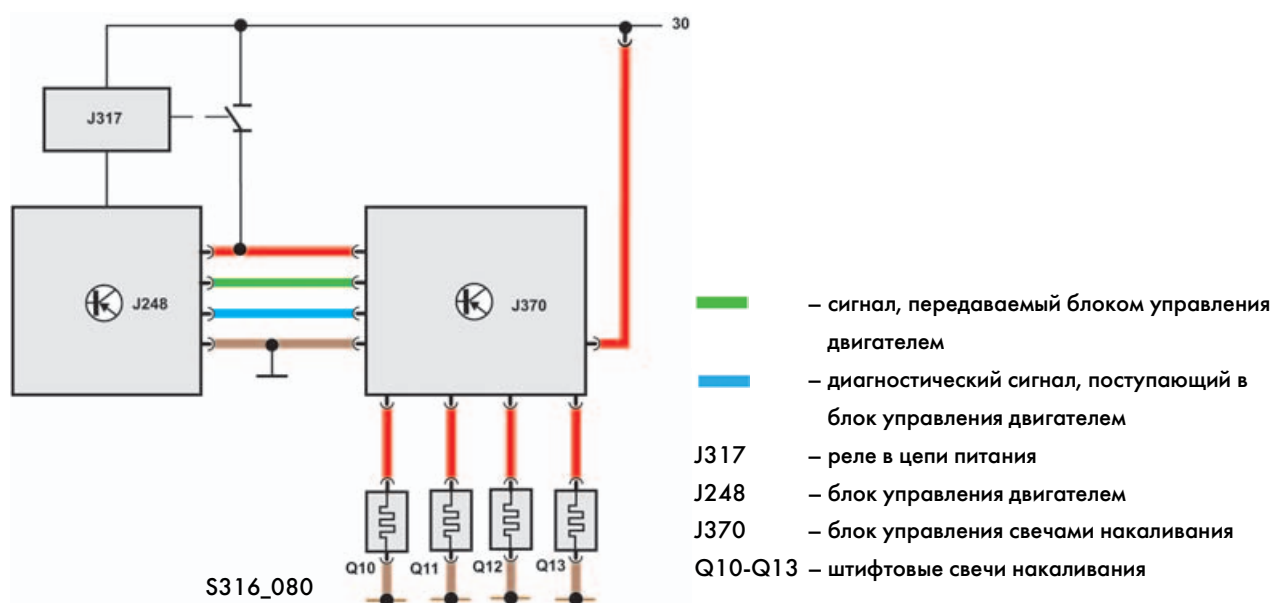
S316_218

Блок управления свечами накаливания получает необходимую для его работы информацию от блока управления двигателем, который определяет необходимость включения свечей перед пуском двигателя, продолжительность их включения, а также частоту и скважность подаваемых на них импульсов питания.



Блок управления свечами накаливания выполняет следующие функции:

1. Включает и выключает свечи накаливания по сигналу с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), а именно:
 - включает свечи при низком уровне сигнала ШИМ,
 - выключает их при высоком уровне сигнала ШИМ.
2. Выключает свечи при чрезмерно высоком напряжении подводимого к ним питания и при их перегреве.
3. Контролирует каждую свечу в отдельности, а именно:
 - распознает повышенный ток и короткое замыкание в цепи свечи,
 - отключает неисправную цепь,
 - проводит диагностику электронной схемы управления свечами,
 - распознает обрывы в цепях отдельных свечей.



Система управления двигателем

Свечи накаливания

Свечи накаливания являются компонентами системы облегчения пуска.

Вводимое в камеру сгорания тепло, полученное в результате преобразования электроэнергии, создает оптимальные условия для воспламенения впрыснутого топлива.

Свеча накаливания состоит из корпуса, штифта с нагревательной и регулирующей спиралью и контактного вывода.

Новые свечи накаливания рассчитаны на номинальное напряжение 4,4 В. В отличие от обычных саморегулируемых свечей штифтового типа они оснащены укороченными на одну треть регулирующей и нагревательной спиралью. Благодаря этому удалось сократить время их разогрева до 2 секунд.

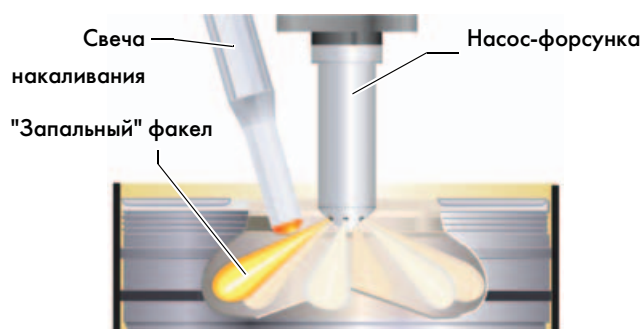
Ввиду применения 4-клапанной системы газораспределения найти место для размещения свечи накаливания в головке цилиндров затруднительно. В данном случае это удалось сделать, применив свечи накаливания с уменьшенным диаметром корпуса.



Недопустима проверка работоспособности свечей подачей на них напряжения 12 В, так как они при этом достигают температуру плавления.

Принцип действия "запального" факела

Двухлитровый дизель TDI укомплектован 6-сопловыми форсунками. Одно из сопел расположено так, что образуемый на его выходе факел проходит на оптимальном для воспламенения расстоянии от свечи накаливания. Этот "запальный" факел существенно облегчает пуск двигателя и улучшает его работу при прогреве.



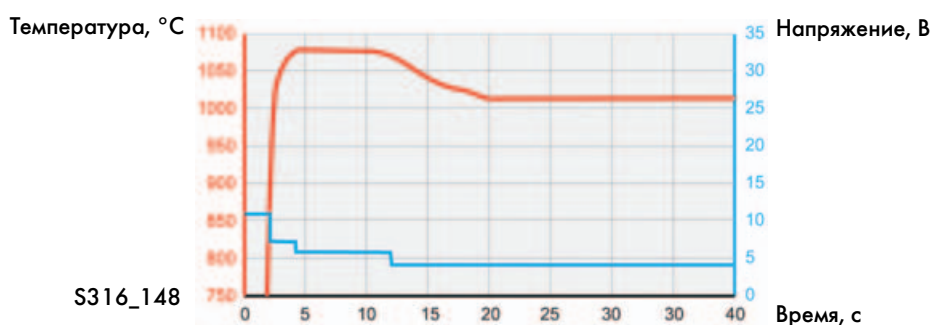
С316_190

Предпусковой разогрев свечей накаливания

Если температура охлаждающей жидкости не превышает 14°C , при включении электропитания автоматически вступает в действие система облегчения пуска с свечами накаливания.

Включение свечей производится их блоком управления по сигналу ШИМ, вырабатываемым блоком управления двигателем. Подача напряжения питания на свечи производится в виде импульсов, ширина которых изменяется в соответствии с управляющим сигналом ШИМ.

В первой фазе предпускового разогрева свечей накаливания, длительность которой не превышает двух секунд, на них подается напряжение порядка 11 В. В последующих фазах работы свечей блок управления снижает напряжение питания в соответствии с условиями работы двигателя.



Работа свечей накаливания при прогреве двигателя

После пуска двигателя свечи накаливания остаются включенными, благодаря чему снижается производимый двигателем шум и уменьшается выброс несгоревших углеводородов.

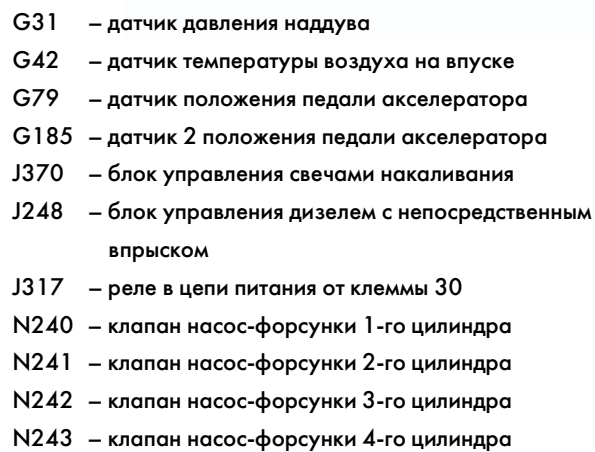
При этом блок управления двигателем изменяет питание свечей в зависимости от нагрузки и частоты вращения последнего.

При работе двигателя свечи накаливания охлаждаются потоками воздуха, обтекающими их в процессе газообмена. Если не изменять напряжение питания, температура свечей снижается при повышении частоты вращения коленчатого вала.

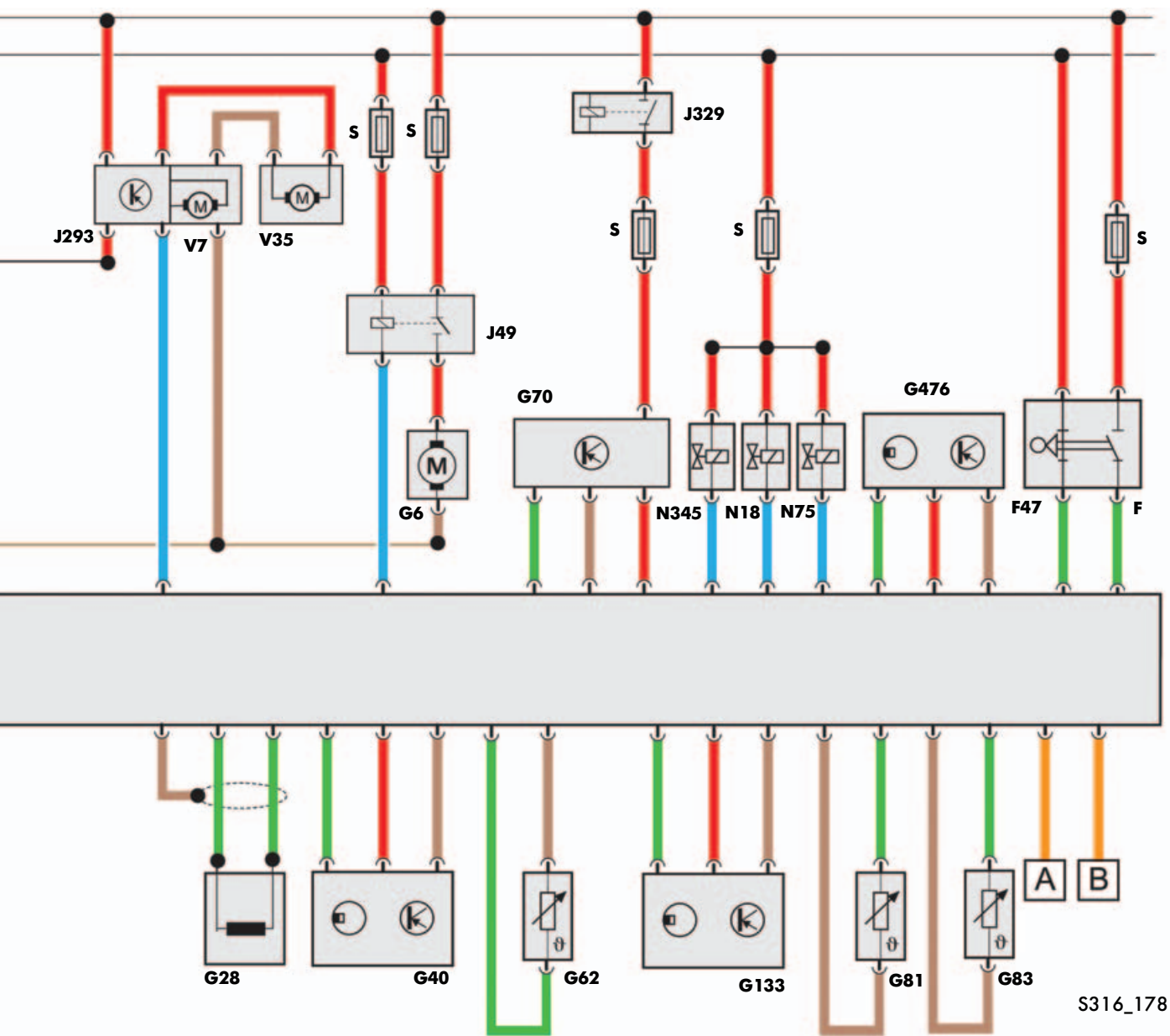
Чтобы противостоять этим факторам, блок управления двигателем повышает напряжение питания свечей в соответствии с многопараметровой характеристикой, а именно, в зависимости от нагрузки двигателя и частоты вращения его вала.



При температуре охлаждающей жидкости выше 20°C свечи накаливания не включаются. После пуска двигателя они остаются включенными не дольше трех минут.



-  – входной сигнал
-  – выходной сигнал
-  – "Плюс"
-  – "Масса"
-  – шина данных CAN

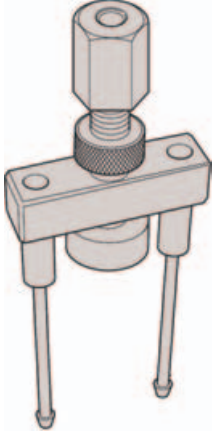
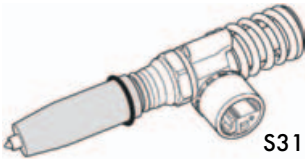
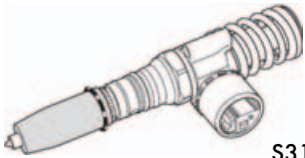
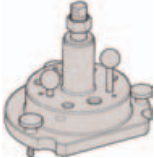


S316_178

- | | | | |
|------|--|------|---|
| A | – провод Low шины CAN | G476 | – датчик положения педали сцепления |
| B | – провод High шины CAN | J49 | – реле топливного электронасоса II |
| F | – выключатель сигнала торможения | J293 | – блок управления вентиляторами системы охлаждения |
| F47 | – выключатель круиз-контроля на педали тормоза | J329 | – реле в цепи питания от клеммы 15 |
| G6 | – топливный электронасос | N18 | – клапан управления рециркуляцией ОГ |
| G28 | – датчик частоты вращения коленчатого вала | N75 | – электромагнитный клапан ограничения давления наддува |
| G70 | – измеритель массового расхода воздуха | N345 | – клапан переключения охладителя перепускаемых газов |
| G40 | – датчик Холла | V7 | – двигатель вентилятора системы охлаждения |
| G62 | – датчик температуры охлаждающей жидкости | V35 | – двигатель вспомогательного вентилятора системы охлаждения, справа |
| G81 | – датчик температуры топлива | | |
| G83 | – датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора | | |
| G133 | – датчик состава топлива | | |

Техническое обслуживание

Новые специальные инструменты и приспособления

Наименование	Инструмент, приспособление	Применение
T10163 Съемник	 S316_066	Для снятия насос-форсунок в сочетании с ударным приспособлением T10133/3
T10164/1 Монтажная втулка	 S316_068	Для снятия и установки колец круглого сечения
T10164/2 Монтажная втулка	 S316_070	Для снятия и установки уплотнительных колец круглого сечения
T10134 Оправка	 S316_102	Для установки корпуса уплотнения с задающим кольцом



Контрольные вопросы

1. Корпус подшипников распределительных валов двухлитрового дизеля TDI ...

- ☐ а) ... состоит из двух деталей: верхнего и нижнего корпусов. Обе детали изготавливаются из заэвтектического силумина.
- ☐ б) ... представляет собою компактную деталь, отливаемую под давлением из алюминиевого сплава.
- ☐ в) ... штампуется из улучшаемой стали.

2. Какие конструктивные элементы головки цилиндров способствуют оптимизации смесеобразования в цилиндрах двигателя?

- ☐ а) Высокое качество смесеобразования обеспечивается в результате симметричного расположения двух впускных и двух выпускных клапанов и расположения насос-форсунки по оси цилиндра над центром камеры сгорания.
- ☐ б) Чтобы улучшить газодинамические параметры каналов и обеспечить хорошее смесеобразование, образованный клапанами четырехугольник развернут на 45° по отношению к продольной оси двигателя.
- ☐ в) Интенсивному перемешиванию топлива с воздухом способствует наклонно установленная форсунка и 3-клапанная система газораспределения (с двумя впускными винтовыми каналами и одним выпускным каналом).

3. Крепление насос-форсунки осуществляется посредством:

- ☐ а) двух болтов;
- ☐ б) зажимных колодок;
- ☐ в) соединений типа "Болт в болте";
- ☐ г) нажимного рычага и одного болта.



Контрольные вопросы

4. Двухлитровый дизель TDI мощностью 103 кВт оснащен отключаемым охладителем перепускаемых газов. Какие из приведенных ниже утверждений справедливы?

- ☐ а) При температуре охлаждающей жидкости выше 50°C перепускаемые во впускную систему отработавшие газы пропускаются через охладитель. Благодаря этому снижается температура сгорания и создаются условия для перепуска большего количества газов. В результате снижается выброс оксидов азота.
- ☐ б) Поток отработавших газов раздваивается. Две трети газов прижимаются к наружной стенке охладителя, а одна треть – к его внутренней стенке. Этот принцип обеспечивает особенно равномерное охлаждение отработавших газов.
- ☐ в) При температуре охлаждающей жидкости ниже 50°C газы перепускаются в обход охладителя. Благодаря этому ускоряется прогрев нейтрализатора и двигателя до рабочих температур. В результате снижаются выбросы углеводородов, окиси углерода и частиц.

5. Какие форсунки находят применение на двухлитровом дизеле TDI мощностью 103 кВт?

- ☐ а) 7-сопловые форсунки.
- ☐ б) 5-сопловые форсунки.
- ☐ в) 6-сопловые форсунки.

6. Какими свойствами обладает система облегчения пуска для двухлитрового дизеля TDI?

- ☐ а) Очень короткий период разогрева. В течение двух секунд свечи накаливания разогреваются до 1000°C.
- ☐ б) Свечи накаливания включаются перед каждым пуском двигателя.
- ☐ в) Свечи накаливания работают одновременно как свечи зажигания.



6. а)

5. в)

4. а), в)

3. а)

2. а), в)

1. в)

Правильные ответы: