

Занятие 31-32.

Система питания дизельного двигателя. Элементы системы питания дизельного двигателя

В отличие от карбюраторного, дизельный двигатель является двигателем с внутренним смесеобразованием, так как горючая смесь готовится непосредственно в камере сгорания. В соответствии с этим топливная аппаратура дизельного двигателя должна обеспечить следующее:

- 1) высокое давление впрыска, необходимое для тонкого распыливания топлива;
- 2) равномерное распределение топлива в камере сгорания в соответствии с ее формой в целях образования равномерной смеси топлива и воздуха и эффективного использования воздуха, заполняющего камеру;
- 3) точную дозировку порции впрыскиваемого топлива для подачи его в камеру сгорания, а также возможность изменения дозировки порции в зависимости от режима работы двигателя;
- 4) впрыск топлива в камеру сгорания в определенный момент рабочего процесса с требуемой продолжительностью по наиболее выгодному закону впрыска и под давлением, обеспечивающим тонкое распыливание и распределение топлива в камере;
- 5) равные условия впрыска для всех цилиндров двигателя при различных режимах его работы (момент начала подачи, ее продолжительность и момент конца подачи отсечка); последовательность подачи в соответствии с порядком работы двигателя;
- 6) длительную работоспособность без изменения начальных регулировок и без износов, влияющих на работу двигателя.

Топливоподающая аппаратура дизельных двигателей разделяется на две основные разновидности; разделенную (преобладающее применение) и неразделенную. Разделенная аппаратура состоит из топливного насоса высокого давления и форсунок. В неразделенной аппаратуре топливный насос высокого давления конструктивно объединен с форсункой.

В разделенных системах используются многосекционные насосы или насосы распределительного типа. Каждая секция многосекционного насоса обеспечивает нагнетание и дозирование топлива только в один цилиндр. Секция насоса распределительного типа нагнетает, дозирует и распределяет в определенной последовательности топливо по нескольким цилиндрам.

На грузовых автомобилях часто применяют дизельные двигатели, имеющие разделенную систему питания, которая состоит из линии низкого и высокого давления (рис. 1). В линию высокого давления входит топливный насос высокого давления 4, топливопровод высокого давления 2 и форсунка 1. В линию низкого давления включают топливный бак 15, фильтры грубой 10 и тонкой 9 очистки топлива, топливоподкачивающий насос 7 и соединительные топливопроводы. Топливный насос низкого давления подает топлива больше, чем необходимо для работы двигателя, а избыток его вместе с попавшим в систему воздухом отводится в бак 15 по трубопроводу 13. В бак также по топливопроводу 16 перепускается топливо, просочившееся в полости пружин форсунок. Отвод топлива может осуществляться к фильтру грубой очистки или к топливоподкачивающему насосу.

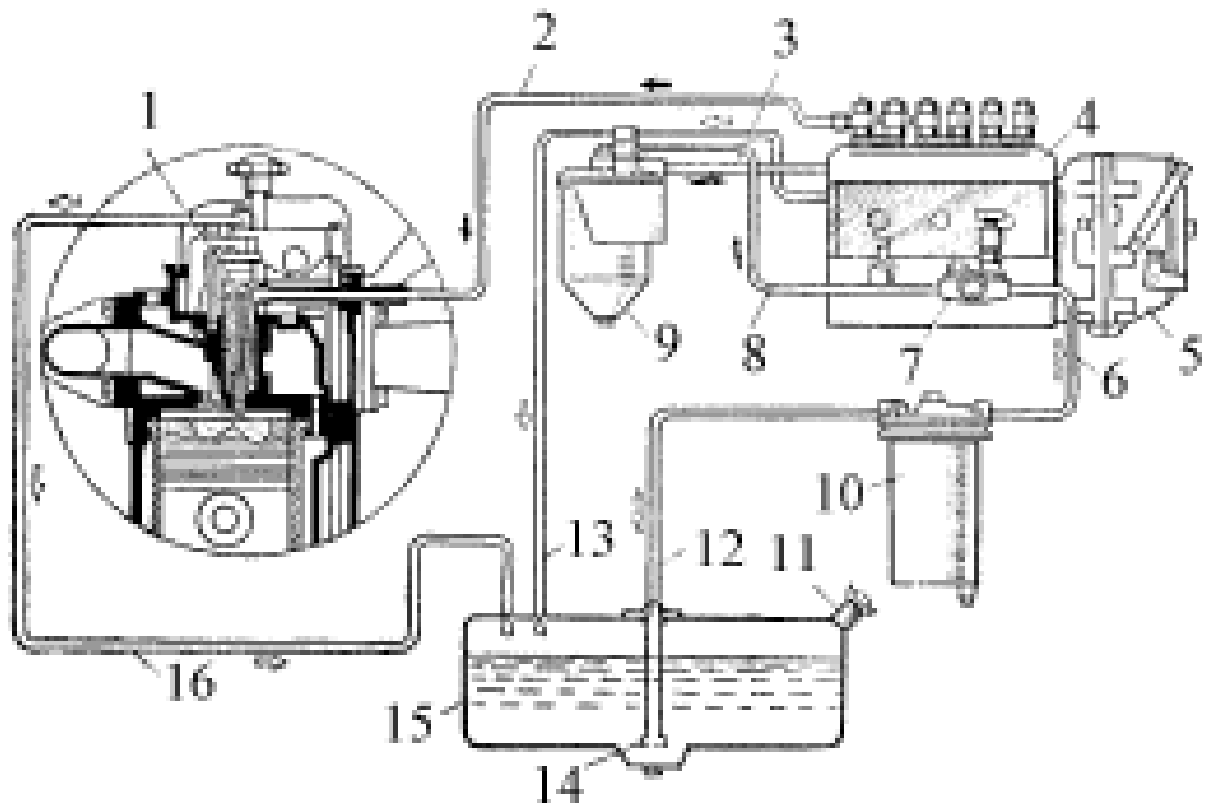


Рисунок 1 Схема системы питания дизельного двигателя ЯМЗ-236:

1 – форсунка; 2 – топливопровод высокого давления; 3, 6, 8, 12 – подающие топливопроводы; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – регулятор частоты вращения коленчатого вала; 7 – топливный насос низкого давления; 9 – фильтр тонкой очистки; 10 – фильтр грубой очистки; 11 – заливная горловина с фильтром; 13, 16 – сливные топливопроводы; 14 – приемный фильтр; 15 – топливный бак

Топливные насосы высокого давления обычно классифицируются по трем признакам: конструктивному исполнению (золотниковые и клапанные), регулированию количества подаваемого топлива и числу секций.

Широко применяются золотниковые многоплунжерные насосы, регулирование количества подаваемого топлива в которых достигается поворотом плунжера.

Число секций насосов может или соответствовать числу цилиндров двигателя (такие насосы называют многоплунжерными), или быть кратным числу цилиндров (такие насосы бывают одно- или двухплунжерными). Шире распространены многоплунжерные насосы.

Насосная секция плунжерного насоса состоит плунжерной пары (рис. 2), которая включает плунжер 9 и гильзу 12. В гильзе имеются боковые отверстия, а плунжер имеет осевые, боковые каналы и винтовой отсечный паз в верхней части и выточку в средней части. Поворотная втулка 10 имеет в нижней части пазы, входящие в выступы плунжера, а в верхней части зубчатый венец для соединения с рейкой топливного насоса. Кулачок 8 в процессе работы воздействует на плунжер 9. Нагнетательный клапан 14 предназначен для подачи топлива к форсунке с необходимым давлением. Трущиеся поверхности плунжерной пары обрабатываются с очень большой точностью, зазор между ними составляет 0,001...0,002 мм в целях создания высокого давления топлива.

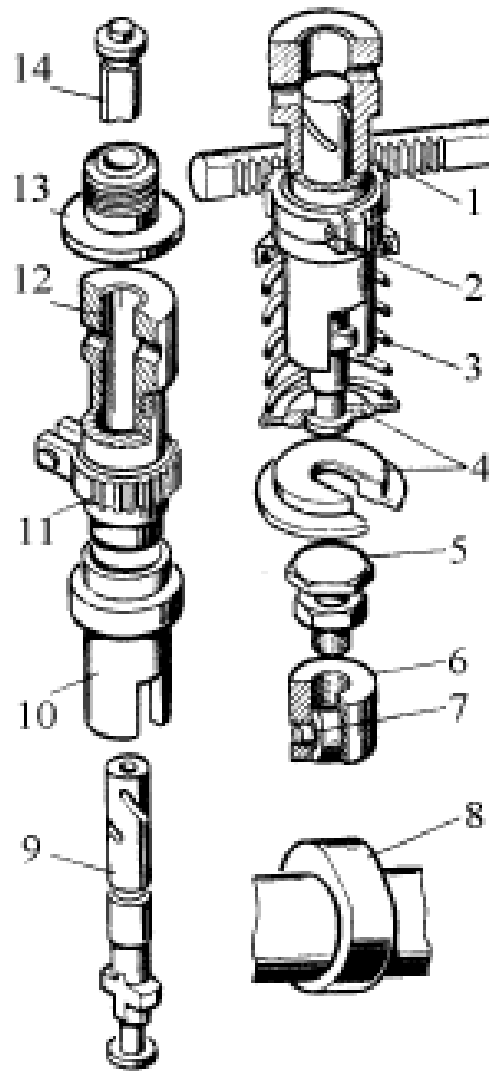


Рисунок 2 Насосная секция:

1 – рейка; 2 - винт; 3 – пружина; 4 – тарелка пружины; 5 – регулировочный болт толкателя; 6 – корпус толкателя; 7 – ролик; 8 – кулачок; 9 – плунжер; 10 – втулка; 11 – зубчатый венец; 12 – гильза плунжерной пары; 13 – седло клапана; 14 – нагнетательный клапан

Основной частью механизма поворота плунжеров является рейка топливного насоса 1. Секция топливного насоса работает следующим образом (рис. 3) при опускании плунжера 9 (под действием пружины) с того момента, когда его верхний срез откроет впускное окно 6 (рис. 3, а), в надплунжерное пространство из подводящего канала поступает топливо.

В начальный период подъема плунжера (под действием кулачка 8, рис. 2) часть топлива, заполняющего надплунжерное пространство, вытесняется через окна гильзы. С того момента, когда плунжер своим верхним срезом закроет окна 6 и 8, давление топлива в надплунжерном пространстве начинает повышаться. Под давлением топлива открывается нагнетательный клапан 4 (рис. 3, б). Топливо по топливопроводу высокого давления поступает к форсунке.

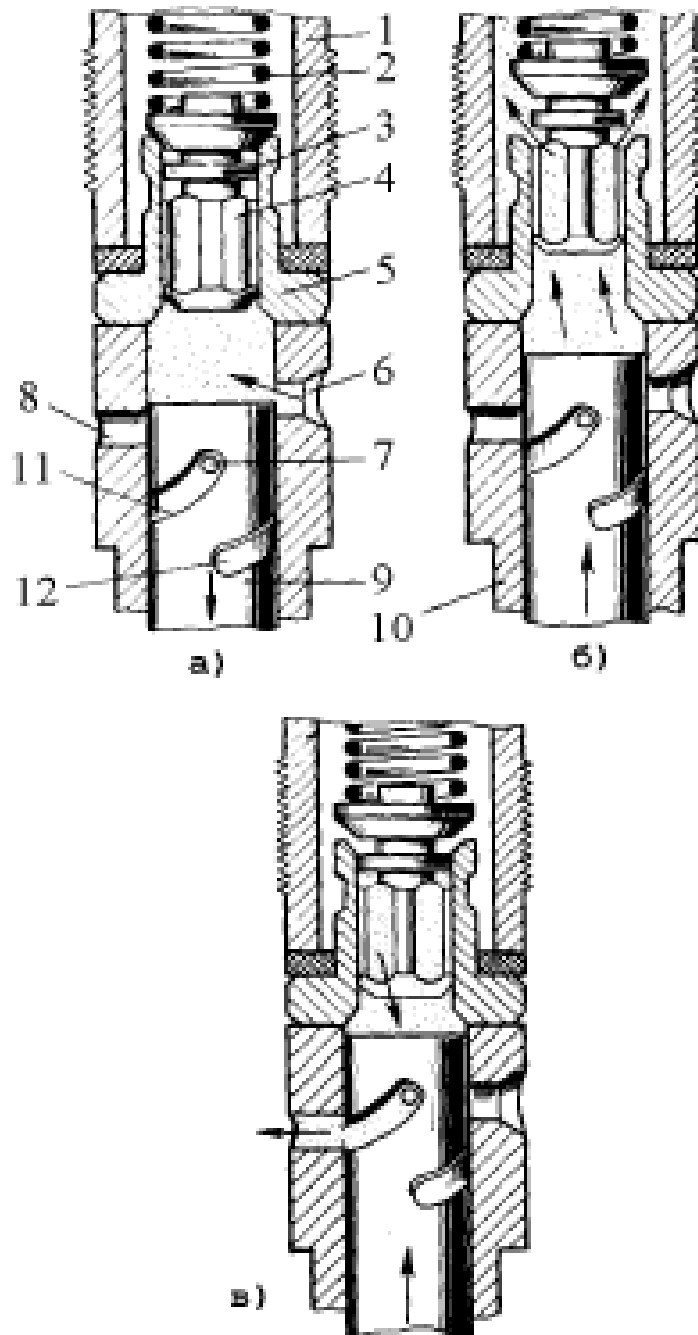


Рисунок 3 Схема работы секции топливного насоса высокого давления: а – заполнение гильзы топливом; б – подача топлива в форсунку; в – конец подачи топлива (отсечка):

1 – штуцер; 2 – пружина и седло нагнетательного клапана; 3 – цилиндрический пояс; 4 – нагнетательный клапан; 5 – корпус; 6 – выпускное отверстие; 7 – осевой и радиальный каналы; 8 – перепускное отверстие; 9 – плунжер; 10 – гильза; 11 и 12 – винтовые канавки

При достижении в полости распылителя форсунки давления, равного давлению нажатия пружины на иглу, она поднимается, и начинается впрыск топлива. Подача топлива в цилиндр сопровождается непрерывным изменением давления.

В дальнейшем с момента, когда кромка винтового среза 11 плунжера 9 откроет перепускное окно 8, начинается перепуск топлива. В этот период топливо из

надплунжерного пространства по продольной 7 и кольцевой 11 канавкам, через перепускное окно 8, поступает в отводящий канал. Вследствие падения давления в надплунжерном пространстве нагнетательный клапан 4 под действием пружины 2 садится в гнездо, разобщая надплунжерное пространство и топливопровод высокого давления. Наличие на клапане разгрузочного цилиндрического пояска 3 позволяет создать резкую отсечку подачи топлива форсункой (прекращение подачи топлива), так как топливопровод высокого давления и надплунжерное пространство разъединяется еще до посадки клапана в седло, с момента входа пояска 3 в направляющую часть седла клапана, дальнейшее опускание клапана вызывает снижение давления в топливопроводе, так как объем возрастает. Резкое снижение давления в топливопроводе после прекращения подачи устраняет подтекание топлива из сопла форсунки. Давление окончания впрыска топлива меньше, чем начало подачи, что объясняется увеличением площади, на которую давит топливо после подъема иглы.

Количество подаваемого топлива за один ход меняют путем поворота плунжера, который через хомутки или зубчатый венец 11 (рис. 2) и рейку 1 связан с регулятором и органами управления (педаля «газ»). При этом в зависимости от расположения винтовой кромки 11 (рис. 3, а) плунжера по отношению к перепускному окну 8, изменяются конец подачи (отсечки) и продолжительность подачи. Начало подачи остается постоянным.

Момент подачи регулируют передвижением плунжера вдоль его оси. Для этой цели нужно ввернуть или вывернуть регулировочный болт толкателя 5 (рис. 2), с которым связан плунжер, что приведет к более позднему или раннему перекрытию впускного окна, и начало подачи сдвинется.

Форсунки предназначены для распыливания топлива и распределения его частиц по объему камеры сгорания. Количество впрыска топлива форсункой оценивается следующими основными показателями; тонкостью и однородностью распыливания топлива; равномерным распределением частиц распыленного топлива в камере сгорания, своевременным началом и окончанием впрыска, четкой отсечкой; поддержанием требуемого давления впрыска при различных режимах работы двигателя.

По конструктивному исполнению форсунки разделяются на две группы: открытые и закрытые. Наиболее ответственным элементом форсунки является распылитель. Количество и направление сопловых отверстий распылителя выбирается в зависимости от формы камеры сгорания и способа смесеобразования.

В закрытых форсунках давление, необходимое для распыливания топлива, зависит от скорости нагнетания топлива насосом, отношения площадей поперечного сечений плунжера и сопловых отверстий, а также давления газов, находящихся в камере сгорания, на торец.

Давление, при котором запорная игла отрывается от своего седла, определяется усилием предварительной затяжки пружины, нагружающей запорную иглу, размерами площади ее ионического пояска.

Более широко применяют закрытые форсунки с гидравлическим управлением (рис. 4), которые состоят из стального корпуса 4, к которому гайкой 3 присоединен корпус 2 распылителя. В корпусе распылителя установлена игла 1.

В нижней части распылителя имеются сопловые отверстия для впрыска топлива. В хвостовик иглы упирается конец штанги 5, верхняя часть которой служит опорой для

возвратной пружины 6. Эта пружина возвращает иглу в исходное положение после окончания впрыска топлива. Пружина 6 расположена во внутренней полости фасонной гайки 8, а предварительный натяг ее регулируется винтом 7, в заплечик которого упирается верхняя часть пружины.

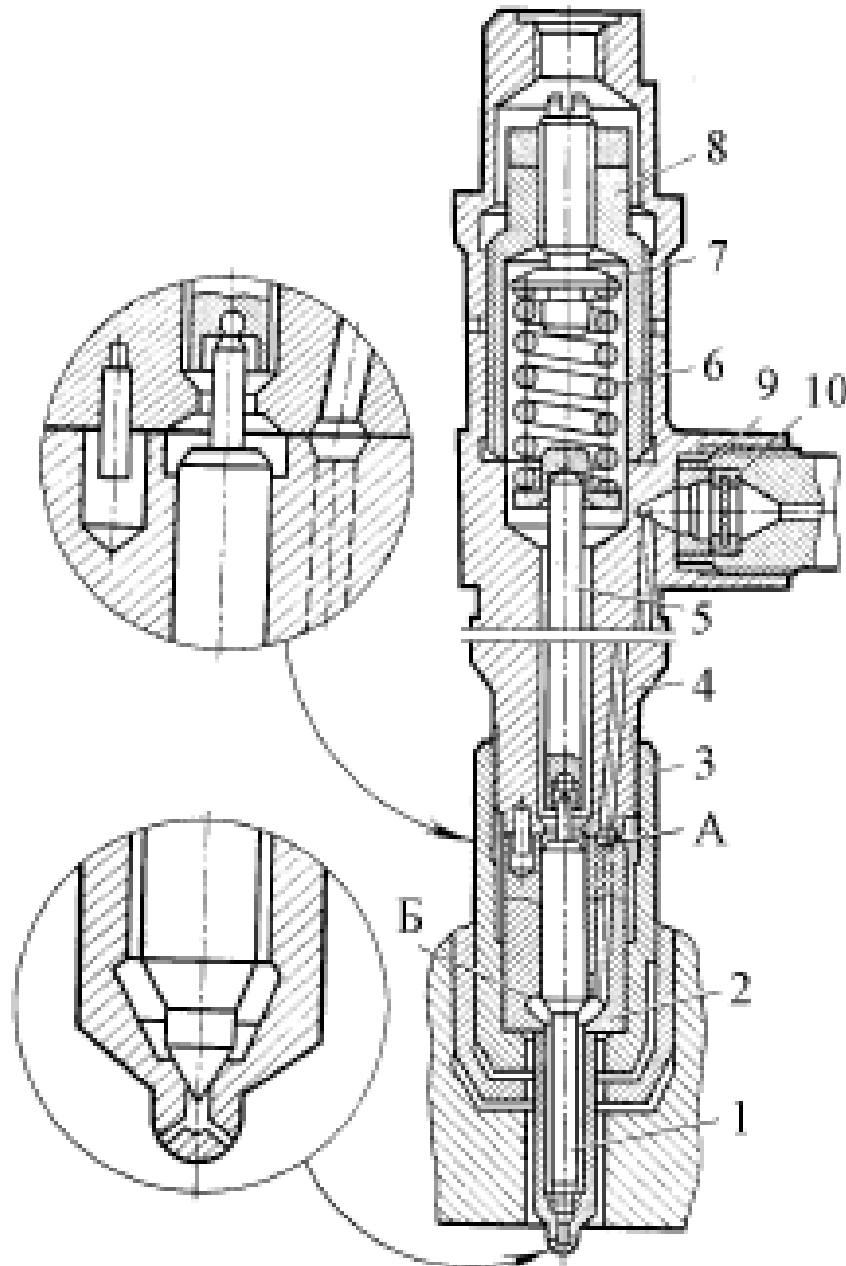


Рисунок 4 Форсунка закрытого типа:

1 – игла; 2 – корпус распылителя; 3 – крепежная гайка; 4 – стальной корпус форсунки; 5 – штанга; 6 – пружина; 7 – регулировочный винт; 8 – фасонная гайка; 9 – штуцер; 10 – сетчатый фильтр; А – канал в корпусе форсунки; Б – кольцевая полость вокруг иглы

Топливо подается к форсунке по трубопроводу высокого давления, соединенному со штуцером 9. Внутри штуцера установлен сетчатый фильтр 10. Пройдя фильтр, топливо попадает во внутренние каналы А корпуса форсунки и корпуса распылителя, а также в кольцевую полость Б вокруг иглы.

Впрыск происходит, когда давление топлива, создаваемое насосом, возрастет и превысит давление пружины 6, в результате игла поднимется и откроет проход для топлива к сопловым отверстиям распылителя. После прекращения подачи топлива насосом давление в кольцевой полости упадет и под действием пружины 6 игла опустится и плотно закроет доступ топлива к сопловым отверстиям распылителя. Этот момент соответствует окончанию впрыска топлива.

Закрытые форсунки имеют распылители с одним или несколькими отверстиями. Число отверстий зависит от способа смесеобразования и формы камеры сгорания. У двигателей с непосредственным впрыском распылитель форсунки обычно имеет несколько отверстий, которые закрываются запорной иглой. Такие форсунки называют закрытыми. Форсунки двигателей с вихрекамерным смесеобразованием обычно имеют одно отверстие. Закрытые форсунки, с распылителем, имеющим одно отверстие, обычно выполняются штифтовыми, т.е. у них запорная игла имеет на конце штифт, придающий струе топлива желаемый конус (до 45°). Различные конструкции распылителей закрытых форсунок показаны на рис. 5.

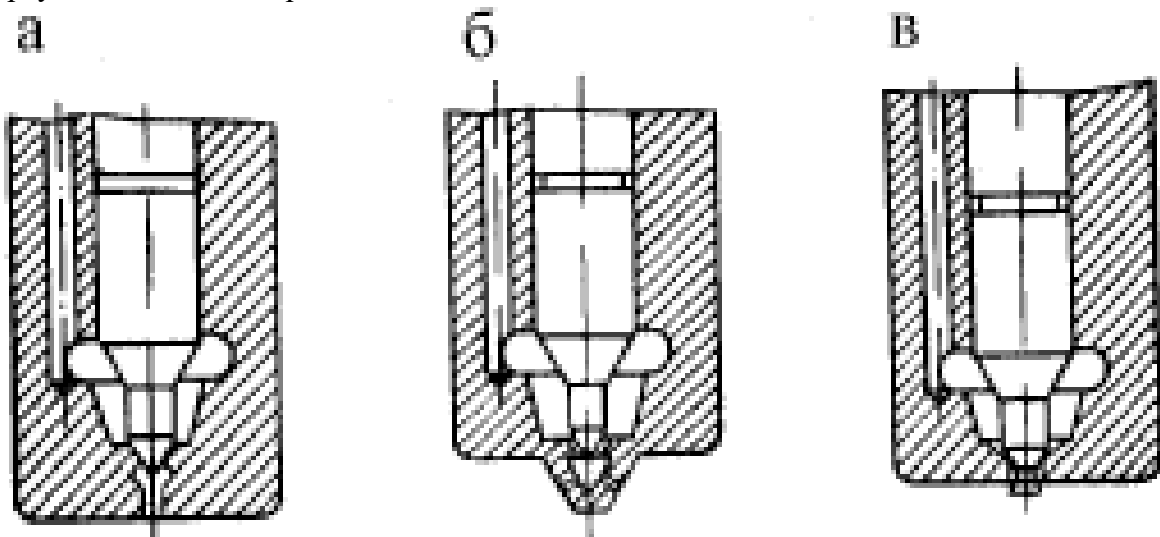


Рисунок 5 Схемы распылителей закрытых форсунок:

- а) бесштифтовая с одним отверстием; б) бесштифтовая с несколькими отверстиями; в) штифтовая

По сравнению с открытыми, закрытые форсунки имеют ряд преимуществ; у них меньше период впрыска, лучше распыливание топлива на пониженных оборотах и малых нагрузках, меньше подтекание топлива, проще регулировка давления.

Камеры сгорания.

Хорошее смесеобразование еще не достигается при тонком и однородном распыливании и достаточной дальностью струи. Одновременно необходимо сочетать распыливание топлива с организованным движением воздуха в камере сгорания. Это позволяет улучшить распределение топлива в камере и осуществить процесс сгорания при наименьшем количестве воздуха.

Форма и размер камеры сгорания оказывают значительное влияние на организацию и протекание рабочего процесса. Кроме хорошего смесеобразования, камера сгорания должна обеспечивать высокий коэффициент полезного действия и хорошие пусковые качества.

Основные требования, предъявляемые к камерам сгорания, заключаются в следующем. Форма камеры сгорания должна соответствовать направлению и дальности струи впрыскиваемого топлива; обеспечивать организованное движение потока воздуха, интенсивное перемешивание топлива и воздуха, полное сгорание топлива при наименьшем количестве воздуха, плавное нарастание давления в цилиндре, умеренное максимальное давление при сгорании, минимальные тепловые потери.

По способу смесеобразования и конструктивному выполнению камеры сгорания разделяются на две основные группы (рис. 6): неразделенные и разделенные.

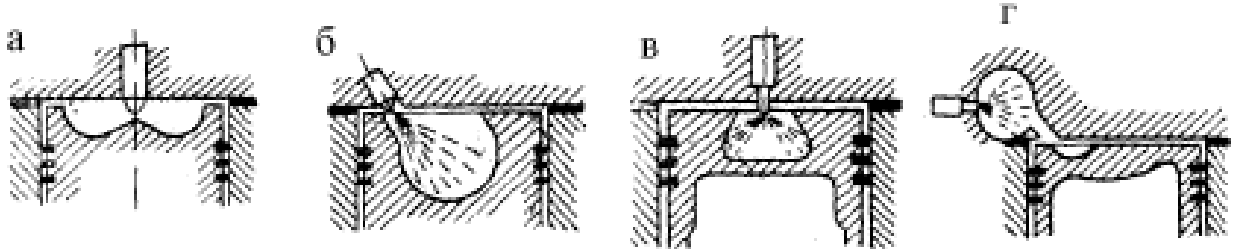


Рисунок 6 Принципиальные схемы камер сгорания дизельных двигателей:
а, б, в – неразделенные; г – разделенная (вихревая)

Неразделенные камеры сгорания имеют простую форму и выполняются в виде единого объема. Такие камеры обеспечивают объемно-пленочное смесеобразование. Разделенные камеры состоят из двух отдельных объемов. На современных дизелях в основном применяется только одна разделенная камера, обеспечивающая вихрекамерное смесеобразование.

Система впрыска Common Rail

Система впрыска Common Rail является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. Работа системы Common Rail основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (Common Rail в переводе общая рампa). Система впрыска разработана специалистами фирмы Bosch.

Применение данной системы позволяет достигнуть снижения расхода топлива, токсичности отработавших газов, уровня шума дизеля. Главным преимуществом системы Common Rail является широкий диапазон регулирования давления топлива и момента начала впрыска, которые достигнуты за счет разделения процессов создания давления и впрыска.

Конструктивно система впрыска Common Rail составляет контур высокого давления топливной системы дизельного двигателя. В системе используется непосредственный впрыск топлива, т.е. дизельное топливо впрыскивается непосредственно в камеру сгорания. Система Common Rail включает топливный насос высокого давления, клапан дозирования топлива, регулятор давления топлива (контрольный клапан), топливную рампу и форсунки. Все элементы объединяют топливопроводы.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) служит для создания высокого давления топлива и его накопления в топливной рампe. Современные топливные насосы высокого давления плунжерного типа.

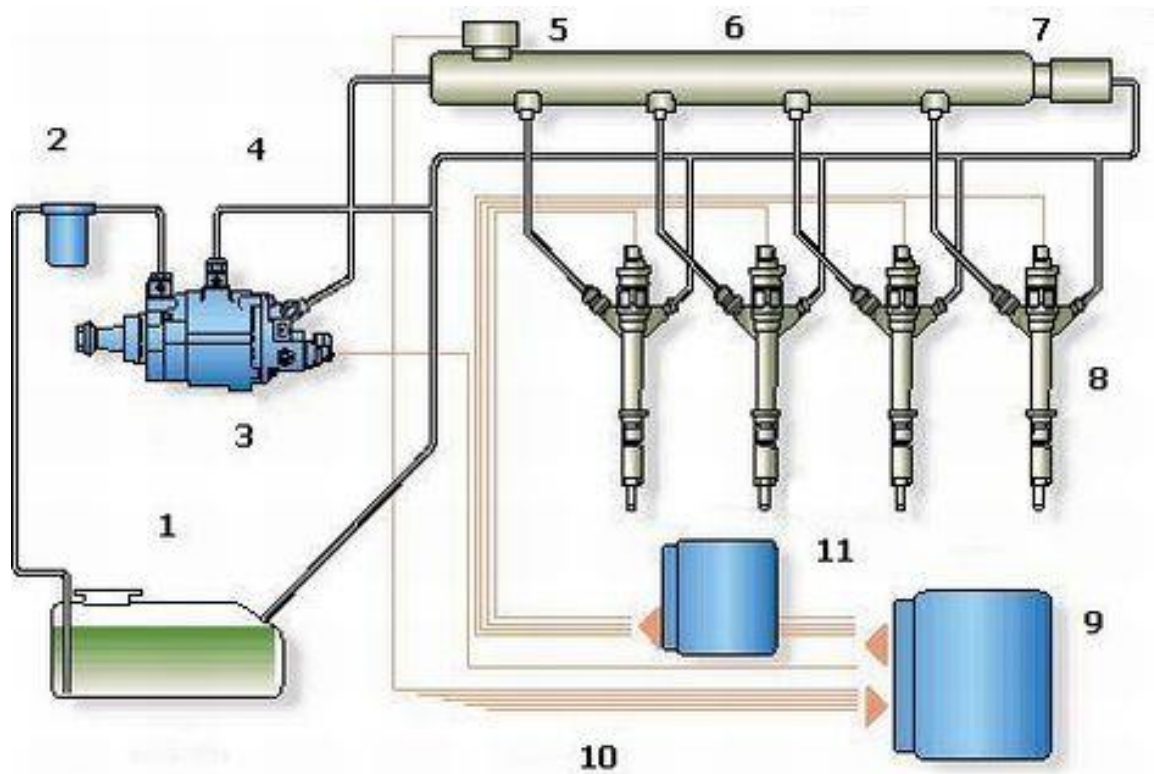


Рисунок 7 Схема системы впрыска Common Rail

- 1-топливный бак
- 2-топливный фильтр
- 3-топливный насос высокого давления
- 4-топливопроводы
- 5-датчик давления топлива
- 6-топливная рампа
- 7-регулятор давления топлива
- 8-форсунки
- 9-электронный блок управления
- 10-сигналы от датчиков
- 11-усилительный блок (на некоторых моделях автомобилей)

Клапан дозирования топлива регулирует количество топлива, подаваемого к топливному насосу высокого давления в зависимости от потребности двигателя. Клапан конструктивно объединен с ТНВД.

Регулятор давления топлива предназначен для управления давлением топлива в системе, в зависимости от нагрузки на двигатель. Он устанавливается в топливной рампе.

Топливная рампа предназначена для выполнения нескольких функций: накопления топлива и содержание его под высоким давлением, смягчения колебаний давления, возникающих вследствие пульсации подачи от ТНВД, распределения топлива по форсункам.

Форсунка важнейший элемент системы, непосредственно осуществляющий впрыск топлива в камеру сгорания двигателя. Форсунки связаны с топливной рампой

топливопроводами высокого давления. В системе используются электрогидравлические форсунки или пьезофорсунки.

Впрыск топлива электрогидравлической форсункой осуществляется за счет управления электромагнитным клапаном. Активным элементом пьезофорсунки являются пьезокристаллы, значительно повышающие скорость работы форсунки.

Управление работой системой впрыска Common Rail обеспечивает система управления дизелем, которая объединяет датчики, блок управления двигателем и исполнительные механизмы систем двигателя.

Система управления дизелем включает датчики оборотов двигателя, Холла, положения педали акселератора, расходомер воздуха, температуры охлаждающей жидкости, давления воздуха, температуры воздуха, давления топлива, кислородный датчик (лямбда-зонд) и другие.

Основными исполнительными механизмами системы впрыска Common Rail являются форсунки, клапан дозирования топлива, а также регулятор давления топлива.

Принцип действия системы впрыска Common Rail.

На основании сигналов, поступающих от датчиков, блок управления двигателем определяет необходимое количество топлива, которое топливный насос высокого давления подает через клапан дозирования топлива. Насос накачивает топливо в топливную рампу. Там оно находится под определенным давлением, обеспечиваемым регулятором давления топлива.

В нужный момент блок управления двигателем дает команду соответствующим форсункам на начало впрыска и обеспечивает определенную продолжительность открытия клапана форсунки. В зависимости от режимов работы двигателя блок управления двигателем корректирует параметры работы системы впрыска.

С целью повышения эффективной работы двигателя в системе Common Rail реализуется многократный впрыск топлива в течение одного цикла работы двигателя. При этом различают: предварительный впрыск, основной впрыск и дополнительный впрыск.

Предварительный впрыск небольшого количества топлива производится перед основным впрыском для повышения температуры и давления в камере сгорания, чем достигается ускорение самовоспламенения основного заряда, снижение шума и токсичности отработавших газов. В зависимости от режима работы двигателя производится:

- два предварительных впрыска - на холостом ходу;
- один предварительный впрыск - при повышении нагрузки;
- предварительный впрыск не производится - при полной нагрузке.

Основной впрыск обеспечивает работу двигателя.

Дополнительный впрыск производится для повышения температуры отработавших газов и сгорания частиц сажи в сажевом фильтре (регенерация сажевого фильтра).

Развитие системы впрыска Common Rail осуществляется по пути увеличения давления впрыска:

- первое поколение – 140 МПа, с 1999 года;
- второе поколение – 160 МПа, с 2001 года;
- третье поколение – 180 МПа, с 2005 года;
- четвертое поколение – 220 МПа, с 2009 года.

Чем выше давление в системе впрыска, тем больше топлива можно впрыснуть в цилиндр за равный промежуток времени и, соответственно, реализовать большую мощность.

Система впрыска насос-форсунками

Система впрыска насос-форсунками является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. В отличие от системы впрыска Common Rail в данной системе функции создания высокого давления и впрыска топлива объединены в одном устройстве – насос-форсунке. Собственно насос-форсунка и составляет одноименную систему впрыска.

Применение насос-форсунок позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива, выбросы вредных веществ, а также уровень шума.

В системе на каждый цилиндр двигателя приходится своя форсунка. Привод насос-форсунки осуществляется от распределительного вала, на котором имеются соответствующие кулачки. Усилие от кулачков передается через коромысло непосредственно к насос-форсунке.

Устройство насос-форсунки.

Конструкция насос-форсунки включает плунжер, клапан управления, запорный поршень, обратный клапан и иглу распылителя.

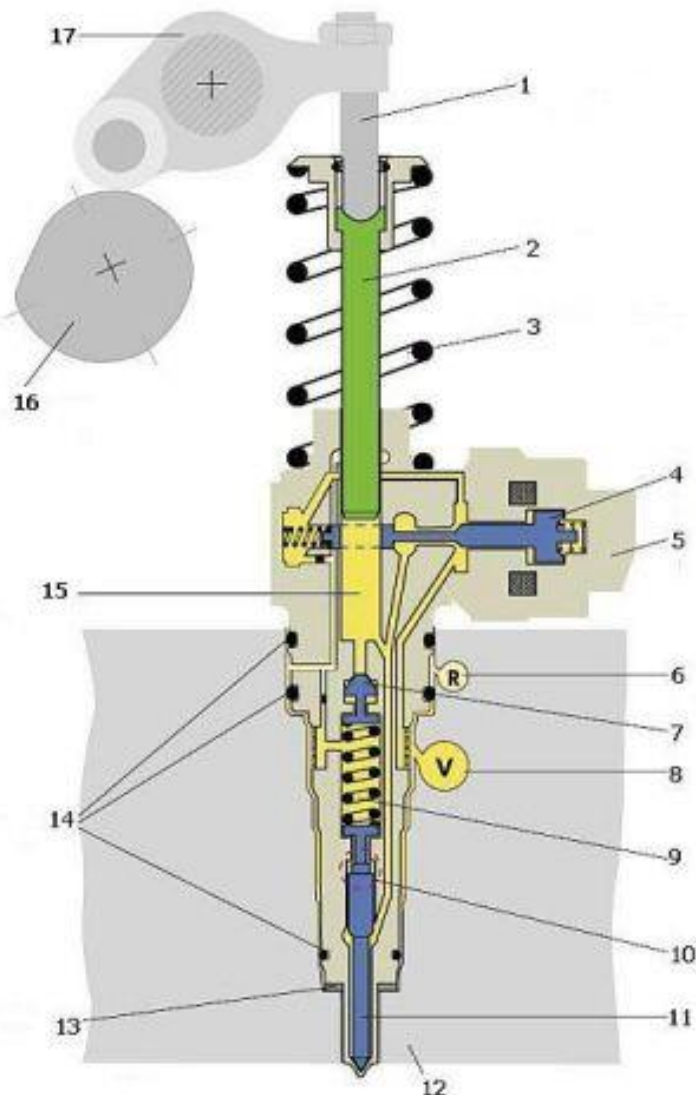


Рисунок 8 Схема насос-форсунки

- 1-винт с шаровой головкой
- 2-плунжер
- 3-плунжерная пружина
- 4-игла электромагнитного клапана
- 5-электромагнитный клапан
- 6-сливная топливная магистраль
- 7-обратный клапан
- 8-питающая топливная магистраль
- 9-пружина распылителя
- 10-запорный поршень
- 11-игла распыления
- 12-головка блока цилиндров
- 13-термозащитная прокладка
- 14-уплотнительные кольца
- 15-камера высокого давления
- 16-приводной кулачек
- 17-коромысло

Плунжер служит для создания давления топлива. Поступательное движение плунжера осуществляется за счет вращения кулачков распределительного вала, возвратное – за счет плунжерной пружины.

Клапан управления предназначен для управления впрыском топлива. В зависимости от привода различают электромагнитный и пьезоэлектрический клапаны. Пьезоэлектрический клапан пришел на смену электромагнитному клапану. Пьезоэлектрический клапан обладает большим быстродействием. Основным конструктивным элементом клапана является игла клапана.

Пружина форсунки обеспечивает посадку иглы распылителя на седло. Усилие пружины при необходимости поддерживается давлением топлива. Данная функция реализуется с помощью запорного поршня и обратного клапана. Игла распылителя предназначена для обеспечения непосредственного впрыска топлива в камеру сгорания.

Управление насос-форсунками осуществляет система управления двигателем. Блок управления двигателем на основании сигналов датчиков управляет клапаном насос-форсунки.

Принцип действия насос-форсунки.

Конструкция насос-форсунки обеспечивает оптимальное и эффективное образование топливно-воздушной смеси. Для этого в процессе впрыска топлива предусмотрены следующие фазы:

- предварительный впрыск;
- основной впрыск;
- дополнительный впрыск.

Предварительный впрыск производится для достижения плавности сгорания смеси при основном впрыске. Основной впрыск обеспечивает качественное смесеобразование на различных режимах работы двигателя. Дополнительный впрыск осуществляется для регенерации (очистки от накопленной сажи) сажевого фильтра.

Работа насос-форсунки осуществляется следующим образом. Кулачек распределительного вала через коромысло перемещает плунжер вниз. Топливо перетекает по каналам форсунки. При закрытии клапана происходит отсечка топлива. Давление топлива начинает расти. При достижении давления 13 МПа игла распылителя, преодолевая усилие пружины, поднимается и происходит предварительный впрыск топлива.

Предварительный впрыск топлива прекращается при открытии клапана. Топливо переливается в питающую магистраль. Давление топлива снижается. В зависимости от режимов работы двигателя может осуществляться один или два предварительных впрыска топлива.

Основной впрыск производится при дальнейшем движении плунжера вниз. Клапан снова закрывается. Давление топлива начинает расти. При достижении давления 30 МПа, игла распылителя, преодолевая усилие пружины и давление топлива, поднимается и происходит основной впрыск топлива.

Чем выше давление, тем больше количества топлива сжимается и соответственно больше впрыскивается в камеру сгорания двигателя. При максимальном давлении 220 МПа впрыскивается наибольшее количество топлива, тем самым обеспечивается максимальная мощность двигателя.

Основной впрыск топлива завершается при открытии клапана. При этом падает давление топлива и закрывается игла распылителя.

Дополнительный впрыск выполняется при дальнейшем движении плунжера вниз. Принцип действия насос-форсунки при дополнительном впрыске аналогичен основному впрыску. Обычно производится два дополнительных впрыска топлива.

Топливный насос высокого давления

Топливный насос высокого давления (сокращенное наименование – ТНВД) является одним из основных конструктивных элементов системы впрыска дизельного двигателя. Насос, выполняет, как правило, две основные функции: нагнетание под давлением определенного количества топлива; регулирование необходимого момента начала впрыскивания. С появлением аккумуляторных систем впрыска функция регулирования момента впрыска возложена на управляемые электроникой форсунки.

В зависимости от конструкции различают следующие виды топливных насосов высокого давления: рядный, распределительный и магистральный. В рядном насосе нагнетание топлива в цилиндр производится отдельной плунжерной парой. Распределительный насос имеет один или несколько плунжеров, которые обеспечивают нагнетание и распределение топлива по всем цилиндрам. Магистральные насосы осуществляют только нагнетание топлива в аккумулятор.

Топливный насос высокого давления используется также в системе непосредственного впрыска бензинового двигателя, но его рабочее давление на порядок ниже аналогичной характеристики дизельного насоса.

Ведущими производителями топливных насосов высокого давления являются, в основном, зарубежные фирмы: Bosch, Lucas, Delphi, Denso, Zexel.

Распределительный топливный насос высокого давления

Распределительные топливные насосы высокого давления, в отличие от рядного ТНВД, имеют один или два плунжера, обслуживающих все цилиндры двигателя. Распределительные насосы обладают меньшей массой и габаритными размерами, а также

обеспечивают большую равномерность подачи. С другой стороны их отличает сравнительно низкая долговечность сопряженных деталей. Все это определяет область применения данных насосов, в основном, на двигателях легковых автомобилей.

Конструкции распределительных топливных насосов высокого давления могут иметь различный привод плунжера:

- торцевой кулачковый привод (насосы Bosch VE);
- внутренний кулачковый привод (роторные насосы Bosch VR, Lucas DPC, Lucas DPS);
- внешний кулачковый привод (отечественные насосы НД-21, НД-22).

Предпочтительными в плане эксплуатации являются первые два типа привода плунжеров, т.к. в них отсутствуют силовые нагрузки от давления топлива на узлы приводного вала и, соответственно, выше долговечность.

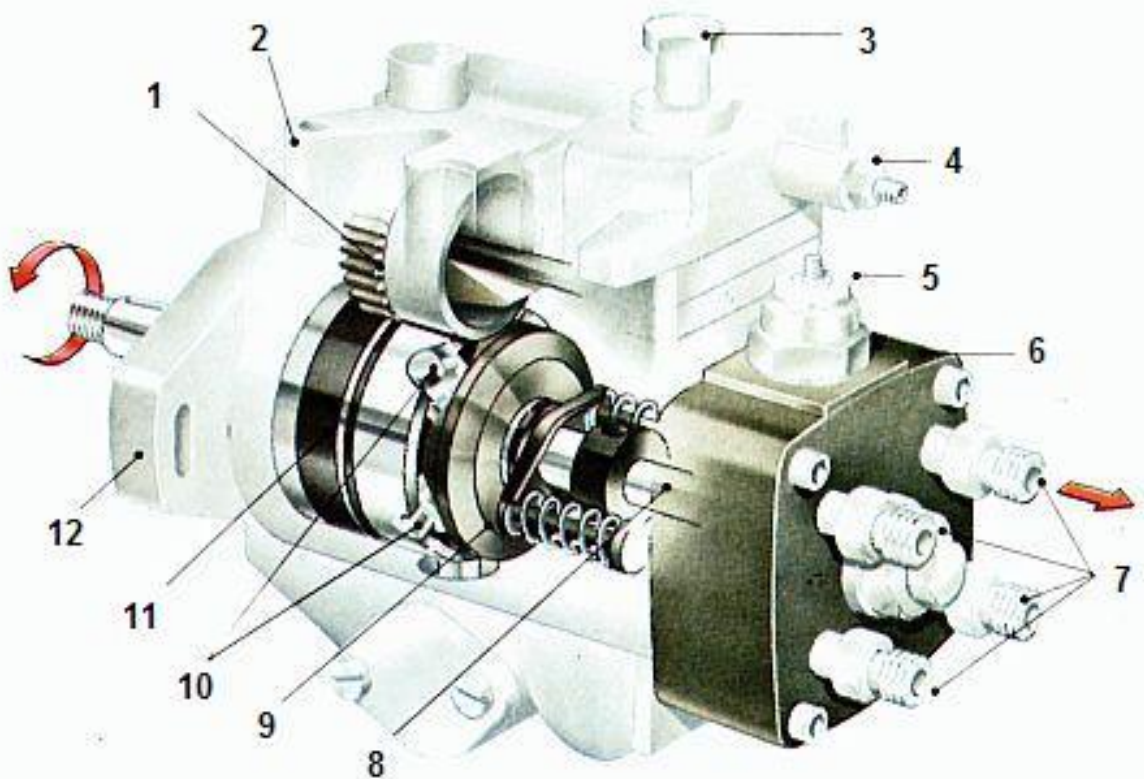


Рисунок 9 Устройство распределительного топливного насоса высокого давления

1. шестерня привода регулятора подачи топлива
2. входное отверстие топлива
3. выходное отверстие топлива
4. регулировочный винт
5. электромагнитный запорный клапан
6. распределительный блок
7. штуцеры нагнетательных трубопроводов
8. плунжер-распределитель
9. кулачковая шайба
10. ролик
11. лопастной топливоподкачивающий насос
12. фланец

Основным элементом распределительного ТНВД с торцевым кулачковым приводом плунжера (Bosch VE) является плунжер-распределитель, который совершает возвратно-поступательное и вращательное движение, обеспечивая нагнетание и распределение топлива по цилиндрам.

Возвратно-поступательное движение плунжера происходит при вращении кулачковой шайбы, которая обегает неподвижное кольцо по роликам. Шайба нажимает на плунжер, за счет чего создается давление топлива. В исходное положение плунжер возвращается с помощью пружины.

Вращение плунжера производится от приводного вала. При этом происходит распределение топлива по цилиндрам.

Регулирование величины подачи топлива осуществляется автоматически с помощью механического или электронного устройств. Механический регулятор включает центробежную муфту с грузами, которая через систему рычагов воздействует на дозатор, изменяющий величину топливоподачи. Электронный регулятор представляет собой электромагнитный клапан.

Регулирование величины опережения впрыска топлива в распределительном насосе производится путем поворота неподвижного кольца на определенный угол.

Рабочий процесс распределительного насоса включает впуск топлива в надплунжерное пространство, нагнетание и распределение в соответствующие цилиндры.

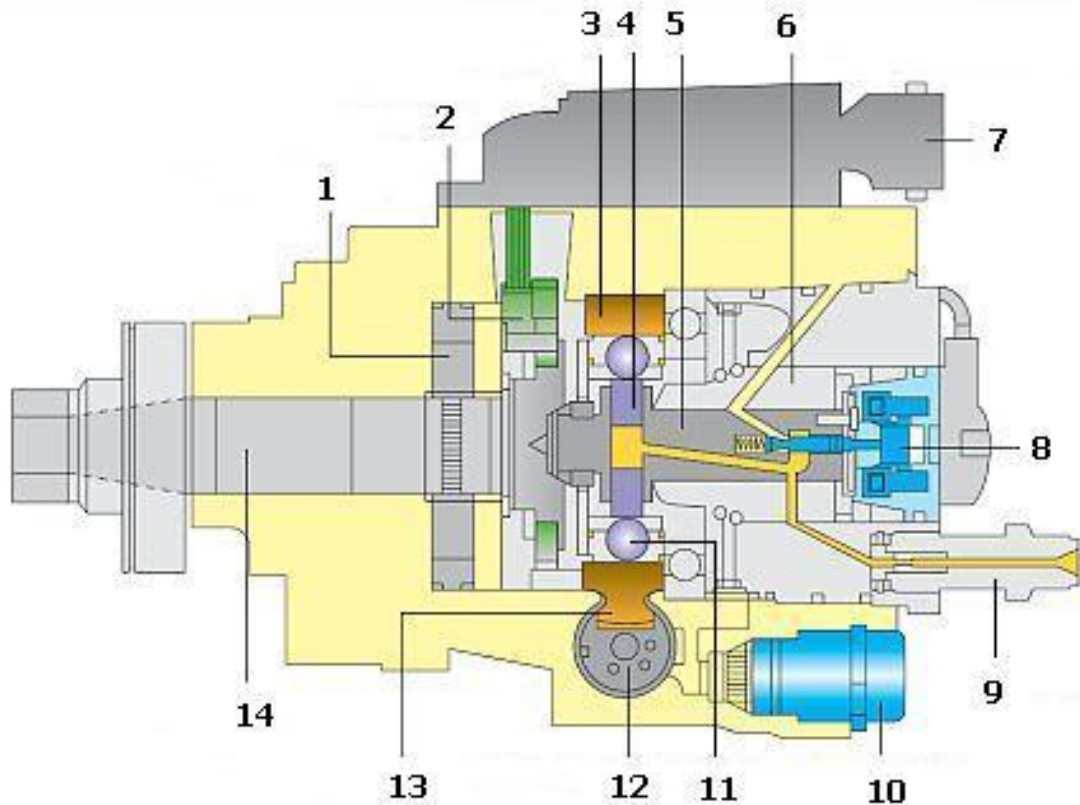


Рисунок 10 Устройство распределительного топливного насоса высокого давления роторного типа

1. лопастной подкачивающий насос
2. датчик угла поворота
3. кулачковая обойма
4. плунжер

5. вал распределителя
6. распределительная головка
7. блок управления
8. электромагнитный клапан дозирования топлива
9. дроссель нагнетательного клапана
10. клапан управления опережением впрыска
11. ролик
12. муфта опережения впрыска
13. шток привода кулачковой обоймы
14. приводной вал

В распределительном насосе роторного типа нагнетание и распределение топлива по цилиндрам осуществляются разными устройствами плунжером и распределительной головкой. Нагнетание топлива производится с помощью двух противоположных плунжеров, расположенных на распределительном валу. Плунжеры через ролики обегают профиль кулачковой обоймы и совершают возвратно-поступательное движение.

При движении плунжеров навстречу друг другу происходит рост давления топлива, после чего топливо по каналам распределительной головки и нагнетательным клапанам доставляется к форсункам соответствующих цилиндров.

Топливо к плунжеру (плунжерам) подается под небольшим давлением, которое создает топливоподкачивающий насос. В распределительных насосах топливоподкачивающий насос установлен на приводном валу в корпусе насоса. Конструктивно это может быть роторно-лопастной насос, шестеренный насос с внешним или внутренним зацеплением.

Смазка распределительного насоса высокого давления производится дизельным топливом, которое заполняет корпус насоса.

Магистральный топливный насос высокого давления

Магистральный топливный насос высокого давления используется в аккумуляторной системе впрыска топлива Common Rail, где он выполняет функцию нагнетания топлива в топливную рампу. Магистральные ТНВД обеспечивают более высокое давление топлива (в современных системах впрыска порядка 180 МПа и более).

Конструктивно магистральный насос может иметь один, два или три плунжера. Привод плунжеров осуществляется с помощью кулачкового вала или кулачковой шайбы.

При вращении кулачкового вала (эксцентрика кулачковой шайбы) под действием возвратной пружины плунжер движется вниз. Увеличивается объем компрессионной камеры и уменьшается давление в ней. Под действием разрежения открывается впускной клапан, и топливо поступает в камеру.

Движение плунжера вверх сопровождается ростом давления в камере, впускной клапан закрывается. При определенном давлении открывается выпускной клапан и топливо подается в рампу.

Управление подачей топлива производится в зависимости от потребности двигателя с помощью клапана дозирования топлива. В нормальном положении клапан открыт. По сигналу электронного блока управления клапан закрывается на определенную величину, тем самым регулируется количество поступающего в компрессионную камеру топлива.

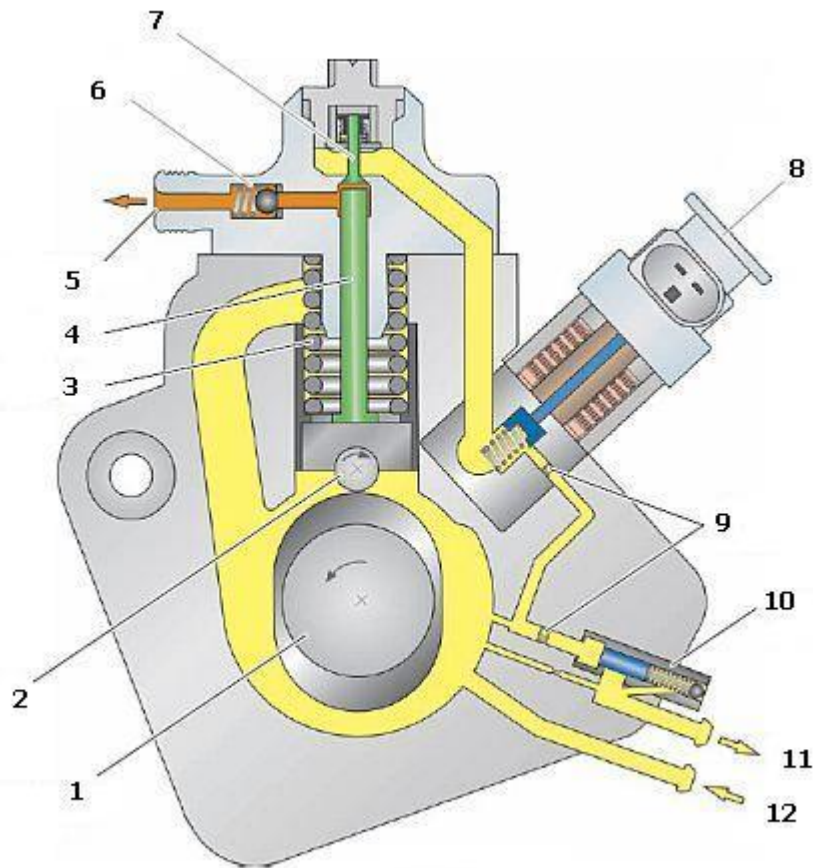


Рисунок 11 Устройство магистрального топливного насоса высокого давления

1. приводной кулачковый вал
2. ролик
3. плунжерная пружина
4. плунжер
5. штуцер напорной магистрали (к топливной рампе)
6. выпускной клапан
7. впускной клапан
8. электромагнитный клапан дозирования топлива
9. фильтр тонкой очистки топлива
10. перепускной клапан
11. штуцер обратного топливопровода
12. штуцер впускного топливопровода

Форсунка

Форсунка (другое название - инжектор), являясь конструктивным элементом системы впрыска, предназначена для дозированной подачи топлива, его распыления в камере сгорания (впускном коллекторе) и образования топливно-воздушной смеси.

Форсунка используется в системах впрыска как бензиновых, так и дизельных двигателей. На современных двигателях устанавливаются форсунки с электронным управлением впрыска.

В зависимости от способа осуществления впрыска различают следующие виды форсунок: электромагнитная, электрогидравлическая и пьезоэлектрическая.

Электрогидравлическая форсунка

Электрогидравлическая форсунка используется на дизельных двигателях, в т.ч. оборудованных системой впрыска Common Rail. Конструкция электрогидравлической форсунки объединяет электромагнитный клапан, камеру управления, впускной и сливной дроссели.

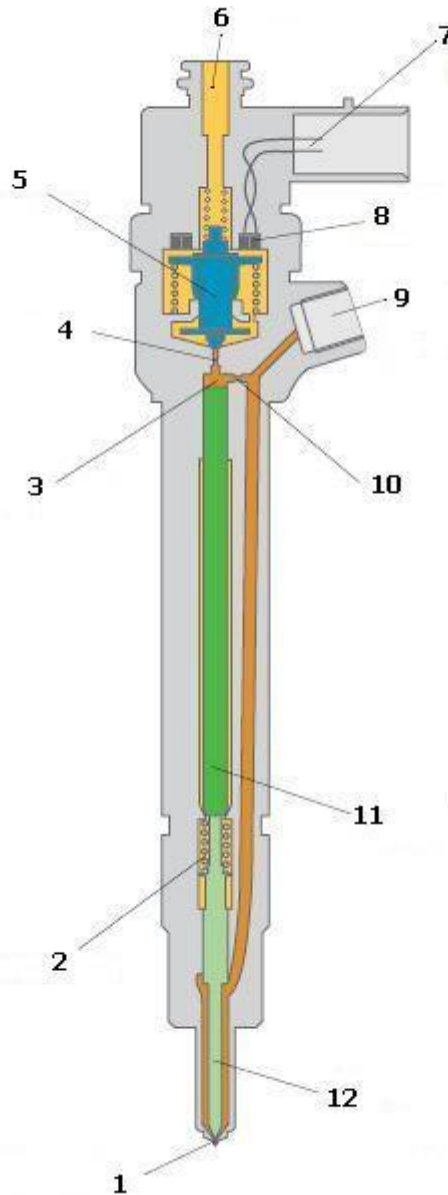


Рисунок 12 Устройство электрогидравлической форсунки

1. сопло форсунки
2. пружина
3. камера управления
4. сливной дроссель
5. якорь электромагнита
6. сливной канал
7. электрический разъем
8. обмотка возбуждения
9. штуцер подвода топлива

10. впускной дроссель
11. поршень
12. игла форсунки

Принцип работы электрогидравлической форсунки основан на использовании давления топлива, как при впрыске, так и при его прекращении. В исходном положении электромагнитный клапан обесточен и закрыт, игла форсунки прижата к седлу силой давления топлива на поршень в камере управления. Впрыск топлива не происходит. При этом давление топлива на иглу ввиду разности площадей контакта меньше давления на поршень.

По команде электронного блока управления срабатывает электромагнитный клапан, открывая сливной дроссель. Топливо из камеры управления вытекает через дроссель в сливную магистраль. При этом впускной дроссель препятствует быстрому выравниванию давлений в камере управления и впускной магистрали. Давление на поршень снижается, а давление топлива на иглу не изменяется, под действием которого игла поднимается и происходит впрыск топлива.

Пьезоэлектрическая форсунка

Самым совершенным устройством, обеспечивающим впрыск топлива, является пьезоэлектрическая форсунка (пьезофорсунка). Форсунка устанавливается на дизельных двигателях, оборудованных системой впрыска Common Rail.

Преимуществами пьезофорсунки являются быстрота срабатывания (в 4 раза быстрее электромагнитного клапана), и как следствие возможность многократного впрыска топлива в течение одного цикла, а также точная дозировка впрыскиваемого топлива.

Это стало возможным благодаря использованию пьезоэффекта в управлении форсункой, основанного на изменении длины пьезокристалла под действием напряжения. Конструкция пьезоэлектрической форсунки включает пьезоэлемент, толкатель, переключающий клапан и иглу, помещенные в корпусе.

В работе пьезофорсунки, также как и электрогидравлической форсунки, используется гидравлический принцип. В исходном положении игла посажена на седло за счет высокого давления топлива. При подаче электрического сигнала на пьезоэлемент, увеличивается его длина, которая передает усилие на поршень толкателя. Открывается переключающий клапан, топливо поступает в сливную магистраль. Давление выше иглы падает. Игла за счет давления в нижней части поднимается и производится впрыск топлива.

Количество впрыскиваемого топлива определяется:

- длительностью воздействия на пьезоэлемент;
- давлением топлива в топливной рампе.

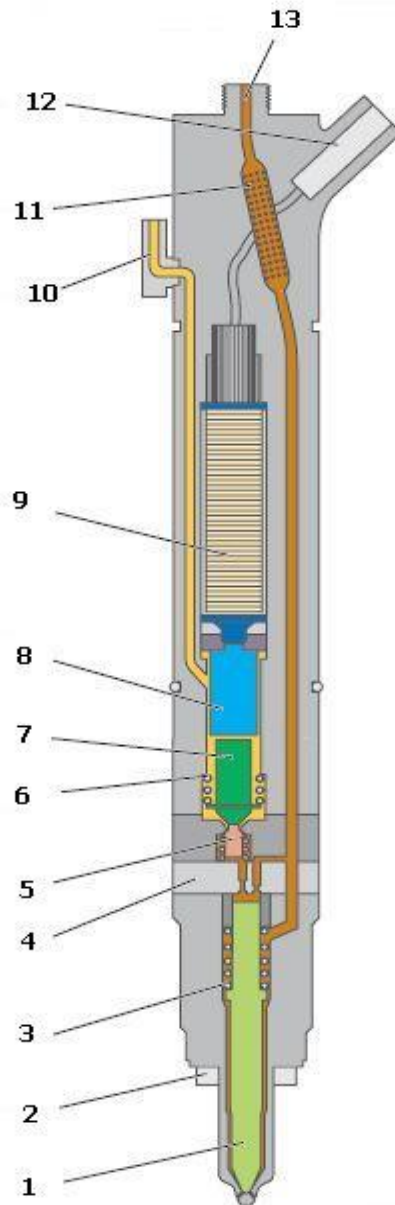


Рисунок 13 Устройство пьезоэлектрической форсунки

1. игла форсунки
2. уплотнение
3. пружина иглы
4. блок дросселей
5. переключающий клапан
6. пружина клапана
7. поршень клапана
8. поршень толкателя
9. пьезоэлемент
10. сливной канал
11. сетчатый фильтр
12. электрический разъем
13. нагнетательный канал

Подогреватель дизельного топлива

Особенностью дизельного топлива является увеличение вязкости при понижении температуры, которое сопровождается помутнением, кристаллизацией и дальнейшим застыванием. При значительном повышении вязкости нарушается нормальная работа топливной системы, вплоть до полного прекращения подачи дизельного топлива. Для противодействия указанным негативным факторам на легковых и грузовых автомобилях применяются подогреватели дизельного топлива.

Подогреватели дизельного топлива выполняют, как правило, две функции:

1. подогрев дизельного топлива при запуске двигателя (*предпусковой подогрев*);
2. поддержание определенной температуры дизельного топлива при работе двигателя (*маршевый подогрев*).

Данные функции могут быть реализованы как отдельно, так и совместно. В последнем случае речь идет о системе подогрева дизельного топлива.

Ведущими производителями подогревателей дизельного топлива являются фирмы Alternative Technology Group GmbH, ATG (модель Diesel Therm), Parker (модель Racor), Номакон (НОВые МАтериалы и КОНструкции).

Предпусковые подогреватели дизельного топлива

К предпусковым подогревателям дизельного топлива относятся: подогреватели фильтра тонкой очистки, гибкие ленточные подогреватели и подогреваемые топливозаборники. В основе данных устройств лежит электрический нагревательный элемент, питающийся от аккумуляторной батареи.

Фильтр тонкой очистки топлива – самое уязвимое место топливной системы, потому что именно его пропускная способность нарушается вследствие низкой температуры. Для подогрева фильтра тонкой очистки используется подогреватели бандажного (накладного) типа. Подогреватель включается водителем из салона на 3-5 мин и обеспечивает предпусковой подогрев в интервале отрицательных температур от -5 до -40°C.

Гибкие ленточные подогреватели ввиду своей универсальности могут устанавливаться в различных местах топливной системы (топливопроводы, топливный фильтр). Они обеспечивают как предпусковой, так и маршевый подогрев топлива.

Предпусковые подогреваемые топливозаборники снабжены электрическим нагревательным элементом. При работе двигателя подогрев топливозаборника может осуществляться путем теплового обмена с нагретой охлаждающей жидкостью или топливом обратной подачи.

Маршевые подогреватели дизельного топлива

Подогрев дизельного топлива в движении может осуществляться двумя способами - электрическим и жидкостным.

К электрическим маршевым подогревателям относятся проточные подогреватели и гибкие ленточные подогреватели. Проточный подогреватель устанавливается, как правило, перед фильтром тонкой очистки в разрезе топливопровода. Электропитание данных устройств производится от работающего автомобильного генератора.

Жидкостные подогреватели дизельного топлива представлены подогреваемыми топливозаборниками и змеевиками. Змеевик представляет собой трубопровод охлаждающей жидкости спиральной формы, охватывающий соответствующий топливопровод.

Электрические предпусковые и маршевые подогреватели могут объединяться в систему подогрева дизельного топлива. В зависимости от температуры воздуха электронный блок управления обеспечивает поддержание оптимальной температуры дизельного топлива, путем активизации определенных подогревателей.

Свеча накаливания

Для облегчения запуска дизельных двигателей в холодное время (от +5 до -30°C) производится нагрев воздуха в цилиндрах с помощью свечей накаливания. По своей сути свечи накаливания являются одним из устройств предпускового подогрева.

Свеча накаливания имеет различные места установки в зависимости от конструкции дизельного двигателя:

- в вихревой камере (*двигатели с отдельной камерой сгорания*);
- в форкамере (*двигатели с отдельной камерой сгорания*);
- в камере сгорания (*двигатели с нераздельной камерой сгорания*).

Конструктивно свеча накаливания представляет собой электрическое нагревательное устройство, состоящее из спирали накала, помещенной в защитную оболочку. Различают два вида свечей накаливания: с металлической спиралью и керамические.

Управление свечами накаливания производится с помощью реле или отдельного электронного блока управления. Данные устройства регулируют величину подаваемого на свечи напряжения и, тем самым, обеспечивают необходимый момент и температуру накала, а также продолжительность нагрева.

Работа реле свечей накаливания (блока управления) осуществляется на основании сигналов входных датчиков (датчика температуры охлаждающей жидкости, датчика частоты вращения коленчатого вала) системы управления дизельным двигателем.

Свечи накаливания включаются при определенных температурных условиях во время запуска двигателя (первое положение ключа в замке зажигания), о чем сигнализирует контрольная лампа на панели приборов. После того, как лампа погаснет, а прогрев закончится, производится запуск двигателя (второе положение ключа в замке зажигания).

На современных дизельных двигателях свечи накаливания помимо предварительного (предпускового) накала обеспечивают дополнительный накал после запуска двигателя. Дополнительный накал производится для уменьшения шума при сгорании смеси на непрогретом двигателе, а также сокращения вредных выбросов в атмосферу. Фаза дополнительного накала имеет продолжительность порядка 3 минут и заканчивается при достижении охлаждающей жидкостью температуры 20-30°C.