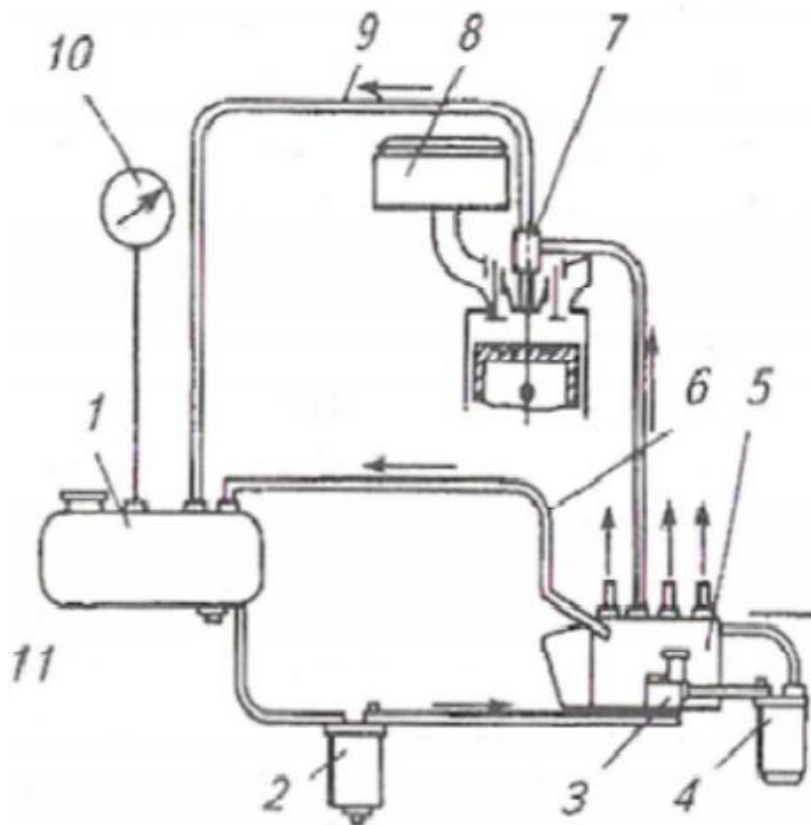


Система питания дизельного ДВС

Система питания дизельного двигателя включает в себя следующие элементы:

- 1 - топливный бак;
- 2 - фильтр грубой очистки топлива;
- 3 - топливо подкачивающий насос;
- 4 - фильтр тонкой очистки топлива;
- 5 - топливный насос высокого давления;
- 6 - топливопровод отвода избыточного топлива;
- 7 - форсунка;
- 8 - воздухоочиститель;
- 9 - трубка для отвода просочившегося топлива;
- 10 - указатель уровня топлива.



В системе питания дизеля подача и очистка воздуха и удаление отработавших газов, по существу, не отличаются от аналогичных процессов в системе питания карбюраторного двигателя.

Принципиально система отличается приборами топливоподачи и смесеобразования, основными из которых являются топливный насос высокого давления 5 и форсунка 7.

Из топливного бака 1 по топливопроводу через фильтр грубой очистки 2 топливо засасывается подкачивающим насосом 3 и подаётся через фильтр тонкой очистки в полость насоса высокого давления 5, с помощью которого топливо дозируется, подаётся по топливопроводу высокого давления и через форсунку 7 впрыскивается в цилиндр. Излишки подаваемого топлива из полости насоса высокого давления по трубопроводу 6 возвращаются в бак.

Процесс приготовления горючей смеси в дизелях

Происходит процесс смесеобразования в течение короткого промежутка времени внутри цилиндра, когда поршень находится вблизи ВМТ. В конце такта сжатия в цилиндры дизеля под высоким давлением через форсунку впрыскивается топливо. К началу подачи топлива (в конце такта сжатия) давление в цилиндре составляет примерно 3,5 - 4,5 МПа (35 - 45 атм.), а температура 600 - 700 ° С.

Приготовление горючей смеси представляет собой процесс испарения мелко распылённого топлива и перемешивание его паров с воздухом. Каждая частица топлива должна войти в соприкосновение с воздухом как можно скорее, чтобы выделение теплоты произошло в начале хода расширения. Для улучшения смесеобразования и повышения однородности смеси коэффициент избытка воздуха составляет от 1,4 до 1,7.

Равномерное распределение топлива по объёму камеры сгорания осуществляется за счёт кинематических энергий распылённого топлива и движущегося воздуха, определяемых формой камеры сгорания и скоростью движения поршня. В современных дизелях находят применение объёмное, объёмно-плёночное, плёночное, вихрекамерное и предкамерное смесеобразование. Способ смесеобразования обусловлен формой камеры сгорания, которая в сочетании с топливо подающей аппаратурой определяет условия процессов смесеобразования и сгорания. Двигатель с непосредственным впрыском топлива обеспечивает наиболее экономичный рабочий цикл и хорошие пусковые свойства двигателя.

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 её 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 определённый момент рабочего процесса с требуемой продолжительностью по

наивыгоднейшему закону впрыска и под давлением, обеспечивающим тонкое распиливание и распределение топлива в камере;

5) равные условия впрыска для всех цилиндров двигателя при различных режимах его работы (момент начала подачи, её продолжительность и момент конца подачи отсечка), последовательность подачи в соответствии с порядком работы двигателя;

б) длительную работоспособность без изменения начальных регулировок и без износов, влияющих на работу двигателя.

Топливоподающая аппаратура дизельных двигателей разделяется на две основные разновидности; разделённую (преобладающее применение) и неразделённую. Разделённая аппаратура состоит из топливного насоса высокого давления и форсунок. В неразделённой аппаратуре топливный насос высокого давления конструктивно объединён с форсункой.

В разделённых 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 определённой последовательности топливо по нескольким цилиндрам.

Большинство автотракторных двигателей имеет секционные (рядные или V - образные) топливные насосы.

Плунжерный топливный насос высокого давления

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.

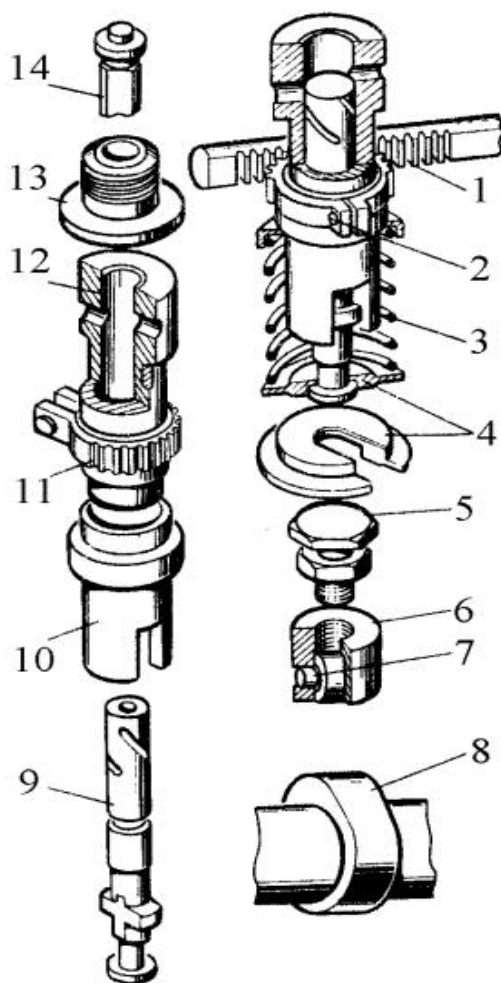


Рис. 2. Насосная секция:
 1 – рейка;
 2 – винт;
 3 – пружина;
 4 – тарелка пружины;
 5 – регулировочный болт толкателя;
 6 – корпус толкателя;
 7 – ролик;
 8 – кулачок;
 9 – плунжер;
 10 – втулка;
 11 – зубчатый венец;
 12 – гильза плунжерной пары;
 13 – седло клапана;
 14 – нагнетательный клапан

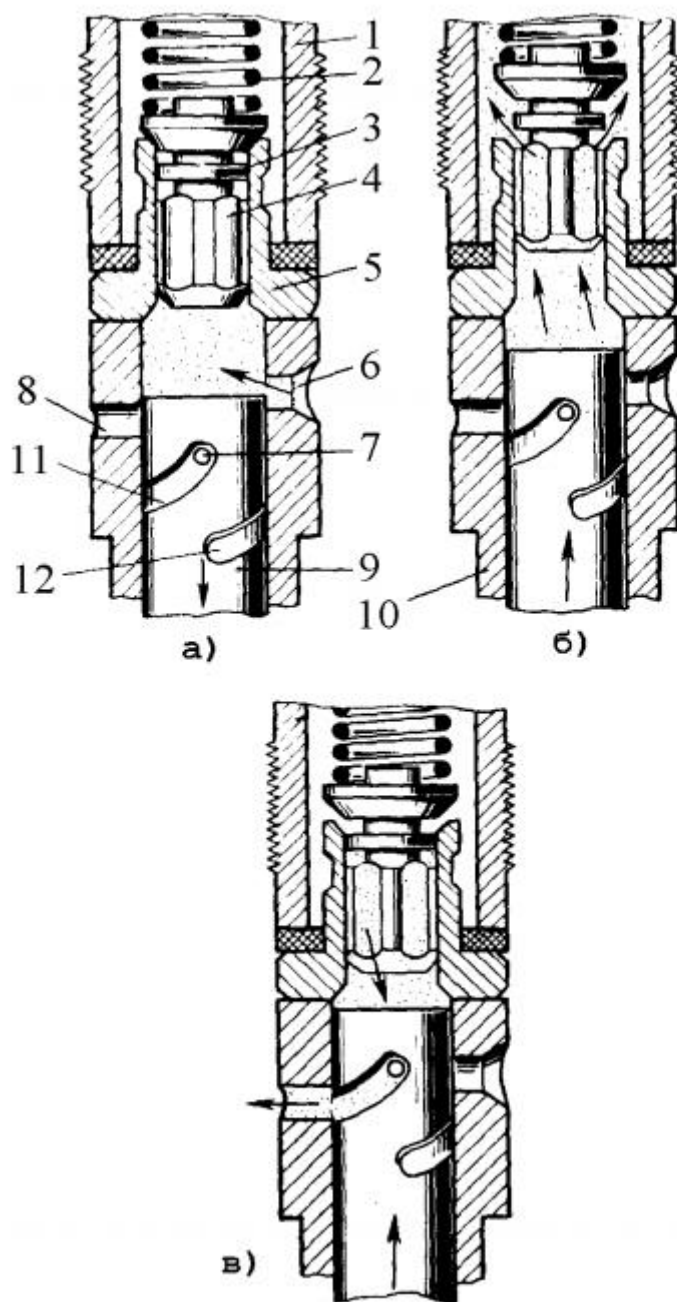


Рис. 3. Схема работы секции топливного насоса высокого давления:
а – заполнение гильзы топливом; б – подача топлива в форсунку;
в – конец подачи топлива (отсечка):

- 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

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 подъёма плунжера (под действием кулачка 8, рис. 3) 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.

При достижении в полости распылителя форсунки давления, равного давлению нажатия пружины на иглу, она поднимается, и начинает 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 пояса 3 позволяет создать резкую отсечку подачи топлива форсункой (прекращение подачи топлива), так как топливопровод высокого давления и надплунжерное пространство разъединяется ещё 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 подъёма иглы.

Количество подаваемого топлива за один ход меняют путём поворота плунжера, который через хомутик или зубчатый венец 11 (рис. 3) и рейку 1 связан с регулятором и органами управления (педаль «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 остаётся постоянным.

Момент подачи регулируют передвижением плунжера вдоль его оси. Для этой цели нужно ввернуть или вывернуть регулировочный болт толкателя 5 (рис. 3), с которым связан плунжер, что приведёт к более позднему или раннему перекрытию впускного окна, и начало подачи сдвинется.

Заметные преимущества по сравнению с многоплунжерными имеют одноплунжерные насосы высокого давления, сочетающие в одном агрегате секцию (высокого давления и распределитель. По сравнению с многоплунжерными одноплунжерные насосы обеспечивают более равномерную дозировку топлива по цилиндрам двигателя на всех режимах работы, имеют меньшие габариты и вес, меньше прецизионных деталей, они значительно проще и доступнее для обслуживания и регулировок. Недостатком таких насосов

является более быстрый износ основных деталей и ограниченные (возможности применения на многоцилиндровых дизелях).

Ф о р с у н к и

Форсунки предназначены для распыливания топлива и распределения его частиц по объёму камеры сгорания.

Количество впрыска топлива форсункой оценивается следующими основными показателями :

- тонкостью и однородностью распыливания топлива
- равномерным распределением частиц распылённого топлива в камере сгорания
- своевременным началом и окончанием впрыска
- чёткой 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.

На дизельных двигателях лесотранспортных и сельскохозяйственных машин применяются форсунки закрытого типа с гидравлическим подъёмом запорной иглы распылителя.

Закрытые форсунки

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 её конического пояса.

Более широко применяют закрытые форсунки с гидравлическим управлением (рис. 4), которые состоят из стального корпуса 4, к которому гайкой 3 присоединён 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 её регулируется винтом 7, в заплечик которого упирается верхняя часть пружины. Топливо подаётся к форсунке по трубопроводу высокого давления, соединённому 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.

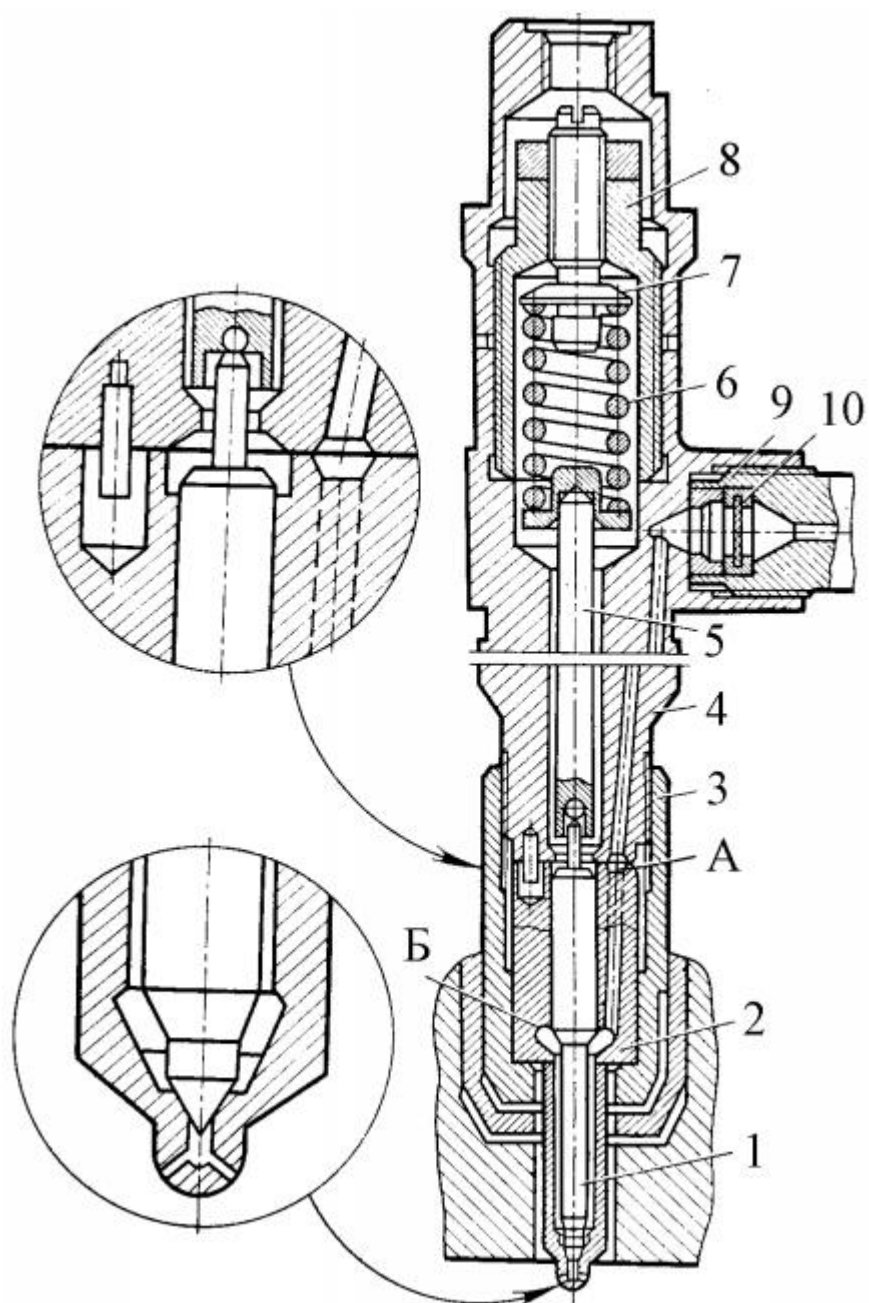


Рис. 4. Форсунка закрытого типа:

1 – игла; 2 – корпус распылителя; 3 – крепёжная 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

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 упадёт 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.

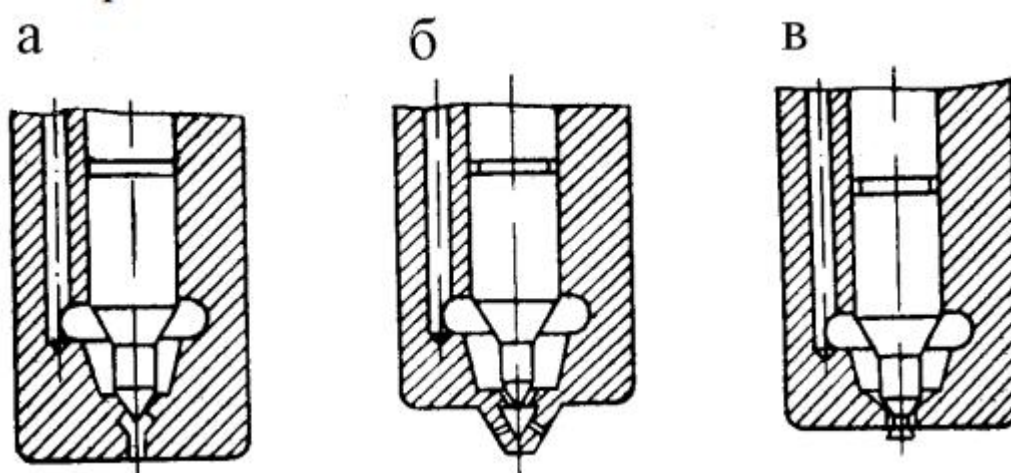


Рис. 5. Схемы распылителей закрытых форсунок:

- 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.

Хотя конструктивное исполнение закрытых форсунок сложнее, у автотракторных двигателей они применяются особенно часто.

Камеры сгорания

Основные требования и классификация

Хорошее смесеобразование ещё не достигается при тонком и однородном распыливании и достаточной дальнобойности 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 дальнобойности 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 разделённые.

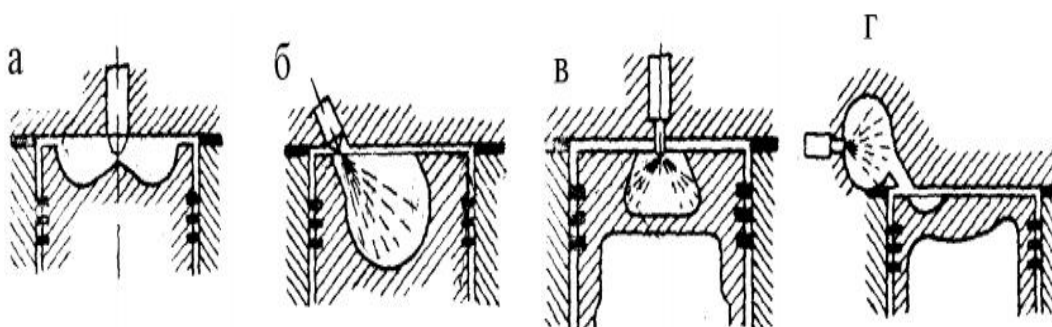


Рис. 6. Принципиальные схемы камер сгорания дизельных двигателей:
а, б, в - неразделенные; г - разделённая (вихревая)

Неразделенные камеры сгорания имеют простую форму и выполняются в виде единого объёма. Такие камеры обеспечивают объёмно - плёночное смесеобразование. Разделённые камеры состоят из двух отдельных объёмов. На современных дизелях в основном применяется только одна разделённая камера, обеспечивающая вихрекамерное смесеобразование.

Камера сгорания для непосредственного впрыска

В дизельных двигателях с такими камерами форсунка впрыскивает топливо непосредственно в камеру сгорания (рис. 6, а, б, в). Качество смесеобразования в таких камерах достигается согласованием формы камеры сгорания с формой и количеством топливных факелов. Для обеспечения тонкого распыливания топлива, необходимой дальнбойности струи и равномерного

распределения топлива по объёму камеры сгорания применяются форсунки с рабочим давлением 15,0...20,0 МПа и многодырчатыми распылителями (5...7 отверстий) при малых диаметрах сопловых каналов (0,15...0,32 мм). Камера сгорания с непосредственным впрыском, представленная на рис. 6, а, обеспечивает объёмное смесеобразование.

Основные достоинства камер сгорания с непосредственным впрыском по сравнению с камерами других разновидностей:

- 1) простая и компактная форма камеры сгорания обеспечивает меньшие тепловые потери в процессе сгорания и более высокий эффективный КПД; удельный расход топлива составляет 220...260 г/(кВт ч);
- 2) вследствие меньших тепловых потерь и более высокого КПД среднее эффективное давление повышается;
- 3) меньшие тепловые потери создают условия для облегчения пуска;
- 4) конструкция головки цилиндра упрощается.

Недостатки камер сгорания с непосредственным впрыском:

- 1) смесеобразование происходит при больших давлениях впрыска, что повышает требования к топливоподающей аппаратуре;
- 2) процесс сгорания характеризуется значительными давлениями (до 10,0 МПа), скорость нарастания давления при этом 0,4...0,8 МПа;
- 3) малые сопловые отверстия распылителя форсунки (0,1...0,25 мм) требуют точного исполнения и при недостаточной очистке топлива могут засоряться.

Камера сгорания для плёночного смесеобразования

В последние годы сделаны значительные шаги в совершенствовании камер сгорания с непосредственным впрыском и разработан новый способ смесеобразования. При этом наряду с улучшением экономичности и пусковых качеств снижены жёсткость работы и шум, повышено среднее эффективное давление при бездымном выхлопе и создана возможность использования различных сортов моторного топлива в диапазоне от тяжёлых дизельных до лёгких карбюраторных.

Новый способ получил название плёночного смесеобразования. Его особенности заключаются в следующем. В центральную часть камеры (рис. 6, б), находящуюся в поршне, в среду сжатого воздуха форсункой впрыскивается около 5 % цикловой подачи топлива. Остальная часть топлива, около 95 %, впрыскивается и распределяется форсункой на поверхности камеры сгорания в виде тонкой плёнки (10...15 мкм), испаряется и постепенно в парообразном состоянии, с помощью интенсивного воздушного вихря, включается в очаги горения. Скорость смесеобразования в этом случае определяется, с одной стороны, температурой поверхности камеры, а с другой, скоростью движения воздушного заряда и его турбулентностью.

При плёночном смесеобразовании в первую очередь самовоспламеняется топливо, впрыснутое в центральную часть камеры. Остальное топливо после постепенного испарения и перемешивания с воздухом воспламеняется от раскалённых частиц углерода, образовавшихся при воспламенении распылённой в камере небольшой части топлива.

Испаряется топливо с поверхности камеры при умеренной температуре (570...620 К), что достигается охлаждением днища,

поршня струёй масла, поступающего, например, через сверление в верхней головке шатуна. Такая температура достаточна для испарения топлива и не вызывает термического расщепления молекул, сопровождающихся нагаром и смоловыделением.

Для уменьшения количества топлива, проходящего предпламенную физико-химическую подготовку в течение первого периода задержки воспламенения, форсунка (рис. 6) размещается ближе к стенке камеры и устанавливается таким образом, чтобы впрыскиваемое топливо встречалось с поверхностью стенки под острым углом, а направление струи топлива совпадало с направлением радиального воздушного потока.

При плёночном смесеобразовании, даже при низкой воспламеняемости топлива, количество участвующего в его воспламенении топлива незначительно. Поэтому применение таких сортов топлив не вызывает резкого повышения давления при самовоспламенении.

Следовательно, при плёночном смесеобразовании возможно использование сортов топлива с более низкой воспламеняемостью, чем дизельное (бензин, керосин и даже сырая нефть).

Необходимо учесть, что использование бензина или керосина для дизельного двигателя с обычным смесеобразованием сопровождается недопустимой жёсткостью сгорания.

Двигатели с плёночным смесеобразованием имеют форсунки с одним, двумя или тремя сопловыми отверстиями. Давление начала подачи топлива форсункой 17,5...20,0 МПа. Они работают бездымно и мягко. Скорость нарастания давления 0,2...0,4 МПа на 1 град поворота коленчатого вала при максимальном давлении цикла 7,0...7,5 МПа. Среднее эффективное давление выше, чем у двигателей с обычным способом смесеобразования. Минимальный

удельный расход топлива 218...2501 г/(кВт ч).

Плёночное смесеобразование по сравнению с объёмным обеспечивает лучшие экономические показатели двигателей, упрощает конструкцию топливной аппаратуры.

К недостаткам можно отнести плохие пусковые свойства двигателей.

Объёмное и плёночное смесеобразование можно назвать двумя крайними способами, в первом из которых в основном топливо распределяется в воздушном заряде, а при втором способе почти все топливо превращается в плёнку и наносится на поверхность камеры сгорания.

Камера сгорания для объёмно - плёночного смесеобразования

Камера сгорания для объёмно - плёночного смесеобразования размещается в днище поршня и имеет форму усечённого корпуса (рис. 6, в) с основанием меньшего диаметра у входной горловины и со скругленными стенками у нижнего основания. Топливо впрыскивается форсункой с многодырчатым распылителем, которая размещается под небольшим углом к оси цилиндра. Расположение отверстия распылителя обеспечивает попадание топлива при впрыске на боковые стенки камеры вблизи от кромки её горловины. На коническую поверхность камеры омываемую воздушным вихрем, попадает около 50 % топлива, а остальная часть топлива распыливается в воздушном потоке, который возникает в результате вытеснения части воздушного заряда из надпоршневого зазора. При этом радиальное движение в зазоре переходит во вращательное тороидального вихря в камере, расположенной в поршне.

Плѐнка топлива образуется под воздействием высокой скорости распыляемого топлива и направления струи под острым углом к поверхности стенки.

Объёмно - плѐночный способ смесеобразования обеспечивает среднюю жѐсткость работы двигателя (скорость нарастания давления (0,4...0,5 МПа / град) и невысокое максимальное давление сгорания (6,0...6,5 МПа) при минимальном удельном расходе топлива 220...260 г/(кВт ч).

Вихревая камера сгорания

Вихревая камера сгорания (рис. 6, г) имеет камеру, разделѐнную на две части, одна из которой называется основной, а вторая вихревой. Основная камера расположена непосредственно над поршнем. Вихревая камера выполнена в головке цилиндра, имеет обтекаемую форму (форму шара или сплющенного шара) и охлаждается водой. Еѐ объѐм составляет от 50 до 75 % всего объѐма камеры сгорания, что позволяет вовлечь в вихревое движение большое количество воздуха. Вихревая камера сообщается с основной при помощи горловины. Для улучшения дожигания в основной камере и повышения надёжности поршня в его днище делают углубление.

В период сжатия воздух вытесняется из основной в вихревую камеру.

Взаиморасположение камер способствует смесеобразованию. Воздух поступает в вихревую камеру тангенциально еѐ поверхности, при этом создаются вихревые потоки, которые подхватывают впрыскиваемое форсункой топливо. Струя топлива увлекается воздушным потоком, интенсивно перемешивается с ним, самовоспламеняется и частично сгорает. В период сгорания в

вихревой камере резко повышается давление. При этом продукты сгорания и несгоревшая часть топлива устремляются в основную камеру. Здесь процесс сгорания продолжается, заканчиваясь при расширении. Интенсивным движением заряда в камере сгорания при таком способе смесеобразования достигается хорошее перемешивание кислорода воздуха с топливом, что обеспечивает бездымную работу двигателя при малых значениях коэффициента избытка воздуха.

Хорошее перемешивание смеси снижает требования к качеству распыливания топлива и допускает низкое рабочее давление форсунок (12,0...15,0 МПа). Форсунки имеют распылители с одним отверстием.

Интенсивность вихрей определяется скоростью движения воздушного заряда и возрастает с увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Поэтому двигатели с вихрекамерным способом смесеобразования удовлетворительно работают в широком скоростном диапазоне и считаются довольно быстроходными двигателями тракторного типа.

Сравнение неразделённых и разделённых камер

Основные преимущества разделённых камер по сравнению с неразделёнными заключаются в следующем:

- 1) смесеобразование происходит при меньших давлениях впрыска (до 12,5 МПа), это несколько уменьшает требования к топливной аппаратуре;
- 2) процесс сгорания характеризуется сравнительно замедленным нарастанием давления, максимальное давление сгорания меньше, работа мягче;

3) сравнительно большие размеры сопловых отверстий распылителя (0,5...1,5 мм) упрощают производство форсунок и удлиняют срок их службы;

4) работа двигателя при переменных режимах стабильна.

Основные недостатки разделённых камер:

1) усложнённая форма камеры сгорания вызывает увеличение тепловых потерь и снижает эффективный КПД, экономичность понижена, удельный расход топлива составляет 255...285 г/(кВт ч);

2) вследствие увеличения тепловых потерь и снижения эффективного КПД среднее эффективное давление, а следовательно, и литровая мощность несколько понижается;

3) производство разделённых камер сложнее;

4) низкие пусковые свойства из-за интенсивного отвода тепла развитой теплоподающей поверхностью.

Из числа двигателей с разделёнными камерами двигатели с вихревыми камерами обладают несколько лучшей экономичностью и пусковыми свойствами. В мировом двигателестроении преобладает производство двигателей с неразделёнными камерами сгорания.

Регулятор дизельного двигателя

Силы сопротивления движению машины изменяются в широком диапазоне и довольно часто. При статических режимах нагружения двигателя, когда период изменения сил сопротивления движению составляет не менее нескольких секунд, а амплитуда изменяется в узких пределах, водитель сам успевает следить за изменчивостью сил сопротивления. Но чаще происходит значительное колебание

сил сопротивления движению. Так, например, силы сопротивления движению трелёвочного трактора изменяются с частотой до 2...3 Гц. Поэтому работа трактора протекает при различных скоростных и нагрузочных режимах. При фиксирующих положениях регулирующего органа (рейка топливного насоса в дизелях и дроссельная заслонка в карбюраторных двигателях) изменение внешней нагрузки может приводить к значительному изменению скоростного режима двигателя. Для снижения отрицательного влияния подобных явлений применяют регулирующий орган регулятор частоты вращения, который поддерживает рабочие режимы двигателя в допустимых пределах. Классификация регуляторов приведена на рис. 7.

На двигателях лесотранспортных машин применяются центробежные всережимные регуляторы (дизельные двигатели) и пневмоцентробежные однорежимные регуляторы - ограничители максимальных оборотов (карбюраторные двигатели).

Чтобы предотвратить изменения частоты и нарушения рабочего процесса двигателя при изменении внешней нагрузки, необходимо соответственно изменять положение рейки топливного насоса или дроссельной заслонки. При частых и резких изменениях такое регулирование приводит к утомляемости водителя, а иногда практически невозможно. В таких случаях устойчивую работу двигателя на всех режимах (холостой ход, промежуточные режимы, максимальные режимы) эффективно обеспечивает всережимный регулятор. При таком регуляторе водитель задаёт любой режим работы двигателю (от минимальных до максимальных оборотов) путём соответствующего нажатия пружины, а регулятор поддерживает заданный режим изменением подачи топлива.

Всережимные регуляторы получили распространение на автотракторных дизельных двигателях. Применение их значительно облегчает управление машины, улучшает экономичность, повышает производительность и долговечность машины.



Рис. 7. Классификация автотракторных регуляторов

Всережимный регулятор (рис. 8) содержит грузы 1, установленные на валике, который приводится во вращение от распределительного вала двигателя. Грузы своими выступами упираются в муфту 2, нагруженную пружиной 3 и связанную с

рейкой насоса через рычаг 4. Скоростной режим двигателю задаёт водитель соответствующим изменением натяжения пружины 3 через рычаг 5 и тягу 6. При установившемся скоростном режиме существует равновесие между центробежной силой грузов и приведённой к оси регулятора силой самой пружины.

Изменение частоты вращения при уменьшении или увеличении нагрузки на двигатель приведёт к изменению равновесного состояния между центробежной силой грузов и приведённой силой пружины. Преобладающая из этих сил сместит муфту с рейкой насоса на увеличение или уменьшение подачи топлива, что приведёт к восстановлению скоростного режима двигателя, заданного водителем. На всех скоростных режимах регулятор обеспечивает устойчивую работу двигателя.

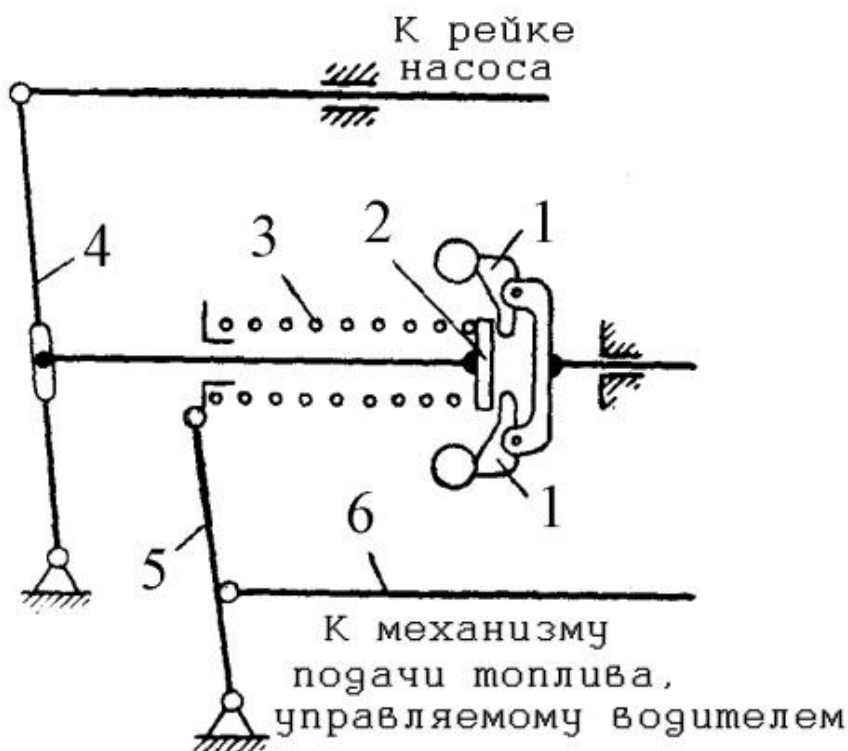


Рис. 8. Принципиальная схема всережимного регулятора:
1 – грузики; 2 – муфта; 3 – пружина; 4 и 5 – рычаги; 6 – тяга

В конечном итоге при переменном сопротивлении движению лесотранспортной машины всережимный регулятор обеспечивает практически постоянную скорость её движения.

Системы питания современных дизельных и бензиновых двигателей

В последнее время все большее распространение получают системы питания с непосредственным распределенным впрыском топлива под большим давлением (Common Rail). Такие системы позволяют получать высокие мощностные показатели двигателя, снизить расход топлива и удовлетворяют требованиям норм по токсичности отработавших газов.

На рис. 9. приведена схема системы питания Common Rail современного дизельного двигателя. Топливо из бака 1 при помощи встроенного в ТНВД подкачивающего насоса 5 через фильтр предварительной очистки топлива 10 и фильтр тонкой очистки 2 поступает к ТНВД. В фильтре тонкой очистки может осуществляться подогрев дизельного топлива для лучших пусковых возможностей дизельного двигателя в холодное время года. Подогрев дизельного топлива также возможен и в топливном баке при помощи специальных тенов.

Топливный насос высокого давления 5 подаёт топливо под высоким давлением в топливораспределительную рампу 6 и далее из рампы топливо по топливопроводам высокого давления поступает в форсунки 7, которые осуществляют впрыск топлива в камеры сгорания. Работой форсунок управляет бортовой компьютер 8 на основании данных, получаемых от датчиков. Излишки топлива от форсунок, топливной рампы и ТНВД по возвратным

топливопроводам направляются на слив в бак 1. Для прокачки системы в ручную и вывода из системы воздуха предусмотрен насос ручной прокачки топлива 3.

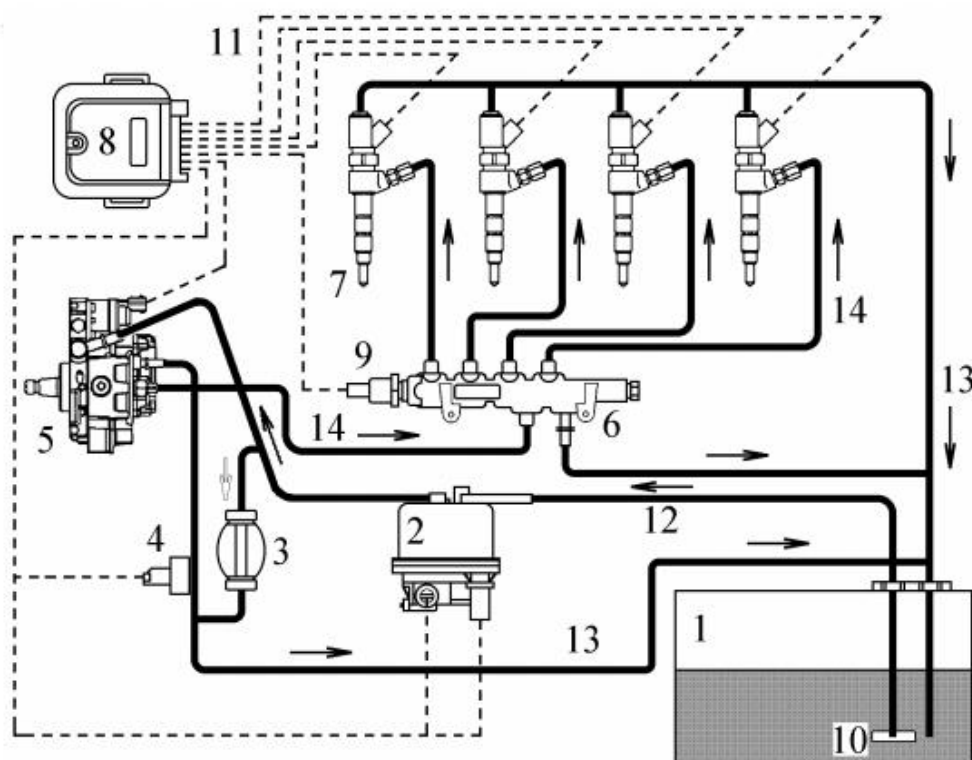


Рис. 9. Принципиальная схема системы питания Common Rail
дизельного двигателя:

1 – топливный бак; 2 – фильтр тонкой очистки с электроподогревом дизельного топлива; 3 – насос ручной подкачки топлива; 4 – датчик температуры топлива; 5 – топливный насос высокого давления со встроенным подкачивающим насосом и регулятором расхода топлива; 6 – топливораспределительная рампa со встроенным клапаном предельного давления; 7 – форсунки с пьезоэлементами; 8 – бортовой компьютер; 9 – датчик давления топлива в рампе; 10 – фильтр предварительной очистки топлива; 11 – электрические цепи; 12 – топливные магистрали низкого давления; 13 – возвратные топливные магистрали; 14 – топливные магистрали высокого давления (135 МПа)

В таких системах питания управление количеством впрыскиваемого топлива в зависимости от реализуемого крутящего момента при помощи форсунок осуществляет бортовой компьютер.

Бортовой компьютер также рассчитывает и изменяет автоматически, в зависимости от режима работы двигателя, угол опережения впрыска топлива и рассчитывает продолжительность впрыска. Управление каждой форсункой осуществляется независимо. Так же компьютер регулирует давление топлива в рампе.

В бортовых компьютерах используется перезаписываемая память, которая позволяет при проведении технических обслуживаний загружать новую информацию и тем самым устранять ошибки, появляющиеся в процессе работы.

Помимо управления впрыском топлива бортовой компьютер также на основании информации, получаемой от датчиков, выполняет следующие функции:

- определяет суммарный расход топлива на различных режимах работы двигателя (пуск, холостой ход и т.д.);

- обеспечивает удобство вождения в зависимости от намерений водителя; ограничивает расход топлива и частоту вращения коленчатого вала двигателя, учитывая внешние воздействия (качество дорожного покрытия и т.п.);

- управляет рециркуляцией отработавших газов;

- осуществляет контроль работы датчиков, диагностику силовых цепей и выполняет контроль «правдоподобности» параметров, поступающих от датчиков;

- ограничивает максимальную скорость транспортного средства; регулирует скоростной режим (система круиз - контроль);

- управляет системами, обеспечивающими нормальный режим работы двигателя, трансмиссии и подвески.

Питание компьютера осуществляется от аккумуляторной батареи, для нормальной работы компьютера необходимо чтобы аккумуляторная батарея была хорошо заряжена. Минимальное напряжение питания, при котором компьютер способен производит самодиагностику, составляет 7 В. Отключение питания компьютера сразу же после выключения зажигания запрещено, так как компьютер должен завершить вычисления (в течение 30 с), иначе возникнут ошибки в его работе.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) системы Common Rail состоит из следующих конструктивных элементов:

- подкачивающий насос;
- разгрузочный клапан;
- регулятор расхода топлива; секция высокого давления.

Подкачивающий насос используется шестерёнчатый с внешним зацеплением шестерён и состоит из ведущей шестерни 1 (рис. 10), ведомой шестерни 2, свободно вращающейся на оси, корпуса 3 и фланца 4.

Принцип работы такого насоса аналогичен принципу шестерёнчатого насоса смазочной системы. Давление топлива, подаваемого в секцию высокого давления зависит от частоты вращения коленчатого вала и составляет 0,45...0,6 МПа. Давление на входе подкачивающего насоса составляет 0,05...0,1 МПа.

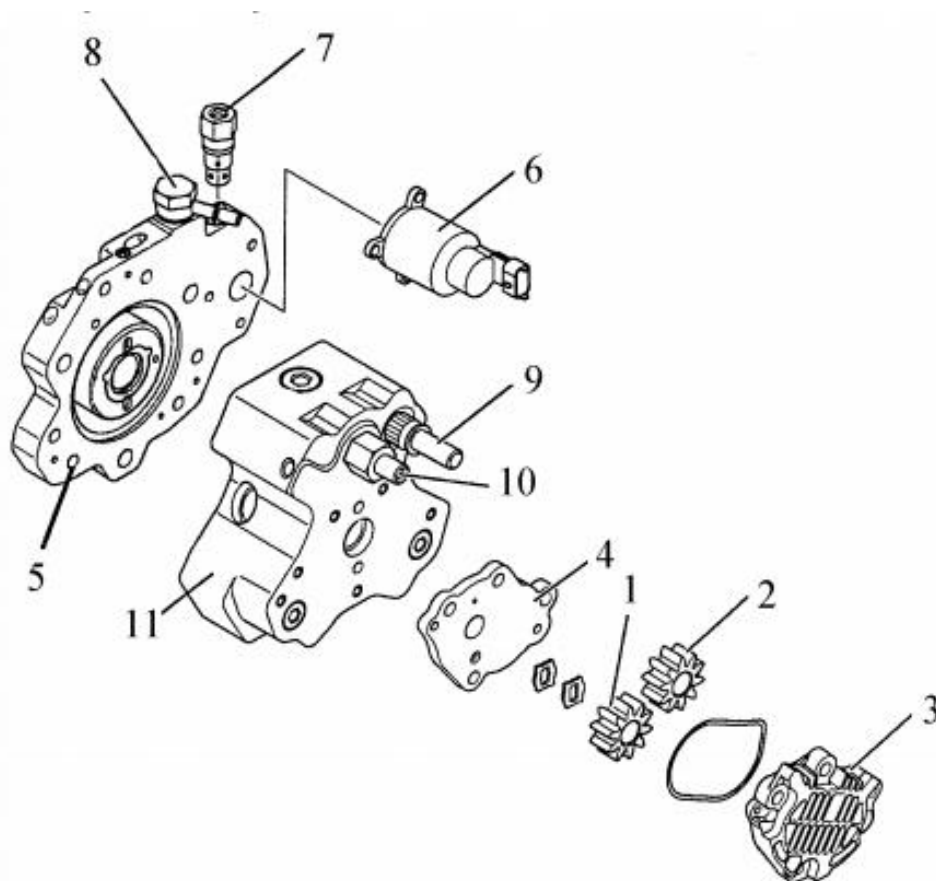


Рис. 10. Топливный насос высокого давления:
 1 – ведущая шестерня; 2 – ведомая шестерня; 3 – корпус; 4, 5 – фланец;
 6 – регулятор расхода топлива; 7 – разгрузочный клапан; 8 – входная
 магистраль (низкое давление); 9 – возвратная магистраль; 10 – напорная
 магистраль (высокое давление); 11 – секция высокого давления

В некоторых системах питания подкачивающий насос является самостоятельным агрегатом. В этом случае используются электрические погружаемые в топливо вакуумные насосы, которые располагаются в топливозаборном устройстве прямо в топливном баке.

Регулятор расхода топлива 6 изменяет количество топлива, поступающего из подкачивающего насоса к нагнетающим узлам секции высокого давления.

Благодаря тому, что регулирование расхода выполняется в магистрали низкого давления, сжатие в секции высокого давления

подвергается ровно столько топлива, сколько требуется впрыскивать в цилиндры двигателя. Это обеспечивает медленное повышение температуры топлива и снижает внутренние потери мощности в самом насосе.

Разгрузочный клапан обеспечивает прокачку насоса, смазку внутренних деталей насоса и регулировку давления на входе в регулятор расхода. Секция высокого давления включает три нагнетающих узла плунжерного типа, расположенные под углом 120° друг к другу.

Топливораспределительная рампа (рис. 11) изготовлена из литой стали и на ней расположены клапан предельного давления 2 и датчик давления 3. Предназначенная для распределения топлива, находящегося под большим давлением, между форсунками.

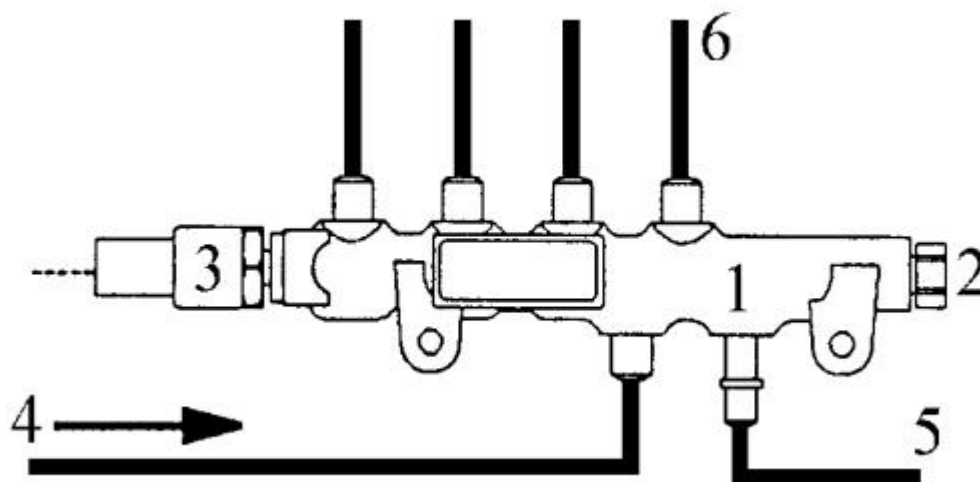


Рис. 11. Топливораспределительная рампа:

- 1 – рампа; 2 – клапан предельного давления; 3 – датчик давления;
- 4 – магистраль высокого давления; 5 – возврат в топливный бак;
- 6 – топливопровод высокого давления к форсункам

Клапан предельного давления не допускает роста давления в рампе свыше 140...150 МПа, и защищает от повреждения элементы топливной системы.

На рис. 12. приведён общий вид электроуправляемой форсунки системы питания Common Rail. Назначение и принцип работы данных форсунок аналогичен ранее рассмотренным форсункам в разделе «Система питания дизельного двигателя». Отличительной особенностью форсунок является их электрическая часть 2 (рис. 12), включающая быстродействующий электромагнит, который управляет открытием форсунки и соответственно распылом топлива. Команду на открытие форсунки электромагнит получает от компьютера. Такие форсунки позволяют осуществить несколько впрыскиваний в течение одного цикла: один или два пилотных (предварительных) впрыска, пока поршень подходит к ВМТ на такте сжатия; один основной впрыск (пилотная партия топлива уже воспламенилась, поршень начинает двигаться к НМТ и совершается рабочий ход); один финальный впрыск (воспламенилась уже основная порция топлива и совершилась половина рабочего хода). Такая сложная работа форсунок требует высокого быстродействия исполнительных механизмов и соответственно повышает стоимость форсунок, однако это позволяет снизить уровень шума и вибраций дизельного двигателя, сделать его работу более «мягкой», обеспечить требования экологических норм и упростить конструкцию камер сгорания дизельного двигателя, а следовательно и стоимость его изготовления. Одновременно с этим процесс сгорания топлива является контролируемым (при помощи компьютера, который рассчитывает порции топлива на основании информации, получаемой от датчиков), что сложно получить на

классических дизельных двигателях (М-процесс или плёночное смесеобразование).

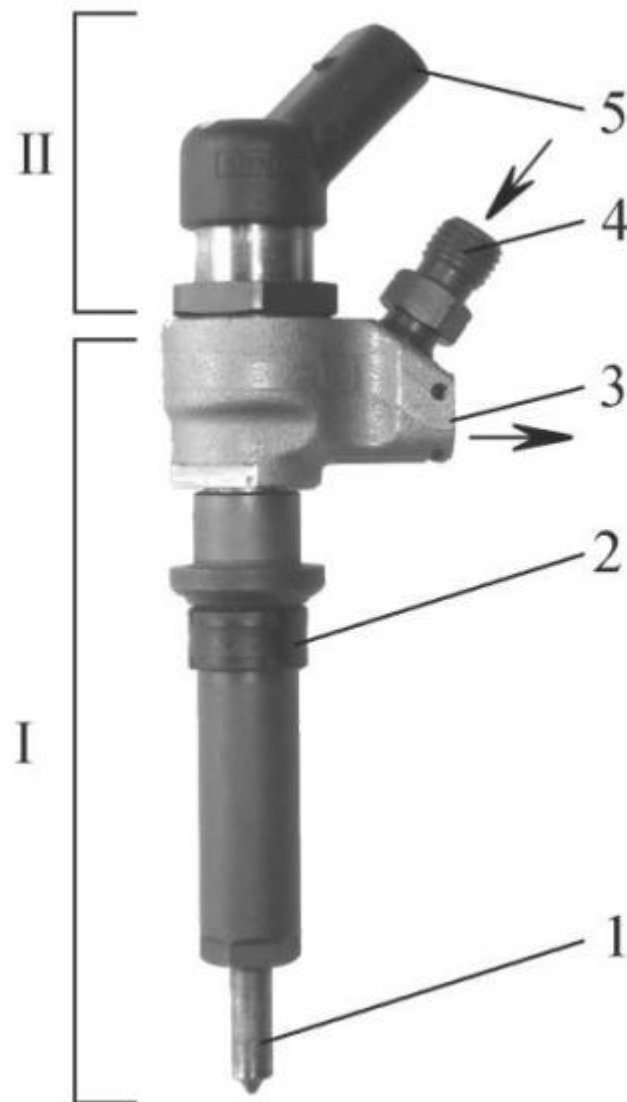


Рис. 12. Электроуправляемая форсунка:

- I – механическая часть; II – электрическая часть;
- 1 – распылитель; 2 – уплотнительное кольцо;
- 3 – к возвратной топливной магистрали;
- 4 – штуцер магистрали высокого давления;
- 5 – электрический разъем (к управляющему сигналу компьютера)

Система питания Common Rail современных бензиновых двигателей помимо электрической цепи, связанной с компьютером (управляет различными исполнительными элементами на основе информации получаемой от датчиков) и системы подачи топлива (обеспечивает повышение давления топлива и подачу к инжекторам) в отличие от системы питания дизельного двигателя включает ещё систему питания воздухом. Данная система обеспечивает фильтрацию и дозирование поступающего в двигатель воздуха.

Дозирование поступающего в двигатель воздуха осуществляется блоком дроссельной заслонки с электрическим приводом (рис. 13). Эта дроссельная заслонка по назначению аналогична дроссельной заслонке карбюратора, только управление ею осуществляется не механической тягой от педали «газ», а при помощи электродвигателя через шестерёнчатый редуктор. Компьютер управляет открытием дроссельной заслонки в зависимости от требований водителя (сигнал датчика положения педали «газ») и от требований других систем (датчик скорости, датчик круиз-контроля, датчик кислорода и т.п.).

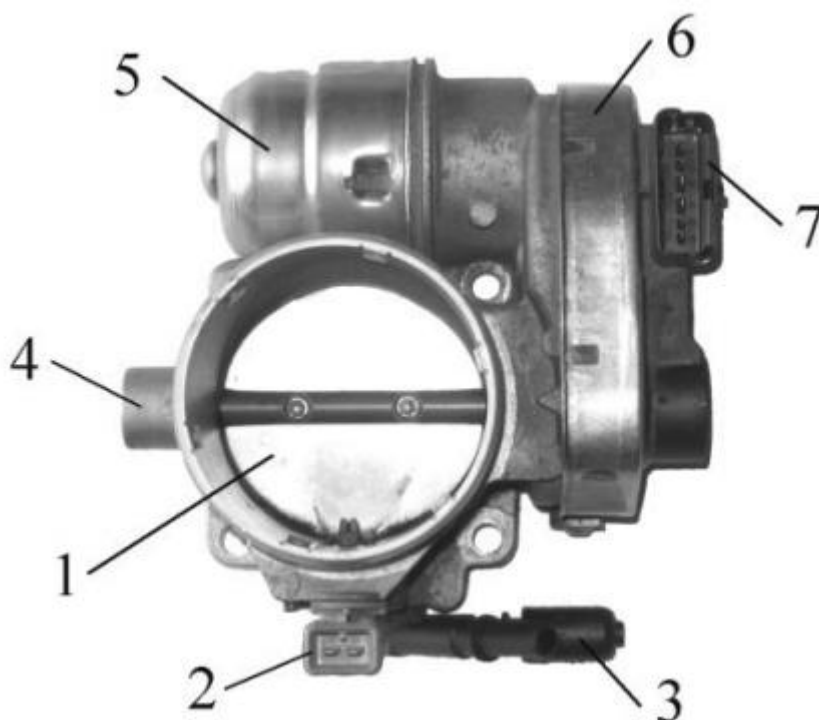


Рис. 13. Блок дроссельной заслонки:

- 1 – дроссельная заслонка; 2 – датчик температуры воздуха на впуске;
- 3 – резистор подогрева воздуха на впуске;
- 4 – датчик положения дроссельной заслонки; 5 – электродвигатель;
- 6 – шестерёнчатый редуктор;
- 7 – электрический разъем (к управляющему сигналу компьютера)

Блок дроссельной заслонки включает в себя несколько элементов системы впрыска топлива: дроссельную заслонку 1 (рис. 13); датчик температуры воздуха на впуске 2; резистор подогрева воздуха на впуске 3; датчик потенциометр положения дроссельной заслонки 4. Резистор подогрева воздуха на впуске предназначен для исключения образования инея и примерзания заслонки в холодное время года.

Датчики современных систем питания двигателя и транспортных машин

Работа систем питания Common Rail не возможна без специальных датчиков, по сигналам которых бортовой компьютер производит вычисления и осуществляет управление работой двигателя и других систем двигателя. К таким датчикам относятся:

- датчик температуры компьютера - расположен внутри блока компьютера и при помощи него компьютер контролирует собственную температуру, чтобы предотвратить повреждения, вызванные перегревом электронных элементов. При температуре свыше 71 ° C компьютер после предварительного предупреждения блокирует работу систем двигателя и отключается;

- датчик атмосферного давления - встроен в компьютер и при помощи него осуществляется расчёт количества впрыскиваемого топлива в зависимости от разряжения атмосферы;

- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя – исполнительный механизм датчика расположен на распределительных шестернях;

- датчик педали «газ» - встроен в педальный узел и определяет точное положение педали «газ», информируя компьютер о намерении водителя изменить скорость движения транспортного средства;

- датчик давления воздуха на впуске – установлен во впускном трубопроводе двигателя, информирует компьютер о давлении воздуха на впуске в двигатель;

- датчик температуры воздуха на впуске – установлен во впускном трубопроводе двигателя, информирует компьютер о температуре воздуха на впуске в двигатель;

- датчик положения поршней в мёртвых точках - установлен на маховике двигателя, информирует компьютер о времени, когда поршни в цилиндрах приходят в нижние и верхние мёртвые точки;

- датчик определения начального цилиндра - установлен в головке блока цилиндров. Информация, получаемая от этого датчика, позволяет компьютеру определить начальный цилиндр, от которого отсчитывается порядок работы остальных цилиндров. Необходим данный датчик для нормального функционирования систем впрыска и зажигания;

- датчик положения дроссельной заслонки - установлен в блоке управления дроссельной заслонкой, информация поступающая от него необходима для контроля состояния и согласованной работы педали «газ» и дроссельной заслонки (если педаль «газ» нажата полностью, то и дроссельная заслонка должна быть открыта полностью);

- датчик транспондера — установлен в головке ключа зажигания. Заложенный в нем код передаётся антенне, расположенной около замка зажигания. Если код правильный, компьютер разрешает запуск двигателя, иначе системы двигателя будут заблокированы и запуск двигателя невозможен;

- датчик температуры охлаждающей жидкости - установлен в верхней части водяной рубашке в блоке цилиндров, информирует компьютер о температуре охлаждающей жидкости;

- датчик детонации - пьезоэлектрического типа, установлен в блоке цилиндров, информирует двигатель о детонационных шумах. На основании информации от этого датчика компьютер подстраивает работу систем двигателя к качеству топлива (определяется октановое или цетановое число) или принимается решение о том, что работа на данном топливе не возможна. В этом

случае чтобы не повредить двигатель компьютер блокирует систему питания.

- датчик скорости транспортного средства - установлен на выходном валу коробки передач, информация используется компьютером для корректировки движения автомобиля на дороге;

- датчик давления рабочей жидкости гидроусилителя рулевого управления - информирует компьютер об интенсивности манёвров, совершаемых водителем при движении. На основании информации от этого датчика компьютер распознает аварийные ситуации и может корректировать движение автомобиля;

- датчик круиз-контроля - расположен на педалях «газ» и «тормоз». На основании информации от этого датчика компьютер отключает режим поддержания заданной скорости (круиз-контроль) как только водитель нажмёт педаль «газ» или «тормоз»;

- датчик температуры моторного масла — установлен в масляном поддоне и информирует компьютер об уровне и температуре смазочного масла в двигателе;

- датчик кислорода (лямбда зонд) — установлен во впускном трубопроводе и за каталитическим нейтрализатором. На основании информации о количестве кислорода во впускаемом в двигатель свежем воздухе и в отработавших газах компьютер вычисляет порции топлива для полного его сгорания и обеспечения минимальной токсичности отработавших газов;

- датчик акселерометра - измеряет вертикальные ускорения автомобиля, на основании информации от этого датчика компьютер выбирает режим работы подвески для обеспечения комфортного движения и сохранности груза.

Эти и другие датчики (определение веса груза, распределения веса по осям, давления в шинах и т.п.) позволяют обеспечить комфортные условия движения и управления транспортным средством, а также добиться высоких мощностных показателей двигателя при минимальном расходе топлива и низкой токсичности отработавших газов.

Рабочие тела и их свойства

В поршневых двигателях внутреннего сгорания рабочее тело состоит из окислителя, топлива и продуктов сгорания. Рабочее тело в процессе работы двигателя претерпевает физические и химические изменения. Окислитель - воздух, состоящий из 21 % кислорода и 79 % инертных газов, в основном азота. Именно кислород участвует в реакции горения.

Во время такта впуска в зависимости от типа двигателя в цилиндр поступает либо воздух (дизельный двигатель), либо горючая смесь (карбюраторный двигатель), которые находятся в цилиндре к моменту сжатия и их называют свежим зарядом.

В процессе такта сжатия в цилиндре находится смесь свежего заряда с остатками продуктов сгорания - эта смесь называется рабочей. В процессе расширения и выпуска рабочим телом являются продукты сгорания топлива (отработавшие газы).

В качестве топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания используются бензин, дизельное топливо и газ.

В настоящее время в соответствии с ГОСТ 2084-77 выпускаются следующие марки бензинов – Н-80, АИ-92 и АИ-98, а в соответствии с ОСТ 38-019-75 - АИ-95 «Экстра». Бензин Н-80 выпускается вместо бензина А-76 и характеризуется пониженным

содержанием серы. Бензины, классифицируются на летние (применяются с 1 апреля по 1 октября) и зимние (применяются с 1 октября по 1 апреля).

Основным показателем качества бензина является октановое число (цифра в марке бензина), характеризующее его детонационную стойкость. Октановое число - объёмная доля (в %) изооктана в смеси с нормальным гептаном, которая по детонационной стойкости равноценна испытываемому топливу.

Октановое число бензина можно повысить добавлением в него антидетонаторов.

Дизельное топливо выпускается в соответствии с ГОСТ 305-82. Однако также выпускается топливо и в соответствии с так называемыми «городскими» техническими условиями, которые строже ГОСТ. В Европе дизельное топливо выпускается в соответствии со стандартом EN-590 (EURO-4). Основными компонентами дизельного топлива является цетан и альфаметилнафталин.

В соответствии с ГОСТ 305-82 дизельные топлива классифицируются на летние (ДЛ и Л, используются при температуре окружающего воздуха от $t = 0^{\circ}\text{C}$ и выше), зимние (З – при $t = -20^{\circ}\text{C}$ и выше), северные (ДЗ и С – при $t = -30^{\circ}\text{C}$ и выше) и арктические (ДА и А – $t = -30^{\circ}\text{C}$ и ниже).

Одним из основных показателей качества дизельного топлива является цетановое число, характеризующее способность топлива к самовоспламенению и показывающее объёмное содержание цетана в смеси с альфаметилнафталином. Определяется оно подобно октановому числу бензина на одноцилиндровом двигателе. В качестве эталонного топлива используется смесь цетана

(самовоспламеняемость 100 единиц) и альфаметилнафталена (самовоспламеняемость 0 единиц).

Повышение цетанового числа может быть достигнуто добавлением специальных присадок в топливо - нитратов и перекисей (0,5 - 3 %).

В связи с ужесточением экологических требований в дизельном топливе нормируется содержание серы. Так в соответствии с ГОСТ 305-82 содержание серы в 40 раз выше, чем по стандарту EN-590 (табл. 1). Существует также и специальное «безсернистое» топливо (содержание серы до 0,001 %).

Таблица 1. Требования стандартов к дизельному топливу

Наименование стандарта	Параметр			
	Цетановое число, единиц	Концентрация серы, %	Температура вспышки, °С	Смазывающая способность, мкм
ГОСТ 305-82	не менее 45	не более 0,2	не ниже 40	—
EN-590 (EURO-4)	не менее 51	не более 0,005	не ниже 55	не более 460

При сгорании сернистого топлива образуются оксиды серы, которые соединяясь с парами воды образуют сернистую и серную кислоту. Это приводит к кислотным дождям, раздражению дыхательных путей и угнетающее действие оказывает на растения. Сера также пагубно влияет на каталитические нейтрализаторы, соединяясь с платиной, сера сводит её химическую активность к нулю.

Так, например, при содержании серы 0,05 % нейтрализатор исправно работает в течение нескольких десятков тысяч километров,

а при содержании серы 0,2% нейтрализатор перестаёт работать уже после 2 - 3 заправок.

Содержание полициклических ароматических углеводородов (не более 11 % в соответствии со стандартами EURO-3 и EURO-4) влияет на содержание канцерогенных веществ в выхлопе.

Однако сера обладает хорошими смазывающими способностями, а наиболее ответственные элементы топливной аппаратуры дизельного двигателя смазываются только топливом, т.е. этому способствует сера. Поэтому использование топлива с низким содержанием серы (0,05 %) приводит к поломкам топливных насосов высокого давления (отказы проявляются уже через 10 000 км. пробега). Для решения этой проблемы к топливам с низким содержанием серы добавляют противоизносные присадки. 1 кг противоизносных присадок стоит около 2 долларов США, а на один литр топлива их требуется несколько миллиграмм.

Поэтому в соответствии со стандартом EN-590 нормируется также смазывающая способность дизельного топлива. Она измеряется в мкм по диаметру пятна износа тарированного шарика диаметром 6,5 мм, который в определённом режиме трётся о специальную пластину, погружённую в топливо. Чем меньше износ, тем меньше диаметр пятна. У топлив с содержанием серы 0,05 % и без противоизносных присадок смазывающая способность составляет 670 - 680 мкм (ресурс ТНВД менее 10 000 км). В соответствии с нормами EURO-2, EURO-3 и EURO-4 износ не должен превышать 460 мкм.

В связи с тем, что мировые запасы нефти иссякают и являются не возобновляемыми ресурсами, а также в связи с тем, что при сгорании нефтепродукты выделяют токсичные и канцерогенные вещества, в последние годы ведутся поиски альтернативных,

экологически чистых видов топлив. Так, например, в соответствии с директивой Евросоюза 2003/30/ЕС в странах европейского сообщества должен произойти перевод бензиновых двигателей на биотопливо (этанол - этиловый спирт, октановое число которого по исследовательскому методу достигает 106...125 единиц). Этанол иногда используют как высокооктановую добавку, например, если к бензину АИ-92 добавить 10 % этанола, то получается топливо эквивалентное бензину АИ-95 (схожее топливо, Е10, используют в Таиланде). В Европе используется топливо Е85 состоящее на 85 % из этилового спирта и на 15 % из бензина (бензин облегчает пуск непрогретого двигателя), а также биотопливо Е100 (100 % этиловый спирт) с октановым числом 106. Биотопливо можно получать из отходов лесозаготовок, кукурузы, зерна и т.д.

В качестве альтернативы дизельному топливу возможно использование дизельных биотоплив, получаемых из масленичных культур (рапс, подсолнечник и т. п.). Также получение синтетического дизельного топлива возможно из отходов деревообработки. Так, например, в Норвегии ведутся работы по разработке химического технологического процесса по переработке опилок в синтетическое дизельное топлива. В настоящее время такое топливо проходит испытания и ожидается его промышленное использование.

Уже сейчас в США используется дизельное биотопливо В20 (20 % дизельного биотоплива, остальное дизельное топливо полученное из нефтепродуктов) и В100 (100 % растительное дизельное биотопливо). Цетановое число таких дизельных биотоплив составляет не менее 51 единицы. В качестве альтернативы топлива для дизельных двигателей является применение диметилового эфира, получаемого из метана. В

настоящее время диметиловый эфир является единственным синтетическим топливом, обеспечивающим полную замену традиционного дизельного топлива.

Основными преимуществами диметилового эфира перед дизельным и альтернативными топливами являются:

- пониженная склонность к сажеобразованию при горении;
- практически полное отсутствие дымности отработавших газов;
- хорошая самовоспламеняемость.

Цетановое число диметилового эфира составляет 55...60 единиц.

К недостаткам применения диметилового эфира в качестве топлива для дизельных двигателей относятся:

- пониженная теплота сгорания единицы объёма топлива;
- меньшая вязкость;
- необходимость доработки дизельной топливной аппаратуры (увеличить объем подачи топлива);
- исключить появление газообразной фазы топлива в агрегатах системы питания;
- предусмотреть систему безопасности;
- заменить топливные баки на баллоны низкого давления;
- доработать топливную аппаратуру, с целью повышения противозадирных качеств и долговечности.

В настоящее время существуют опытные образцы дизельных двигателей Минского моторного завода (ММЗ Д-245.12), работающие на диметиловом эфире. Испытания таких двигателей показали, что в 3...4 раза снижено в выбросе содержание окислов азота на всех режимах при бездымной работе двигателя, сохраняется,

а на некоторых режимах улучшается на 5 % экономичность дизеля, повышается эффективный КПД двигателя.

Следует также отметить, что ведутся работы по использованию в качестве топлива водорода (сжиженного или компрессированного).

Преимуществами такого топлива являются:

абсолютно чистый выхлоп (только пары воды), удельная теплота сгорания в три раза выше чем у бензина;

ресурсы сырья для получения водорода безграничны.

Однако водороду, как топливу присущ и ряд недостатков:

высокая взрывоопасность, при работе на водороде резко снижается ресурс двигателя;

высокая стоимость водородной топливной аппаратуры.

Данные недостатки сдерживают широкое использование двигателей работающих на водороде и водородно-бензиновой смеси.

Следует также отметить, что наиболее приспособленным для работы на водороде является роторно-поршневой двигатель, в настоящее время автомобили, оборудованные такими двигателями проходят опытную проверку в эксплуатации.

В более далёкой перспективе приемлемым вариантом использования энергии водорода, возможно, станут водородные топливные элементы, которые в результате химической реакции выделяют электрическую энергию, а трансмиссия транспортного средства в этом случае используется электрическая. Уже сейчас фирма Mercedes-Benz проводит опытную эксплуатацию двух автобусов на водородных топливных элементах. Однако из-за очень высокой стоимости топливных элементов они не получили

широкого распространения и применяются только на опытных образцах техники.

Токсичность продуктов сгорания

Источники загрязнения

В выбросах загрязняющих веществ в атмосферу всеми техногенными источниками доля автотранспорта достигает в среднем 43 %, парниковых газов – 10 %, в массе промышленных отходов – 2 % в сбросах вредных веществ со сточными водами – 3 %, в потреблении азоноразрушающих веществ – 5 %.

Функционирование автотракторных средств вызывает загрязнение воздуха до 95 %. В крупных городах загрязнение воздушного бассейна является причиной высокой заболеваемости, низкой продолжительности жизни и деградации окружающей среды. Так, например, прямой ежегодный ущерб от работы автотранспортного комплекса России составляет свыше 4 млрд. долларов США.

На тракторах и автомобилях источниками загрязнения являются: топливо, испаряющееся из топливного бака (источник углеводородов);

картерные газы (пары масла и отработавших газов);

продукты сгорания (газообразные вещества и твёрдые частицы).

Основным источником загрязнения окружающей среды являются отработавшие газы, так как в цилиндрах двигателя сгорание топлива никогда не бывает полным, в атмосферы выбрасываются более или менее токсичные компоненты.

Неопасными компонентами, присутствующими в выхлопе, являются кислород, азот и водяные пары. Углекислый газ, который образуется при горении топлива, является нетоксичным компонентом. Наибольшую опасность представляют токсичные компоненты – окись углерода (угарный газ) ароматические углеводороды, оксиды азота, твёрдые частицы (зола, сажа и сульфаты), содержание которых в выхлопе нормируется (табл. 2).

Таблица 2. Требования стандартов к содержанию токсичных компонентов в выхлопе двигателя

Стандарт	Год принятия стандарта	Токсичные компоненты	
		Оксиды азота (NO _x)	Твердые частицы (PM)
EURO 1	1992	9,0	0,4
EURO 2	1995	7,0	0,15
EURO 3	2000	5,0	0,1
EURO 4	2005	3,5	0,02
EURO 5	2008	2,0	0,02

Свинец и его соединения являются сильно токсичными веществами, поражающими нервную систему. Поэтому выпуск этилированных бензинов прекращён, а использование тетраэтилсвинца в качестве добавки для повышения октанового числа бензина запрещено.

Образование токсичных компонентов

Окись углерода является результатом неполного сгорания топлива при недостатке кислорода. Источниками появления углеводородов являются испарения топлива из топливных баков и выброс несгоревшего топлива. Оксид азота появляется в результате

взаимодействия азота с кислородом при высокой температуре (свыше 1 800 ° С) в цилиндрах двигателя. При выхлопе газов, оксид азота в атмосфере вновь соединяется с кислородом, образуя двуокись азота. Оксиды азота и углеводороды под воздействием ультрафиолетового излучения солнца превращаются в озон. Остатки сгоревшей серы смешиваются в атмосфере с водяными парами, образуя серную кислоту. Твёрдые частицы представляют собой частицы твёрдого углерода, которые смешиваются с некоторыми примесями находящимися в топливе и являются концентраторами канцерогенных веществ.

Действие токсичных компонентов

Токсичные компоненты либо непосредственно воздействуют на живые организмы, либо участвуют в образовании других токсичных компонентов.

Углекислый газ, попадая в атмосферу способствует возникновению «парникового эффекта», что приводит к повышению средней температуры на планете.

Оксид углерода (угарный газ) препятствует насыщению крови живых организмов кислородом, что может привести к смерти от удушья.

Оксиды азота и углеводороды вызывают раздражение дыхательных путей. Несгоревшие углеводороды также связанные с частицами углерода являются канцерогенными веществами для дыхательной системы живых организмов.

Ароматические углеводороды и бензол (испарения топлива) вызывают повреждение живых тканей. Озон является мощным окислителем, вызывает респираторные заболевания, а также

ослабляет растения, разрушая их внешнюю защиту, что делает их чувствительными у внешним воздействиям.

Серная кислота выпадает в виде кислотных дождей и повреждает растения, ослабленные озоном.

М е р о п р и я т и я п о с н и ж е н и ю з а г р я з н е н и я о к р у ж а ю щ е й с р е д ы

Основными из них являются.

1. Рециркуляция картерных газов. Картерные газы смешиваются с воздухом во впускном коллекторе, сгорают в камере сгорания и удаляются с отработавшими газами.

2. Использование каталитических нейтрализаторов. Они устанавливаются на выходе выпускного коллектора и уменьшают количество выбрасываемых канцерогенных веществ, за счет использования внутри катализатора благородных металлов (платина, родий, рутений, палладий и др.), которые при высокой температуре (600–800 ° С) дожигают вредные компоненты выхлопа.

3. Использование рециркуляции отработавших газов, когда часть отработавших газов вновь направляется в цилиндры двигателя. При этом снижается количество оксида азота в выхлопе.

4. Совершенствование конструкции двигателя. К таким мероприятиям относятся: уменьшение массы двигателя за счет применения прогрессивных материалов и технологий сборки; уменьшение трения между трущимися поверхностями и потерь мощности на трение; совершенствование систем зажигания, впрыска топлива и работы двигателя; установка сажевых фильтров и устройств, улавливающих испарения из топливного бака; установка систем снижения токсичности отработавших газов.

5. Государственный контроль производителей автомобилей и тракторов за внедрением технологий позволяющих снизить загрязнения окружающей среды.

6. Введение налоговых льгот лесозаготовительным и лесохозяйственным

предприятиям, эксплуатирующим технику, отвечающую современным экологическим нормам.

Вопросы

1. Что включает в себя система питания дизельного двигателя
2. Отличие системы питания дизельного двигателя от бензинового
3. Процесс приготовления горючей смеси в дизельном двигателе
4. Что значит разделённая и неразделённая топливоподающая аппаратура дизельных двигателей
5. Работа плунжерной пары топливного насоса высокого давления
6. Требования предъявляемые к топливным форсункам дизельного двигателя
7. Требования предъявляемые к камерам сгорания дизельного двигателя
8. Неразделенные и разделённые камеры сгорания дизельного двигателя
9. Устройство и принцип работы камеры сгорания для непосредственного впрыска
10. Устройство и принцип работы камеры сгорания для плёночного смесеобразования
11. Устройство и принцип работы камеры сгорания для объёмно - плёночного смесеобразования
12. Устройство и принцип работы вихревой камеры сгорания
13. Устройство системы питания Common Rail дизельного двигателя
14. Расположение и назначение датчика температуры компьютера и датчика атмосферного давления
15. Расположение и назначение датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя и датчика педали «газ»
16. Расположение и назначение датчика давления воздуха на впуске и датчика температуры воздуха на впуске
17. Расположение и назначение датчика положения дроссельной заслонки и датчика транспондера

18. Расположение и назначение датчика температуры охлаждающей жидкости и датчика детонации
19. Расположение и назначение датчика скорости транспортного средства и датчика давления рабочей жидкости гидроусилителя рулевого управления
20. Расположение и назначение датчика круиз-контроля и датчика температуры моторного масла
21. Расположение и назначение датчика кислорода (лямбда зонд) и датчика акселерометра
22. Токсичность продуктов сгорания. Источники загрязнения
23. Образование и действие токсичных компонентов
24. Мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды