

Процесс смесеобразование.

Процесс смешивания топлива с воздухом в дизельных двигателях происходит в камере сгорания. Цель данного процесса заключается в равномерном распределении топлива по всему объёму камеры сгорания и обеспечения наиболее полного сгорания. Для наилучшего смешивания топливо распыляется до туманообразного состояния за счет впрыскивания форсунками при высоком давлении. От совершенства этого процесса во многом зависит получение высоких экономических и экологических показателей, а также хороших пусковых качеств.

Конструкции камеры сгорания.

По конструкции камеры сгорания делятся на разделенные и неразделенные.

Исторически приоритет принадлежит разделенным камерам сгорания. Дело в том что, процесс смесеобразования является одним из наиболее сложных процессом и долгое время не удавалось добиться значительных успехов в его организации. Более того Рудольф Дизель после ряда неудачных попыток пришел к выводу, что непосредственный впрыск топлива невозможен. Он применял впрыск топлива с воздухом под давлением 60 бар. Такие двигатели называются компрессорные, так как требуют компрессора для воздуха, используемого для распыливания топлива. Особенно сложным оказался процесс пуска. Поэтому топливо впрыскивали в чугунный полый шар (калоризатор), который перед пуском нагревали до бордового цвета. Калоризатор стал прообразом разделенных камер сгорания.

Разделенные камеры сгорания состоят из основной камеры сгорания и предкамеры (форкамерой). Дальнейшее развитие идеи применения предварительного сгорания топлива в дополнительной камере и использования высоких скоростей истечения газов из этой камеры совместно с несгоревшим топливом в основную камеру сгорания, где оно хорошо перемешивалось с находившемся там воздухом, использовалось в двигателях с *предкамерным смесеобразованием* (см. рис. 1, 2).

Для того чтобы исключить потерю времени на подготовку топлива к самовоспламенению (температуры в предкамере довольно низкие) в высокооборотных двигателях в камеру вставляют свечи накала, от которых топливо воспламеняется. Использование предкамер, как и остальных видов разделенных камер, позволяет обеспечить сгорание при меньших значениях коэффициента избытка воздуха. Качество

смесеобразования при этом меньше зависит от качества распыливания топлива, так как оно в основном определяется интенсификацией движения газов и воздушного заряда - отсюда меньше требования, предъявляемые к топливной аппаратуре - достаточно давление впрыскивания до 200 бар. Недосток предкамер - большие потери тепла через стенки камеры в охлаждающую воду и затрудненный пуск при низких температурах окружающего воздуха.

Наряду с предкамерным смесеобразованием в быстроходных двигателях, а именно в них в силу малого времени, отводимого на смесеобразование, до сих пор еще идут по пути использования различных видов разделенных камер применяются вихревые камеры

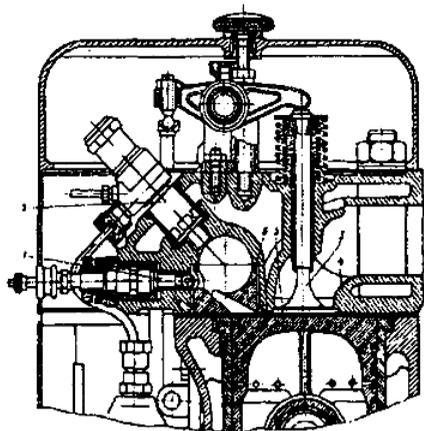


Рис.1. Вихревая камера

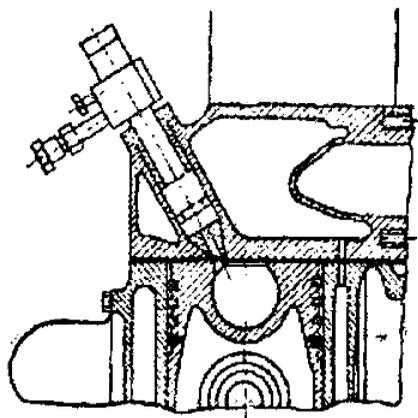


Рис.2. Камера в поршне

(рис. 1), камеры в поршне (рис. 2).

Вихревая камера (ее объем - $60\% V_c$) на такте сжатия заполняется воздухом, и он внутри камеры приобретает вращательное движение. Топливо впрыскивается во вращающийся поток и благодаря этому обеспечивается хорошее смесеобразование. В камерах в поршне также используется вращение воздушного заряда, создаваемое в головке на такте сжатия. Топливо впрыскивается однодырчатой форсункой на доньшко камеры и растекается по ее поверхности. Там оно постепенно испаряется, вовлекается вращающимися потоками воздуха и хорошо с ним перемешивается. Скорость испарения и начало самовоспламенения определяются температурой головки поршня. Ее температурный режим регулируется интенсивностью струй масла, омывающего головку

снизу от расположенных в картере сопел. К сожалению, рассмотренные пути интенсификации движения воздуха с использованием разделенных камер неприменимы в двигателях с высоким уровнем форсировки, мало- и среднеоборотных, так как ресурс и надежность двигателей с разделенными камерами ниже.

Неразделенные камеры сгорания

Неразделенные камеры сгорания представляют собой единый объем и имеют обычно простую форму, которая, как правило, согласуется с направлением, размерами и числом топливных факелов при впрыске. Эти камеры компактны, имеют относительно малую поверхность охлаждения, благодаря чему снижаются потери теплоты. Двигатели с такими камерами сгорания имеют приличные экономические показатели и хорошие пусковые качества.

Нужно отметить, что одними из главных причин возникавших затруднений в организации качественного смесеобразования при непосредственном впрыскивании топлива в камеру сгорания являлись причины технологического характера, связанные с изготовлением высокопрецизионных деталей плунжерных пар топливных насосов и пар игла - направляющая форсунок. Сюда же следует отнести и сложность обеспечить высокое качество сверления отверстий распылителей малого диаметра. Лишь в последние 10-15 лет изготовители топливной аппаратуры смогли обеспечить создание высоких давлений впрыска, которые сегодня поднялись с 500-700 бар до 1400-1800 и даже 2000 бар. При таком высоком давлении удается обеспечить не только очень мелкое распыливание топлива, но и необходимое распределение его по всему объему камеры сгорания. Отсюда и отпала необходимость использования в двигателях дополнительных камер и даже в высокооборотных двигателях перейти на непосредственный впрыск топлива.

Распыливание топлива форсункой зависит от физических свойств топлива, скорости топлива, приобретаемой в отверстиях распылителя форсунки, плотности воздуха в камере сжатия и пр.

С уменьшением вязкости и сил поверхностного натяжения топлива момент начала распада струи наступает раньше, струя дробится на меньшие капли.

Вывод - следите за вязкостью топлива, не допускайте ее повышения сверх 10-12 сСт.

С увеличением сопротивления (давления) воздуха распад струи начинается раньше, угол конуса струи увеличивается и длина сокращается. С уменьшением диаметра сопловых отверстий скорость истечения топлива увеличивается, благодаря удару струи о плотную среду воздуха с поверхности струи отделяются мельчайшие капли, струя теряет резко очерченный контур и начинает распадаться на мельчайшие струйки, которые в свою очередь распадаются на мелкие капли.

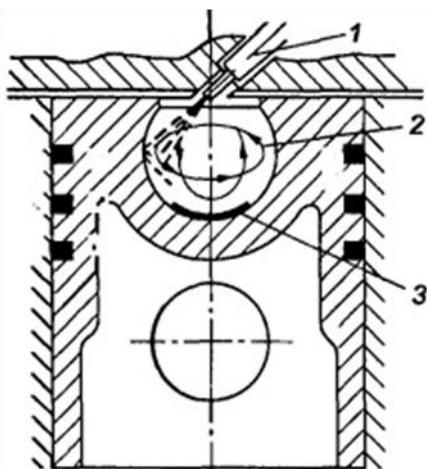


Рис. 5. Камера сгорания двигателя с пленочным смесеобразованием:
1 — форсунка, 2 — камера, 3 — плёнка топлива сгорания.

Вывод — следите за диаметром сопловых отверстий, который благодаря эрозии с течением

времени увеличиваются. Не используйте распылители, диаметр которых увеличился сверх 10% от номинального.

Способы смесеобразования.

Пленочным называется способ смесеобразования, при котором топливо попадает не в центр воздушного заряда, а на стенку камеры сгорания и растекается по ее поверхности в виде тонкой пленки толщиной 12—14 мкм. Затем пленка интенсивно испаряется и перемешиваясь с воздухом, вводится в зону горения.

При объемно-пленочном смесеобразовании топливно-воздушная смесь приготавливается одновременно и объемным и пленочным способами. Этот способ приготовления смеси имеет место практически во всех дизелях и может рассматриваться как общий случай смесеобразования.

Пленочное смесеобразование устраняет два из основных недостатков дизелей: «жесткость» работы и дымность при выпуске отработавших газов.

При пленочном смесеобразовании используется камера сгорания сферической формы, в которой осуществляется интенсивное

движение заряда: вращательное вокруг оси цилиндра и радиальное в поперечном направлении.

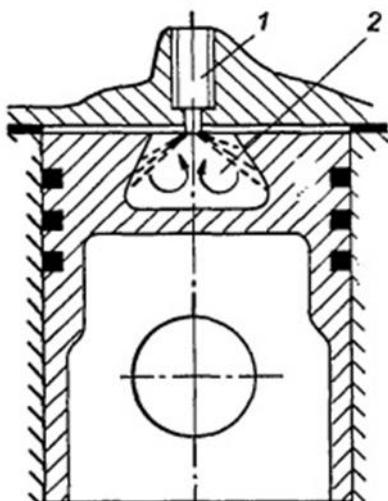


Рис. 6. Камера сгорания двигателя с объемно-пленочным смесеобразованием: 1 — форсунка; 2 — камера сгорания.

Впрыск топлива осуществляется односopловой форсункой с давлением начала подъема иглы 20 МПа. Впрыскиваемое топливо встречается с поверхностью стенки под острым углом и, почти не отражаясь от нее, растекается и «растягивается» попутными воздушными потоками в тонкую пленку. Имея большую поверхность контакта с нагретыми стенками камеры сгорания, пленка быстро прогревается и начинает интенсивно испаряться, и тем самым последовательно вводится в

центр камеры сгорания, где к этому времени образуется очаг горения.

К достоинствам пленочного смесеобразования можно отнести следующие:

- «мягкая» работа ($w_p = 0,25—0,4$ МПа/° при максимальном давлении цикла $p_z = 7,5$ МПа);
- высокие экономические показатели на уровне двигателей с объемным смесеобразованием и непосредственным впрыском;
- сравнительно простая конструкция топливной аппаратуры.

Основным недостатком пленочного смесеобразования являются низкие пусковые качества двигателя в холодном состоянии в связи с малым количеством топлива, участвующим в первоначальном сгорании. **Примером объемно-пленочного** смесеобразования может служить камера сгорания, показанная на рисунке.

Топливо из отверстий форсунки под острым углом направляется к стенкам камеры сгорания. Однако поток воздуха, перетекающий из надпоршневого пространства в камеру сгорания, направлен навстречу движению топлива, препятствует образованию пленки и способствуя лишь быстрому испарению топлива. «Жесткость» работы двигателя

при этом способе смесеобразования достигает 0,45—0,5 МПа/°, а удельный расход топлива — 106—170 г/(кВт · ч).

При **объемном способе смесеобразования** топливо вводится в мелко распыленном капельно-жидком состоянии непосредственно в воздушный заряд камеры сгорания, где затем оно испаряется и перемешивается с воздухом, образуя топливно-воздушную смесь.

При объемном смесеобразовании используют, как правило, неразделенные камеры сгорания (так называемый непосредственный впрыск). Качество смесеобразования в этом случае достигается в основном путем согласования формы камеры сгорания с формой и числом топливных факелов. При этом важное значение имеет распыление топлива при впрыске. Коэффициент избытка воздуха для таких двигателей ограничивается значениями 1,5—1,6 и выше.

Рабочий цикл при таком смесеобразовании характеризуется высоким максимальным давлением сгорания p_z и большими скоростями нарастания давления $w_p = dp/d\phi$ («жесткостью» работы).

Двигатели с непосредственным впрыском обладают следующими достоинствами:

- высокой экономичностью (g_e от 220 до 255 г/кВт*ч);
- хорошими пусковыми качествами;
- сравнительно низкой степенью сжатия (ϵ от 13 до 16);
- относительной простотой конструкции камеры сгорания и возможностью форсирования наддува.

Основными недостатками этих двигателей являются:

- повышенные значения коэффициента избытка воздуха (1,6—2) на номинальных режимах и как следствие умеренная величина среднего эффективного давления;
- высокая «жесткость» работы (w_p до 1 МПа/°);
- сложная топливная аппаратура и тяжелые условия ее работы в связи с высокими давлениями.

Литература

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с Стр. 71-75