

Система питания топливом бензинового двигателя

Система питания топливом бензинового двигателя предназначена для размещения и очистки топлива, а также приготовления горючей смеси определенного состава и подачи ее в цилиндры в необходимом количестве в соответствии с режимом работы двигателя (за исключением двигателей с непосредственным впрыском, система питания которых обеспечивает поступление бензина в камеру сгорания в необходимом количестве и под достаточным давлением).

Бензин, как и дизельное топливо, является продуктом перегонки нефти и состоит из различных углеводородов. Число атомов углерода, входящих в молекулы бензина, составляет 5 — 12. В отличие от дизелей в бензиновых двигателях топливо не должно интенсивно окисляться в процессе сжатия, так как это может привести к детонации (взрыву), что отрицательно скажется на работоспособности, экономичности и мощности двигателя. Детонационная стойкость бензина оценивается октановым числом. Чем больше оно, тем выше детонационная стойкость топлива и допустимая степень сжатия. У современных бензинов октановое число составляет 72—98. Кроме антидетонационной стойкости бензин должен также обладать низкой коррозионной активностью, малой токсичностью и стабильностью.

Поиск (исходя из экологических соображений) альтернатив бензину как основному топливу для ДВС привел к созданию этанолового топлива, состоящего в основном из этилового спирта, который может быть получен из биомассы растительного происхождения. Различают чистый этанол (международное обозначение — E100), содержащий исключительно этиловый спирт; и смесь этанола с бензином (чаще всего 85 % этанола с 15 % бензина; обозначение — E85). По своим свойствам этаноловое топливо приближается к высокооктановому бензину и даже превосходит его по октановому числу (более 100) и теплотворной способности. Поэтому данный вид топлива может с успехом применяться вместо бензина. Единственный недостаток чистого этанола — его высокая коррозионная активность, требующая дополнительной защиты от коррозии топливной аппаратуры.

К агрегатам и узлам системы питания топливом бензинового двигателя предъявляются высокие требования, основные из которых — герметичность, точность дозирования, топлива, надежность и удобство в обслуживании.

В настоящее время существуют два основных способа приготовления горючей смеси. Первый из них связан с использованием специального устройства — карбюратора, в котором воздух смешивается с бензином в определенной пропорции. В основу второго способа положен принудительный впрыск бензина во впускной коллектор двигателя через специальные форсунки (инжекторы). Такие двигатели часто называют инжекторными.

Независимо от способа приготовления горючей смеси ее основным показателем является соотношение между массой топлива и воздуха. Смесь при ее воспламенении должна сгорать очень быстро и полностью. Этого можно достичь лишь при хорошем смешении в определенной пропорции воздуха и паров бензина. Качество горючей смеси характеризуется коэффициентом избытка воздуха a , который представляет собой отношение действительной массы воздуха, приходящейся на 1 кг топлива в данной смеси, к теоретически необходимой, обеспечивающей полное сгорание 1 кг топлива. Если на 1 кг топлива приходится 14,8 кг воздуха, то такая смесь называется нормальной ($a = 1$). Если воздуха несколько больше (до 17,0 кг), смесь обедненная, и $a = 1,10... 1,15$. Когда воздуха больше 18 кг и $a > 1,2$, смесь называют бедной. Уменьшение доли воздуха в смеси (или увеличение доли топлива) называют ее обогащением. При $a = 0,85... 0,90$ смесь обогащенная, а при $a < 0,85$ — богатая.

Когда в цилиндры двигателя поступает смесь нормального состава, он работает устойчиво со средними показателями мощности и экономичности. При работе на обедненной смеси мощность двигателя несколько снижается, но заметно повышается его экономичность. На бедной смеси двигатель работает неустойчиво, его мощность падает, а удельный расход топлива возрастает, поэтому чрезмерное обеднение смеси нежелательно. При поступлении в цилиндры

обогащенной смеси двигатель развивает наибольшую мощность, но и расход топлива также увеличивается. При работе на богатой смеси бензин сгорает не полностью, что приводит к снижению мощности двигателя, росту расхода топлива и появлению копоти в выпускном тракте.

Рассмотрим сначала карбюраторные системы питания, которые еще недавно были широко распространены. Они более просты и дешевы по сравнению с инжекторными, не требуют высококвалифицированного обслуживания в процессе эксплуатации и в ряде случаев более надежны.

Система питания топливом карбюраторного двигателя включает в себя топливный бак 1, фильтры грубой 2 и тонкой 4 очистки топлива, топливоподкачивающий насос 3, карбюратор 5, впускной трубопровод 7 и топливопроводы. При работе двигателя топливо из бака 1 с помощью насоса 3 подается через фильтры 2 и 4 к карбюратору. Там оно в определенной пропорции смешивается с воздухом, поступающим из атмосферы через воздухоочиститель 6. Образованная в карбюраторе горючая смесь по впускному коллектору 7 попадает в цилиндры двигателя.

Топливные баки в силовых установках с карбюраторными двигателями аналогичны бакам систем питания дизелей. Отличием баков для бензина является лишь их лучшая герметичность, не позволяющая бензину вытечь даже при опрокидывании ТС. Для сообщения с атмосферой в крышке наливной горловины бака обычно устанавливают два клапана — впускной и выпускной. Первый из них обеспечивает поступление в бак воздуха по мере расходования топлива, а второй, нагруженный более сильной пружиной, предназначен для сообщения бака с атмосферой, когда давление в нем выше атмосферного (например, при высокой температуре окружающего воздуха).

Фильтры карбюраторных двигателей аналогичны фильтрам, применяемым в системах питания дизелей. На грузовых автомобилях устанавливают пластинчато-щелевые и сетчатые фильтры. Для тонкой очистки используют картон и пористые керамические элементы. Кроме специальных фильтров в отдельных агрегатах системы имеются дополнительные фильтрующие сетки.

Топливоподкачивающий насос служит для принудительной подачи бензина из бака в поплавковую камеру карбюратора. На карбюраторных двигателях обычно применяют насос диафрагменного типа с приводом от эксцентрика распределительного вала.

В зависимости от режима работы двигателя карбюратор позволяет готовить смесь нормального состава ($\alpha = 1$), а также обедненную и обогащенную смеси. При малых и средних нагрузках, когда не требуется развивать максимальную мощность, следует готовить в карбюраторе и подавать в цилиндры обедненную смесь. При больших нагрузках (продолжительность их действия, как правило, невелика) необходимо готовить обогащенную смесь.

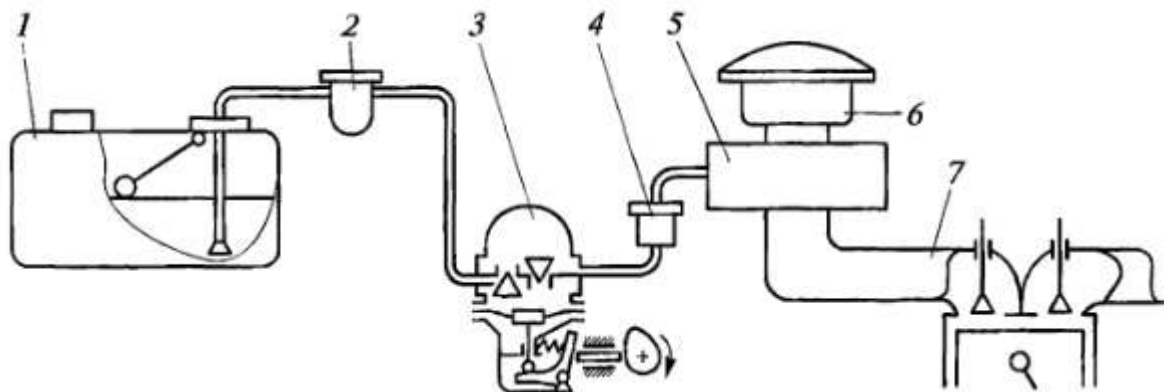


Рис. Схема системы питания топливом карбюраторного двигателя:

1 — топливный бак; 2 — фильтр грубой очистки топлива; 3 — топливоподкачивающий насос; 4 — фильтр тонкой очистки; 5 — карбюратор; 6 — воздухоочиститель; 7 — впускной коллектор

В общем случае в состав карбюратора входят главное дозирующее и пусковое устройства, системы холостого хода и принудительного холостого хода, экономайзер, ускорительный насос, балансирующее устройство и ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала (у грузовых автомобилей). Карбюратор может содержать также эконоустат и высотный корректор.

Главное дозирующее устройство функционирует на всех основных режимах работы двигателя при наличии разрежения в диффузоре смесительной камеры. Основными составными частями устройства являются смесительная камера с диффузором, дроссельная заслонка, поплавковая камера, топливный жиклер и трубки распылителя.

Пусковое устройство предназначено для обеспечения пуска холодного двигателя, когда частота вращения проворачиваемого стартером коленчатого вала невелика и разрежение в диффузоре мало. В этом случае для надежного пуска необходимо подать в цилиндры сильно обогащенную смесь. Наиболее распространенным пусковым устройством является воздушная заслонка, устанавливаемая в приемном патрубке карбюратора.

Система холостого хода служит для обеспечения работы двигателя без нагрузки с малой частотой вращения коленчатого вала.

Система принудительного холостого хода позволяет экономить топливо во время движения в режиме торможения двигателем, т. е. тогда, когда водитель при включенной передаче отпускает педаль акселератора, связанную с дроссельной заслонкой карбюратора.

Экономайзер предназначен для автоматического обогащения смеси при работе двигателя с полной нагрузкой. В некоторых типах карбюраторов кроме экономайзера для обогащения смеси используют эконоустат. Это устройство подает дополнительное количество топлива из поплавковой камеры в смесительную только при значительном разрежении в верхней части диффузора, что возможно лишь при полном открытии дроссельной заслонки.

Ускорительный насос обеспечивает принудительный впрыск в смесительную камеру дополнительных порций топлива при резком открытии дроссельной заслонки. Это улучшает приемистость двигателя и соответственно ТС. Если бы ускорительного насоса в карбюраторе не было, то при резком открытии заслонки, когда расход воздуха быстро растет, из-за инерционности топлива смесь в первый момент сильно обеднялась бы.

Балансирующее устройство служит для обеспечения стабильности работы карбюратора. Оно представляет собой трубку, соединяющую приемный патрубок карбюратора с воздушной полостью герметизированной (не сообщающейся с атмосферой) поплавковой камеры.

Ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя устанавливается на карбюраторах грузовых автомобилей. Наиболее широко распространен ограничитель пневмоцентробежного типа.

Инжекторные топливные системы в настоящее время применяются гораздо чаще карбюраторных, особенно на бензиновых двигателях легковых автомобилей. Впрыск бензина во впускной коллектор инжекторного двигателя осуществляется с помощью специальных электромагнитных форсунок (инжекторов), установленных в головку блока цилиндров и управляемых по сигналу от электронного блока. При этом исключается необходимость в карбюраторе, так как горючая смесь образуется непосредственно во впускном коллекторе.

Различают одно- и многоточечные системы впрыска. В первом случае для подачи топлива используется только одна форсунка (с ее помощью готовится рабочая смесь для всех цилиндров двигателя). Во втором случае число форсунок соответствует числу цилиндров двигателя. Форсунки устанавливают в непосредственной близости от впускных клапанов. Топливо впрыскивают в мелко распыленной виде на наружные поверхности головок клапанов. Атмосферный воздух, увлекаемый в цилиндры вследствие разрежения в них во время впуска, смывает частицы топлива с головок клапанов и способствует их испарению. Таким образом, непосредственно у каждого цилиндра готовится топливовоздушная смесь.

В двигателе с многоточечным впрыском при подаче электропитания к электрическому топливному насосу 7 через замок зажигания бензин из топливного бака 8 через фильтр 5 подается в топливную рампу 1 (рампу инжекторов), общую для всех электромагнитных форсунок. Давление в этой рампе регулируется с помощью регулятора 3, который в зависимости от разрежения во впускном патрубке 4 двигателя направляет часть топлива из рампы обратно в бак. Понятно, что все форсунки находятся под одним и тем же давлением, равным давлению топлива в рампе.

Когда требуется подать (впрыснуть) топливо, в обмотку электромагнита форсунки 2 от электронного блока системы впрыска в течение строго определенного промежутка времени подается электрический ток. Сердечник электромагнита, связанный с иглой форсунки, при этом вытягивается, открывая путь топливу во впускной коллектор. Продолжительность подачи электрического тока, т. е. продолжительность впрыска топлива, регулируется электронным блоком. Программа электронного блока на каждом режиме работы двигателя обеспечивает оптимальную подачу топлива в цилиндры.

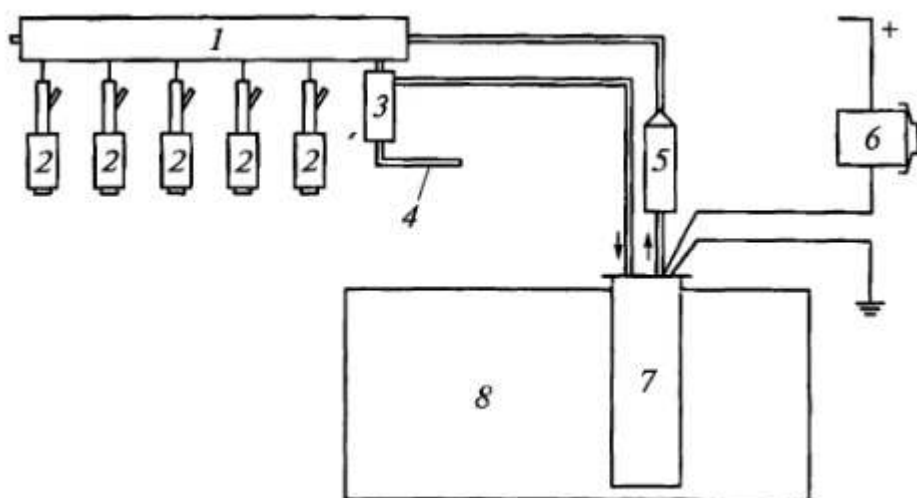


Рис. Схема системы питания топливом бензинового двигателя с многоточечным впрыском: 1 — топливная рампа; 2 — форсунки; 3 — регулятор давления; 4 — впускной патрубок двигателя; 5 — фильтр; 6 — замок зажигания; 7 — топливный насос; 8 — топливный бак

Для того чтобы идентифицировать режим работы двигателя и в соответствии с ним рассчитать продолжительность впрыска, в электронный блок подаются сигналы от различных датчиков. Они измеряют и преобразуют в электрические импульсы значения следующих параметров работы двигателя:

- угол поворота дроссельной заслонки;
- степень разрежения во впускном коллекторе;
- частота вращения коленчатого вала;
- температура всасываемого воздуха и охлаждающей жидкости;
- концентрация кислорода в отработавших газах;
- атмосферное давление;
- напряжение аккумуляторной батареи;
- и др.

Двигатели с впрыском бензина во впускной коллектор имеют ряд неоспоримых преимуществ перед карбюраторными двигателями:

- топливо распределяется по цилиндрам более равномерно, что повышает экономичность двигателя и уменьшает его вибрацию, вследствие отсутствия карбюратора снижается сопротивление впускной системы и улучшается наполнение цилиндров;
- появляется возможность несколько повысить степень сжатия рабочей смеси, так как ее состав в цилиндрах более однородный;

- достигается оптимальная коррекция состава смеси при переходе с одного режима на другой;
- обеспечивается лучшая приемистость двигателя;
- в отработавших газах содержится меньше вредных веществ.

Вместе с тем системы питания с впрыском бензина во впускной коллектор имеют ряд недостатков. Они сложны и поэтому относительно дорогостоящи. Обслуживание таких систем требует специальных диагностических приборов и приспособлений.

Наиболее перспективной системой питания топливом бензиновых двигателей в настоящее время считается довольно сложная система с непосредственным впрыском бензина в камеру сгорания, позволяющая двигателю длительное время работать на сильно обедненной смеси, что повышает его экономичность и экологические показатели. В то же время из-за существования ряда проблем системы непосредственного впрыска пока не получили широкого распространения.