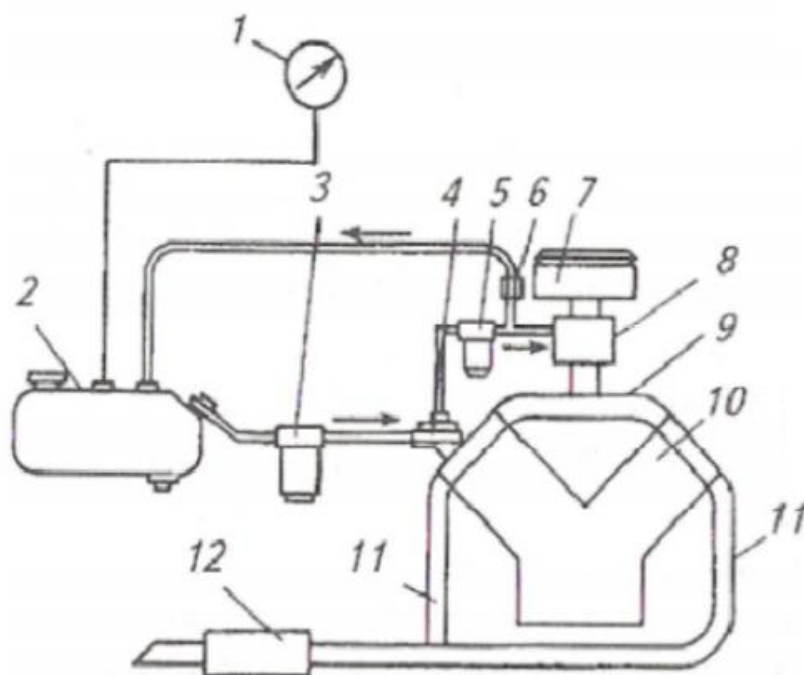


Система питания карбюраторного ДВС

Система питания карбюраторного двигателя включает в себя следующие элементы:

- 1 - указатель уровня топлива;
- 2 - топливный бак;
- 3 - фильтр-отстойник;
- 4 - топливный насос;
- 5 - фильтр тонкой очистки топлива;
- 6 - жиклёр перепуска топлива;
- 7 - воздухоочиститель;
- 8 - карбюратор;
- 9 - впускной трубопровод
- 10 - двигатель;
- 11 - выпускной трубопровод;
- 12 - глушитель шума выпуска отработанных газов.



Карбюратор автоматически регулирует состав горючей смеси (соотношение паров бензина и воздуха), а также её количество, подаваемое в цилиндры, в зависимости от режима работы двигателя (холостой ход, размеренная езда, ускорение и др.).

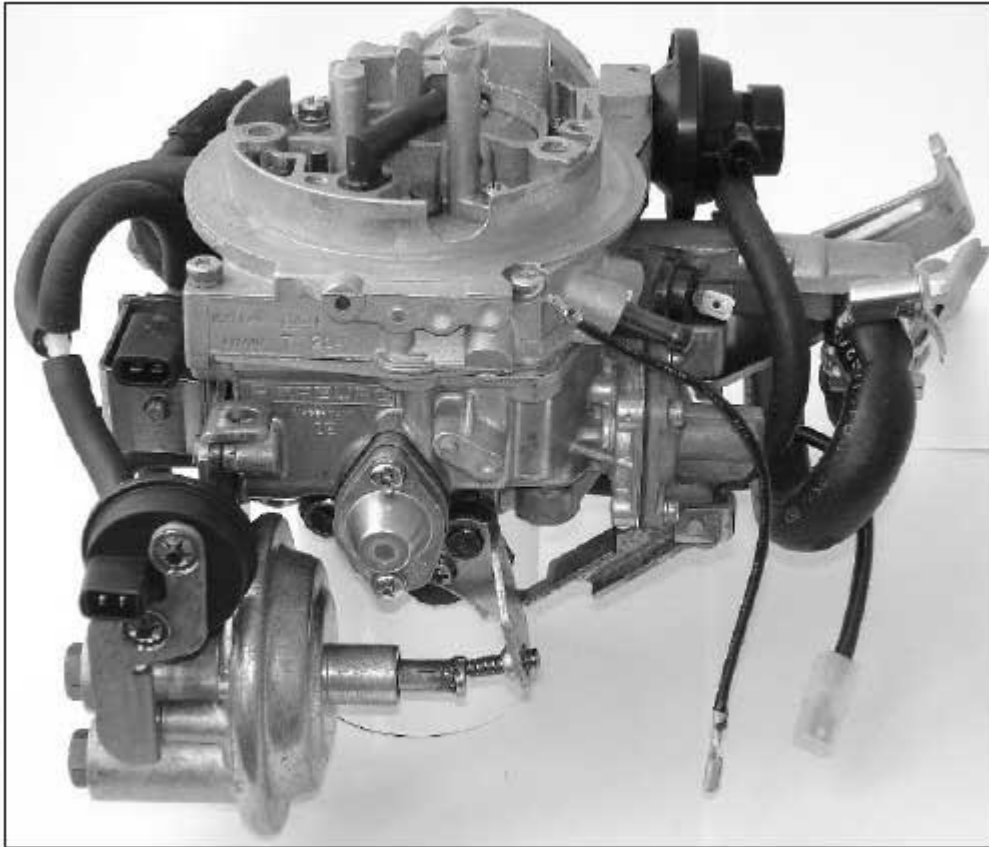
В карбюраторном двигателе топливо из бака 2 засасывается диафрагменным насосом 4, проходит фильтр грубой очистки 3 и подаётся насосом в фильтр тонкой очистки и далее в поплавковую камеру карбюратора 8. При вращении коленчатого вала и перемещении поршней в цилиндрах двигателя в карбюраторе создаётся разрежение. Вследствие этого в карбюратор засасываются топливо и воздух. Топливо распыливается в потоке воздуха и испаряется, образуя горючую смесь. Далее горючая смесь через впускной коллектор 9 поступает в цилиндры двигателя и, смешиваясь с остаточными газами, образует рабочую смесь. Рабочая смесь воспламеняется при помощи электрической искры и сгорает.

Отработавшие газы отводятся в выпускной трубопровод 11, проходят глушитель 12 и выбрасываются в окружающую среду.

В системах питания карбюраторных двигателей топливный насос подаёт в 1,5 ... 2 раза больше топлива, чем необходимо для работы двигателя при полной нагрузке. Избыточное топливо возвращается через жиклёр 6 и отводящий топливопровод в бак, обеспечивая хороший отвод пузырьков пара и воздуха.

Карбюратор

Карбюратор состоит из большого количества разных деталей и включает в себя ряд систем, необходимых для стабильной работы двигателя.



Ключевыми элементами типового карбюратора являются: поплавковая камера, поплавков с игольчатым запорным клапаном, смесительная камера, распылитель, воздушная заслонка, дроссельная заслонка, диффузор, топливные и воздушные каналы с жиклёрами.

В общем случае принцип производства горючей смеси в карбюраторе выглядит так.

Когда поршень при впуске в цилиндр горючей смеси начинает двигаться от ВМТ к НМТ, над ним в соответствии с законами физики образуется разрежение. Соответственно, струя воздуха после предварительной очистки с помощью воздушного фильтра и прохождения через карбюратор поступает в эту зону (иными словами, её туда засасывает).

При прохождении очищенного воздуха через карбюратор из поплавковой камеры через распылитель всасывается топливо. Этот распылитель расположен в самом узком месте смесительной камеры, называемом «диффузор». Входящим потоком очищенного воздуха бензин, вытекающий из распылителя, как бы «дробится», после чего смешивается с воздухом, и происходит так называемое первоначальное смешивание. Окончательное же перемешивание бензина с воздухом осуществляется на выходе из диффузора, а затем горючая смесь поступает в цилиндры двигателя.

Другими словами, в карбюраторе для получения горючей смеси применяется принцип обычного пульверизатора.

Однако мотор будет работать стабильно и надёжно лишь тогда, когда в поплавковой камере карбюратора уровень бензина будет постоянным. Если он поднимется выше установленного предела, то в смеси будет слишком много топлива. Если же уровень бензина в поплавковой камере ниже установленного предела — горючая смесь будет слишком бедной. Для решения этой проблемы в поплавковой камере предназначен специальный поплавок, а также игольчатый запорный клапан. Когда бензина в поплавковой камере остаётся слишком мало, то поплавок опускается вместе с игольчатым запорным клапаном, позволяя тем самым бензину беспрепятственно поступать в камеру. Когда топлива становится достаточно, поплавок всплывает и клапаном перекрывает путь поступления бензина. Чтобы наглядно увидеть этот принцип «в действии», посмотрите на работу простого сливного бачка в туалете.

Чем сильнее водитель нажимает на педаль газа, тем больше открывается дроссельная заслонка (в исходном положении она закрыта). При этом в карбюратор поступает больше бензина и воздуха. Чем больше водитель отпускает педаль газа, тем сильнее

закрывается дроссельная заслонка, и в карбюратор поступает меньше бензина и воздуха. Мотор работает менее интенсивно (падают обороты), поэтому крутящий момент, передаваемый на колеса автомобиля, уменьшается, соответственно — автомобиль снижает скорость.

Но даже при полном отпуске педали газа (и закрытии дроссельной заслонки) мотор не заглохнет. Это объясняется тем, что при работе двигателя на холостых оборотах применяется другой принцип. Сущность его состоит в том, что карбюратор оборудован каналами, специально предназначенными для того, чтобы воздух мог проникнуть под дроссельную заслонку, смешиваясь по пути с бензином. При закрытой дроссельной заслонке (на холостых оборотах) воздух вынужденно попадает в цилиндры через эти каналы. При этом он «высасывает» бензин из топливного канала, перемешивается с ним, и эта смесь поступает в поддроссельное пространство. В этом пространстве смесь окончательно принимает требуемое состояние и поступает в цилиндры двигателя.

Для большинства двигателей при работе на холостом ходу оптимальная скорость вращения коленвала составляет 600–900 оборотов в минуту.

В зависимости от текущего режима работы мотора карбюратор готовит горючую смесь требуемого качества. В частности при пуске остывшего мотора горючая смесь должна содержать больше топлива, чем при работе прогретого двигателя. Стоит отметить, что самый экономичный режим работы двигателя - это ровная езда на самой высокой передаче на скорости примерно 60–90 км/ч. При движении в таком режиме карбюратор создаёт обеднённую горючую смесь.

Как уже отмечалось выше, в карбюраторе происходит образование горючей смеси. Рассмотрим принцип работы простейшего карбюратора. Топливо из бака самотёком подаётся в поплавковую камеру 1 (рис. 2), в которой с помощью поплавка 2 и жёстко связанного с ним игольчатого клапана 3 устанавливается постоянный уровень топлива на 2-3 мм ниже верхнего конца распылителя 4.

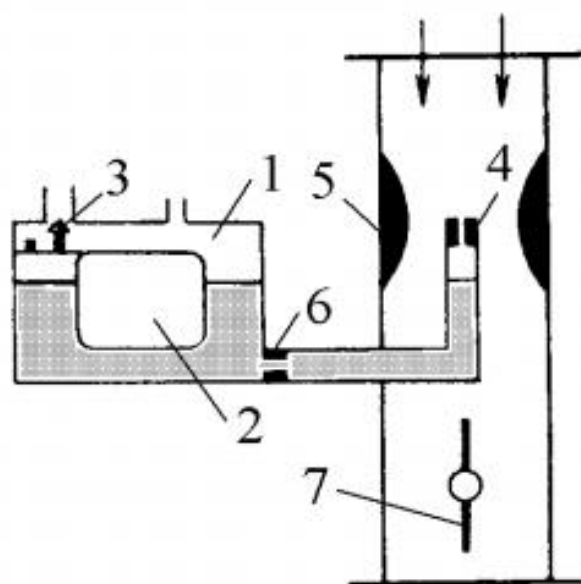


Рис. 2. Принципиальная схема элементарного карбюратора:

1 – поплавковая камера; 2 – поплавок; 3 – игольчатый клапан; 4 – распылитель;
5 – диффузор; 6 – топливный жиклер; 7 – дроссельная заслонка

Поступление воздуха и образование горючей смеси происходит под действием разрежения, создаваемого поршнем в цилиндре при такте впуска. При движении воздуха через диффузор 5 в суженной его части скорость потока увеличивается, а давление падает, в результате этого происходит засасывание топлива через топливный жиклёр 6 и его распыление и смешивание с воздухом.

Количество горючей смеси регулируется при помощи дроссельной заслонки 7, которая при помощи системы тяг связана с педалью «газ».

На холостом ходу при малых открытиях дроссельной заслонки разрежение в диффузоре такого карбюратора настолько мало, что топливо из распылителя в смесительную камеру практически не поступает. Состав смеси на этом режиме будет переобеднённым и характеризоваться высокими значениями коэффициента избытка воздуха ($> 1,4$), при котором двигатель работать не сможет.

По мере открытия дроссельной заслонки и повышения разрежения в диффузоре состав смеси, приготовляемый элементарным карбюратором, будет стремиться к обогащению, а коэффициент избытка воздуха понижаться.

Поэтому элементарный карбюратор не обеспечивает приготовления горючей смеси требуемого состава и все карбюраторы снабжены дозирующими устройствами, предназначенными для устранения недостатков элементарного карбюратора.

Топливодозирующие системы карбюратора

Чтобы готовить для каждого режима работы двигателя смесь необходимого состава в соответствии с желаемой характеристикой, карбюратор должен иметь дозирующие системы (табл. 1).

$\lambda = 1$ стехиометрическая смесь

$\lambda > 1$ обеднённая смесь

$\lambda < 1$ обогащённая смесь

$$\lambda = \frac{\text{реальное количество воздуха}}{\text{эталонное количество воздуха}}$$

Таблица 1. Дозирующие системы карбюратора

Режим работы двигателя	Необходимый состав горючей смеси	Работают дозирующие системы
Пуск холодного двигателя	$\lambda = 0,2 - 0,6$	Главная дозирующая система, система холостого хода и воздушная заслонка
Холостой ход	$\lambda = 0,7 - 0,8$	Система холостого хода
Малые и средние нагрузки	$\lambda = 1,05 - 1,15$	Главная дозирующая система
Большие нагрузки	$\lambda = 0,8 - 0,9$	Главная дозирующая система и экономайзер
Резкое увеличение нагрузки	кратковременное обогащение смеси	Насос ускоритель, главная дозирующая система и экономайзер

Главная дозирующая система

Главная дозирующая система служит для обеспечения смесеобразования при работе двигателя на средних и больших нагрузках. Для рационального питания двигателя по мере открытия дроссельной заслонки смесь должна обедняться, то есть в отличие от элементарного карбюратора расход топлива должен возрастать медленнее роста расхода воздуха.

Во всех современных карбюраторах главные дозирующие системы выполнены по принципу пневматического торможения топлива, то есть с понижением разрежения у топливного жиклёра. В этом случае (рис. 3) главный жиклёр 1 располагается в поплавковой камере 2, а в канал 3 перед распылителем подаётся воздух, дозируемый воздушным жиклёром 4, установленным в наддиффузорном пространстве. При этом разрежение у главного

жиклёра будет зависеть от разности давлений в диффузоре и в наддиффузорном пространстве.

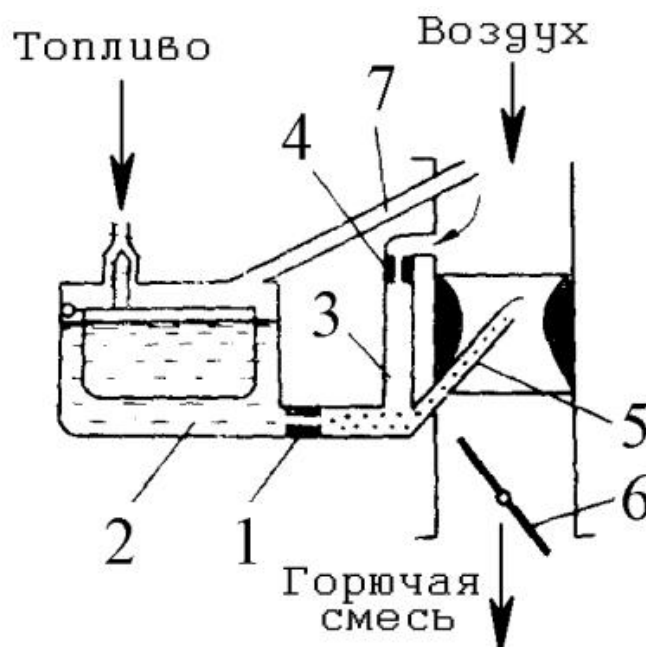


Рис. 3. Схема главной дозирующей системы:

- 1 – главный топливный жиклёр; 2 – поплавковая камера; 3 – воздушный канал;
4 – воздушный жиклёр; 5 – канал распылителя; 6 – дроссельная заслонка;
7 – балансировочный канал

Воздух, поступающий через воздушный жиклёр, уменьшает разрежение у главного жиклёра и, следовательно, подачу через него топлива.

По мере увеличения количества воздуха, поступающего в двигатель, разрежение за жиклёром 1 сильнее отстаёт от разрежения в диффузоре карбюратора, и горючая смесь обедняется. Этим достигается постепенное, по мере увеличения нагрузок, обеднение горючей смеси.

Кроме того, воздух, вводимый в канал распылителя 5, превращает топливо в эмульсию, что обеспечивает его быстрое

испарение и уменьшение образования топливной плёнки во впускном коллекторе.

В старых моделях карбюраторов применялись другие разновидности главных дозирующих систем: с двумя жиклёрами главным и компенсационным, с механическим торможением топлива, с понижением разрежения в диффузоре и др.

Вспомогательные дозирующие системы

Пусковое устройство

Пуск двигателя при высоких температурах окружающего воздуха или прогретого двигателя обычно затруднений не вызывает. Пуск же при низких температурах сильно осложняется вследствие малой скорости проворачивания коленчатого вала из-за большой вязкости масла, низкой температуры сжимаемой смеси, отсутствия испарения бензина и оседания его на стенках трубопровода и цилиндра. Для облегчения запуска служит воздушная заслонка 9, устанавливаемая в воздушном патрубке карбюратора (рис. 4).

При запуске двигателя с закрытой воздушной заслонкой даже при низкой пусковой скорости вращения вала двигателя в смесительной камере карбюратора создаётся глубокое разрежение и топливо начинает фонтанировать из всех жиклёров карбюратора, что способствует сильному обогащению смеси. Однако после запуска двигателя закрытое положение воздушной заслонки может вызвать переобогащение смеси. Во избежание этого на воздушной заслонке обычно устанавливается предохранительный клапан или применяются автоматические устройства для её открытия.

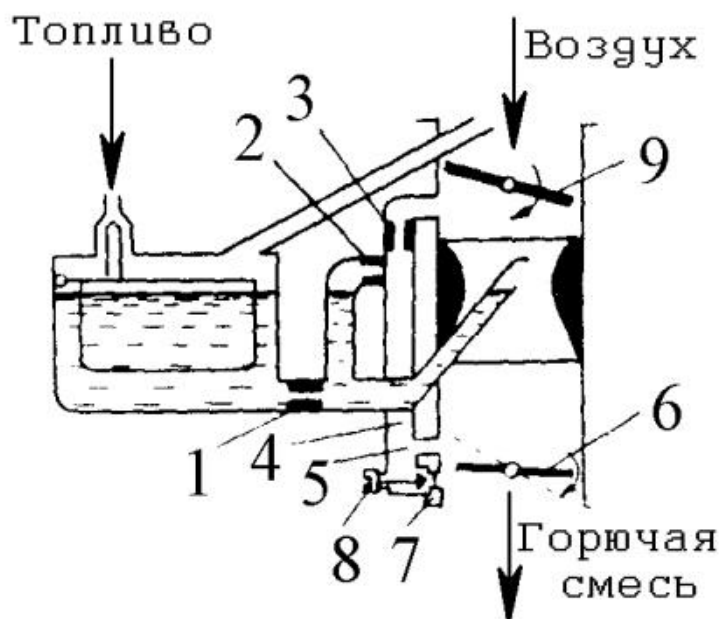


Рис. 4. Схема системы холостого хода:

- 1 – главный жиклёр; 2 – топливный жиклёр холостого хода;
 3 – воздушный жиклёр холостого хода; 4 – эмульсионный канал;
 5 и 7 – выходные отверстия; 6 – дроссельная заслонка; 8 – регулировочный винт;
 9 – воздушная заслонка

При запуске двигателя с закрытой воздушной заслонкой даже при низкой пусковой скорости вращения вала двигателя в смесительной камере карбюратора создаётся глубокое разрежение и топливо начинает фонтанировать из всех жиклёров карбюратора, что способствует сильному обогащению смеси. Однако после запуска двигателя закрытое положение воздушной заслонки может вызвать переобогащение смеси. Во избежание этого на воздушной заслонке обычно устанавливается предохранительный клапан или применяются автоматические устройства для её открытия.

Система холостого хода

Автомобильные двигатели в условиях эксплуатации часто работают на холостом ходу, при этом внешняя нагрузка равна нулю, а удельный расход топлива равен бесконечности. Для питания двигателя на режиме холостого хода используют разрежение не в диффузоре, где оно почти равно нулю, а в задроссельном пространстве, где оно достигает максимума, создавая дополнительную систему холостого хода (рис. 4).

Топливо из поплавковой камеры через главный топливный жиклёр 1 и жиклёр холостого хода 2 проходит в эмульсионный канал 4, в который через воздушный жиклёр холостого хода 3 поступает воздух.

При сильно прикрытой дроссельной заслонке эмульсия в задроссельное пространство выходит через нижнее отверстие 7, сечение которого регулируется винтом 8, а через отверстие 5 из смесительной камеры в канал холостого хода поступает воздух, понижающий в нем разрежение.

По мере открытия дроссельной заслонки под большим разрежением задроссельного пространства оказываются оба отверстия 5 и 7, и через них начинает поступать больше эмульсии, которая смешивается с воздухом, проходящим вдоль кромки дроссельной заслонки. Тем самым обеспечивается плавный переход от режима холостого хода к малым и средним нагрузкам.

При дальнейшем открытии дроссельной заслонки интенсивность подачи топлива системой холостого хода падает, но при этом в работу уже включается главная дозирующая система карбюратора.

Экономайзер

Ранее указывалось, что максимальная мощность двигателя достигается на обогащённой смеси, когда коэффициент избытка воздуха $= 0,8 - 0,9$. Но главное дозирующее устройство карбюратора рассчитано на приготовление экономичной смеси. Следовательно, необходимо обогащать смесь от состава, соответствующего максимальной экономичности (что обеспечивается главным дозирующим устройством), до состава, при котором возможно реализовать максимальную мощность.

Для осуществления указанного требования современные карбюраторы имеют устройство, позволяющее обогащать смесь. Такое устройство, обеспечивающее сочетание экономической работы двигателя при неполных нагрузках и реализацию максимальной мощности при полных нагрузках, называется экономайзером.

Экономайзеры выполняются с механическим или пневматическим приводом. Экономайзер с механическим приводом включается в действие в зависимости от положения дросселя; экономайзер с пневматическим приводом в зависимости от разрежения в карбюраторе.

Принципиальная схема экономайзера с механическим приводом показана на рис. 5, а. При неполном открытии дроссельной заслонки 9 топливо в канал распылителя 1 поступает из поплавковой камеры только через главный жиклёр 7. Количество подаваемого топлива достаточно для образования экономичной горючей смеси.

При полном открытии дроссельной заслонки планка штока 2, кинематически с ней связанная, нажимает на шток клапана

экономайзера 4 и открывает его. Дополнительное количество топлива вместе с топливом, идущим через главный жиклёр, поступает к жиклёру экономайзера 6, обеспечивая желаемое обогащение смеси, необходимое для получения максимальной мощности двигателя.

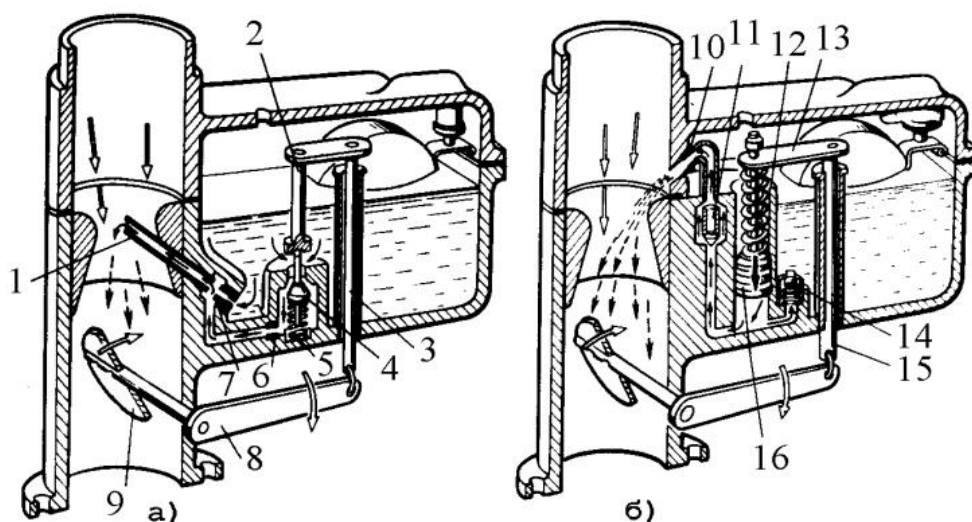


Рис. 5. Схемы дозирующей системы карбюратора:

а – экономайзер; б – ускорительный насос;

- 1 – распылитель главной дозирующей системы; 2 – шток; 3 – тяга; 4 – клапан;
 5 – пружина; 6 – жиклёр экономайзера; 7 – главный топливный жиклёр;
 8 – рычаг; 9 – дроссельная заслонка; 10 – распылитель ускорительного насоса;
 11 – нагнетательный клапан; 12 – цилиндрический колодец; 13 – планка;
 14 – обратный клапан; 15 – тяга; 16 – поршень

Ускорительный насос

Периодическая необходимость резкого изменения режима работы двигателя при разгоне машины или во время движения по пересечённой местности вызывает необходимость резкого увеличения открытия дросселя.

При резком открытии дросселя разрежение в диффузоре карбюратора возрастает, а за дросселем во впускном коллекторе падает. С увеличением разрежения в диффузоре расход воздуха вследствие его меньшей плотности возрастает быстрее, чем расход топлива. Понижению разрежения во впускном коллекторе сопутствует понижение температуры смеси, что вызывает конденсацию части топлива и способствует кратковременному обеднению смеси.

Обеднение смеси влечёт за собой падение мощности, ухудшение «приёмистости» двигателя и может вызвать перебои в его работе. Для того чтобы резкое открытие дросселя не сопровождалось временным обеднением смеси и ухудшением приёмистости двигателя, большинство современных карбюраторов снабжается ускорительным насосом.

При резком открытии дроссельной заслонки планка штока 13 сжимает пружину, находящуюся в цилиндрическом колодце 12, которая в свою очередь нажимает на поршень 16 ускорительного насоса. Топливо из полости под поршнем, закрывая обратный (впускной) клапан 14, поступает через нагнетательный клапан 11 и распылитель 10 ускорительного насоса в смесительную камеру карбюратора. Продолжительность впрыска и количество впрыснутого топлива определяются величиной перемещения поршня, сечением форсунки и жёсткостью пружины ускорительного насоса. На установившемся режиме работы двигателя нагнетательный клапан 11 препятствует подсасыванию топлива из поплавковой камеры в смесительную.

Преимущества и недостатки карбюраторов

Преимущества	Недостатки
1. Простая конструкция. Во многих моделях отсутствует электроника, используется механика, поэтому ремонт и обслуживание упрощены. 2. Ремонтопригодность. Любые поломки можно устранить по доступной цене. 3. При использовании некачественного топлива карбюратор дольше и стабильнее работает по сравнению с инжектором. Он не капризен к загрязнениям, при засоре достаточно почистить своими силами. 4. Устройству не страшно попадание небольшого объёма воды, по истечении времени потребуется чистка и калибровка. 5. Нет необходимости подключаться к электросети, процессору, датчикам. 6. Карбюратор функционирует за счёт энергии всасываемого воздуха, поэтому актуален для установки на старых авто, где нет электроники.	1. Когда возникла необходимость в системе топливной подачи с гибкой подстройкой, устройства с постоянными параметрами проигрывали. В результате карбюраторы сменили инжекторные системы, которые постоянно усовершенствуются. 2. Минусом является зависимость от климатических условий. Зимой внутри формируется конденсат, существует риск обледенения. Жара также мешает полноценной работе — по причине активного испарения подача смеси работает со сбоями. 3. По экологическим показателям карбюраторы уступают инжекторам, вредные выбросы у них значительно выше. 4. Есть мнение, что по расходу топлива карбюраторы уступают инжекторам, но это больше относится к неправильно настроенным карбюраторам.

Вопросы

1. Что включает в себя система питания карбюраторного двигателя
2. Как устроен и работает карбюратор
3. Какие системы находятся в карбюраторе
4. Какой состав горючей смеси необходим на разных режимах работы двигателя
5. Какие системы карбюратора задействованы на разных режимах работы двигателя
6. Что значит $\lambda = 1$, при каких условиях $\lambda > 1$ и $\lambda < 1$
7. Объясните работу главной дозирующей системы
8. Объясните работу системы холостого хода
9. Объясните работу экономайзера
10. Объясните работу ускорительного насоса
11. Назовите преимущества карбюраторной системы
12. Назовите недостатки карбюраторной системы