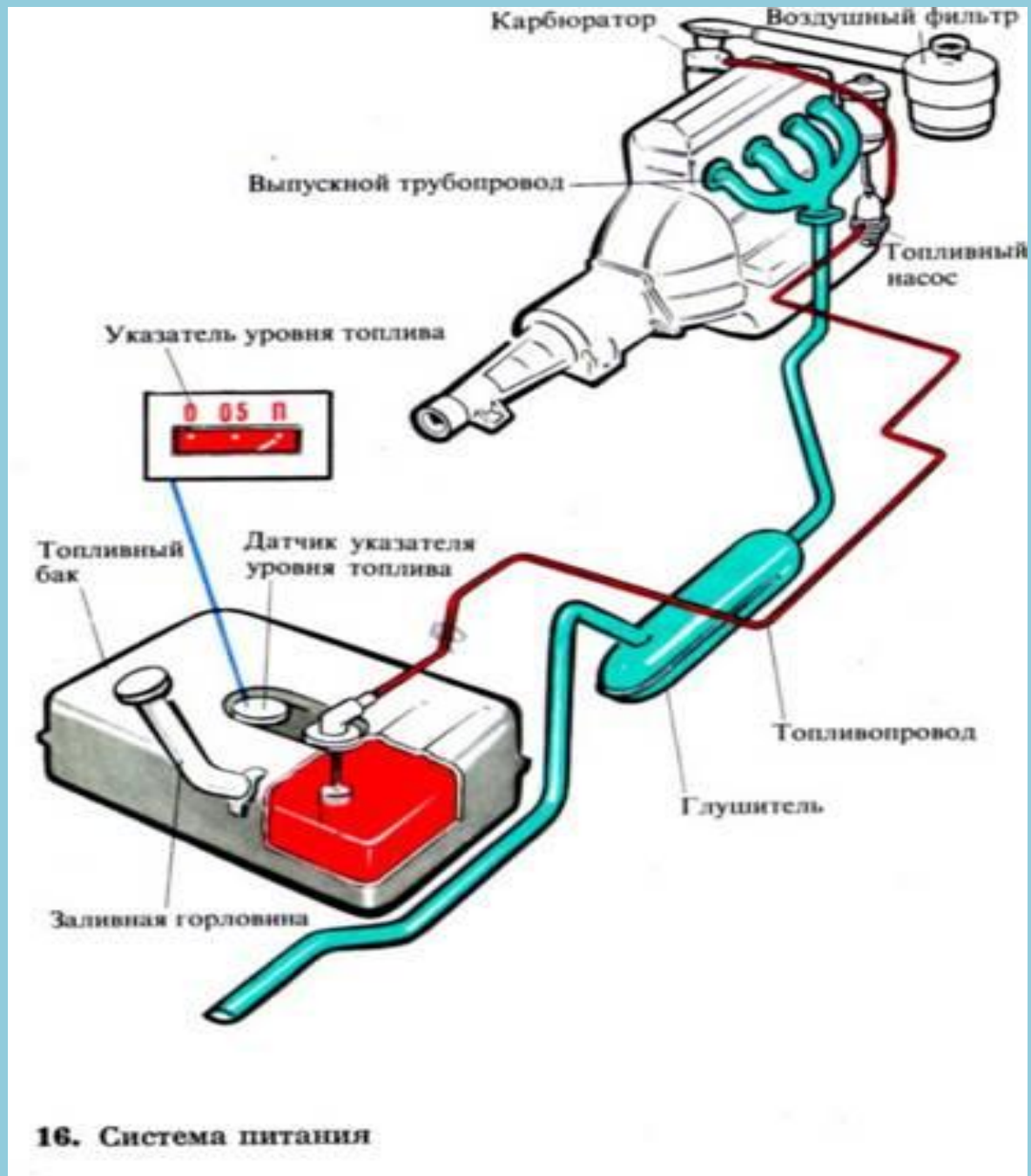




# Система питания двигателя

Система питания выполняет функции:

- подачи топлива, его очистки и хранения;
- очистки воздуха;
- приготовления специальной горючей смеси;
- подачи смеси в цилиндры ДВС.

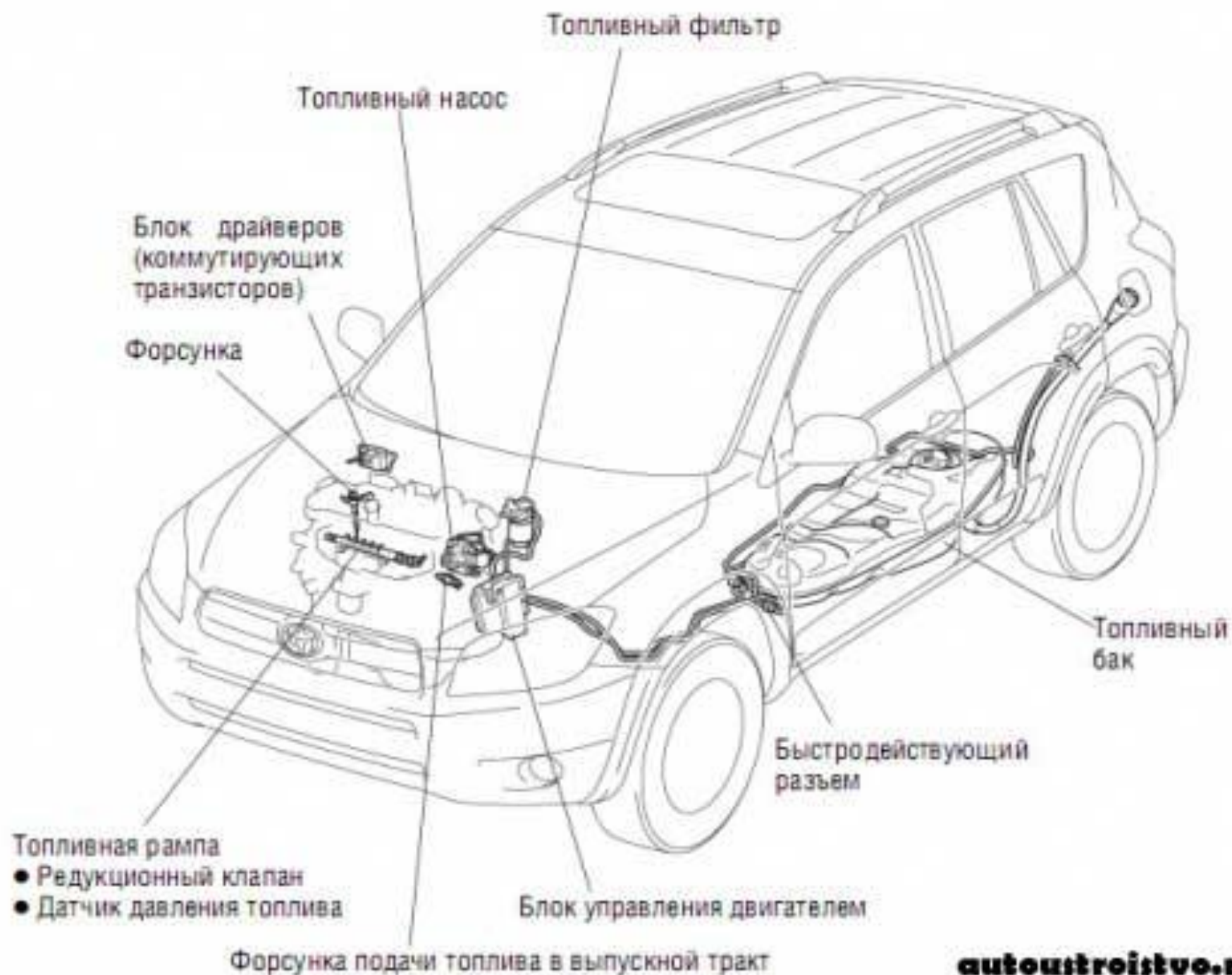


# Устройство топливной системы.

Все системы питания двигателя похожи, отличаются только способами смесеобразования. В состав топливной системы входят следующие элементы:

- Топливный бак, предназначен для хранения топлива и представляет собой компактную емкость с устройством забора топлива (насос) и, в некоторых случаях, элементами грубой фильтрации.
- Топливопроводы представляют собой комплекс топливных трубок, шлангов и предназначены для транспортировки топлива к устройству смесеобразования.
- Устройства смесеобразования (карбюратор, моновпрыск, инжектор) – это механизм в котором происходит соединение топлива и воздуха (эмульсии) для дальнейшей подачи в цилиндры в такт работы двигателя (такт впуска).
- Блок управления работой устройства смесеобразования (инжекторные системы питания) – сложное электронное устройство для управления работой топливных форсунок, клапанов отсечки, датчиков контроля.
- Топливный насос, обычно погружной, предназначен для закачивания топлива в топливопровод. Представляет собой электродвигатель, соединенный с жидкостным насосом, в герметичном корпусе. Смазывается непосредственно топливом и длительная эксплуатация с минимальным количеством топлива, приводит к выходу из строя двигателя. В некоторых двигателях топливный насос крепился непосредственно к двигателю и приводился в действие вращением промежуточного вала, или распредвала.
- Дополнительные фильтры грубой и тонкой очистки. Установленные фильтрующие элементы в цепь подачи топлива.

Система питания имеет достаточно простой принцип работы: под воздействием специального топливного насоса горючее из бака, предварительно пройдя процедуру очистки топливным фильтром, по топливопроводам подается к устройству, предназначенному для приготовления топливно-воздушной смеси. И уже затем смесь подается в цилиндры двигателя.



# Топливо

В двигателях внутреннего сгорания применяют жидкое и газообразное топливо. Карбюраторные двигатели работают на бензине или газе, дизельные — на дизельном топливе. Бензин получают из нефти. В его состав входят 84 — 86% углерода, 14 — 16% водорода и небольшое количество примесей. Одним из показателей качества бензина является испаряемость, оцениваемая по фракционному составу топлива.

Фракционный состав характеризуется температурами, при которых выкипает 10, 50 и 90% бензина. Чем ниже температура выкипания 10% бензина, тем лучше он испаряется в холодном двигателе, что облегчает его пуск в холодное время. Чем ниже температура выкипания 50% бензина, тем быстрее прогревается холодный двигатель после пуска и более устойчиво работает на режиме холостого хода. Чем ниже температура выкипания 90% бензина, тем бензин полнее испаряется и тем меньше смывается масле со стенок гильз цилиндров.

Для автомобильных бензинов температура начала выкипания  $35^{\circ}\text{C}$ , выкипания 10% —  $55 - 70^{\circ}\text{C}$ , 50% —  $100 - 125^{\circ}\text{C}$ , 90% —  $160 - 180^{\circ}\text{C}$  и конца выкипания  $185 - 205^{\circ}\text{C}$ .

Важнейшим показателем для бензина является детонационная стойкость. Если она ниже принятой для данного двигателя, то в цилиндрах двигателя возникает детонация (см. ниже), при которой работа двигателя недопустима. Детонационная стойкость бензина оценивается октановым числом: чем выше это число, тем большую степень сжатия выдерживает бензин без детонации.

Для двигателей автомобилей «Жигули», «Волга», «Москвич-2140», «Москвич-412ИЭ», ИЖ-2125, -2715 и -2715К имеющих степень сжатия более 8, используют бензин АИ-93. Для двигателей ЗМЗ-2401, двигателей автомобилей УАЗ, имеющих степень сжатия 6,7 и автомобилей «Москвич-21406», ИЖ-2715-01 и ИЖ-27151-01 со степенью сжатия 7,2 используют бензин А-76.

Здесь цифры указывают октановое число бензина, буква И, что октановое число определено по исследовательскому методу. Октановое число бензина повышается при добавлении к бензину антидетонатора (этиловой жидкости).

Бензины А-76 и АИ-93 могут быть как этилированными, так и неэтилированными. Этилированные бензины окрашивают в желтый (А-76) или оранжево-красный (АИ-93) цвет. Этилированный бензин ядовит, поэтому при обращении с ним необходимо соблюдать правила безопасности.

В бензине не допускается присутствие механических примесей и водорастворимых кислот и щелочей, а также ограничивается содержание смол и серы (до 0,1%).

# Горючая смесь

Смесь будет сгорать в цилиндрах двигателя быстро и полностью, если бензин и воздух смешиваются в определенном соотношении, а также если бензин очень мелко распылен и испарен в воздухе и хорошо с ним перемешан. При полном сгорании горючей смеси продукты сгорания состоят из углекислого газа, водяного пара, избыточного кислорода, не участвовавшего в сгорании, и азота.

Подсчитано, что для полного сгорания 1 кг бензина требуется около 15 кг воздуха. Такая смесь называется нормальной. Смесь, в которой имеется незначительный избыток воздуха (до 16,5 кг на 1 кг бензина), называется обедненной. При работе на обедненной смеси сгорание бензина будет полным, достигается экономичность, но из-за уменьшения скорости сгорания несколько снижается мощность двигателя.



Если содержание воздуха превышает 16,5 кг, смесь называют **бедной**. Из-за медленного горения смеси двигатель работает неустойчиво, мощность его снижается и происходит перегрев (большая часть теплоты поглощается стенками цилиндров и охлаждающей их жидкостью). Смесь, в которой имеется небольшой недостаток воздуха (до 13 кг воздуха на 1 кг бензина), называется обогащенной. Двигатель при такой смеси развивает наибольшую мощность из-за наибольшей скорости сгорания горючей смеси.

Если содержание воздуха менее 13 кг, смесь называют **богатой**. Такая смесь сгорает не полностью, мощность и экономичность двигателя снижаются. На стенках гильз и поршнях отлагается нагар, из глушителя выделяется черный дым. При неполном сгорании горючей смеси образуется окись углерода (угарный газ), обладающая токсичностью. Чрезмерное переобеднение или переобогащение смеси приводит к тому, что горючая смесь теряет способность воспламеняться электрической искрой.

Горючая смесь, поступая в цилиндры двигателя, смешивается с остаточными отработавшими газами, образуя рабочую смесь. Добавление к горючей смеси отработавших инертных газов снижает скорость сгорания.

# Схема и принцип работы простейшего карбюратора

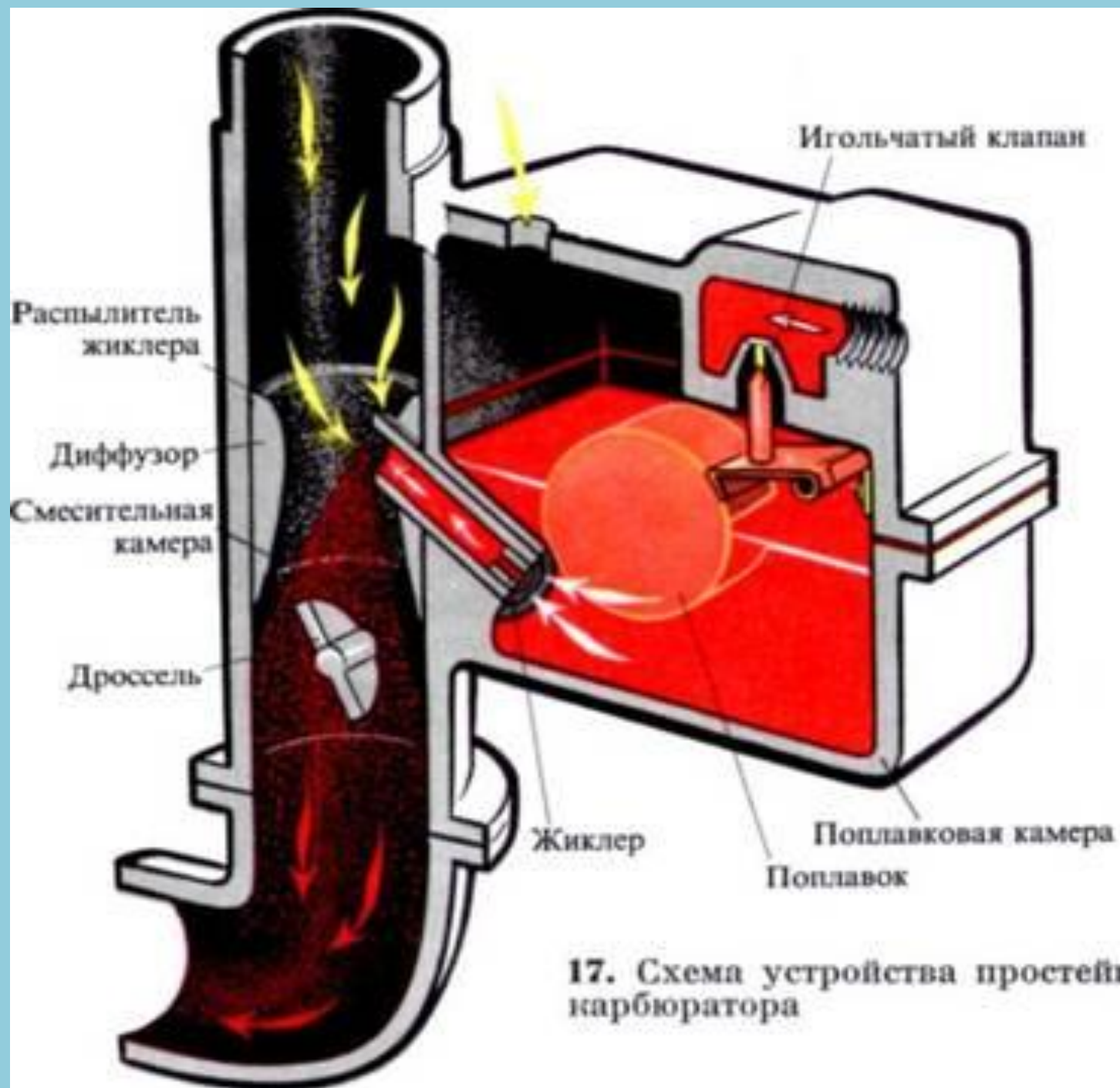
Карбюратор — это прибор для приготовления горючей смеси, устанавливаемый на впускном трубопроводе. Простейший карбюратор состоит из поплавковой камеры с поплавком, жиклера с распылителем, смесительной камеры, в которой расположены диффузор и дроссельная заслонка.

Топливо из бака поступает в поплавковую камеру, уровень в которой поддерживается постоянным при помощи поплавка и игольчатого клапана. Поплавковая камера отверстием сообщается с атмосферой, а через жиклер и распылитель — со смесительной камерой карбюратора.

Жиклер представляет собой пробку (реже трубку) с калиброванным отверстием, пропускающим определенное количество топлива. Распылитель имеет вид тонкой трубки. При неработающем двигателе топливо в распылителе и поплавковой камере устанавливается на одном уровне, который на 1,0 — 1,5 мм ниже верхнего конца распылителя.

При такте впуска, когда поршень в цилиндре двигателя движется вниз, а впускной клапан открыт, во впускном трубопроводе двигателя создается разрежение. В результате этого разрежения поток воздуха через воздушный фильтр поступает в смесительную камеру карбюратора. Диффузор увеличивает скорость воздушного потока, создавая разрежение около верхнего конца распылителя. Из-за разности давлений в поплавковой и смесительной камерах топливо вытекает из распылителя, распыливается воздухом и смешивается с ним, образуя горючую смесь.

Количество горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя, зависит от открытия дроссельной заслонки, которая через механизм привода управления карбюратором связана с педалью, расположенной в кабине водителя. Простейший одножиклерный карбюратор однако не обеспечивает требуемого изменения состава горючей смеси при изменении режима работы двигателя.



17. Схема устройства простейшего карбюратора

# Главная дозирующая система карбюратора

С помощью главной дозирующей системы в карбюраторе готовится горючая смесь для большинства режимов работы двигателя. Эта система включает в себя главный топливный жиклер, его распылитель, диффузоры жиклер экономайзера и воздушный жиклер.

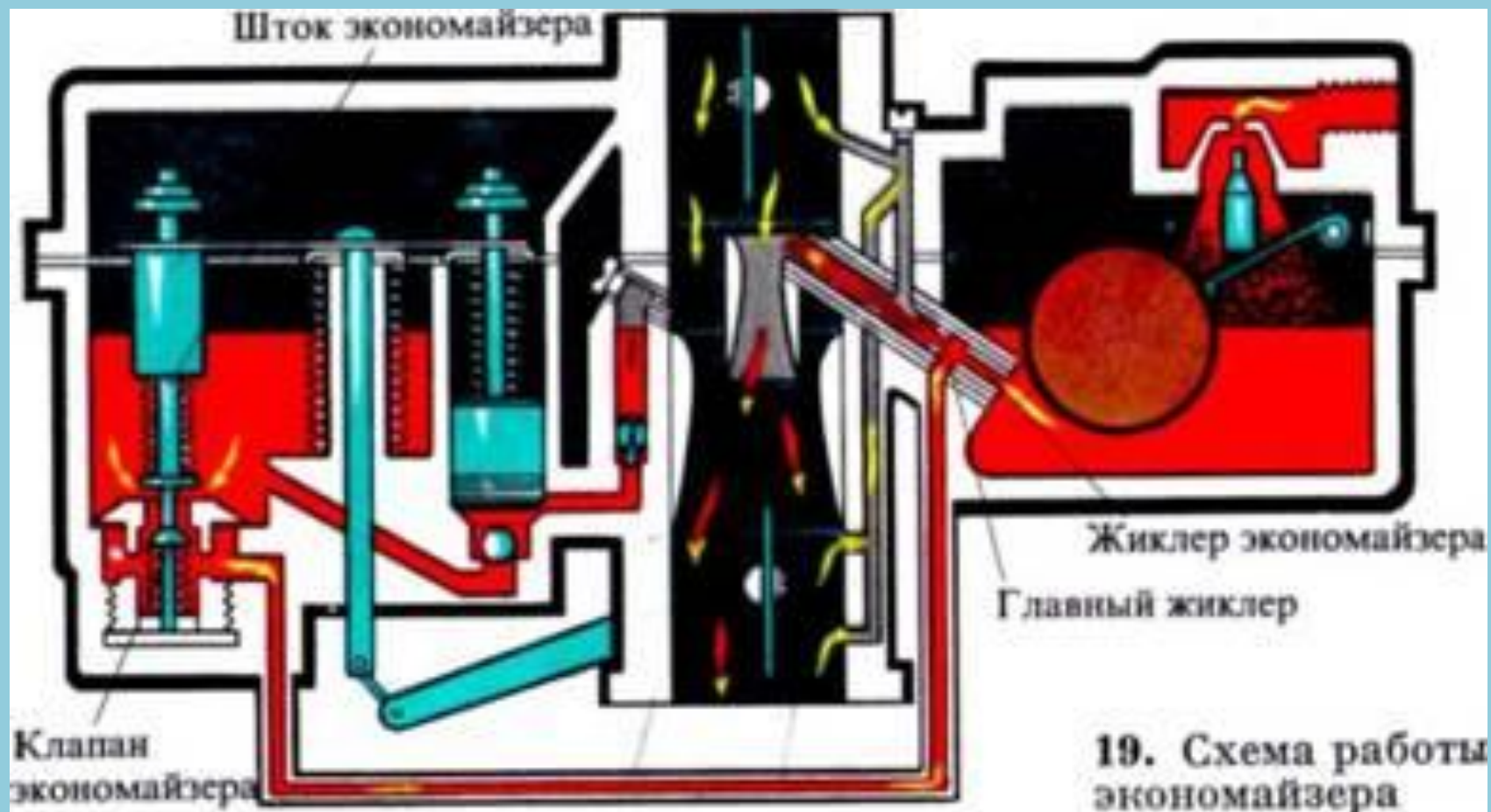


При открытии дросселя наибольшее разрежение создается в диффузоре возле устья распылителя. Под действием этого разрежения топливо из поплавковой камеры проходит сначала через жиклер экономайзера, а затем через главный жиклер в канал распылителя, где оно смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер и отверстия в стенках распылителя. Воздух, перемешиваясь с топливом, способствует его распылению. Кроме того, при увеличении открытия дросселя разрежение в диффузоре быстро растет и может вызвать обогащение смеси.

Поступление воздуха в канал распылителя снижает разрежение возле устья главного жиклера, что препятствует обогащению смеси. Таким образом, происходит автоматическое корректирование состава смеси при работе двигателя на малых и средних нагрузках.

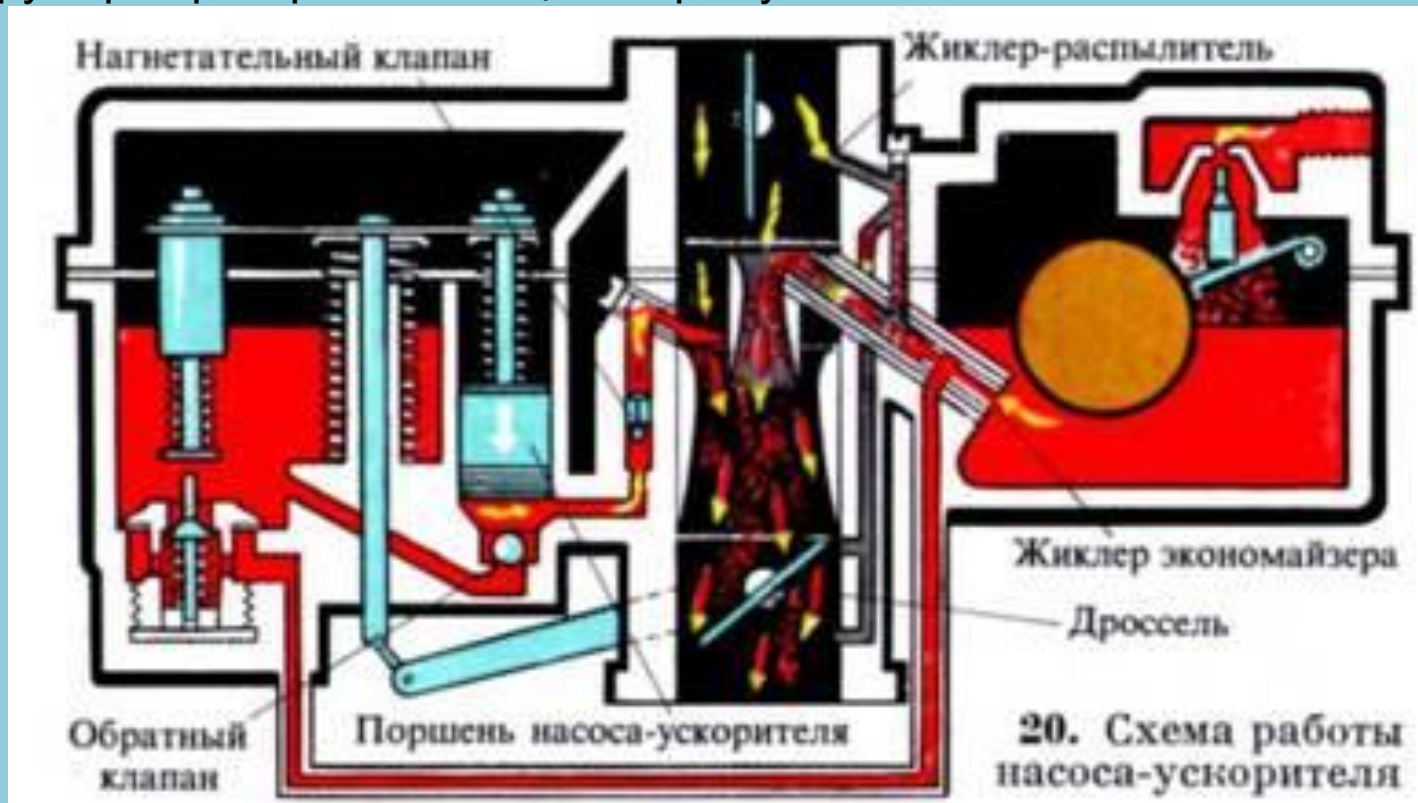
# Система экономайзера

При работе двигателя на малых и средних нагрузках топливо для приготовления горючей смеси поступает через главную дозирующую систему. Однако при полном открытии дросселя такой подачи топлива недостаточно. Открывая дроссель полностью, от двигателя хотят получить наибольшую мощность, а для этого нужно обогатить горючую смесь. Поэтому, когда открытие дросселя приближается к полному (больше 85—90%), рычаг, связанный с приводом дросселя, действует на тягу привода экономайзера. Последняя соединена со штоком клапана экономайзера, который нажимает на клапан и открывает дополнительный проход для топлива из поплавковой камеры к главному жиклеру, помимо топлива, проходящего через жиклер экономайзера. Смесь обогащается, что дает возможность получить от двигателя наибольшую мощность. Так как воздух обладает большей скоростью движения, чем топливо, то при резком открытии дросселя необходима дополнительная подача топлива, чтобы компенсировать мгновенное увеличение количества воздуха и тем самым избежать кратковременного обеднения смеси.



# Насос ускоритель

Насос-ускоритель представляет из себя колодец, в котором перемещается поршень. Поршень имеет общий привод со штоком экономайзера. В нижней части колодца насоса-ускорителя находится обратный шариковый клапан. Быстрое опускание поршня при резком открытии дросселя повышает давление в колодце, под действием которого обратный шариковый клапан закрывается, а нагнетательный клапан открывается. Порция топлива, находившаяся в колодце насоса-ускорителя, впрыскивается через распылитель-жиклер насоса-ускорителя непосредственно в смесительную камеру карбюратора и обогащает горючую смесь.





# устройство системы холостого хода

Система холостого хода предназначена для приготовления горючей смеси при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода. На этом режиме в цилиндрах двигателя остается большое количество отработавших газов и скорость горения рабочей смеси замедляется, поэтому для устойчивой работы двигателя необходима богатая горючая смесь.

В систему холостого хода входят топливный и воздушный жиклеры. Дроссельная заслонка при малой частоте вращения в режиме холостого хода прикрыта, под заслонкой создается большое разрежение. Под действием этого разрежения топливо проходит через жиклер, смешивается с воздухом, поступающим через жиклер, и в виде эмульсии вытекает через нижнее отверстие. Эмульсия распыливается воздухом, проходящим через верхнее отверстие и щель между дроссельной заслонкой и стенкой смесительной камеры.



# Варианты системы питания

Основными видами горючего для ДВС являются бензин и дизельное топливо («солярка»). Газ (метан) так же относится к видам современного топлива, но, несмотря на широкую применяемость, пока не получил актуальности.

Вид топлива является одним из критериев классификации систем питания ДВС.

В этой связи выделяют силовые агрегаты:

- бензиновые;
- дизельные;
- основанные на газообразном топливе.

Но наиболее признанной среди специалистов является типология систем питания двигателя по способу подачи топлива и приготовления топливно-воздушной смеси.

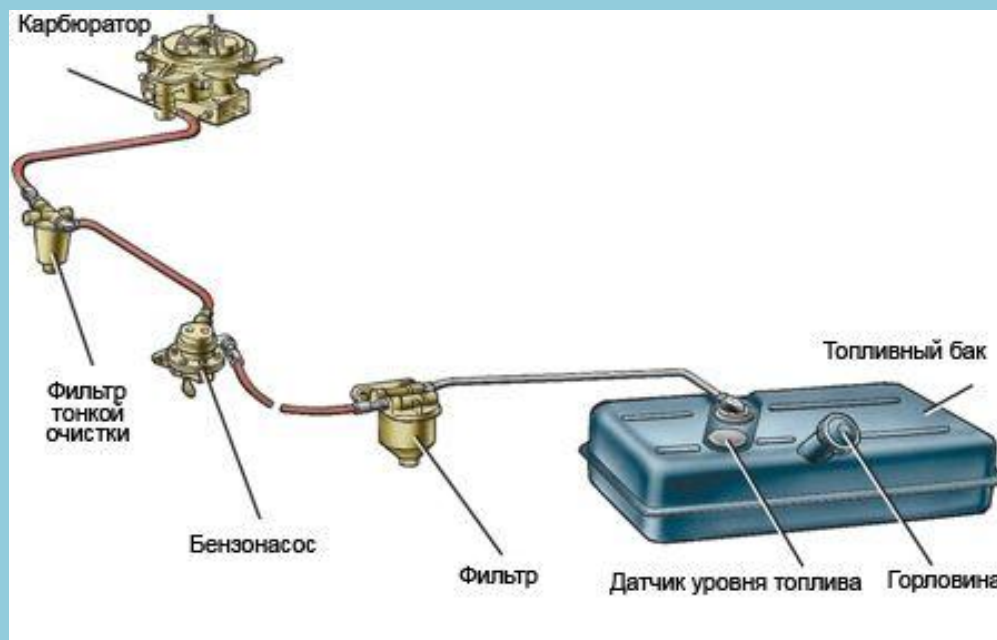
Следуя данному принципу классификации, различаются, во-первых, система питания карбюраторного двигателя, во-вторых, система питания с впрыском топлива (или инжекторного двигателя).

# Карбюратор

Карбюраторная система основана на действии технически сложного устройства – карбюратора. Карбюратор – это прибор, осуществляющий приготовление смеси топлива и воздуха в необходимых пропорциях. Несмотря на разнообразие видов, в автомобильной практике наибольшее применение получил поплавковый всасывающий карбюратор, принципиальная схема которого включает:

- поплавковую камеру и поплавок;
- распылитель, диффузор и смесительную камеру;
- воздушную и дроссельную заслонки;
- топливные и воздушные каналы с соответствующими жиклерами.

Подготовка топливно-воздушной смеси в карбюраторе осуществляется по пассивной схеме. Движение поршня в такте впуска (первом такте) создает в цилиндре разреженное пространство, в которое и устремляется воздух, проходя через воздушный фильтр и сквозь карбюратор. Именно здесь и происходит формирование горючей смеси: в смесительной камере, в диффузоре топливо, вырывающееся из распылителя, дробится воздушным потоком и смешивается с ним. Наконец, через впускной коллектор и впускные клапаны горючая смесь подается в конкретный цилиндр двигателя, где в необходимый момент и воспламеняется искрой от свечи зажигания. Таким образом, система питания карбюраторного двигателя представляет собой преимущественно механический способ приготовления топливно-воздушной смеси.



# Впрыск топлива

Эпоха карбюратора сменяется эпохой инжекторного двигателя, система питания которого основана на впрыске топлива. Ее основными элементами являются: электрический топливный насос (расположенный, как правило, в топливном баке), форсунки (или форсунка), блок управления ДВС

Принцип работы указанной системы питания сводится к распылению топлива через форсунки под давлением, создаваемым топливным насосом. Качество смеси варьируется в зависимости от режима работы двигателя и контролируется блоком управления.

Важным компонентом такой системы является форсунка. Типология инжекторных двигателей основывается именно на количестве используемых форсунок и места их расположения.



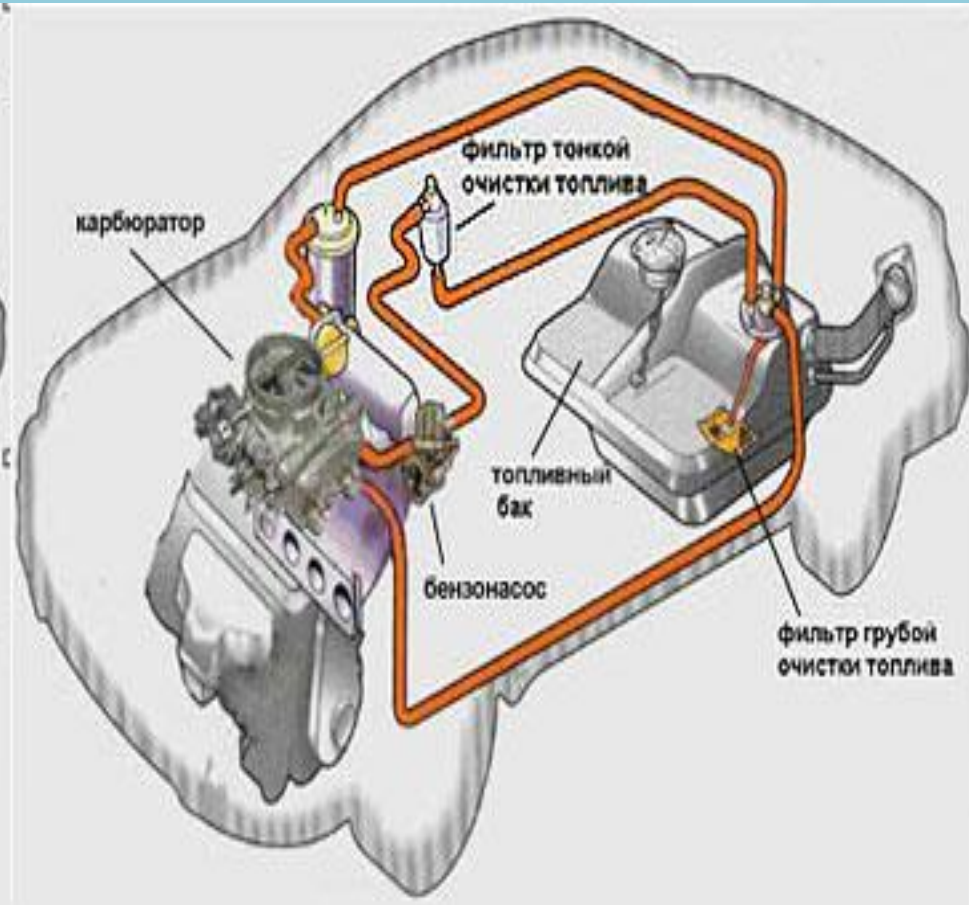
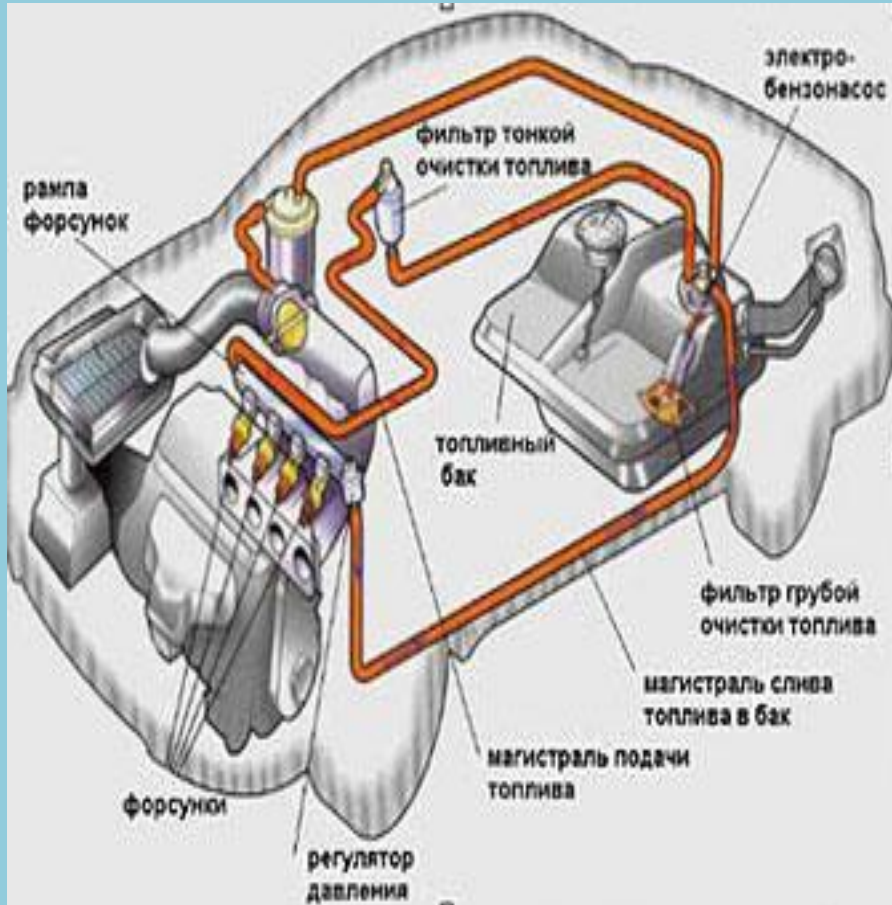
Так, специалисты склонны выделять следующие варианты инжектора:

- с распределенным впрыском;
- с центральным впрыском.

Система распределенного впрыска предполагает использование форсунок по количеству цилиндров двигателя, где каждый цилиндр обслуживает собственная форсунка, участвующая в подготовке горючей смеси.

Система центрального впрыска располагает только одной форсункой на все цилиндры, расположенной в коллекторе.

# Схема топливной системы: инжекторный и карбюраторный вариант

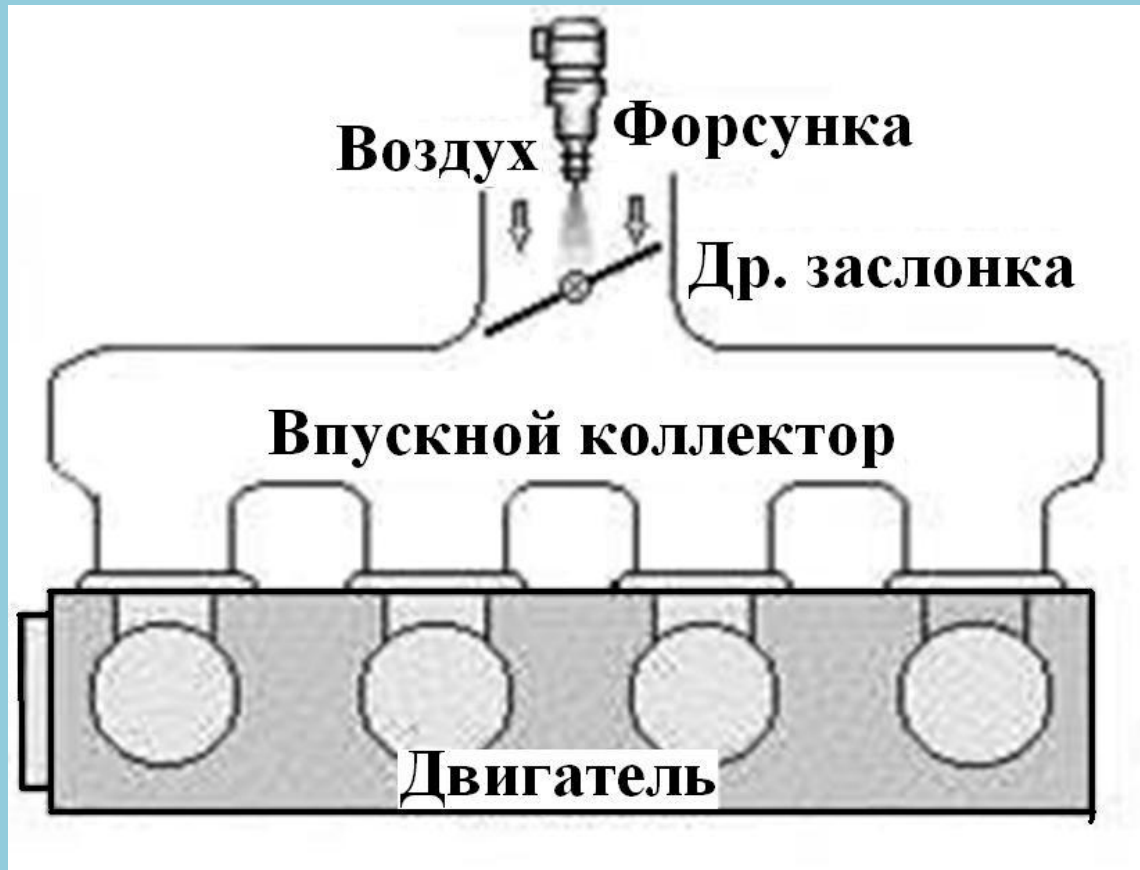




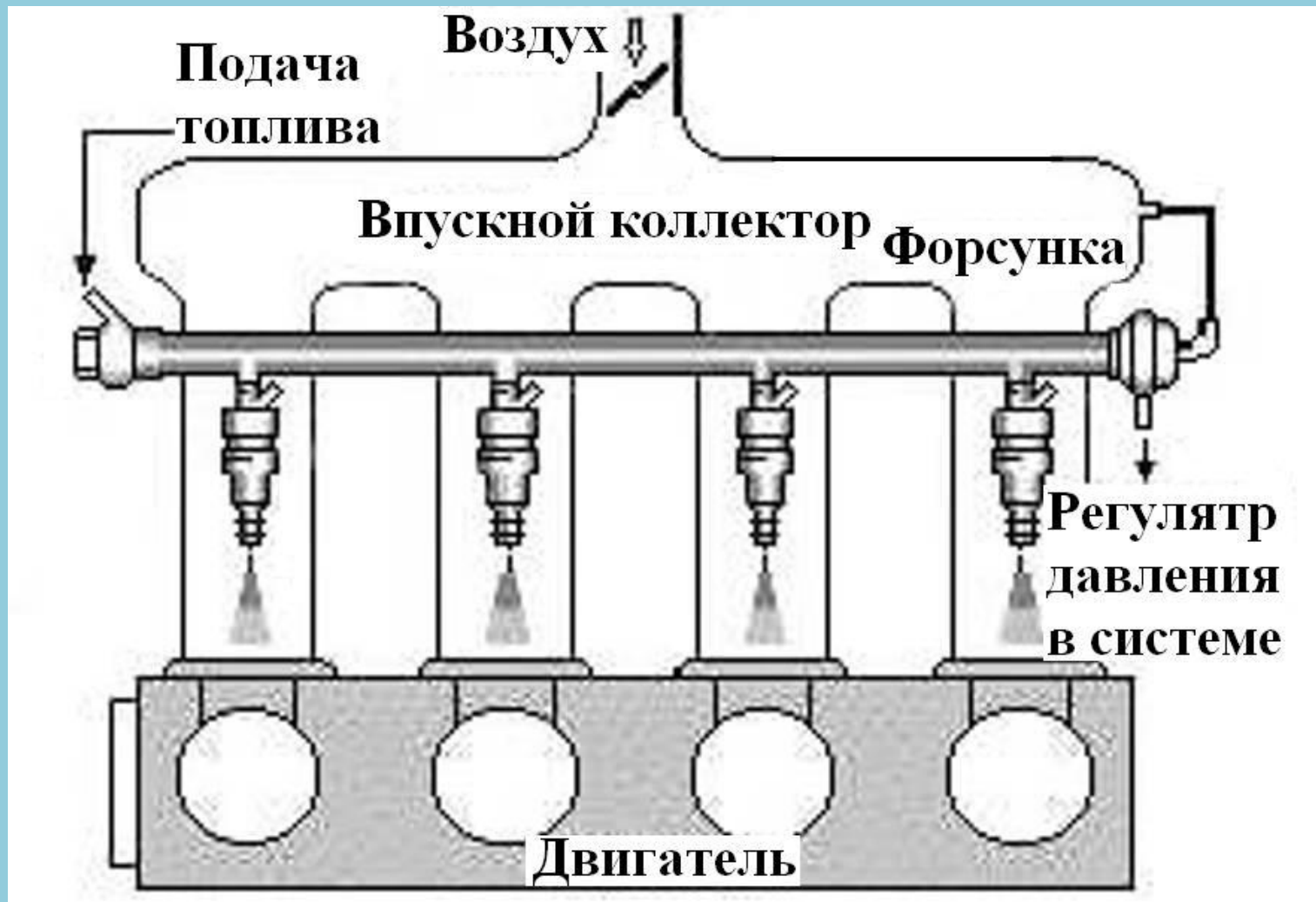
## Классификация систем впрыска :

1. По месту подвода топлива:

1.1 центральный одноточечный впрыск:



## 1.2. Распределенный впрыск:



### 1.3. Непосредственный впрыск в цилиндры:



## **2. По способу подачи топлива:**

- ✓ непрерывный впрыск;
- ✓ прерывистый впрыск;

## **3. По типу узлов дозирующих топливо:**

- ✓ плунжерные насосы;
- ✓ распределители;
- ✓ форсунки;
- ✓ регуляторы давления

#### **4. По способу регулирования количества смеси:**

- ✓ пневматическое;
- ✓ механическое;
- ✓ электронное.

#### **5. По основным параметрам регулирования состава смеси:**

- ✓ разрежению во впускной системе;
- ✓ углу поворота дроссельной заслонки;
- ✓ расходу воздуха.

# Преимущество системы питания двигателя от впрыска топлива по сравнению с карбюраторным:

1. Впрыск бензина позволяет более точно распределить топливо по цилиндрам. При распределенном впрыске состав смеси в разных цилиндрах может отличаться только на 6—7%, а при питании от карбюратора — на 11—17%;
2. Отсутствие добавочного сопротивления потоку воздуха на впуске в виде карбюратора и диффузора и вследствие этого более высокий коэффициент наполнения цилиндров обеспечивает получение более высокой литровой мощности;

3. При впрыске возможно использование большего перекрытия клапанов, (когда открыты одновременно оба клапана) для лучшей продувки камеры сгорания чистым воздухом, а не смесью.
4. Лучшая продувка и большая равномерность состава смеси по цилиндрам снижают температуру стенок цилиндра, днища поршня и выпускных клапанов, что в свою очередь позволяет снизить октановое число топлива на 2—3 единицы, т.е. поднять степень сжатия без опасности детонации.
5. Снижается образование окислов азота при сгорании и улучшаются условия смазки зеркала цилиндра.

Недостатков у инжекторов два:

- высокие требования к качеству используемого топлива;
- более дорогая стоимость обслуживания и запчастей.



# Система питания газобаллонного автомобиля

При работе на газе происходит более совершенное смесеобразование и более полное сгорание горючей смеси, чем на бензине. Поэтому уменьшается загрязнение окружающей среды токсичными составляющими отработавших газов. Применение газа исключает смывание пленки масла со стенок гильз и поршней, уменьшает нагарообразование в камерах сгорания. Из-за отсутствия конденсации паров топлива на стенках гильз цилиндров не разжижается масло. В результате увеличиваются срок службы двигателя и периодичность смены масла. С другой стороны, у газобаллонных автомобилей сложнее система питания, повышаются требования к помещениям по пожаро- и взрывоопасности при техническом обслуживании и ремонте газобаллонных установок.

## **Перед пуском двигателя необходимо:**

- осмотреть газовую аппаратуру и убедиться в полной ее исправности и герметичности;
- проверить по указателю уровня наличие газа в баллоне;
- перевести рычажки переключателей на панели приборов в положение «Газ», а рычаг ручной подкачки топливного насоса — в верхнее положение;
- открыть расходный ventиль паровой фазы при пуске холодного двигателя или - расходный ventиль жидкостной фазы при пуске прогретого двигателя.

Чтобы остановить двигатель, выключают зажигание. При продолжительной остановке двигателя переводят рычажки переключателей на панели приборов в положение «бензин» и вырабатывают газ из системы до полной остановки двигателя. Перед длительной стоянкой закрывают расходные вентили жидкостной и паровой фаз и вырабатывают газ из системы. Заправлять автомобиль можно лишь на газонаполнительной станции при неработающем двигателе. Баллон заполняется сжиженным газом не более чем на 90% полного объема. Не рекомендуется переходить с одного топлива на другое на работающем двигателе. Следует выработать газ или бензин и пустить двигатель снова на другом топливе.

# Особенности дизельного двигателя

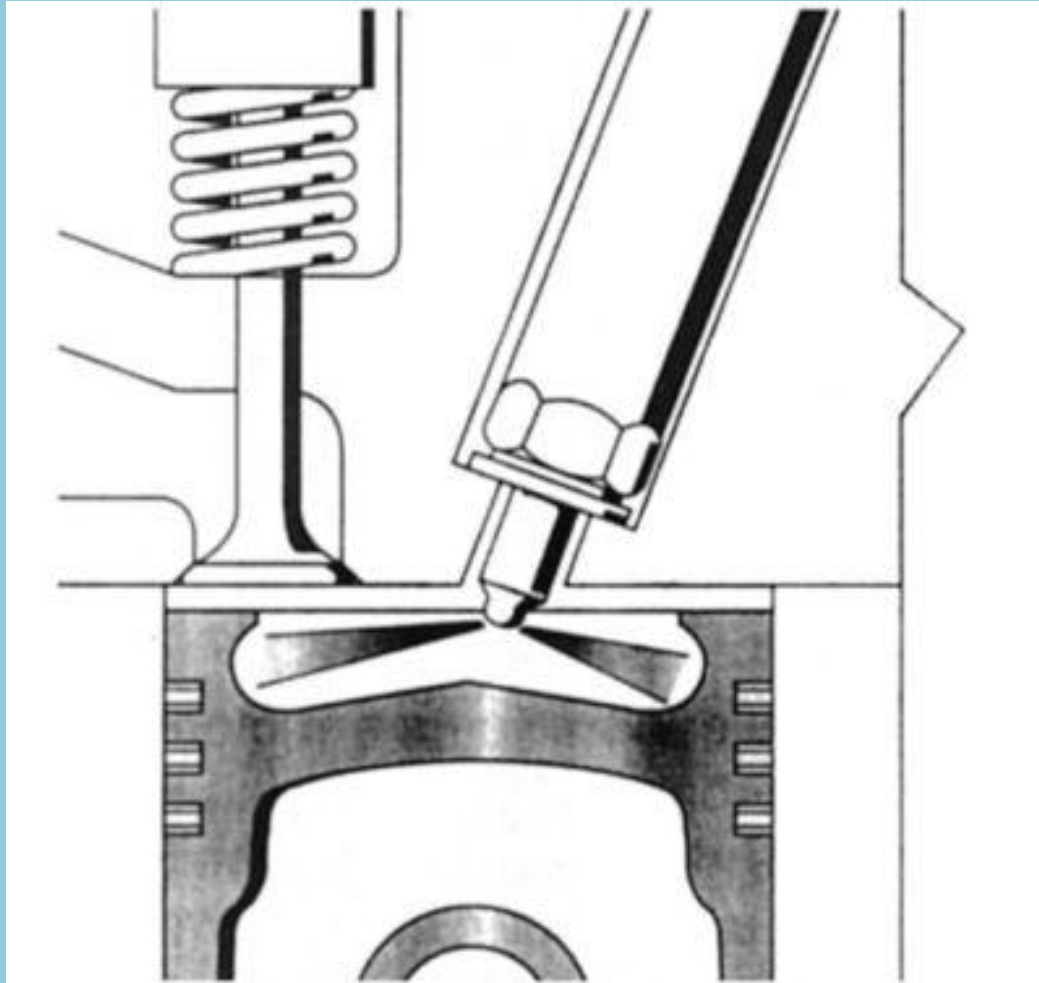
Как бы особняком стоит принцип действия, на котором основывается система питания дизельного двигателя. Здесь топливо впрыскивается непосредственно в цилиндры в распыленном виде, где и происходит процесс смесеобразования (смешивания с воздухом) с последующим воспламенением от сжатия горючей смеси поршнем.

В зависимости от способа впрыска топлива, дизельный силовой агрегат представлен тремя основными вариантами:

- с непосредственным впрыском;
- с вихрекамерным впрыском;
- с предкамерным впрыском.

- Вихрекамерный и предкамерный варианты предполагают впрыск топлива в специальную предварительную камеру цилиндра, где оно частично воспламеняется, а затем перемещается в основную камеру или собственно цилиндр. Здесь горючее, смешиваясь с воздухом, окончательно сгорает. Непосредственный же впрыск предполагает доставку топлива сразу же в камеру сгорания с последующим его смешиванием с воздухом и т.д.

# Непосредственный впрыск



Еще одна особенность, которой отличается система питания дизельного двигателя, заключается в принципе возгорания горючей смеси. Это происходит не от свечи зажигания (как у бензинового двигателя), а от давления, создаваемого поршнем цилиндра, то есть путем самовоспламенения. Иными словами, в этом случае нет необходимости применять свечи зажигания.

Однако холодный двигатель не сможет обеспечить должный уровень температуры, требуемый для воспламенения смеси. И использованием свечей накаливания позволит осуществить необходимый подогрев камер сгорания.

# Режимы работы системы питания

В зависимости от целей и дорожных условий водитель может применять различные режимы движения. Им соответствуют и определенные режимы работы системы питания, каждому из которых присуща топливно-воздушная смесь особого качества.

- Состав смеси будет богатым при запуске холодного двигателя. При этом потребление воздуха минимально. В таком режиме категорически исключается возможность движения. В противном случае это приведет к повышенному потреблению горючего и износу деталей силового агрегата.
- Состав смеси будет обогащенным при использовании режима «холостого хода», который применяется при движении «накатом» или работе заведенного двигателя в прогретом состоянии.
- Состав смеси будет обедненным при движении с частичными нагрузками (например, по равнинной дороге со средней скоростью на повышенной передаче).
- Состав смеси будет обогащенным в режиме полных нагрузок при движении автомобиля на высокой скорости.
- Состав смеси будет обогащенным, приближенным к богатому, при движении в условиях резкого ускорения (например, при обгоне).



# Неисправности и сервисное обслуживание

**Недостаточное поступление (или отсутствие поступления) горючего в цилиндры двигателя**  
Некачественное топливо, длительный срок службы, воздействие окружающей среды приводят к загрязнению и засорению топливопроводов, бака, фильтров (воздушного и топливного) и технологических отверстий устройства приготовления горючей смеси, а также поломке топливного насоса. Система потребует ремонта, который будет заключаться в своевременной замене фильтрующих элементов, периодической (раз в два-три года) прочистке топливного бака, карбюратора или форсунок инжектора и замене или ремонте насоса.

## **Потеря мощности ДВС**

Неисправность топливной системы в данном случае определяется нарушением регулировки качества и количества горючей смеси, поступающей в цилиндры. Ликвидация неисправности связана с необходимостью проведения диагностики устройства приготовления горючей смеси.

## Утечка горючего

Утечка горючего – явление весьма опасное и категорически не допустимое. Причины проблем кроются в потере герметичности узлами и агрегатами топливной системы. Ликвидация неисправности заключается либо в замене поврежденных элементов системы, либо в подтягивании креплений топливопроводов.

Таким образом, система питания является важным элементом ДВС современного автомобиля и отвечает за своевременную и бесперебойную подачу топлива к силовому агрегату.