

# Часть А

## Знакомство с карбюратором

### Содержание

Немного теории .....	1	Переменный дроссель или карбюратор	
Функции карбюратора .....	2	с постоянным разрежением .....	7
Закуум .....	3	Сдвоенные карбюраторы .....	8
Простейший карбюратор .....	4	Современные технические решения .....	9
Однокамерный карбюратор .....	5	Анализ выхлопных газов .....	10
Двухкамерный карбюратор .....	6		

### 1 Немного теории

Назначение топливной системы – снабдить двигатель необходимым количеством топлива и воздуха, смешать их в зависимости от скорости вращения и нагрузки, регулировать соотношение воздух/топливо в зависимости от требований двигателя и желаний водителя.

Топливная система карбюраторных двигателей внутреннего сгорания состоит из топливного бака, топливного фильтра (или топливного насоса, карбюратора, воздушного фильтра, дроссельного устройства и впускного коллектора (рис. 1.2). Все должно работать эффективно и в гармонии. Неисправность, или слабость одного из компонентов системы провоцирует неправильную работу всей системы.

Физический принцип, используемый в карбюраторах – воздействие движущегося воздуха, принимая во внимание тот факт, что воздух перемещается из области высокого давления в область низкого давления. Можно представить двигатель, как мощный насос. При движении поршня вниз создается разрежение в области камеры сгорания и впускного коллектора. При этом масса воздуха перемещается из области атмосферного (высокого) давления в область низкого давления и проходит через карбюратор. Таким образом, карбюратор действует на принципе перепада давления.

Если горловину карбюратора сузить, скорость воздуха в месте сужения будет увеличиваться (разрежение – падение давления – за сужением увеличиться). Это сужение называется дросселем (рис. 1.4).

В обиходе понятиям “смесительная камера”, “дроссель”, “диффузор”, “дроссельная заслонка”, “воздушная заслонка”, “подсос” часто придают неверные значения, путают между собой. Между тем, сущность этих понятий определяет принципы построения и работы карбюратора. Понятие камера карбюратора используется для описания трубки от впускного воздуховода через дроссель до дроссельной заслонки, поэтому карбюраторы называются однокамерные, двухкамерные, четырехкамерные и т.д.

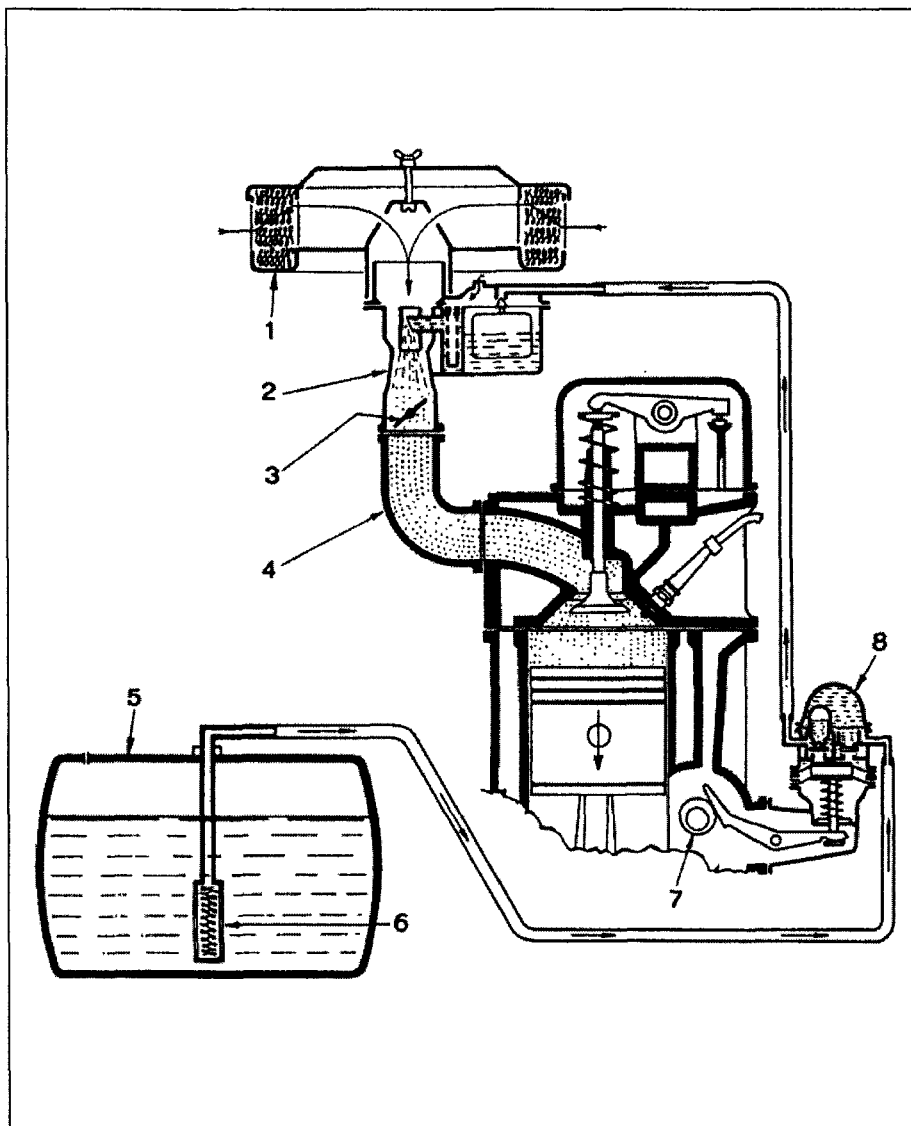


Рис. 1.2 Типичная система питания двигателя

- 1 Воздушный фильтр
- 2 Карбюратор
- 3 Дроссельная заслонка
- 4 Впускной коллектор
- 5 Топливный бак
- 6 Топливный фильтр
- 7 Распредвал
- 8 Механический топливный насос

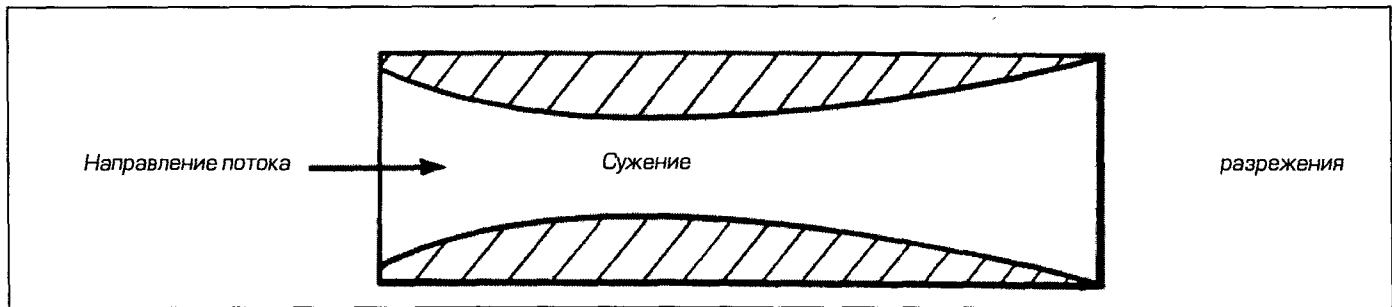


Рис. 1.4 Принцип дросселя

Дроссель, в который помещен распылитель топлива, называется *диффузор*. В дросселе может быть установлен диффузор, часто называемый малым диффузором.

6 Физический принцип, используемый в карбюраторе, известен, как закон Бернулли, описывающий движение жидкости в трубе (рис. 1.6). При сохранении массы протекающей жидкости постоянной, при сужении внутреннего диаметра трубы скорость движения жидкости возрастает, а давление падает. При увеличении протекающей массы давление падает и разрежение возрастает.

7 Воздух легко сжимаем, имеет низкую плотность. С другой стороны, топливо практически несжимаемо и имеет большую плотность. Как результат, топливо и воздух на перепад давления при изменении скорости вращения двигателя реагируют неодинаково. Это означает, что скорость движения топлива будет отставать от скорости движения воздуха и будет сопротивляться изменениям направления потока при открытии и закрытии дросселя.

8 Воздух состоит примерно из 80% водорода и 20% кислорода. Смесь, называемая бензином на 15% состоит из водорода и 85% углеводорода.

9 Потенциальная энергия бензина значительно выше динамита и в три раза выше тринитротолуола (тротила). Эту энергию можно освободить лишь при смешении бензина с воздухом в определенной пропорции. Для сгорания бензина требуется кислород (из воздуха).

10 Если поджечь бензин в банке, окисление (сгорание) бензина будет едва происходить,

поскольку в контакт с воздухом входят только поверхностные молекулы бензина. Тепловая энергия будет при этом выделяться, но едва ли ее применение достойно. Если же в банку налить бензин, как следует встряхнуть и поджечь – результатом будет взрыв. Все топливо войдет в контакт с воздухом и сгорание будет происходить быстро и лавинообразно нарастать, приводя к взрыву. Взрыв в действительности – очень быстрый процесс сгорания.

11 Быстрое сгорание в цилиндре двигателя вызывает расширение газов, заставляющих поршень двигаться вниз и приводить коленчатый вал во вращение. Для высвобождения всей энергии топливо с воздухом должно перемешиваться равномерно и полностью. Чем совершеннее процесс, тем больше мощности можно получить от двигателя. Для этого и создан прибор под названием "карбюратор".

## 2 Функции карбюратора

### Основные функции

1 Карбюратор имеет две основные функции: первая – распылять топливо и смешивать его с воздухом так, чтобы испарение происходило во впускном коллекторе и камере сгорания. Вторая – удовлетворять переменным требованиям двигателя к пропорциональному составу топливо-воздушной смеси для эффективного сгорания. Оптимальное (стехиометрическое) соотношение – приблизительно 14.7 частей воздуха на одну часть топлива (по весу).

2 Соотношение масс воздуха и топлива в смеси требуется изменять. Для холодного запуска двигателя, ускорения и движения в режиме отдачи максимальной мощности двигателя требуется обогащенная смесь (с большим содержанием топлива). Обедненная смесь (с меньшим содержанием топлива) требуется на режимах частичных нагрузок (с неполностью открытым дросселем), на прогретом двигателе при движении с постоянной скоростью. Каждый режим работы двигателя требует своих соотношений смеси, поэтому карбюратор имеет множество систем топливных контуров, чтобы смесь могла этим требованиям соответствовать. Карбюратор для любого типа двигателя калибруется (в результате испытаний двигателя) так, чтобы обеспечивать правильное снабжение топливом всех двигателей конкретной модели.

3 Фактически двигатель работает (хотя и не всегда эффективно) при соотношении воздух/топливо в диапазоне 8:1...22:1. Переобогащенная смесь ведет к низкой экономичности и превышению сверх норм содержания вредных веществ в выхлопе, переобедненная смесь ведет к потере мощности и низкой эффективности. Чем ближе соотношение к значению 14.7:1, тем более эффективно работает двигатель.

4 Законодательство предъявляет все более ужесточающиеся требования к составу выпускных газов автомобилей. Чтобы соответствовать этим требованиям, в настоящее время заметна тенденция к обеднению смеси, что противоречит задаче получения максимальной мощности от двигателя.

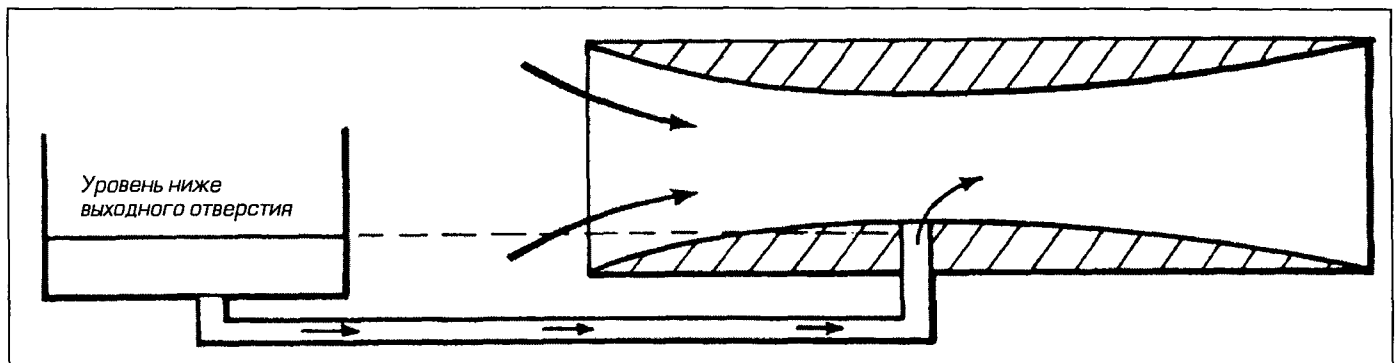


Рис. 1.6 Принцип прохода топлива через дроссель

Большие стрелки указывают направление движения воздуха, маленькие – топлива

## Распыление топлива

5 Распыление топлива означает раздробление капель топлива на возможно более мелкие части. Качественное распыление необходимо для снижения токсичности выхлопных газов; оно достигается двумя способами. Один способ – ввести воздух в струю топлива. Это создает турбулентности, которые разбивают сплошную струю на мелкие части. Другой метод заключается в установке выпускного отверстия топлива в точке наибольшей скорости воздушного потока, заставляющей топливо разбиваться в мелкую пыль.

6 Карбюратор должен распылять, но не испарять топливо. Испарение должно происходить во впускном коллекторе и цилиндре двигателя. Для этого впускной коллектор специально подогревается, чтобы улучшить испарение и снизить конденсацию топлива на стенках. Обогрев часто производится с помощью охлаждающей жидкости двигателя, которая протекает по водяным каналам коллектора, хотя иногда и через корпус дроссельных заслонок и сам корпус карбюратора.

7 Размер дросселя в карбюраторе с фиксированным размером дросселя – компромисс между производительностью и эффективностью. На высоких оборотах двигателя дроссель требуется достаточно большой, чтобы обеспечивать питание двигателя большой массой воздуха для сдачи максимальной мощности. Для хорошего распыления скорость воздуха в дросселе достигает 120 м/сек. На низких оборотах двигателя, сниженная потребляемая масса воздуха снижает свою скорость до 12 м/сек. Снижение скорости снижает эффективность распыления. Уменьшение размеров дросселя позволило бы увеличить скорость движения топлива, но снизило бы эффективность двигателя на высоких оборотах. Методы, используемые для преодоления этой фундаментальной проблемы будут рассмотрены позднее.

8 На состав топливовоздушной смеси влияет состояние погоды. Изменения тем-

пературы, влажности и барометрического давления слегка изменяет соотношение воздух/топливо и эффективность работы карбюратора.

## 3 Вакуум

1 Вакуум – давление ниже атмосферного. Вакуум образуется во впускном коллекторе бензинового двигателя, поскольку поршни постоянно стараются прокачать воздух через цилиндры двигателя в большем количестве и при более высоких оборотах, чем позволяет частично открытая дроссельная заслонка. Глубина вакуума зависит от скорости вращения двигателя и открытия дроссельной заслонки. При полных нагрузках двигателя вакуум будет иметь низшие значения (полностью открытый дроссель) и наибольшие значения при полностью закрытом дросселе (холостой ход, торможение двигателем).

2 Любая неисправность, снижающая вакуум (разрежение), создаваемый двигателем соответственно воздействует на общее количество воздуха, попадающего в цилиндры, равно как и на мощность и экономичность двигателя. Таким образом, хорошее смесеобразование возможно прежде всего при хорошем разрежении.

3 Прежде чем рассмотреть специфические функции карбюратора, полезным будет рассмотрение работы простейшего карбюратора. Выводы, полученные при этом, используем для рассмотрения способов преодоления изъянов карбюратора.

## 4 Простейший карбюратор

1 Простейший карбюратор состоит из трубки, один конец которой открыт в атмосферу. Другой конец содержит дроссельную заслонку и присоединен к впускному коллектору двигателя. Внутреннее сечение трубки сужено в виде дросселя. Поплавковая камера (топливный резервуар) присоединена к топливному каналу к наиболее узкому месту дросселя топливным каналом, выход которого открыт в дроссель. Уровень топлива в камере поддерживается поплавком, который воздействует на запорный клапан так, чтобы уровень топлива поддерживался чуть ниже уровня выходного отверстия в дросселе (рис. 4.1). В выходное топливное отверстие дросселя можно вставить дозирующий жиклер (получится диффузор).

2 При вращении двигателя, на такте всасывания поршня создается падение давления в камере сгорания и впускном коллекторе. Воздух двигается от области высокого давления атмосферы в область низкого давления за дроссельного пространства. В поплавковой камере воздух находится под давлением атмосферы и поэтому выше, чем давление в диффузоре. Повышенное давление в поплавковой камере выталкивает

топливо из топливного канала в диффузор, где оно сталкивается с падающей струей воздуха. Управление струей воздуха, а значит, и скоростью вращения двигателя обеспечивается разворотом дроссельной заслонки.

3 Изменение скорости движения воздуха изменяет перепад давления в дросселе. Небольшое изменение скорости движения воздуха слабо изменяет перепад давления, большое изменение скорости изменяет его сильнее.

4 Такой карбюратор применим только в ситуации, когда требуется постоянная скорость. Калиброванный жиклер можно установить на выходе топливного канала, что обеспечит оптимальное соотношение смеси на конкретной скорости вращения двигателя. Однако, если двигатель вращать стартером, разрежение (перепад давления) в диффузоре будет недостаточным для извлечения достаточного для запуска количества топлива. Завести двигатель будет трудно еще и потому, что при холостом моторе требуется обогащение смеси, а простейший карбюратор такой возможностью не обладает.

5 При увеличении скорости вращения двигателя топливо будет запаздывать по отношению к потоку воздуха, после провала равновесие восстановится. При резком увеличении скорости вращения двигателя давление падает, непропорционально большое количество топлива выбросится из жиклера. Временное обогащение может быть так высоко, что двигатель заглохнет.

6 С другой стороны, если снижать скорость вращения двигателя, разрежение также будет снижаться, но пропорционально сильнее, чем снижение потока воздуха. Это даст результат переобогащения смеси, недостаток вакуума будет не в силах забрать топливо из жиклера. Опять же, двигатель глохнет.

7 Итак, в простейшем карбюраторе изменение воздушного потока вызывает непропорциональное изменение расхода топлива. Жаль.

8 Поэтому простейший карбюратор находит немного применений в автомобилях. Рассмотрение основных систем карбюратора откроет путь к преодолению создавшихся сложностей.

## 5 Однокамерный карбюратор

1 При проходе массы воздуха через диффузор перепад давления, действующий на топливный жиклер, изменяется в соответствии с требованиями двигателя. Таким образом, для производства топливной смеси необходимого состава требуются компенсационные воздушные и топливные жиклеры, как компромисс между размером дросселя и удовлетворением экстремальных нужд двигателя.

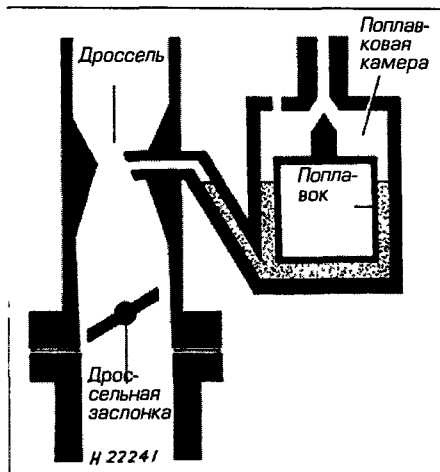


Рис. 4.1 Простейший карбюратор

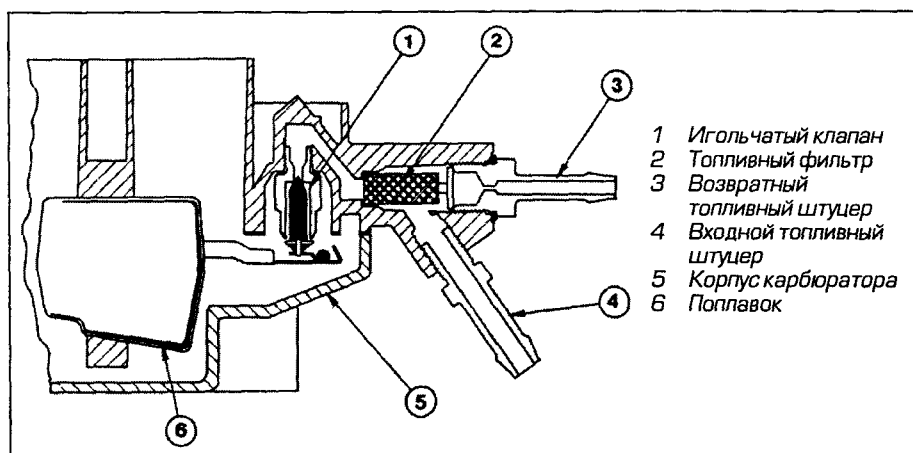


Рис. 5.4,в. Типичная поплавковая и входная система

2 В этом типе карбюраторов используются шесть систем:

- а) Поплавковый механизм.
- б) Система холостого хода и переходная система.
- в) Ускорительный насос.
- г) Главная дозирующая система.
- е) Система обогащения мощностных режимов и экономотативирования.
- ж) Система холодного запуска (пусковая система).

3 Разные производители карбюраторов используют методы, слабо отличающиеся друг от друга для преодоления сложностей простейшего карбюратора. Как бы то ни было, в той или иной форме все шесть систем присутствуют в карбюраторах с фиксированным дросселем. Далее описываются наиболее употребительные системы. Хотя используются разные методы, суть систем можно отыскать в любом конкретном карбюраторе.

### Поплавковая система

4 Объем топлива, поступающего в карбюратор, контролируется с помощью игольчатого клапана и поплавка. При падении уровня топлива в поплавковой камере, поплавок опускается вниз. Игла клапана, соединенная с поплавком, перемещается и открывает отверстие в клапане для прохода топлива в поплавковую камеру. При увеличении уровня топлива происходит обратный процесс. При работе двигателя клапан постоянно открывается и закрывается, чтобы поддерживать практически постоянный уровень топлива в поплавковой камере. Большинство современных игольчатых клапанов подпружинены, пружина демпфирует вибрации и предупреждает таким образом перепополнение поплавковой камеры (рис. 5.4, а, б).

5 Поплавок контролирует уровень топлива в камере, при котором оно истекает из главного распылителя. Это очень важная функция в работе карбюратора. Низкий

уровень топлива провоцирует переобеднение смеси, высокий – переобогащение. 6 Поплавковая камера должна вентилироваться, поскольку поступающее топливо увеличивает в ней давление, а расход топлива его уменьшает. Вентиляционные каналы поплавковой камеры ведут наружу, в атмосферу, в других случаях в диффузор или в область после воздушного фильтра (где давление ниже).

7 Представим, что воздушный фильтр забит и препятствует прохождению воздуха. Это создает в дросселе дополнительное разрежение. Если поплавковая камера вентилируется через атмосферу, атмосферное давление выдавливает топливо из поплавковой камеры в распылитель дросселя (диффузор). Карбюратор “переливает”. Если поплавковая камера вентилируется через дроссель, частичный вакуум, производимый забитым воздушным фильтром, прикладывается к поплавковой камере, нейтрализуя эффект. Тем не менее, снижение воздушного потока ведет к обогащению смеси.

8 Пары бензина из поплавковой камеры проходят через внутренний канал в дроссель, создавая нежелательное обогащение смеси.

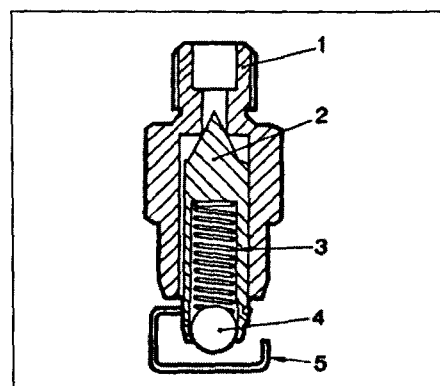


Рис. 5.4,б. Игольчатый клапан и седло

- 1 Седло клапана
- 2 Игла клапана
- 3 Демпфирующая пружина
- 4 Антивибрационный шарик
- 5 Крючок

си. Это часто происходит при эксплуатации двигателя в жару. Запуск двигателя в жару затруднен, при работе двигателя на холостых оборотах и малых оборотах при малых нагрузках двигатель может внезапно увеличить обороты. В конкретных моделях карбюраторов эта проблема разрешается с помощью двойной вентиляции. Карбюратор вентилируется в атмосферу на холостых и малых оборотах двигателя.

### Холостой ход и переходная система

#### Холостые и малые обороты

9 Из главного распылителя топливной системы топливо извлекается только струей воздуха определенной скорости. При холостых оборотах эта скорость маловата. Для обеспечения двигателя топливной смесью на холостых и малых оборотах создается дополнительный контур, подающий топливо из поплавковой камеры по каналу к точке сразу за дроссельной заслонкой (рис. 5.9).

10 Если дроссельную заслонку слегка приоткрыть, междукорпусом карбюратора и

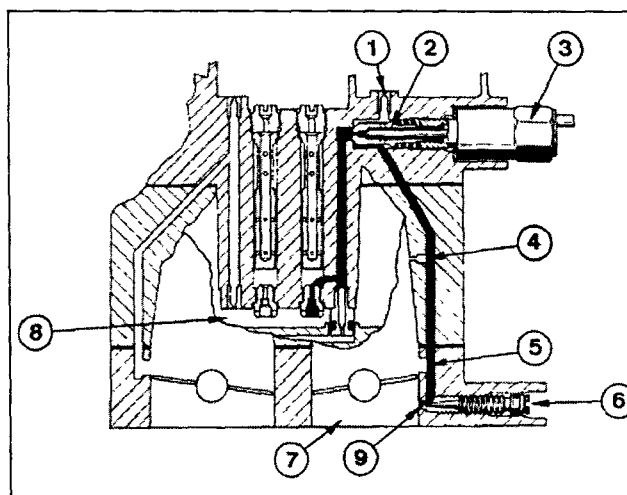


Рис. 5.9 Типичная схема холостого хода

- 1 Калиброванный воздушный канал первичной камеры
- 2 Эмульсионный жиклер холостого хода
- 3 Электромагнитный запорный клапан
- 4 Антисифонный канал (некоторые версии)
- 5 Переходные отверстия или щель
- 6 Винт “качества”
- 7 Первичная камера
- 8 Топливный колодец главной дозирующей системы
- 9 Выходное отверстие системы холостого хода

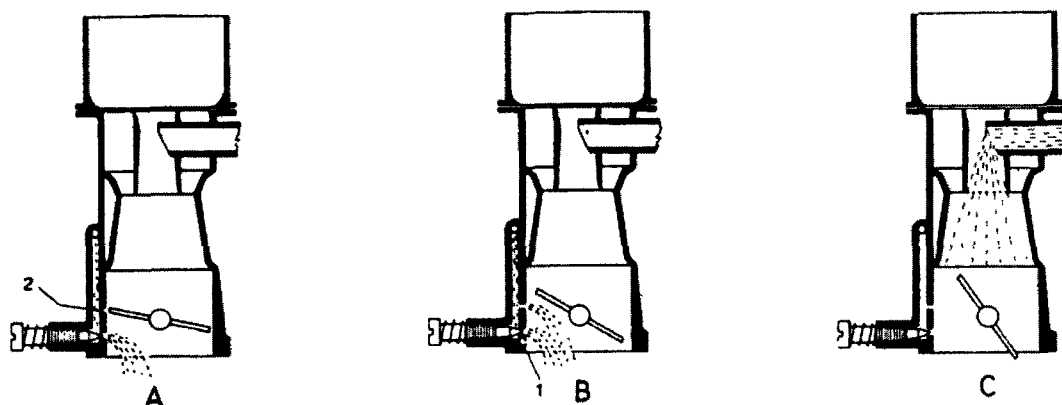


Рис. 5.12 Разные стадии переходного режима

А Холостой ход

В Переходной режим

С Режим работы главной дозирующей системы

1 Винт качества смеси

2 Переходное сверление

заслонкой образуется зазор и у выходного отверстия канала холостого хода образуется разрежение. Более того, разрежение во впускном коллекторе при почти закрытой дроссельной заслонке увеличивает разрежение у выходного отверстия топливного канала холостого хода.

1 Атмосферное давление в поплавковой камере выталкивает топливо в канал холостого хода через дозирующий жиклер холостого хода, там он смешивается с небольшим количеством воздуха из калиброванного воздушного жиклера. Предварительное смешивание топлива с воздухом способствует улучшению распыления на холостом ходу. Полученная эмульсия подается в корпус дросселя, где выходит из отверстия холостого хода под дроссельной заслонкой. Конусный винт качества регулирует выход смеси.

### Переходная система

2 При открытии дроссельной заслонки зазор между ней и стенкой камеры увеличивается, разрежение у выходного эмульсионного отверстия холостого хода уменьшается. Все меньше топлива из него истекает и смесь обедняется. Переходная система обеспечивает компенсацию этого процесса, до вступления в действие главной дозирующей системы (рис. 5.12).

3 Несколько небольших сверлений (или одна щель) перекрываются открывающимся дросселем и подвергаются воздействию разрежения во впускном коллекторе. Топливо (поступающее из контура холостого хода) изливается из этих последовательных отверстий, обеспечивая работу двигателя на переходе от холостого хода к главной дозирующей системе. Кроме того, если заслонка прикрыта, воздух, поступающий через сверления в канал холостого хода, способствует улучшению топливной эмульсии.

4 Есть также и переходный момент, когда топливо истекает из системы холостого хода и переходной системы, когда дроссельная

заслонка откроется так широко, что разрежения у переходного отверстия и отверстия холостого хода снижаются вместе. Следовательно, контур холостого хода влияет на работу двигателя только в пределах не более 1500...2000 об./мин. Регулировка холостого хода эффективна только на малых оборотах и при движении с минимальным открытием дросселя.

15 При условии, когда дроссель полностью открыт, известное количество воздуха может подсасываться через отверстия систем холостого хода и переходной в главную топливную систему. Это ведет к обеднению смеси. Разные производители карбюраторов решают эту проблему по-разному. Одни оставляют ее из стратегических соображений, другие добавляют антисифонное отверстие для предотвращения этого эффекта.

### Ускорительный насос

16 При быстром открытии дросселя скорость движения топлива не поспевает за скоростью движения воздуха, что обедняет смесь и вызывает провалы в ускорении. Обычно для решения такой проблемы используется ускорительный насос, впрыскивающий определенное количество топлива в воздушный поток. Ускорительный насос может приводиться плунжером или диафрагмой. Диафрагменный тип также управляется механически (с помощью рычага или тяги, связанной с тягой управления дроссельной заслонкой) или с помощью вакуума из впускного коллектора. Большинство типов карбюраторов оборудованы ускорительным насосом с механическим управлением, описанным ниже (рис. 5.16). Действие остальных типов насосов принципиально одинаковое, основная разница лишь в приводе.

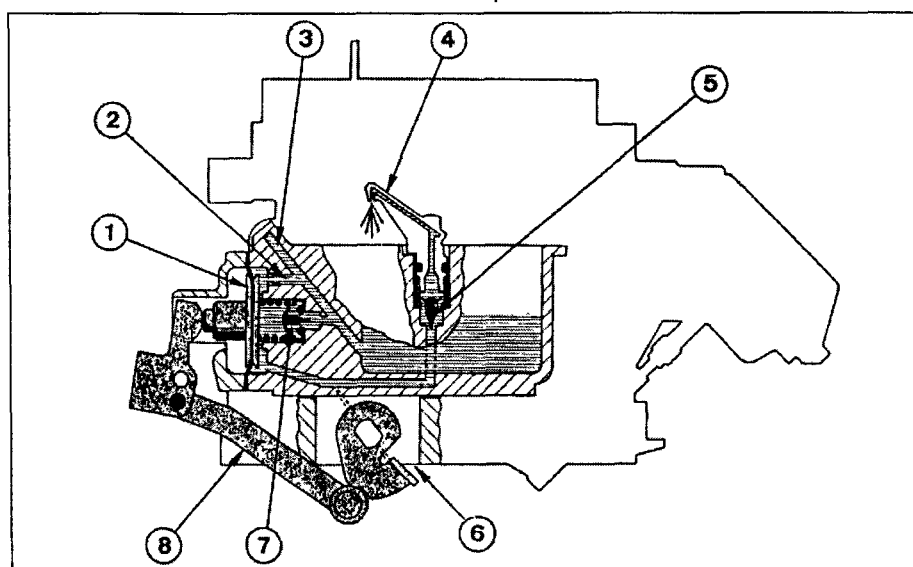


Рис. 5.16 Типичная система ускорительного насоса

1 Подпружиненная диафрагма

2 Обратный канал для прокачки

3 Питающий канал

4 Распылитель насоса

5 Выходной клапан

6 Первичная камера

7 Входной клапан

8 Рычаг привода насоса

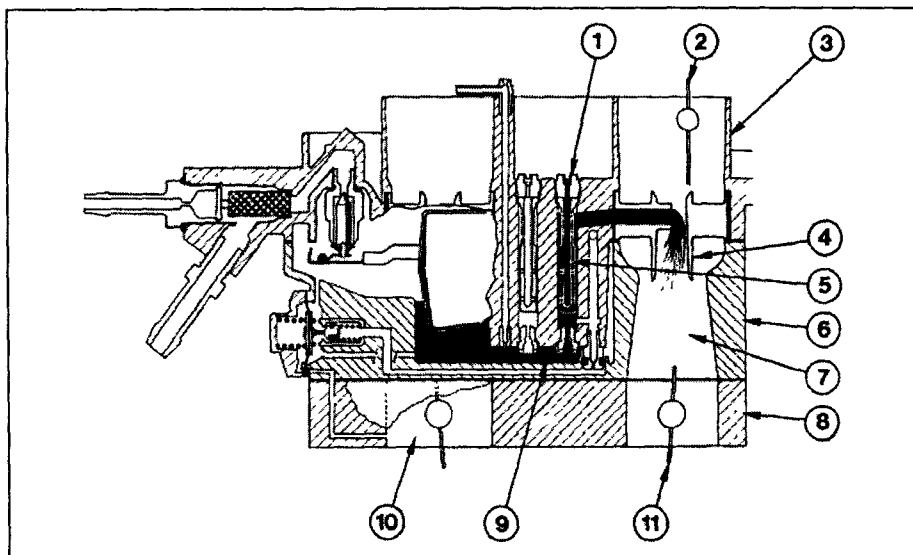


Рис. 5.21 Типичная главная дозирующая система

- |                            |                               |   |
|----------------------------|-------------------------------|---|
| 1 Главный воздушный жиклер | 6 Главный корпус              | 9 Топливный колодец главной дозирующей системы первичной камеры |
| 2 Воздушная заслонка       | 7 Первичная камера            | 10 Вторичная камера   |
| 3 Верхний корпус           | 8 Корпус дроссельных заслонок | 11 Дроссельная заслонка   |
| 4 Дополнительный диффузор  |                               |   |

17 При ускорении рычаг, соединенный с тягой управления первичной дроссельной заслонкой упирается в диафрагму насоса и сжимает ее. Топливо поступает из резервуара в корпус насоса по выходным каналам системы, через выходной клапан насоса и впрыскивается в диффузор через распылительный жиклер. Впускной клапан при этом остается закрытым, предотвращая возврат топлива в поплавковую камеру. Обычно действие насоса рассчитывается так, чтобы за одно движение диафрагмы обеспечить весь период ускорения.

18 При обратном ходе пружина возвращает диафрагму в исходное положение. Разрежение втягивает топливо из поплавковой камеры в резервуар насоса, через впускной клапан. Выпускной клапан остается при этом закрытым, чтобы предотвратить возврат топлива по выпускным каналам. Впускной и выпускной клапаны – обычные маленькие шарики, установленные в соответствующие каналы.

19 При больших оборотах двигателя сильное разрежение могло бы вытягивать топливо из распылителя ускорительного насоса. Для предотвращения этого эффекта предусматривается в распылителе отверстие для снижения разрежения в выпускном канале насоса.

20 При определенных обстоятельствах топливо в резервуаре ускорительного насоса может вскипеть и превратиться в пар. Этот процесс предотвращается путем специально предусмотренного отверстия, которое позволяет прокачивать резервуар насоса в поплавковую камеру. При этом резервуар заполняется свежим, более холодным топливом для поддержания должного уровня.

### Главная дозирующая система

21 Если дроссель открывать и дальше,

разрежение у выходных отверстий холостого хода и переходной системы уменьшится и дальнейшие требования двигателя будет обеспечивать главная дозирующая система (рис. 5.21).

22 Количество топлива, выходящего из главного распылителя в воздушный поток контролируется калиброванным топливным жиклером главной дозирующей системы. Топливо поступает из поплавковой камеры через главный топливный жиклер в основание вертикального канала – топливного колодца. Топливо поднимается по нему и останавливается на той же высоте, что и уровень топлива в поплавковой камере – слегка ниже выходного отверстия главного

распылителя. В колодец ввернута трубка с несколькими боковыми отверстиями, погруженная в топливо. Эта дырявая трубка известна как эмульсионная трубка главной дозирующей системы. Верхнее отверстие трубки заканчивается резьбовым калиброванным воздушным жиклером.

23 Если двигатель вращается значительно быстрее холостого хода, из главного распылителя извлекается топливо. В главный воздушный жиклер подсасывается воздух, поступающий в топливный колодец, где он смешивается с топливом, проходя через боковые отверстия эмульсионной трубки, создавая эмульсию. При возрастании разрежения уровень эмульсии в колодце снижается, открывая все больше отверстий в эмульсионной трубке, обедняя, тем самым, смесь. Это преодолимо. Строгий расчет и правильный подбор жиклеров, количества, размеров и расположения отверстий в эмульсионном колодце обеспечит необходимую работу двигателя.

24 Многие карбюраторы оборудованы дополнительным дросселем (малым диффузором) для усиления разрежения в главном диффузоре, результатом чего является лучшее распыление.

### Система экономотативирования

25 При небольших нагрузках и частично открытом дросселе для высоких показателей экономичности и токсичности требуется обедненная смесь. Калибровка жиклеров главной дозирующей системы обычно так и рассчитывается. Для эффективного ускорения и движения при широко открытом дросселе и на большой скорости требуется обогащение смеси. Это выполняется системой экономотативирования, обычно с вакуумным управлением, которая обогащает смесь на высоких скоростях и обедняет при средних (рис. 5.25).

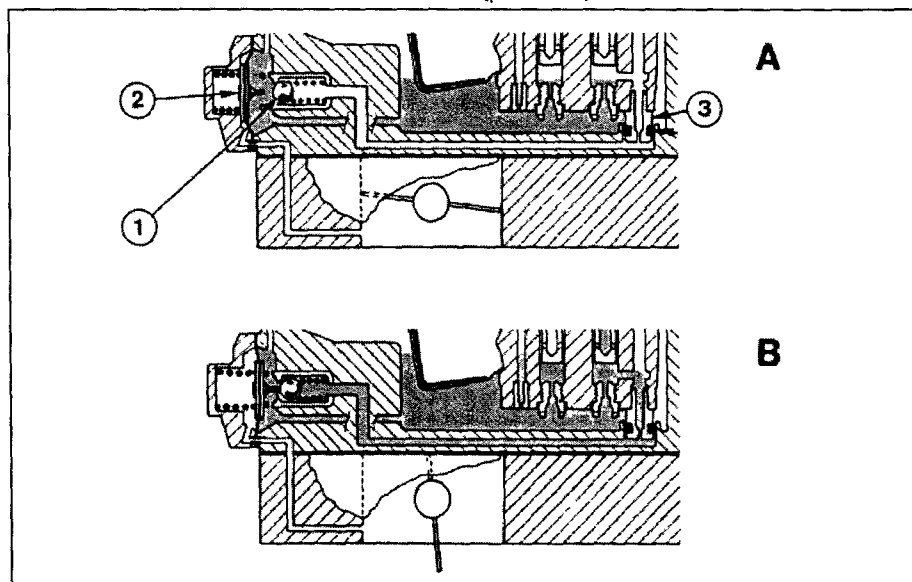
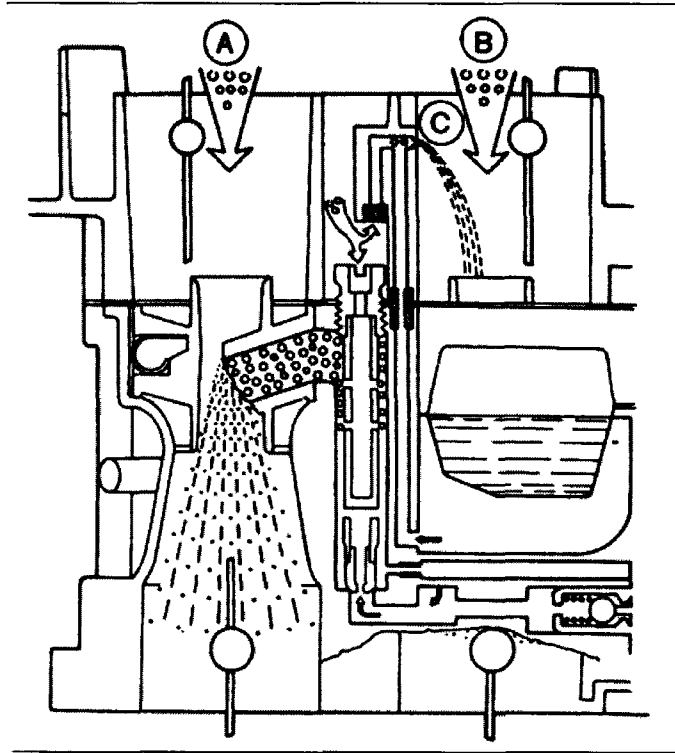


Рис. 5.25 Типичная система экономотативирования

- |                    |                                   |                            |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| А Низкие нагрузки  | 1 Подпружиненный шариковый клапан | 2 Подпружиненная диафрагма |
| В Высокие нагрузки |                                   | 3 Жиклер экономотата       |



**Рис. 5.28 Типичный способ обогащения смеси на максимальной нагрузке**

- 1 Первичная камера
- 2 Вторичная камера
- 3 Выходное эмульсионное отверстие максимальной нагрузки

25 Большинство систем действует по принципу, описанному далее.

27 Топливо из поплавковой камеры по внутренним каналам поступает в камеру клапана экзостата. Разрежение воздуха из-под дроссельной заслонки подается под крышку диафрагмы. На холостых оборотах и малых открытиях дросселя разрежение впускного коллектора оттягивает диафрагму, сжимая пружину. Штифт диафрагмы выдвинут и подпружиненный шариковый клапан закрыт, закрыт и топливный канал. При увеличении оборотов, широкое открытие дроссельной заслонки разрежение в впускном коллекторе снижается. Диафрагма под действием пружины перемещает шток, который, в свою очередь, открывает шариковый клапан. Топливо свободно вытекает из поплавковой камеры по каналу через калиброванный жиклер в топливный каналец главной дозирующей системы. Уровень топлива в колодце возрастает, обогащая смесь.

### Обогащение на мощностных режимах

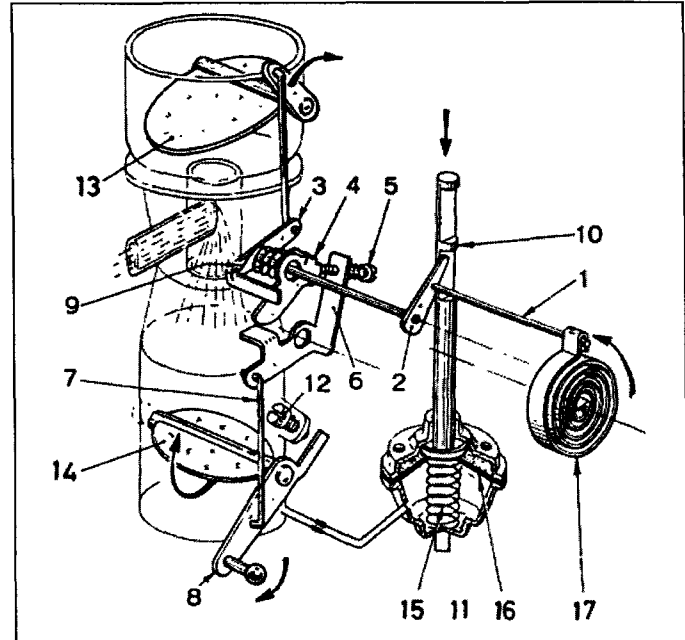
28 При полной нагрузке на максимальной скорости автомобиля требуется еще больше топлива. Скорость воздушного потока создает достаточное разрежение для всасывания топлива из поплавковой камеры в канал. Топливо проходит через калиброванную втулку в верхнюю часть диффузора, где смешивается с небольшим количеством воздуха из калиброванного воздушного

канала. Полученная эмульсия выбрасывается в воздушную струю из отверстия или трубки полной нагрузки. В двухкамерных карбюраторах этот выброс топлива обычно производится во вторичную камеру (рис. 5.28).

### Система холодного запуска

29 При холодном запуске и прогреве распыления топлива от простейшего карбюратора недостаточно. Низкая скорость вращения коленвала создает слабый воздушный поток в диффузоре и бедную для запуска смесь. Во впускном коллекторе недостаточно тепла для испарения топлива. Много топлива конденсируется на стенках впускного коллектора. Смесь необходимо обогащать до появления достаточных оборотов для создания сильной воздушной струи в диффузоре и прогрева коллектора для хорошего испарения топлива. Используется для этого или воздушная заслонка или иное обогатительное устройство, управляемое вручную или автоматически. Для преодоления повышенного трения в холодном двигателе требуются повышенные холостые обороты двигателя (пусковые обороты).

30 Обычно для обогащения используется метод воздушной заслонки, устанавливаемой на входе в карбюратор. Перепад давления при этом становится настолько большим, что из топливных каналов холостого хода и главной дозирующей системы высасывается большое количество топлива, достаточное для обогащения при запуске.



**Рис. 5.33 Типичный автоматический "подсос"**

- 1, 2 и 3 - Биметаллический механизм управления
- 4 Кулачок пусковых оборотов
- 5 Винт регулировки пусковых оборотов
- 6 и 7 - Механизм пусковых оборотов
- 8 Рычаг дросселя
- 9 Пружина
- 10 Оттяжная тяга
- 12 Винт регулировки холостого хода
- 13 Воздушная заслонка
- 14 Дроссельная заслонка
- 15 Пружина
- 16 Оттяжная диафрагма
- 17 Биметаллическая пружина (спираль)

### Механический "подсос"

31 Механический "подсос" реализуется при помощи троса, который управляет положением воздушной заслонки. Если трос вытянуть, он через рычаг развернет воздушную заслонку так, чтобы она перекрыла вход в дроссель. При запуске двигателя создавшееся разрежение слегка приоткрывает заслонку, преодолевая действие пружины диафрагмы. Открытие заслонки ограничивает упор. При прогреве двигателя трос необходимо постепенно утапливать в исходное положение до полного открытия воздушной заслонки.

### Автоматический "подсос"

32 Большинство так называемых автоматических подсосов на самом деле являются полуавтоматическими, поскольку требуют предварительного запуска водителем. Для холодного запуска требуется нажать педаль акселератора один-два раза. На полностью автоматических подсосах этого не требуется, достаточно лишь повернуть ключ зажигания.

33 Действие автоматического подсоса аналогично действию механическому, разница лишь в приводе. Привод заслонки основан на действии биметаллической спиральной пружины, разворачивающей заслонку на своей оси при прогреве двигателя. Биметаллическая пружина состоит из двух металлических полосок с разным коэффициентом температурного расширения. Эти полоски сложены вместе и свернуты в спиральную пружину.



34 Один конец оси, на которой закреплена и вращается воздушная заслонка, проходит сквозь корпус дросселя и заканчивается небольшим рычагом, который зацеплен за свободный конец биметаллической пружины. Холодная пружина сжата и заслонка закрыта. При нагревании пружина разжимается и заслонка открывается до полностью открытого состояния.

35 При запуске двигателя (начале его самостоятельного вращения), воздушная заслонка приоткрывается, чтобы слегка обогатить смесь и не допустить перелива топлива. Это происходит с помощью воздействия на заслонку привода от диафрагмы, которая перемещается под действием появившегося разрежения. При прогреве спирали она берет на себя управление воздушной заслонкой.

36 На некоторых двигателях реализовано двухступенчатое открытие воздушной заслонки, поскольку при запуске могут возникать проблемы переобогащения (зазор слишком мал) или переобеднения (зазор слишком велик) смеси. Первая ступень обеспечивает максимальное обогащение смеси на несколько секунд после запуска, вторая ступень - быстрое открытие воздушной заслонки для снижения переобогащения. Для открытия заслонки во второй ступени используется вакуумная диафрагма или температурный клапан задержки.

37 Повышение оборотов (пусковые обороты) достигается использованием ступенчатого кулачка, укрепленного на оси вращения воздушной заслонки. При полном закрытии воздушной заслонки кулачок разворачивается, устанавливая свой наибольший сектор напротив регулировочного винта, присоединенного к рычагу управления дроссельной заслонкой и упирающегося в кулачок. Дроссельная заслонка удерживается в этом положении (открыто более, чем требуется для холостых оборотов на прогревом двигателе). Регулировочный винт предназначен для регулировки открытия дроссельной заслонки, а, значит, и для

регулировки пусковых оборотов. При прогреве биметаллической пружины воздушная заслонка разворачивается, винт упирается в соответственно меньший сектор кулачка. Таким образом скорость вращения двигателя постепенно снижается до холостых оборотов.

38 Подогрев спирали может быть электрическим или производиться с помощью охлаждающей жидкости двигателя. Поскольку многие карбюраторы электрически изолированы от двигателя, для создания соединения с отрицательной клеммой аккумулятора используется отдельная соединительная шина.

39 При использовании электрического подогрева воздушная заслонка будет открываться недостаточно быстро, что может привести к "возбуждению" двигателя ("разнос"). После остановки двигателя биметаллическая пружина будет быстро остывать, приводя к закрытию воздушной заслонки и провоцируя перелив при повторном запуске прогретого двигателя. Если непредусмотрительно оставить включенным зажигание, заслонка будет полностью открыта, что приведет к переобеднению смеси при холодном запуске. Эта частичная проблема ликвидируется с помощью биметаллического температурного выключателя питания подогрева.

40 При использовании подогрева спирали с помощью охлаждающей жидкости двигателя заслонка будет закрыта слишком долго, пока прогреется жидкость. Это переобогатит смесь на первых минутах после запуска. Чтобы преодолеть этот недостаток, часто используют комбинацию из двух способов подогрева спирали.

41 В зависимости от модели карбюратора воздушная заслонка перекрывает или оба дросселя или только дроссель первичной камеры.

### Страховка от перелива при полном открытии дросселя

42 Если дроссель полностью открыть после

запуска, не дожидаясь полного открытия воздушной заслонки, возросший воздушный поток может захлопнуть воздушную заслонку, приведя к переливу. Чтобы это предотвратить, на рычаге управления дроссельной заслонкой устанавливают кулачковый механизм, который разворачивает рычаг управления воздушной заслонкой для частичного ее открытия.

## Воздушный фильтр

43 Воздушный фильтр выполняет две функции. Он заглушает свист при всасывании воздуха двигателем и, что более важно, очищает воздух, поступающий в цилиндры. Пыль и грязь, не будь воздушного фильтра, ведут к быстрому износу цилиндра-поршневой группы двигателя и быстро засоряют моторное масло. Чистый воздушный фильтр - неперемное требование для хорошей работы двигателя.

## 6 Двухкамерный карбюратор

1 Составные приборы, такие как двухкамерные и двоянные карбюраторы имеют один недостаток - для извлечения топлива из главной дозирующей системы в установившемся режиме требуются более высокие обороты двигателя, чем обычно при использовании однокамерного карбюратора.

2 Три типа двухкамерных карбюраторов рассмотрены далее.

### Двухкамерный карбюратор с механическим последовательным открытием дроссельных заслонок

3 Современные автомобильные карбюраторные двигатели должны стабильно работать в диапазоне 600...6000 мин<sup>-1</sup>. Поэтому однокамерные карбюраторы трудно применимы в них, поскольку они едва справляются с обеспечением холостых оборотов и совсем не в силах обеспечить работу двигателя на максимальных оборотах. Выбор двухкамерного карбюратора с последовательным открытием камер позволяет справиться с обеими задачами (рис. 6.3).

Первичная камера (обычно меньшая вторичной) используется для движения на малых оборотах при малом открытии дросселя. Таким образом, преимущество карбюратора с малым проходным отверстием и большой скоростью воздушного потока присутствует при малых скоростях вращения двигателя. Второй дроссель вступает в работу при открытии первого наполовину - две трети. Оба дросселя открываются на максимальных оборотах двигателя, двигатель при этом получает полное преимущество дросселя с большим проходным отверстием, с полным воздушным потоком для отдачи максимальной мощности.

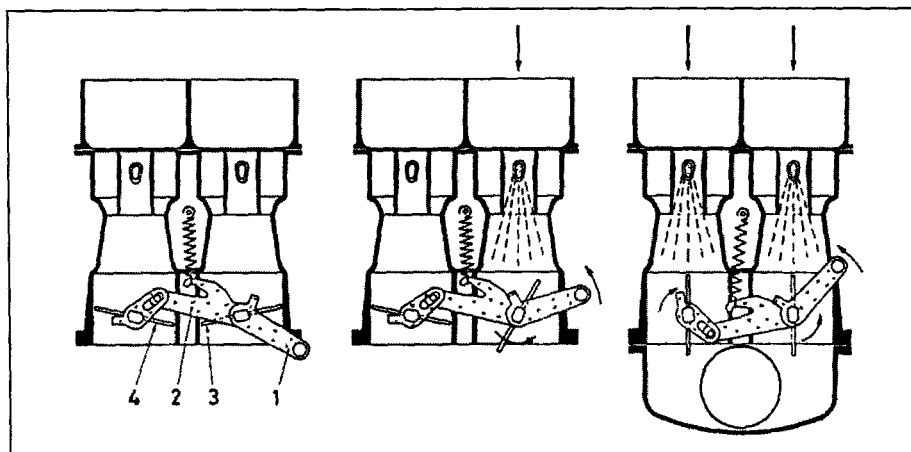


Рис. 6.3. Типичный двухкамерный карбюратор с последовательным открытием камер  
1 Рычаг управления дроссельной заслонкой первичной камеры 2 Промежуточный (согласующий) рычаг 3 Первичная дроссельная заслонка 4 Вторичная дроссельная заслонка



Главная проблема карбюраторов с последовательным открытием камер происходит на низких оборотах двигателя. При полном открытии дросселя на малых оборотах двигателя оба дросселя полностью открыты. Запор воздуха во впускном коллекторе сталкивается с низкими оборотами двигателя и вызывает медленное ускорение. В некоторых карбюраторах этот недостаток преодолевается применением впрыска дополнительной порции бензина из ускорительного насоса в обе камеры, а не в одну первичную. Однако этот впрыск происходит и при открытии только первичной камеры, что увеличивает расход бензина. Для этого изменяют последовательное открытие дроссельных заслонок с вакуумным управлением.

### Двухкамерный карбюратор с вакуумным управлением открытием вторичной дроссельной заслонки

Первичная камера управляется в этом карбюраторе так же, как и в двухкамерном карбюраторе с механическим управлением дроссельной заслонкой первичной камеры.

Между первичной и вторичной камерами имеется воздушный канал, который ведет к вакуумной диафрагме, управляющей открытием дроссельной заслонки вторичной камеры. (рис. 6.6).

При обычной работе на малых оборотах двигатель обходится одной камерой. Если дроссель открывать и дальше, скорость воздушного потока будет увеличиваться до тех пор, пока не создастся достаточное разрежение в вакуумном канале диафрагмы, способное привести соединенную с ней тягу для открытия дроссельной заслонки вторичной камеры. Вторичная заслонка откроется только тогда, когда разрежение в первичной камере достигнет необходимого уровня. Разрежение во вторичной камере

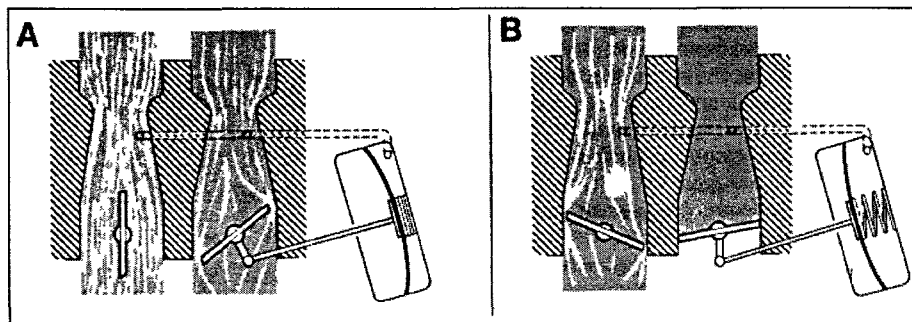


Рис. 6.6 Двухкамерный карбюратор с вакуумным управлением открытием вторичной камеры

А Высокая скорость воздушного потока в первичной камере, дроссельная заслонка вторичной камеры открыта

Б Низкая скорость воздушного потока в первичной камере, дроссельная заслонка вторичной камеры закрыта

также будет воздействовать на диафрагму, управляя открытием дроссельной заслонки вторичной камеры. Таким образом, pedalирование на малых оборотах не позволит открыть вторую камеру.

Механизм открытия первичной камеры устроен так, чтобы не допустить открытия вторичной камеры при движении на "малом дросселе", хотя скорость воздушного потока в камере может достигать момента открытия вторичной камеры. Открытие вторичной камеры будет разрешено лишь при условии открытия первичной примерно на две трети хода. При низких оборотах двигателя и малых нагрузках разрежение падает и вторичная заслонка будет закрыта независимо от положения первичной.

Стоит отметить, что падение давления, вызванное скоростью воздушного потока через карбюратор и разрежение во впускном коллекторе — "две большие разницы".

В некоторых схемах карбюраторов применяется устройство предотвращения открытия вторичной камеры до момента полного прогрева двигателя. Устройство имеет различные конструктивные решения и будет в дальнейшем описано в каждом конкретном случае.

Большинство производителей автомобилей устанавливают на карбюраторные двигатели карбюраторы с вакуумным управлением открытием вторичной камеры, как наиболее экономичные.

Для предотвращения провала (легкого заикания) при открытии дроссельной заслонки вторичной камеры может быть использован отдельный жиклер, часто называемый переходным или обогащающим жиклером вторичной камеры. Этот топливный контур действует по тому же принципу, что и контур холостого хода первичной камеры. Эмульсия выходит во вторичную камеру из продолговатого отверстия или щели в ее стенке в начале открытия вторичной заслонки (рис. 6.12, а, б).

### Двухкамерный карбюратор с параллельным открытием камер

Дроссели в таком карбюраторе открываются синхронно и синфазно. Такие карбю-

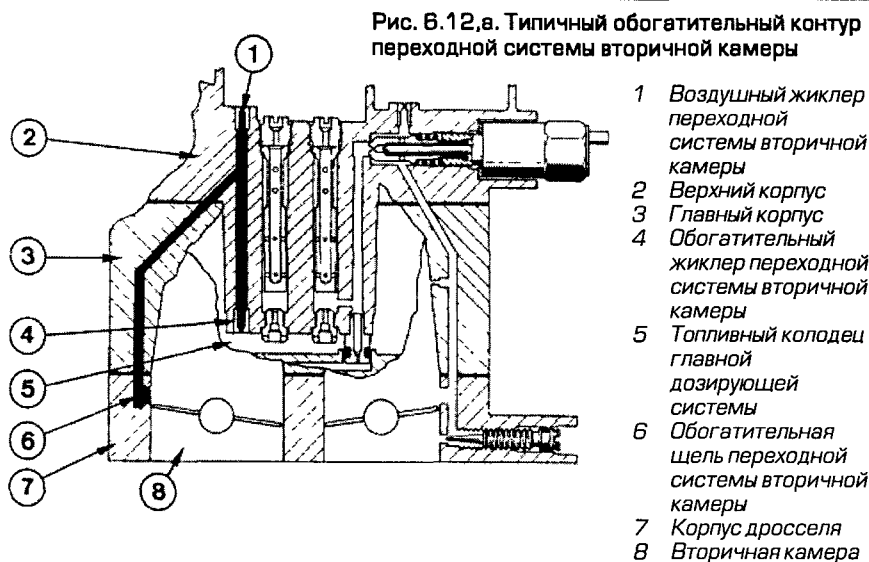


Рис. 6.12,а. Типичный обогащающий контур переходной системы вторичной камеры

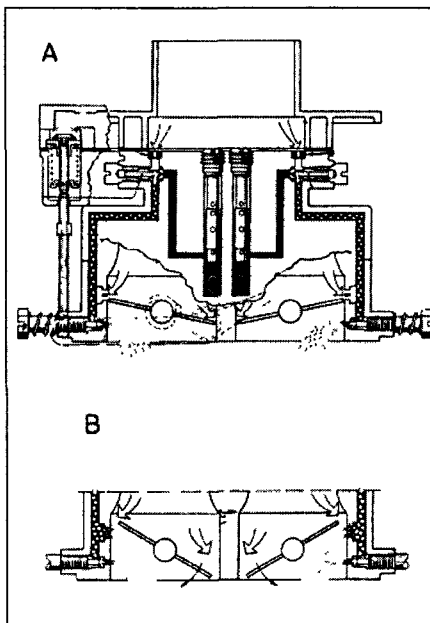


Рис. 6.12,б. Двухкамерный карбюратор на холостом ходу (А) и при переходном режиме (Б)

раторы часто используются в V-образных двигателях, когда каждая камера снабжает смесью свой блок. Однако, в шестицилиндровых двигателях одна камера питает первый и третий цилиндр правого блока и второй цилиндр левого, вторая же камера питает оставшиеся цилиндры. Этот тип карбюраторов может иметь первичную и вторичную камеру как в двухкамерном карбюраторе с последовательным открытием камер. Такой карбюратор называется четырехкамерным.

## 7 Переменный дроссель или карбюратор постоянного разрежения

1 При проходе воздуха через дроссель постоянного сечения его разрежение над жиклером будет меняться в зависимости от запросов двигателя. На низких оборотах двигателя снижение скорости воздуха обедняет смесь и требуется множество компенсационных каналов и жиклеров, чтобы выправить ситуацию.

2 С другой стороны, карбюраторы с переменным сечением дросселя (карбюраторы постоянного разрежения) используют клапан или поршень для изменения проходного сечения дросселя в соответствии с изменением скорости вращения двигателя и нагрузки. Этим достигается постоянное разрежение у топливного жиклера при всех оборотах и нагрузках. Скорость воздушного потока остается постоянной и отвечает изменяющимся запросам двигателя. топливо вытекает из одного жиклера с конусной калиброванной иглой, регулирующей расход топлива.

3 Множество карбюраторов с постоянным разрежением не имеет автономной системы холостого хода. Однако, ужесточающиеся требования к составу выхлопных газов вынуждают такие системы применять

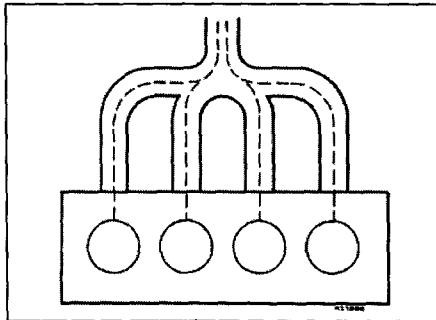


Рис. 8.1 Схема впускного коллектора и распределения смеси по цилиндрам при одном карбюраторе

во многих типах карбюраторов с постоянным разрежением.

4 Работа карбюраторов постоянного разрежения менее зависима от неисправностей двигателя, чем карбюраторов с дросселями постоянного сечения.

## 8 Сдвоенные карбюраторы

1 Рассмотрим потоки воздуха и топливо-воздушной смеси в обычном четырехцилиндровом однокарбюраторном двигателе с порядком зажигания 1-3-4-2. При ходе поршня №1 вниз смесь два раза изменит свое направление на 90° во впускном коллекторе в своем движении от карбюратора. При движении поршня №3 вниз смесь должна немедленно изменить свое направление движения, чтобы попасть в третий цилиндр. Кроме того, есть еще цилиндры №4 и №2, куда смесь тоже должна попасть. Если двигатель вращается, полный цикл движения смеси повторяется со скоростью вращения двигателя.

2 Изменение направления движения смеси по впускному коллектору несет свои проблемы. При перемене направления часть топлива продолжает свое движение и оседает на стенках коллектора.

3 Если одиночный карбюратор заменить сдвоенным и с двойным коллектором, эта установка будет работать гораздо эффективнее (рис. 8.3). Теперь смеси не нужно изменять направление на 90°, изгибы будут более плавными. Каждый карбюратор сможет обслуживать только два цилиндра. Улучшение эффективности на впуске ведет к небольшому увеличению мощности двигателя и некоторой топливной экономичности (в большей степени зависящей от стиля вождения).

4 Максимальная мощность двигателя достигается не только установкой сдвоенных карбюраторов. Если общая площадь сечения двух дросселей сдвоенного карбюратора равна площади одного дросселя одиночного карбюратора, мощность, получаемая от двигателя будет в обоих случаях одинакова. В каждый момент времени только один цилиндр требует наполнения смесью. Если установить карбюратор с увеличенным сечением дросселя – прибавки мощности все равно не будет, поскольку мощностная эффективность двигателя будет ограничивать максимальный объем смеси, который можно закачать в каждый цилиндр по отдельности. Достигнув этого максимума, установка карбюратора с большим сечением дросселя снижает скорость движения воздуха в дросселе, что ведет к потере эффективности смеси образования (обеднению смеси). Единственным смыслом для установки карбюратора с увеличенным сечением дросселя будет увеличившийся поток воздуха через него.

5 Множество установок используют одну камеру на один цилиндр. Эффективность и выходная мощность отличны, хотя согласование и регулировки очень тонки, настройки затруднены. Стоимость таких приборов также препятствует их массовому распространению.

6 Многосекционные карбюраторы в настоящее время используются все меньше. Тому резоны - высокая стоимость конструкции и принципиально худшее распыление топлива на низких оборотах.

## 9 Современные технические решения

1 Многие проблемы возникают в связи с ужесточением требований к составу выхлопных газов. В этом параграфе описаны некоторые попытки реализации этих задач.

2 Современный дизайн карбюратора – это компромисс между мощностью, экономичностью и снижением токсичности выхлопа. Трудность получения однородной обедненной смеси – одна из них, полностью не решенная даже в лучших конструкциях. Равномерность вращения и мощность часто приносятся в жертву чистоте выхлопа или экономичности. Другой трудностью является разброс параметров двигателей. Карбюраторы калибруются на каждый отдельный тип

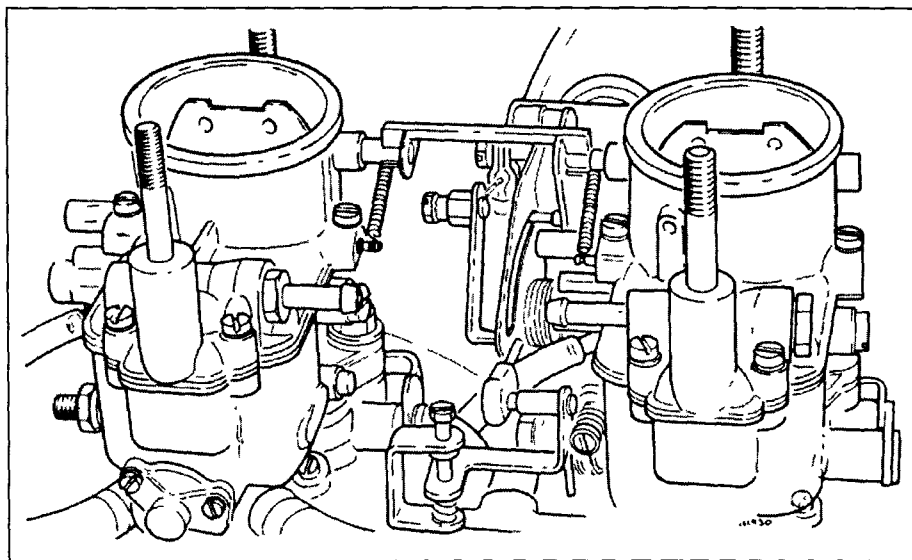


Рис. 8.3 Типичная установка сдвоенного карбюратора

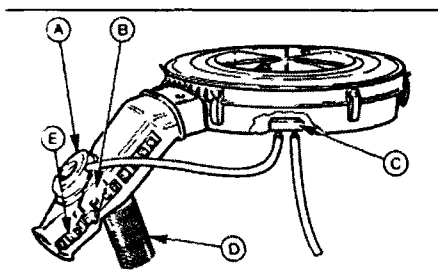


Рис. 9.4 Типичная система подогрева воздуха на впуске

- A Вакуумная диафрагма
- B Вакуумный шланг
- C Термозлемент
- D Впускной воздуховод горячего воздуха
- E Впускной воздуховод холодного воздуха

двигателя, на который они устанавливаются. Для улучшения работы двигателя в тяжелых условиях используется комбинация из следующих систем, встроенных в топливную систему/карбюратор (не все системы устанавливаются на все автомобили).

### Система подогрева воздуха

Система подогрева воздуха обеспечивает ускорение прогрева двигателя, снижает расход топлива и токсичность выхлопа. Снижается также обмерзание карбюратора.

Разрежение из впускного коллектора по тонкому шлангу подается в температурный переключатель внутри корпуса воздушного фильтра. Другой шланг соединяет вакуумное управляющее устройство на входе в воздушный фильтр, которое изменяет положение заслонки, регулирующей забор воздуха из атмосферы или подогретого воздуха из области выпускного коллектора.

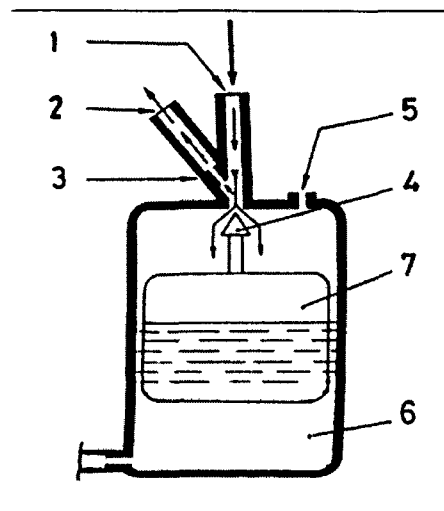


Рис. 9.7 Типичная система возврата топлива

- 1 Подвод топлива от насоса
- 2 Возврат топлива в бак
- 3 Сужение
- 4 Игольчатый клапан
- 5 Вентиляция поплавковой камеры
- 6 Поплавковая камера
- 7 Поплавок

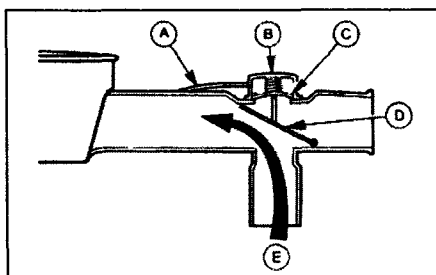


Рис. 9.5 Система использующая высокое разрежение (лепестковый клапан открыт)

- A Вакуумный шланг
- B Диафрагменный корпус
- C Диафрагма
- D Лепоестковый клапан
- E Поток горячего воздуха

Иное решение – установка простой системы типа термостата, который непосредственно управляет заслонкой. Обе системы действуют в зависимости от температуры воздуха (рис. 9.4).

На большинстве систем, если подкапотный воздух ниже определенного уровня, вакуумное устройство открывает заслонку для доступа горячего воздуха из области выпускного коллектора во впускную систему (рис. 9.5). При увеличении температуры под капотом система постепенно закрывает заслонку, отключая подачу горячего воздуха в карбюратор.

При акселерации непрогретого двигателя теплого воздуха может не хватать. В этом случае демпфер полностью открывается для обеспечения двигателя воздухом. Падение давления во впускном коллекторе заставляет вакуумный привод открывать заслонку. Некоторые современные системы применяют такое вакуумное устройство.

### Возврат топлива

Для предотвращения возрастания давления в игольчатом клапане после остановки двигателя может применяться

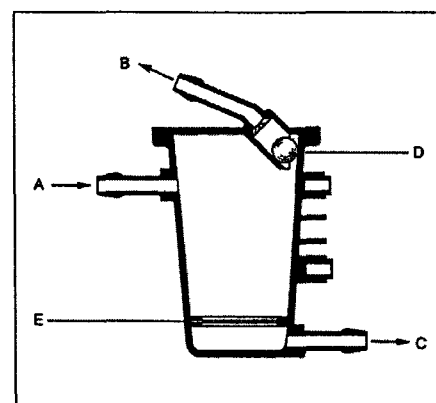


Рис. 9.8 Типичный пареотделитель

- A От топливного насоса
- B Возвратный шланг
- C В карбюратор
- D Шариковый клапан
- E Фильтр

калиброванная система возврата топлива. Постоянный обмен топлива обеспечивает также и соответственно холодное топливо в карбюраторе. Возврат происходит через более узкий канал, чем сечение входного канала (рис. 9.7).

### Пареотделение

В Пареотделение может быть полезным при горячем запуске двигателя. Пузырьки газов и пары топлива отделяются и возвращаются в топливный бак по возвратной топливной магистрали. Пареотделитель также устраняет парозависимый рост давления в поплавковой камере, возвращая лишнее топливо в бак (рис. 9.8).

### Автономная система холостого хода

Автономная система холостого хода (АСХХ) позволяет более четко контролировать токсичность выхлопа на холостом ходу по сравнению с обычной системой холостого хода (рис. 9.9). Дроссельная заслонка закрыта в исходном положении так, что только требуемая часть смеси для холостого хода через нее проходит. В корпусе карбюратора просверлен дополнительный воздушный канал, который соединяет задрессельное пространство с атмосферой. Топливный канал ведет к необходимому каналу АСХХ, регулируется винтом. Разрежение из впускного коллектора вытягивает воздух из обходного канала, количество воздуха регулируется винтом. Основная часть воздуха, требуемая для работы двигателя на холостом ходу, про-

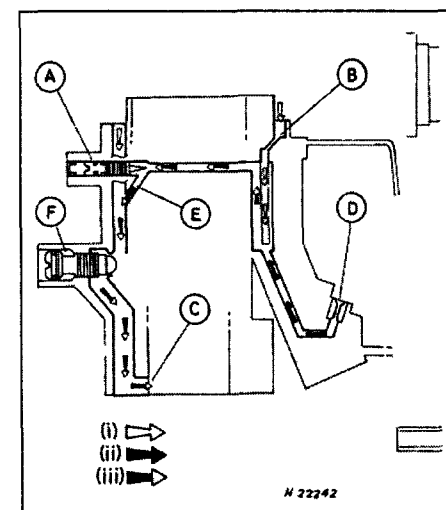


Рис. 9.9 Типичная автономная система холостого хода

- A Винт регулировки качества смеси
- B Воздушный канал
- C Выход смеси
- D Топливный жиклер системы в поплавковой камере
- E Точка смешения топлива с воздухом
- I Воздух
- II Топливо
- III Смесь

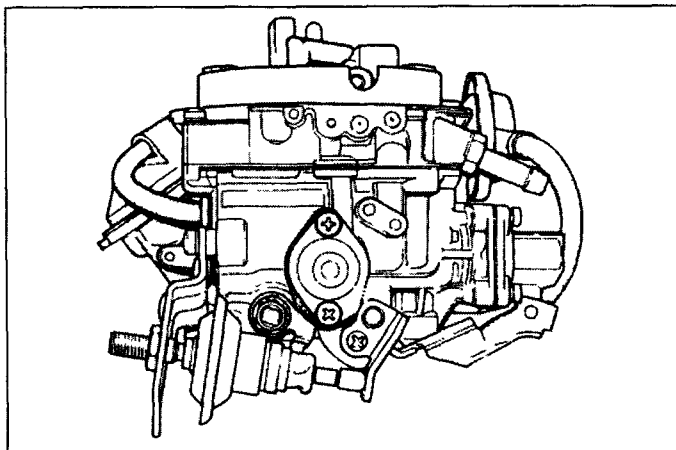


Рис. 9.17 Узел дроссельного демпфера

ходит через обходной канал. Топливо и воздух в нем смешиваются и эта смесь по сверлению поступает в дроссельное пространство и далее в двигатель. Системой автономного холостого хода контролируется около 20% смеси, требуемой для обеспечения холостого хода двигателя.

### Запорный клапан холостого хода

10 По требованиям, предъявляемым к токсичности выхлопа, современные двигатели работают на обедненных смесях. Это повышает риск появления самопроизвольного воспламенения (калильное зажигание) после выключения зажигания.

11 Устройство, снижающее этот эффект называется запорным клапаном. Он может иметь различное исполнение, но чаще всего это электромагнитный клапан.

12 Электромагнитный клапан встраивается в карбюратор. Плунжер, приводимый в действие клапаном, запирает топливный канал холостого хода или жиклер холостого хода при отключении зажигания.

13 Некоторые производители могут использовать электромагнитное управление открытием отверстия во впускном коллекторе для соединения его с атмосферой. Уход вакуума останавливает двигатель.

14 Другое электромагнитное устройство, которое иногда используется, при выключении зажигания полностью перекрывает дроссельную заслонку.

### Ограничение

15 Если дроссель прикрыт, разрежение во впускном коллекторе гораздо сильнее, чем в системе холостого хода. Это может способствовать срыву оседающих на стенках впускного коллектора капель нераспыленного топлива, которое затем, не сгорев полностью, увеличивает токсичность выхлопа. Двигатель при моментальном обеднении смеси может испытать провал или заглохнуть. Меры для предотвращения этого недостатка рассмотрены далее:

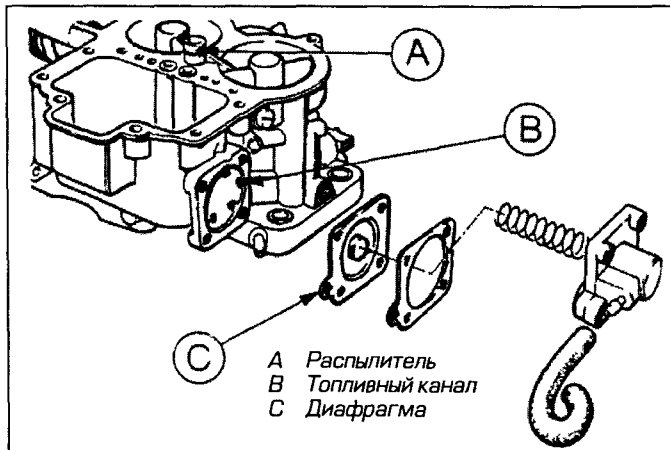


Рис. 9.20 Типичное устройство защиты от переобогащения смеси (поддержания холостого хода)

### Ограничительный клапан

16 При резком закрытии дроссельной заслонки возросшее разрежение открывает клапан, преодолевая сопротивление пружины. Это предотвращает дальнейший рост разрежения. При установлении нормального состояния холостого хода пружина закроет клапан. Редукционный клапан часто устанавливается на дроссельной заслонке или ближе к ее оси. В последнем случае повышенное разрежение заставляет диафрагму открывать проход к дроссельной заслонке, чем достигается тот же результат.

### Дроссельный демпфер

17 Демпфер дросселя позволяет ему закрываться плавно, приводя разрежение в соответствие с требованиями холостого хода (рис. 9.17).

### Высокотемпературный компенсатор холостого хода

18 Если температура воздуха под капотом стала очень высокой, как при работе на холостом ходу в пробках в жару, имеется тенденция к сбору паров топлива во впускном коллекторе. Эти пары вызываются расширением в поплавковой камере. Результат – обогащение смеси, перебои и остановка двигателя.

19 Температурный компенсатор холостого хода – устройство с термостатическим управлением. Оно использует биметалли-

ческую пластинку, которая открывает вентиляционное отверстие в корпус воздушного фильтра, принудительной вентиляции картера или в основание карбюратора. При нормальной температуре компенсатор закрыт. Если температура под капотом возросла, компенсатор открывается и воздух поступает в коллектор, обедняя смесь.

### Устройство поддержания холостого хода

20 При бедных смесях есть возможность двигателю заглохнуть в фазе прогрева, особенно если использована автоматическая КПП. Для исключения этого предназначено устройство поддержания холостого хода, которое обычно являет собой вакуумный диафрагменный дополнительный ускорительный насос, впрыскивающий дозированное количество топлива в диффузор через основной ускорительный насос (рис. 9.20). Если падает разрежение в коллекторе (двигатель глохнет), это заставляет насос впрыскивать дополнительное количество топлива и обогащать смесь, препятствуя остановке двигателя. Иногда это приводится через термовыключатель, который позволяет срабатывать системе только при прогреве двигателя. Это устройство иногда называют LOVE (LOW Vacuum Enrichment – обогащение при падении вакуума).

### Термовыключатель в системе охлаждения

21 Такие термовыключатели устанавливаются в цепи питания автоматического "подсоса", электрического подогрева впускного коллектора или подогрева корпуса дросселей. При прогреве охлаждающей жидкости, термовыключатель срабатывает, его контакты размыкаются и питание в указанные цепи прерывается. Один термовыключатель может управлять работой нескольких компонентов, хотя многие компоненты могут иметь собственный выключатель. Обычно выключатель устанавливается в шланге системы охлаждения, или

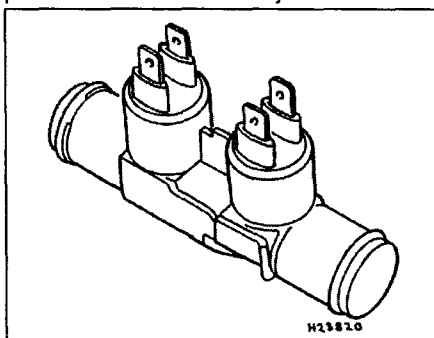


Рис. 9.21 Термовыключатель с подогревом от системы охлаждения (сдвоенный)

во впускном коллекторе (рис. 9.21). Однако, эти выключатели не всегда используются в целях электроподогрева автоматического "подсоса" или корпуса дросселей.

### Подогрев впускного коллектора

22 Смесеобразование при холодном запуске крайне неэффективно. Много топлива конденсируется на стенках впускного коллектора, смесь приходится значительно обогащать, чтобы двигатель мог работать достойным образом до достижения нормальной рабочей температуры. Другой проблемой является недостаток тепла во впускном коллекторе для качественного испарения топлива. Установка электрического обогрева в коллекторе быстро производит достаточное количество тепла и улучшает испарение смеси при прогреве. Для отключения отопления при достижении двигателем определенной температуры устанавливается термовыключатель.

23 Подогреватель иногда называют «жиком» (рис. 9.23).

24 Питание на подогреватель часто поступает через реле, "массовый" провод которого подключен через термовыключатель в шланге системы охлаждения.

### Подогрев корпуса дросселя

25 Для предотвращения обмерзания карбюратора используется подогрев корпуса дросселей. Это может быть внутренний канал охлаждающей жидкости или электрический подогрев. При использовании электрического подогрева, корпус карбюратора прогревается быстро до температуры  $+5^{\circ}\text{C}$ . Как и подогреватель впускного коллектора, он действует на принципе положительного температурного коэффициента сопротивления - сопротивление подогревателя растет с повышением температуры (рис. 9.25).

### Каталитический нейтрализатор

26 Как бы ни был совершен мотор, в его выхлопных газах присутствуют токсичные компоненты. Три наиболее вредных составляющих выхлопных газов - окись углерода (CO), несгоревшие углеводороды (CH) и окислы азота ( $\text{NO}_x$ ). Эффективным методом борьбы за чистоту выхлопа является применение каталитического нейтрализатора (катализатора). Катализатор устанавливается в выхлопной системе и действует, как дополнительная камера дожигания.

27 Катализатор состоит из керамического элемента в виде сот (около 100 каналов на квадратный сантиметр). Элемент покрыт составом, который после запекания в печи становится очень шероховатым - увеличивая площадь поверхности элемента до размеров одного - двух футбольных полей (в зависимости от размеров катализатора). На эту поверхность наносится тончайший слой металлов, таких как палладий, платина или родий.

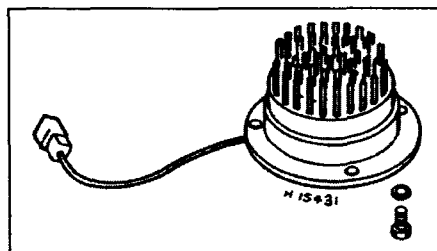


Рис. 9.23 Типичный термоэлемент электрического подогрева впускного коллектора

28 Для того, чтобы катализатор работал требуется температура не менее  $300^{\circ}\text{C}$ . При достижении катализатором такой температуры окись углерода и углеводород входят в химическое взаимодействие с драгметаллами, происходит дальнейшее окисление (догорание) этих газов. На выходе катализатора получаются диоксид углерода ( $\text{CO}_2$  - углекислый газ) и вода. При контакте окисла азота с родием кислород отделяется и получается чистый азот.

29 На карбюраторные двигатели устанавливаются два типа катализаторов - двух- и трехступенчатые. Двухступенчатый катализатор дожигает CO и NO в открытом контуре, трехступенчатые дожигают к тому же и NH<sub>3</sub>, используя открытый или закрытый контур.

30 Двух- и трехступенчатые катализаторы открытого контура могут устанавливаться на автомобили, не имеющие катализаторов, не требуя вмешательства в систему управления. Они вдвое снижают выброс токсичных газов.

31 Трехступенчатые катализаторы закрытого контура снижают токсичность выхлопа на 90%. Такой высокой эффективности катализатора достигают, удерживая смесь на выходе карбюратора максимально близкой по составу к стехиометрическому числу 14,7:1, при этом катализатор работает более эффективно.

### Лямбда-зонд (датчик кислорода)

32 Соотношение воздуха и топлива в топливовоздушной смеси, при котором двигатель выбрасывает в атмосферу наименьшее количество вредных продуктов сгорания известно, как стехиометрическое

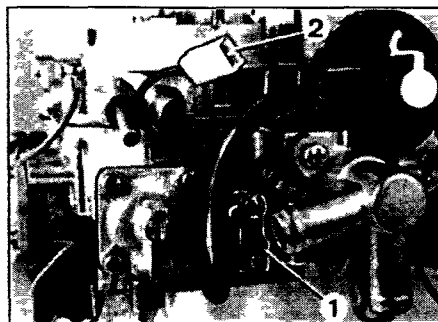


Рис. 9.25 Подогрев корпуса дроссельных заслонок

- 1 Термоэлемент
- 2 Электрический разъем

число. Соотношение 14,7 частей воздуха к одной части топлива (по массе) известно, как Лямбда = 1.

33 Блок электронного управления двигателем (БЭУ) корректирует смесеобразование в карбюраторе в зависимости от скорости и нагрузки. За рабочий цикл двигателя в каждый отдельный цилиндр подается разное количество топлива и воздуха. По завершении сгорания газы выходят через выхлопную систему. Измеряя количество кислорода (воздуха), оставшегося в выхлопных газах после рабочего цикла можно увидеть, как близко число Лямбда к единице. Кислородный датчик (Лямбда-зонд) измеряет избыток или недостаток кислорода в выхлопных газах. Полученный сигнал обрабатывается в БЭУ, который регулирует подачу топлива. Сохраняя с помощью электронного управления состав смеси близким к стехиометрическому, достигают качественного сгорания смеси на всех режимах работы двигателя, продлевая тем жизнь катализатору. Этот катализатор и называется катализатором с закрытым контуром.

### Защита от вмешательства в регулировки

34 Все современные карбюраторы имеют те или иные формы защиты. Цель этой защиты - не допустить неквалифицированного вмешательства в регулировки карбюратора, чтобы не допустить выхода состава выхлопных газов за пределы допустимого. Для этого винт регулировки составом смеси блокируется или ему оставляют незначительный ход, или для его регулировки требуется специальный инструмент. В карбюраторах с переходными системами упорный винт дроссельной заслонки зачеканивается или пломбируется краской. Другие органы управления карбюратором могут также быть опломбированы.

## 10 Анализ выхлопных газов

### Сгорание

1 Воздух - смесь газов, состоящая примерно на 80% из азота и 20% кислорода. Смесь, называемая бензином на 15% состоит из водорода и 85% из углерода.

2 Если бы бензин сгорал полностью, кислород ( $\text{O}_2$ ) соединяясь с углеродом, образовывал бы углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

3 Идеальный двигатель потреблял бы в необходимом соотношении воздух и топливо, отдавая природе только углекислый газ и воду.

4 К сожалению, идеал недостижим и, по нескольким причинам, во всех двигателях происходит неполное сгорание - в той или иной степени (рис. 10.4). В выхлопных газах двигателя содержатся несгоревшие углеводороды (CH), монооксид углерода ("угарный газ" CO), диоксид углерода (углекислый газ  $\text{CO}_2$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), вода ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и

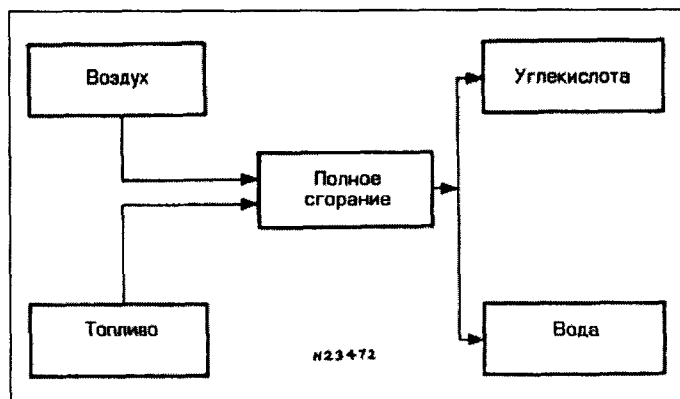


Рис. 10.3 Процесс сгорания в "идеальном" двигателе

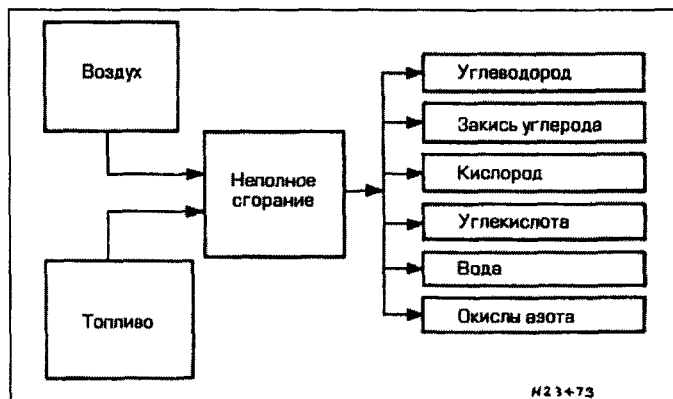


Рис. 10.4 Процесс сгорания в "реальном" двигателе

кислород ( $O_2$ ). Углекислый газ, вода и кислород безвредны, чего не скажешь об остальных компонентах. Чем ниже эффективность двигателя, тем больше в составе его выхлопных газов вредных веществ.

### Стехиометрическое число

5 Оптимальная (или стехиометрическая) смесь, при котором топливо сгорает наиболее эффективно, состоит приблизительно из 14,7 весовых частей воздуха и одной весовой части топлива. При этом соотношении в выхлопных газах содержание  $CO$  и  $CO_2$  будет наименьшим, а уровень  $CO_2$  - наибольшим.

### Угарный газ ( $CO$ )

6 Угарный газ ядовит и образуется при неполном сгорании топливной смеси из-за недостатка кислорода. Количество вырабатываемого  $CO$  обратно пропорционально соотношению воздух/топливо (чем беднее смесь, тем меньше уровень  $CO$ ) (рис. 10.6).  
7 Высокое содержание  $CO$  в выхлопных газах говорит о недостатке кислорода или "богатой" смеси.

8 Заниженное содержание  $CO$  в выхлопных газах говорит о переобеднении смеси или механической неисправности двигателя. При плохом сгорании или отсутствии одного, пропусках в работе цилиндров уровень  $CO$  в составе выхлопных газов падает.

9 Нет сгорания - нет и образования  $CO$ . Уровень  $CO$  в составе выхлопных газов можно использовать, как индикатор состава смеси, но точность будет соблюдена только при полностью механически исправном двигателе и отсутствии неисправностей в системе зажигания.

### Углеводороды ( $CH$ )

10 Присутствие  $CH$  в выхлопных газах указывает на общее состояние двигателя и то, как поддерживается стехиометрическое соотношение смеси.

11 Бензин состоит практически из чистых углеводородов. Присутствие  $CH$  в выхлопных газах говорит о том, что сгорело не все топливо.

12 Высокое содержание  $CH$  обычно сопровождается высоким содержанием  $CO$  (смесь не соответствует требуемому составу).

Обычно присутствие  $CH$  при нормальном содержании  $CO$  говорит о неверном измерении уровня  $CO$ . Однако, проблемы системы зажигания, неисправность свечей, высоковольтных проводов или неправильной установки момента зажигания вызывает появление в выхлопе несгоревших углеводородов, которые при пропусках или неполном сгорании в одном из цилиндров проходят в общую выхлопную трубу. Другой причиной может быть подсос воздуха или механическая неисправность двигателя. В любом случае, даже если двигатель полностью исправен, в выхлопных газах можно обнаружить присутствие несгоревших углеводородов.

### Углекислый газ ( $CO_2$ )

13 Это продукт эффективного сгорания топлива в двигателе, напрямую зависит от стехиометрического состава смеси обратно пропорционален уровню содержания в выхлопе  $CO$ . При низком содержании в выхлопных газах  $CO$  и  $CH$ , уровень  $CO_2$  составляет примерно 13...15%.

### Кислород ( $O_2$ )

14 Если стехиометрическое число выдерживается, кислород должен сгорать полностью. Однако, небольшое присутствие кислорода в выхлопе (около 0,5...2,0%) будет присутствовать даже в полностью исправном двигателе. Больше или меньше количество кислорода в составе выхлопных газов указывает на неправильный состав смеси, проблемы зажигания или механические неисправности двигателя, утечки в выхлопной системе.

### Нитрооксиды ( $NO_x$ )

15 Нитрооксиды - ядовитый газ, возникающий в камере сгорания при очень высоких температурах, превышающих  $2500^\circ C$ . Этот процесс происходит при сгорании переобедненной смеси. Для снижения температуры в камере сгорания применяются различные методы, в том числе рециркуляция выхлопных газов - направления небольшого количества выхлопных газов во впускной коллектор. Ядовитые нитрооксиды, присутствующие в выхлопных газах дожигаются в камере сгорания.

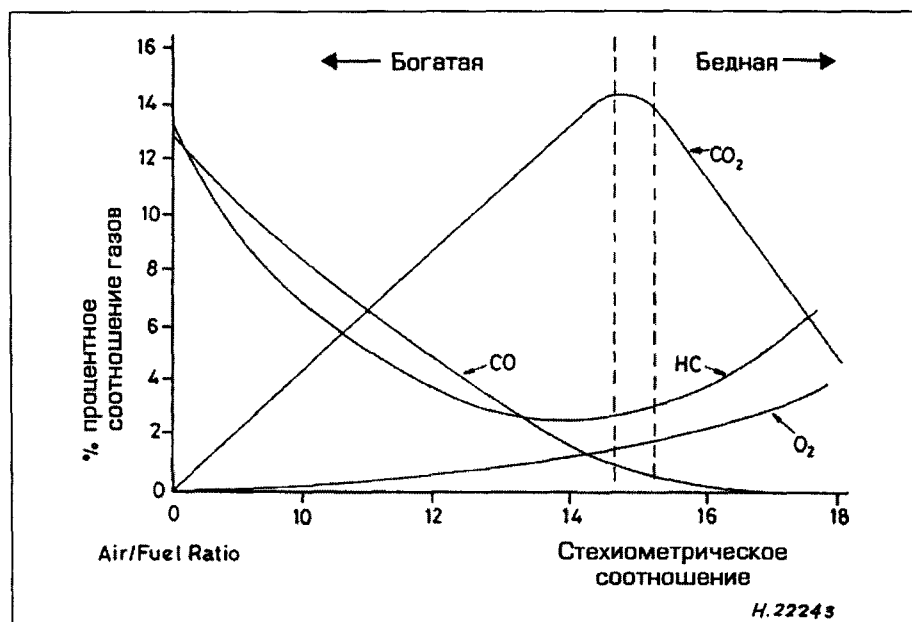


Рис. 10.6 Влияние состава смеси на состав выхлопных газов