

КАРБЮРАТОРЫ **ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В.И.ГРИБАНОВ, В.А.ОРЛОВ



ГЛАВА I

УСТРОЙСТВО И РАБОТА КАРБЮРАТОРА

1. Горючая смесь и ее влияние на работу двигателя

Смесь горючих газов, паров или мелких капель топлива с воздухом (или кислородом), состав которой обеспечивает распространение пламени во всем занятом его пространстве, называют горючей смесью.

В качестве топлива в карбюраторном двигателе могут применяться бензин, лигроин, спирт, керосин, спирто-бензиновые смеси, сжиженные газы и др.

Делались попытки применить и более тяжелое топливо вплоть до сырой нефти. Однако эти попытки не дали положительных результатов.

Основным топливом, применяющимся в карбюраторных двигателях, в настоящее время является бензин.

Бензин вырабатывается главным образом из нефти и представляет собой смесь различных углеводородов, выкипающих при температуре примерно до 200° С.

ГОСТ 2084—56 предусматривает четыре марки автомобильного бензина: А-66, А-72, А-74 и А-76.

Теоретически необходимое количество воздуха в кг для полного сгорания 1 кг топлива по ГОСТу 1970—43 принимается равным:

Бензин	14,9
Керосин	15,0
Бензол	13,5
Спирт 95-процентный	8,4

Если известен элементарный состав топлива, то, принимая приближенно состав воздуха (по весу) 77 % азота и 23 % кислорода, теоретически необходимое количество воздуха l_0 может быть подсчитано по формуле

$$l_0 = \frac{\frac{8}{3} C + 8H - O}{0,23} \frac{\text{кг воздуха}}{\text{кг топлива}},$$

где С, Н и О — содержание (по весу) углерода, водорода и кислорода в топливе.

В действительности горючая смесь может содержать воздуха больше или меньше, чем теоретически необходимо.

Содержание топлива и воздуха в смеси характеризует ее состав. Состав смеси в отечественной практике оценивается либо количеством воздуха, приходящегося на один килограмм топлива, либо коэффициентом избытка воздуха.

Коэффициентом избытка воздуха называется отношение количества воздуха, действительно поступившего в цилиндр, к теоретически необходимому для полного сгорания топлива и обозначается буквой α .

Таким образом, можно написать

$$\alpha = \frac{l_{\partial}}{l_0} = \frac{G_{\partial, \partial}}{G_m l_0} = \frac{G_{\partial, \partial} \cdot 10^3}{g_e N_e l_0},$$

где l_{∂} — количество воздуха, действительно приходящееся для сгорания одного килограмма топлива, в кг;

l_0 — количество воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания одного килограмма топлива, в кг;

$G_{\partial, \partial}$ — количество воздуха, действительно поступившее в цилиндр двигателя, в кг/ч;

G_m — часовой расход топлива в кг/ч;

g_e — удельный расход топлива в г/э.л.с.ч.;

N_e — эффективная мощность двигателя в л. с.

Очевидно, что если в горючей смеси воздуха будет столько, сколько теоретически необходимо для полного сгорания топлива, то коэффициент избытка воздуха будет равен единице, т. е. $\alpha = 1$.

Такая смесь называется теоретической, совершенной или стехиометрической* горючей смесью.

Различают смесь богатую, когда воздуха в смеси меньше, чем теоретически необходимо, и, следовательно, $\alpha < 1$, и бедную, когда воздуха в смеси больше, чем теоретически необходимо, и $\alpha > 1$. При желании оттенить степень изменения состава смеси применяют такие термины, как обедненная смесь, обогащенная, очень богатая и др.

При значительном обеднении смеси тепловыделение при сгорании вследствие снижения калорийности заряда будет уменьшаться. Наконец, при каком-то составе воспламенение смеси прекратится.

Если же чрезмерно обогащать смесь, то тепловыделение будет также уменьшаться вследствие химической неполноты сгорания топлива, и при каком-то составе смесь также прекратит воспламеняться.

Следовательно, горючие смеси могут воспламеняться только в определенных пределах изменения их состава. Эти пределы ха-

* Стехиометрической смесь называется потому, что количество воздуха в ней определяется посредством химических формул. Часть же химии, рассматривающая законы количественных соотношений между реагирующими веществами, называется стехиометрией.

рактируются коэффициентом избытка воздуха и называются пределами воспламеняемости.

Состав смеси, при котором прекращается воспламенение смеси вследствие избытка в ней топлива или воздуха, условились именовать соответственно верхним или нижним пределом.

Пределы воспламеняемости некоторых горючих смесей приведены в табл. 1.

Следует, однако, указать, что приведенные данные являются ориентировочными, так как в зависимости от условий эти пределы изменяются.

В табл. 2 приведены пределы воспламеняемости бензиновой горючей смеси при различных температурах.

Таблица 1

**Пределы воспламеняемости
некоторых горючих смесей**

Топливо	Пределы воспламеняемости	
	верхний	нижний
Бензин	0,5	1,3
Бензол	0,4	1,25
Спирт	0,4	1,7
Эфир	0,4	1,25

Таблица 2

**Пределы воспламеняемости
бензиновой горючей смеси
при различных температурах**

Начальная температура	Пределы воспламеняемости	
	верхний	нижний
0	0,53	1,23
100	0,40	1,60
200	0,40	1,60
300	0,40	1,86

Горючая смесь, поступающая в цилиндр, смешивается с газами, оставшимися от предшествующего цикла (остаточными газами). Смесь свежего заряда с остаточными газами носит название рабочей смеси.

Пределы воспламеняемости рабочей смеси, имеющей в своем составе инертные газы, сужаются, и чем больше остаточных газов, тем уже пределы воспламеняемости.

Экономичность и мощность двигателя во многом зависят от состава смеси.

При работе двигателя на номинальном режиме горючая смесь с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 0,8 \div 0,9$ сгорает в цилиндре с высокими скоростями и, таким образом, обеспечивает более высокую мощность двигателя; однако такая смесь имеет значительную неполноту сгорания, вследствие чего в отработавших газах содержится 3—6% окиси углерода (угарный газ), что вредно действует на организм человека.

В горючей смеси с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,1 \div 1,15$ топливо сгорает наиболее полно и, как следствие, двигатель работает экономично.

Чтобы определить желаемый состав горючей смеси на различных режимах работы двигателя, снимают ряд регулировочных характеристик при постоянном числе оборотов, но при различных положениях дроссельной заслонки и получают семейство кривых, представленных на рис. 1. На приведенном рисунке по оси абсцисс отложен коэффициент избытка воздуха α , а по оси ординат эффективная мощность двигателя N_e , выраженная в процентах от максимальной, а также удельный расход топлива g_e в процентах от минимального его значения, полученные при полном открытии дроссельной заслонки и одном и том же числе оборотов.

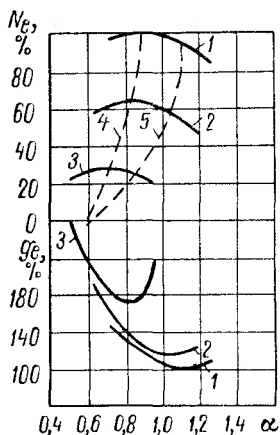


Рис. 1. Регулировочные характеристики двигателя

Кривые 1 соответствуют работе двигателя при полном открытии дроссельной заслонки, а кривые 2 и 3 — работе двигателя при промежуточных положениях дроссельной заслонки. Из кривых видно, что с увеличением α мощность двигателя вначале увеличивается, а затем начинает уменьшаться. Удельный расход топлива вначале уменьшается, а затем опять увеличивается. Причем максимальная мощность не совпадает с минимальным удельным расходом топлива. Если теперь точки различных кривых, соответствующие максимальной мощности, соединить, то получим кривую 4, а соединив точки, соответствующие минимальным удельным расходам, получим кривую 5. Очевидно, кривая 4 будет соответствовать составу смеси, обеспечивающему максимальную мощность, а кривая 5 — составу смеси, обеспечивающему максимальную экономичность двигателя. Отсюда видно, что если отрегулировать карбюратор так, чтобы получить максимальную экономичность двигателя, то получить максимальную мощность двигателя при этом нельзя, а если отрегулировать карбюратор так, чтобы обеспечить максимальную мощность двигателя, то топливо не будет полностью сгорать из-за недостатка кислорода ($\alpha < 1$) и работа двигателя будет неэкономична.

Если теперь кривые 4 и 5 перестроить и представить их в виде зависимости коэффициента избытка воздуха от мощности двигателя, то получим нагрузочные характеристики карбюратора (рис. 2).

Кривая 1 на рис. 2 соответствует регулировке карбюратора на максимальную мощность двигателя (рис. 1, кривая 4), кривая 2 — регулировке его на максимальную экономичность двигателя (рис. 1, кривая 5).

Так как автомобильный двигатель значительное время работает при неполном открытии дроссельной заслонки, то наиболее

целесообразной следует считать регулировку, соответствующую максимальной экономичности, а при переводе двигателя на работу с полным открытием дроссельной заслонки смесь следует обогатить до получения максимальной мощности.

Очевидно, что требуемая характеристика реального карбюратора должна иметь вид, представленный на рис. 2 штриховой линией.

Следует заметить, что при других числах оборотов значения α будут отличаться от приведенных на рис. 2, однако характера своего нагрузочная характеристика не изменит. Поэтому мы ограничимся рассмотре-

нием одной лишь типичной характеристики. При этом следует иметь в виду, что значения α являются примерными. Абсолютные значения α даже для одного и того же режима работы двигателя будут зависеть от ряда причин.

Из кривых рис. 2 можно заключить, что при работе двигателя на холостом ходу лучше всего иметь смесь с $\alpha = 0,55 \div 0,65$. По мере открытия дроссельной заслонки горючая смесь должна обедняться до $\alpha = 1,1 \div 1,15$, а при переходе на работу с полным открытием дроссельной заслонки смесь желательно обогатить до значения $\alpha = 0,8 \div 0,9$ для получения максимальной мощности двигателя.

На холостом ходу и на малых нагрузках, т. е. при значительно прикрытой дроссельной заслонке, для получения устойчивой работы смесь желательно иметь обогащенной, так как в этих условиях распыливание и испарение топлива в карбюраторе происходит недостаточно хорошо вследствие малых скоростей движения воздуха в диффузоре.

Кроме того, с прикрытием дроссельной заслонки увеличивается количество продуктов сгорания, остающихся в цилиндре от предшествующего цикла работы остаточных газов и уменьшающих скорость сгорания. В некоторой степени этот недостаток можно компенсировать обогащением смеси.

В транспортных двигателях, в особенности в условиях городского движения, часто приходится резко открывать дроссельную заслонку, например при разгоне автомобиля, при обгоне и т. д. При резких открытиях дроссельной заслонки наступает кратковременное обеднение смеси. Если не принять соответствующих мер, то обеднение может быть настолько сильным, что

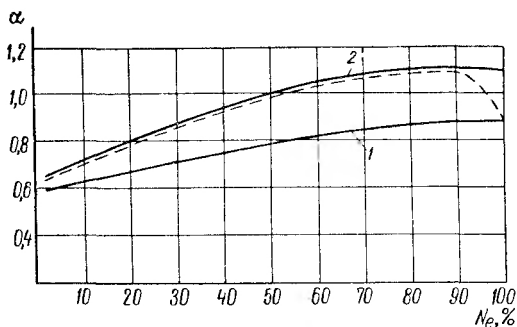


Рис. 2. Нагрузочные характеристики карбюратора

двигатель заглохнет. Это обеднение объясняется следующими причинами.

1. При приоткрытой дроссельной заслонке разрежение в диффузоре очень мало. При резком открытии дроссельной заслонки это разрежение быстро возрастает. Воздух, обладающий меньшей массой по сравнению с топливом, получит большее ускорение, и смесь обеднится. Обеднение смеси наблюдается до тех пор, пока скорости воздуха и топлива не установятся.

2. При закрытой дроссельной заслонке разрежение за ней высокое (порядка $0,5 \text{ ат}$), что создает хорошие условия для испарения топлива. При резком открытии дроссельной заслонки давление за ней быстро возрастает, условия испарения топлива за дроссельной заслонкой ухудшаются, в результате наиболее крупные частицы топлива будут оседать на стенках впускной трубы, образуя пленку. Смесь обеднится. Обеднение смеси будет наблюдаться до тех пор, пока пленка не достигнет толщины, соответствующей установившемуся режиму работы двигателя при данных условиях.

Таким образом, для улучшения приемистости двигателя желательно, чтобы смесь получала соответствующее обогащение в момент резкого открытия дроссельной заслонки.

При пуске холодного двигателя процесс образования горючей смеси протекает ненормально. Поступающее в цилиндр топливо вследствие отсутствия подогрева во впускной системе будет испаряться лишь частично за счет наиболее легких его фракций.

Условия в цилиндре также не благоприятствуют испарению топлива (стенки холодные). В результате перед воспламенением топливо испаряется в незначительном количестве.

Проведенные В. Н. Алексеевым испытания карбюратора К-14 дали следующие результаты. При пуске двигателя, работающего на бензине А-66, при температуре окружающей среды $14\text{--}15^\circ \text{C}$ только $17\text{--}20\%$ бензина от поданного превращается в пар, $8\text{--}10\%$ превращается в туман, остальное количество бензина движется в трубопроводе в виде пленки. При работе на бензине Б-70 в пар превращается $30\text{--}35\%$ бензина и в туман — $2\text{--}3\%$.

Если при этом горючая смесь имеет коэффициент избытка воздуха $\alpha = 0,1 \div 0,15$, то тот же коэффициент, отнесенный к паровой фазе топлива, составит 1,3.

Другими словами, фактическая смесь получается очень бедной.

Таким образом, если горючую смесь специально не обогащать, то рабочая смесь получится чрезвычайно бедной и не воспламенится от свечи или будет воспламеняться очень плохо и пуска двигателя не произойдет.

На рис. 3 приведена кривая, показывающая зависимость времени пуска холодного двигателя от состава горючей смеси. По оси абсцисс отложен коэффициент избытка воздуха α , а по оси ординат — время пуска двигателя. Температура окружающего воз-

духа при пуске была $+25^{\circ}\text{C}$ и число оборотов двигателя $n = 80 \text{ об/мин.}$

Как видно из рисунка, время пуска двигателя падает с обогащением смеси, т. е. при пуске двигателя смесь должна быть очень богатой, чтобы за счет наиболее легких фракций топлива получить смесь, способную надежно воспламениться и гореть.

Следует заметить, что при этом имеет место непроизводительная трата горючего, кроме того, часть топлива, не принимающая участия в горении, будет проникать в масло и способствовать ускоренному износу двигателя.

Если работу двигателя условно разбить на характерные режимы его работы, то можно сказать, какая смесь желательна при том или другом режиме работы двигателя.

Так, при пуске двигателя смесь должна быть очень богатая, на холостом ходу — богатая ($\alpha = 0,55 \div 0,65$), на средних нагрузках (свыше 50%) — обедненная ($\alpha = 1,1 \div 1,15$), при полном открытии дроссельной заслонки — обогащенная ($\alpha = 0,8 \div 0,9$), при резком открытии дроссельной заслонки должно быть обеспечено кратковременное обогащение горючей смеси.

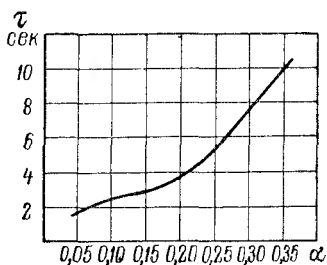


Рис. 3. Влияние состава горючей смеси на время пуска двигателя

2. Карбюратор и его работа

Схема простейшего карбюратора вместе с впускной системой двигателя представлена на рис. 4.

Карбюратор состоит из поплавковой камеры* 1, жиклера 2, распылителя 3, диффузора 4, главного воздушного канала 5 и дроссельной заслонки 6.

Фланцем карбюратор крепится к впускной трубе 7 двигателя.

Топливо из бака по трубопроводу и далее через запорный механизм карбюратора поступает в поплавковую камеру 1. Поплавок всплывает и поднимает запорную иглу. При достижении топлива определенного уровня запорная игла садится в свое гнездо, прекращая доступ топлива в поплавковую камеру. При исправной работе поплавка и запорного механизма и постоянном режиме работы двигателя в поплавковой камере поддерживается примерно постоянный уровень топлива. Во избежание вытекания топлива из распылителя 3 при неработающем двигателе уровень его в поплавковой камере обычно устанавливают на 2—10 мм ниже устья распылителя.

* Существуют карбюраторы, не имеющие поплавковой камеры, например карбюраторы КМГ-100А, К-06

Полость поплавковой камеры через отверстие сообщается с окружающей средой, и поэтому давление в ней равно давлению окружающей среды.

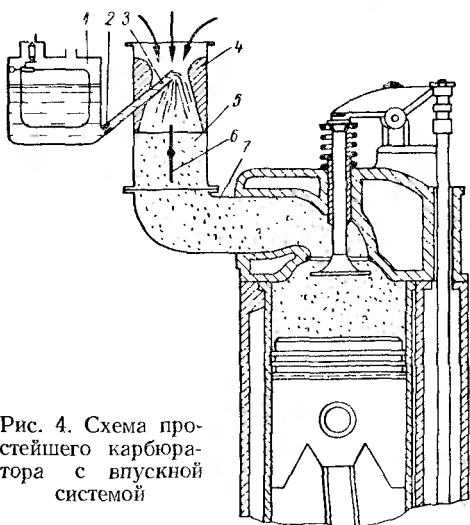
Во время всасывания, т. е. когда поршень двигателя идет вниз и впускной клапан открыт, давление в цилиндре за счет увеличения в нем объема ниже давления окружающей среды. Образуется перепад давлений окружающего воздуха p_0 и в цилиндре $p_{ц}$, называемый разрежением. Перепад давлений равен

$$\Delta p = p_0 - p_{ц}.$$

Под действием разрежения окружающий воздух поступает в карбюратор и по главному воздушному каналу 5 и впускной трубе 7 через проходное сечение клапана идет в цилиндр.

При прохождении через диффузор 4 поток воздуха в узком сечении диффузора сужается, благодаря чему в этом месте увеличивается его скорость и падает давление, т. е. увеличивается разрежение.

Рис. 4. Схема простейшего карбюратора с впускной системой



Под воздействием этого разрежения из распылителя 3 фонтанирует топливо, поступающее из поплавковой камеры через жиклер 2.

Жиклер является основным элементом топливной системы карбюратора, определяющим расход топлива при данном разрежении в диффузоре. В старых конструкциях он обычно устанавливался у выхода топлива из распылителя. В более поздних конструкциях карбюраторов его чаще всего устанавливают под распылителем и даже у входа в канал из поплавковой камеры. Такое расположение жиклеров более удобно для обслуживания. Жиклеры, устанавливаемые ниже уровня топлива в поплавковой камере, называют затопленными, а выше — незатопленными.

По выходе из распылителя струя топлива попадает в воздушный поток, имеющий большую скорость, и под действием разных по величине скоростей (скорость воздуха больше скорости топлива примерно в 25 раз) раздробляется, в результате поверхность соприкосновения топлива с воздухом возрастает во много раз.

Распыленное топливо под воздействием тепла воздуха и самого топлива испаряется и в смеси с воздухом образует горючую смесь (иногда смесь дополнительно подогревается). Неиспарив-

шиеся частицы топлива, осевшие на стенках карбюратора и впускной трубы в виде пленки, нарушают правильное распределение смеси по цилиндрам. Для испарения этого топлива обычно впускную трубу двигателя подогревают теплом отработавших газов или воды.

Подогрев бывает постоянным или регулируемым. Количество горючей смеси, образующейся в карбюраторе и поступающей в цилиндр двигателя, регулируется дроссельной заслонкой 6. Прикрывая дроссельную заслонку, увеличивают сопротивление на пути движения смеси и тем самым уменьшают разрежение в диффузоре, вследствие чего уменьшается поступление топлива и воздуха в воздушный канал карбюратора.

При неизменном давлении окружающей среды, постоянном положении дроссельной заслонки и чисел оборотов двигателя количество горючей смеси и ее состав не меняются. При засорении воздухоочистителя, установленного на двигателе, количество горючей смеси, поступающее в цилиндр при постоянном положении дроссельной заслонки и тех же числах оборотов двигателя, уменьшается и смесь обогащается. Подобное явление объясняется тем, что сопротивление воздухоочистителя возрастает и воздуха поступает в карбюратор меньше. Разрежение в узком сечении диффузора возрастает, и топлива из распылителя поступает больше.

Для восстановления состава смеси при засорении воздухоочистителя требуется уменьшить сечение жиклера, другими словами, необходимо изменить регулировку карбюратора. С целью устранения влияния работы воздухоочистителя на состав смеси в настоящее время полость поплавковой камеры сообщают с приемным воздушным патрубком карбюратора. Тогда засорение воздухоочистителя будет сопровождаться понижением давления не только в узком сечении диффузора, но также и в поплавковой камере.

Такие карбюраторы получили название балансированных.

Конструктивно карбюраторы выполняются различно. Различают карбюраторы вертикальные, когда оси главного воздушного канала карбюратора и поплавковой камеры располагаются параллельно, и горизонтальные, когда ось главного воздушного канала перпендикулярна оси поплавковой камеры.

Вертикальные карбюраторы по направлению движения воздушного потока могут быть как с восходящим потоком, так и с падающим (нисходящим). В первом случае горючая смесь движется к впускной трубе снизу вверх, во втором — сверху вниз.

В настоящее время широкое распространение получили карбюраторы с падающим (нисходящим) потоком.

По сравнению с карбюраторами с восходящим потоком они имеют ряд следующих преимуществ:

- 1) обеспечивают более равномерное распределение горючей смеси по цилиндрам;

2) допускают установку диффузора большего сечения, а также более рациональную форму впускного трубопровода, что значительно уменьшает сопротивление во впускной системе и обеспечивает лучшее наполнение двигателя;

3) облегчают доступ к отдельным элементам карбюратора;

4) обеспечивают поступление воздуха в карбюратор из менее запыленной среды.

3. Поплавковые камеры

Поплавковая камера карбюратора может иметь различное расположение относительно главного воздушного канала, а именно: переднее, заднее, боковое, кольцевое и т. д.

При выборе расположения поплавковой камеры учитывают общую компоновку карбюратора на автомобиле, схему и компоновку дозирующих устройств в карбюраторе, назначение и специфику работы двигателя, на которой устанавливается данный карбюратор, и т. п.

За последнее время на автомобильных двигателях наибольшее распространение получили карбюраторы с передним расположением поплавковой камеры. Такой выбор обеспечивает более благоприятное положение топлива в поплавковой камере относительно дозирующих устройств карбюратора при уклонах и кренах автомобиля.

Например, при движении автомобиля в гору имеет место повышение уровня топлива в поплавковой камере относительно распылителя главной системы, что способствует некоторому обогащению горючей смеси и соответственно увеличению мощности двигателя. Кроме того, переднее расположение поплавковой камеры способствует улучшению приемистости двигателя при разгоне автомобиля за счет прилива топлива к распылителям, а при торможении предотвращает переобогащение смеси, так как топливо при этом устремляется в поплавковую камеру.

Конструктивно поплавковый механизм и игольчатый запорный клапан выполняются в зависимости от назначения двигателя и способа подачи топлива к карбюратору. На стационарных двигателях и мотоциклах топливо к карбюратору подается самотеком, и давление топливного столба на запорный клапан невелико. В этом случае игольчатый запорный клапан монтируется непосредственно на поплавке по осевой линии (рис. 5, а). Если же топливо к карбюратору подается под давлением от бензонасоса, то воздействие поплавка на игольчатый запорный клапан передается посредством рычагов, усиливающих осевое давление на иглу. Подача топлива к карбюратору осуществляется сверху поплавковой камеры (рис. 5, б) или через ее нижнюю часть (рис. 5, в).

Наибольшее распространение в отечественном карбюраторостроении получили карбюраторы с верхним подводом топлива

и вертикальным расположением игольчатого запорного клапана.

За последнее время появились карбюраторы с нижним подводом топлива и вертикальным игольчатым клапаном опрокинутого типа.

В автомобильных карбюраторах встречается также горизонтальное (рис. 5, *г*) и наклонное (рис. 5, *д*) расположение игольчатого клапана.

Форма и конструкция поплавков выбираются с таким расчетом, чтобы при минимальных габаритах поплавковой камеры

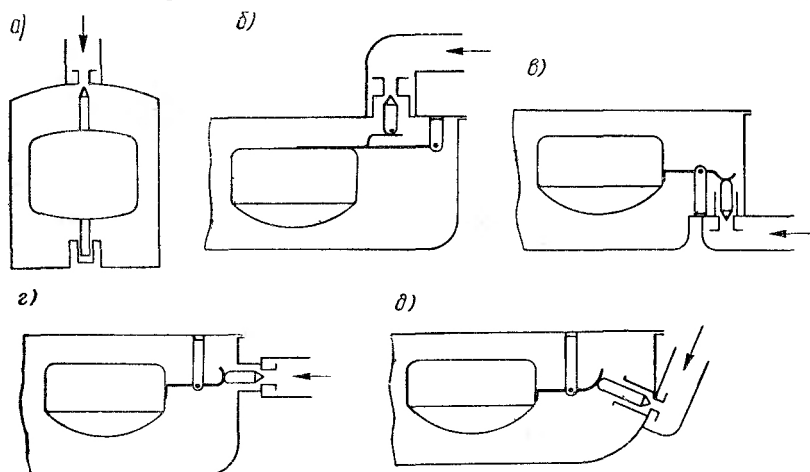


Рис. 5. Расположение игольчатого клапана в поплавковой камере в современных карбюраторах

можно было бы получить достаточную подъемную силу поплавка, обеспечивающую надежную герметичность игольчатого клапана. Поплавки, применяемые на карбюраторах, имеют форму прямоугольника со скругленными краями, цилиндра, кольца, скобы и т. д.

Часто применяются два поплавка, закрепленных на одном рычаге.

Основным материалом для изготовления поплавков служит латунная латунь. Применяются также пробка и пенопласты.

За последнее время распространение получили и пластмассовые поплавки. Вес пластмассового поплавка при тех же габаритах значительно меньше, чем латунного, что обеспечивает ему большую подъемную силу. Кроме того, ремонт пластмассового поплавка значительно проще. Если для восстановления герметичности латунного поплавка необходимы нагревательный прибор, паяльник, олово и окислитель, то для ремонта пластмассового поплавка требуется только клей, например БФ.

При производстве карбюраторов в заводских условиях поплавки подгоняются по весу и проверяются на герметичность.

Пробковые поплавки покрываются равномерным слоем бензостойкого лака, предохраняющего пробку от впитывания бензина и разбухания.

Запирающая сила поплавка, служащая для обеспечения герметичности игольчатого клапана, зависит в основном от давления в подводящей магистрали и равна примерно 1,5 Г.

При применении облегченных высокоактивных бензинов требуется некоторое повышение давления в подводящей магистрали, а следовательно, и повышение запирающей силы поплавка.

В технических условиях на карбюраторы обычно указывается минимальный ход иглы запорного клапана.

На автомобильных карбюраторах ход иглы клапана задается не менее 2 мм.

Такой ход иглы клапана необходим для обеспечения максимальных расходов топлива при работе двигателя с максимальной мощностью без большого падения уровня топлива в поплавковой камере.

Сечение игольчатого запорного клапана должно обеспечивать наименьшее падение уровня топлива в поплавковой камере при переходе двигателя с холостого хода на работу с максимальной мощностью. На работающем двигателе желательно иметь эту разность уровней топлива наименьшей.

Однако чрезмерное увеличение сечения седла клапана повышает силу давления топлива на клапан.

На некоторых карбюраторах (К-22И, К-125, К-124, К-126 и др.) на игольчатом клапане устанавливается демпфирующая пружина, делающая его менее чувствительным к езде автомобиля по дороге с неровным покрытием.

4. Жиклеры

Жиклером называют калиброванное отверстие в корпусе карбюратора или другой его части для дозирования топлива, воздуха или эмульсии, т. е. смеси воздуха с топливом.

Жиклеры могут быть выполнены также в виде отдельной детали. В карбюраторах применяются жиклеры с постоянным и регулируемым сечениями.

По точности изготовления все жиклеры разделяются на три класса.

Для каждого класса точности в соответствии с ГОСТом 2095—43 определяются предельные величины отклонений пропускной способности жиклера от заданного значения.

Класс точности жиклера определяется его назначением в карбюраторе и указывается в чертеже или технических условиях.

Главные топливные жиклеры для всех карбюраторов изготавливаются по первому классу точности.

В табл. 3 приведены предельные отклонения пропускной способности жиклеров от номинала. Указанные в таблице отклоне-

ния включают в себя и погрешности прибора, на котором производится проверка жиклера.

Допустимая погрешность прибора при проверке жиклеров составляет $\pm 1\%$ от номинальной пропускной способности.

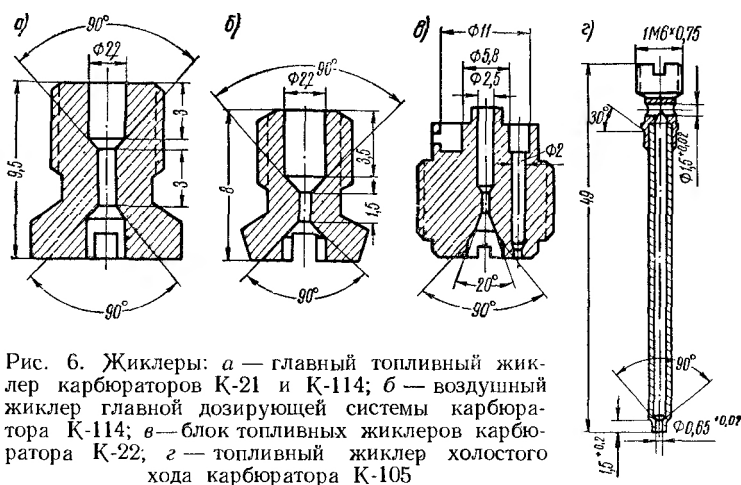


Рис. 6. Жиклеры: а — главный топливный жиклер карбюраторов К-21 и К-114; б — воздушный жиклер главной дозирующей системы карбюратора К-114; в — блок топливных жиклеров карбюратора К-22; г — топливный жиклер холостого хода карбюратора К-105

На рис. 6 представлены некоторые жиклеры, применяемые на карбюраторах в настоящее время.

Если пренебречь сопротивлениями в топливных каналах, поскольку они невелики по сравнению с сопротивлениями самого

Таблица 3

Предельные отклонения пропускной способности жиклеров

Номинальная пропускная способность жиклеров в $\text{см}^3/\text{мин}$	Предельные отклонения в $\text{см}^3/\text{мин}$			Номинальная пропускная способность жиклеров в $\text{см}^3/\text{мин}$	Предельные отклонения в $\text{см}^3/\text{мин}$		
	1-й класс точности	2-й класс точности	3-й класс точности		1-й класс точности	2-й класс точности	3-й класс точности
30—50	$\pm 0,5$	± 1	± 2	360—400	± 5	± 9	± 18
50—80	± 1	$\pm 1,5$	± 3	400—460	± 6	± 10	± 20
80—120	$\pm 1,5$	± 2	± 4	460—520	± 7	$\pm 11,5$	± 23
120—160	± 2	± 3	± 6	520—580	± 8	± 13	± 26
160—200	$\pm 2,5$	± 4	± 8	580—660	± 9	$\pm 14,5$	± 29
200—240	± 3	± 5	± 10	660—740	± 10	$\pm 16,5$	± 33
240—280	$\pm 3,5$	± 6	± 12	740—820	± 11	$\pm 18,5$	± 37
280—320	± 4	± 7	± 14	820—900	± 12	$\pm 20,5$	± 41
320—360	$\pm 4,5$	± 8	± 16	900—1000	± 14	$\pm 22,5$	± 45

жиклера, а скорость потока топлива принять установившейся, то расход топлива через жиклер можно определить по формуле

$$G_m = \mu_m f_{ж} \sqrt{2g (\Delta p - h \gamma_m)} \gamma_m \text{ кг/сек},$$

где μ_m — коэффициент расхода;

$f_{ж}$ — проходное сечение жиклера в м^2 ;

g — ускорение земного притяжения в м/сек^2 ;

Δp — разрежение в диффузоре в кг/м^2 (мм вод. ст.);

h — расстояние между верхней кромкой распылителя, откуда вытекает топливо, и уровнем топлива в поплавковой камере в м ;

γ_m — удельный вес топлива в кг/м^3 .

При практических расчетах значением $h \gamma_m$ часто пренебрегают, так как при больших значениях разрежения Δp , наблюдаемых при больших оборотах коленчатого вала и нагрузках двигателя, это произведение не вносит заметной погрешности в окончательный результат.

В самом деле, если $h = 4 \text{ мм}$, а $\gamma_m = 750 \text{ кг/м}^3$, то $h \gamma_m = 0,004 \cdot 750 = 3 \text{ кг/м}^2$, т. е. 3 мм вод. ст.

Таким образом, расход топлива, если топливо не меняется, кроме разрежения зависит от коэффициента расхода μ_m . Чтобы не допустить случайного перерасхода топлива, необходимо знать, какие факторы и в каком направлении влияют на μ_m .

Коэффициент расхода топлива μ_m определяется отношением действительного расхода топлива к теоретическому

$$\mu_m = \frac{G_{m. \partial}}{G_{m. т}}.$$

Действительный расход топлива $G_{m. \partial}$ определяют на специальной установке при истечении топлива под известным напором, а теоретический $G_{m. т}$ при том же напоре по формуле, принимая $\mu_m = 1$.

Если определить значение коэффициента μ_m при нескольких напорах, то можно построить график зависимости коэффициента от напора.

Увеличение μ_m вызывает увеличение расхода топлива через жиклер, которое сопровождается обогащением горючей смеси и перерасходом топлива. Поэтому желательно коэффициент μ_m в процессе эксплуатации иметь стабильным.

Для определения факторов, влияющих на коэффициент расхода топлива μ_m , напомним его значение

$$\mu_m = \frac{\beta}{\sqrt{\sigma_{жс} + \lambda \frac{l}{d} + \xi}}.$$

Из формулы следует, что коэффициент расхода зависит от коэффициента сжатия струи топлива β^* , коэффициента, учитывающего неравномерность распределения скорости в поперечном сечении потока $\sigma_{жс}$, коэффициента сопротивления трения по длине калиброванной части жиклера λ , отношения длины калиброванной части жиклера к его диаметру $\frac{l}{d}$ и коэффициента сопротивления входа в калиброванную часть жиклера ξ .

Коэффициент сжатия струи, в свою очередь, зависит от отношения $\frac{l}{d}$. Он мало изменяется при больших значениях этого отношения и заметно — при малых его значениях. Особенно заметно изменяется коэффициент сжатия струи, когда значение отношения $\frac{l}{d}$ меньше единицы. Коэффициент β изменяется также с изменением напора, при котором происходит истечение жидкости, увеличиваясь с его возрастанием.

Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения скорости в поперечном сечении потока, $\sigma_{жс}$ не оказывает заметного влияния на коэффициент расхода, и значение его немногим больше единицы. Поэтому можно принять $\sigma_{жс} = 1$.

Коэффициент сопротивления трения по длине калиброванной части жиклера λ существенно влияет на коэффициент расхода. И. М. Ленин рекомендует для определения λ зависимость

$$\lambda = \frac{100}{Re} = \frac{100\nu}{w d_{жс}},$$

где Re — число Рейнольдса;

ν — коэффициент кинематической вязкости жидкости;

w — скорость истечения;

$d_{жс}$ — диаметр отверстия.

Из формулы следует, что λ изменяется с изменением сечения жиклера, скорости истечения топлива и его вязкости. Последняя, в свою очередь, зависит от сорта топлива и его температуры.

Отношение $\frac{l}{d}$ характеризует геометрические размеры жиклера и оказывает значительное влияние как на величину коэффициента расхода, так и на значение этого коэффициента в зависимости от напора.

Коэффициент сопротивления входа в калиброванную часть жиклера ξ оказывает заметное влияние на коэффициент расхода и зависит от наличия и формы фасок.

И. М. Ленин получил при резком переходе от большого диаметра к малому (острые кромки) $\xi = 0,5$, при плавном переходе (наличие фасок) $\xi = 0,3$.

* Коэффициент сжатия струи топлива есть отношение сечения вытекающей струи топлива к сечению калиброванной части жиклера.

Таким образом, на коэффициент расхода оказывают влияние следующие факторы: сечение жиклера, соотношение его геометрических размеров, наличие и форма фасок, род вытекающей жидкости и ее вязкость.

Чтобы сделать из изложенного практические выводы, обратимся к экспериментальным данным, обобщенным В. И. Кирсановым.

Влияние отношения $\frac{l}{d}$ на коэффициент расхода можно видеть из рис. 7.

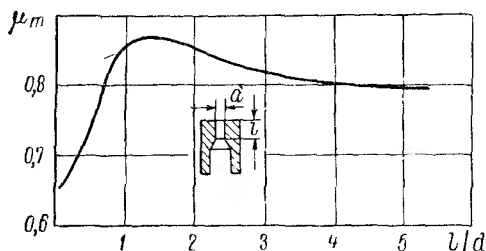


Рис. 7. Влияние отношения $\frac{l}{d}$ на коэффициент расхода μ_m топлива при постоянном напоре H : $t = 20^\circ \text{C}$; $H = 850 \text{ мм вод. ст.}$

Из рисунка видно, что с увеличением отношения $\frac{l}{d}$ до 1,3 значение коэффициента расхода резко возрастает, а затем медленно падает. Из графика также следует, что неточное изготовление или небольшое отклонение от необходимых размеров в соотношении $\frac{l}{d}$ может привести к значительному изменению расхода топлива из жиклера.

Более практичны жиклеры с соотношением $\frac{l}{d} > 1,5$, так как неточности по длине при выполнении такого жиклера при заданном диаметре сказываются слабее, чем при $\frac{l}{d} < 1,5$.

Влияние фаски на коэффициент расхода видно из рис. 8, на котором представлено изменение коэффициента расхода для двух жиклеров с резким изменением сечения и с конусной фаской.

В первом случае (кривая 1) коэффициент расхода по абсолютному значению меньше, чем во втором (кривая 2), но более постоянный при изменении напора. Однако в процессе эксплуатации острые кромки могут быть нарушены и коэффициент расхода не будет стабильным. Поэтому более практичным является жиклер с фаской, менее подверженный изменениям, а следовательно, и изменению расхода топлива в процессе работы.

Из приведённых кривых видно, что при эксплуатации карбюратора необходимо тщательно избегать изменения формы жиклера.

На рис. 9 показано изменение коэффициента расхода μ_m для жиклеров с соотношением $\frac{l}{d} = 2,075$ при истечении различных топлив.

Как видно из кривых, наименьшее значение коэффициента расхода имеет керосин.

По кривым можно заключить, что изменение коэффициента расхода при переводе двигателя с одного топлива на другое требует изменения регулировки карбюратора. Изменение регулировки карбюратора необходимо также при изменении удельного веса топлива, также влияющего на расход последнего.

Влияние температуры на коэффициент расхода видно из рис. 10.

Кривые показывают, что с повышением температуры топлива коэффициент μ_m возрастает. Однако по этому коэффициенту судить о расходе топлива затруднительно, так как с повышением температуры уменьшается удельный вес топлива.

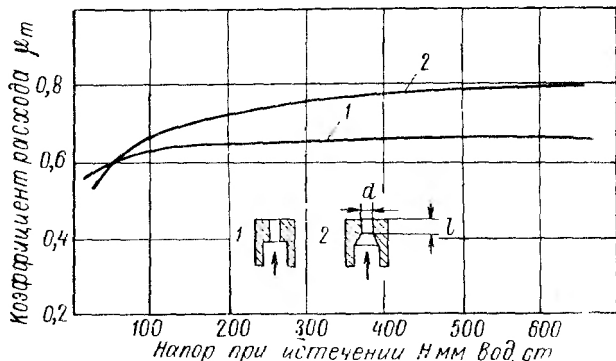


Рис. 8. Влияние формы входной кромки жиклера на коэффициент расхода топлива: $\frac{l}{d} = 10,2$; $d = 1$ мм

Опыты показывают, что с возрастанием температуры от 10 до 40° расход бензина из жиклера увеличивается на 2—3%, а керосина — на 6—7%.

Из сказанного следует, что в процессе эксплуатации необходимо применять только те жиклеры, которые предназначены для данного карбюратора. При разборке карбюратора необходимо строго следить за правильностью его сборки. При смене сорта топлива, а также при значительном изменении температуры окружающей среды желательно изменять регулировку карбюратора.

Опыт эксплуатации и многочисленные исследования показывают, что жиклеры в карбюраторах практически не изнашиваются. Установлено, что после длительной эксплуатации жиклеры, как правило, уменьшают свою пропускную способность вследствие отложения в калиброванной части смол или других химических элементов, содержащихся в бензине. Особенно засмолются воздушные жиклеры в тех случаях, когда газы из картера отсасываются во впускную систему до карбюратора.

Следует помнить, что применение металлических предметов для прочистки калиброванной части жиклера категорически не допускается.

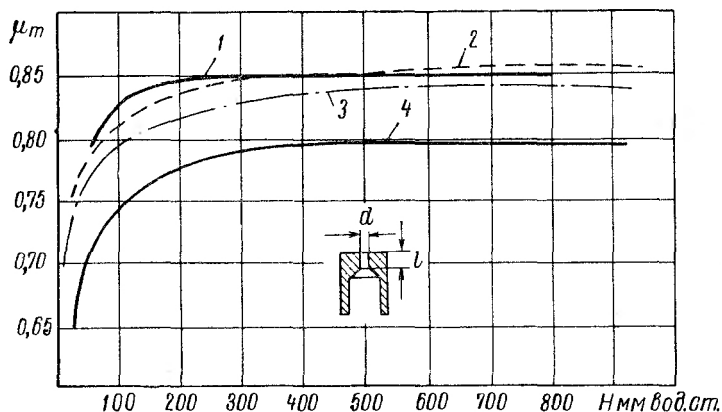


Рис. 9. Изменение коэффициента расхода различных топлив в зависимости от напора при истечении их из одного жиклера при постоянной температуре ($\frac{l}{d} = 2,075$; $t = 20^\circ \text{C}$):

1 — вода; 2 — бензин, $\gamma = 0,751$; 3 — бензин, $\gamma = 0,735$; 4 — керосин, $\gamma = 0,825$

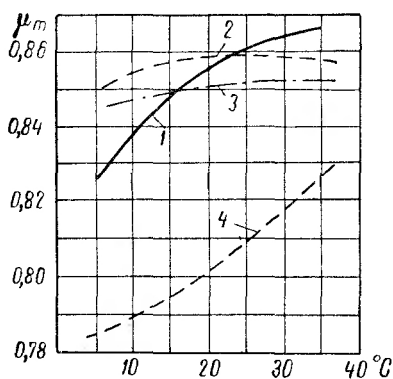


Рис. 10. Изменение коэффициента расхода различных топлив в зависимости от температуры при истечении их из одного жиклера при постоянном напоре ($\frac{l}{d} = 2,075$;

$H = 600 \text{ мм вод. ст.}$):

1 — вода; 2 — бензин, $\gamma = 0,751$; 3 — бензин, $\gamma = 0,735$; 4 — керосин, $\gamma = 0,825$

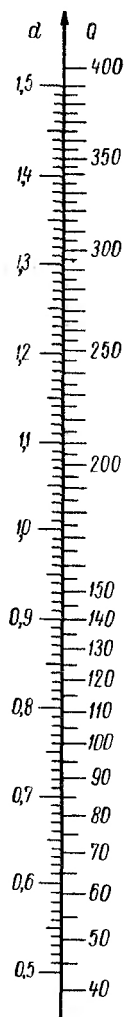


Рис. 11. Номограмма для определения пропускной способности жиклера в зависимости от его сечения:

Q — расход воды через незатопленный жиклер при напоре 1000 мм вод. ст. и температуре $20^\circ \text{C} \pm 1$ в $\text{см}^3/\text{мин}$; d — диаметр калиброванной части жиклера в мм

Уход за жиклерами заключается в промывке их в ацетоне или растворителе, продувке сжатым воздухом и проверке их пропускной способности на специальном приборе.

Согласно ГОСТу 2095—43, проверку пропускной способности жиклеров производят посредством проливки воды при температуре окружающего воздуха $19 \div 21^\circ \text{C}$, под напором в 1000 мм вод. ст. Пропускная способность жиклеров дается в $\text{см}^3/\text{мин}$.

Зачеканка или запайка калиброванной части жиклера с целью уменьшения его пропускной способности не допускается. Если пропускная способность жиклера выше нормальной, необходимо такой жиклер заменить.

Большинство карбюраторов, выпускаемых нашей промышленностью, изготавливается из цинкового сплава.

В процессе эксплуатации часто наблюдается старение цинкового сплава, которое приводит к оползанию резьбы. В этом случае очень трудно вывернуть жиклер, не повредив резьбы. Поврежденные жиклеры необходимо заменить новыми.

Большинство жиклеров, применяемых в карбюраторах, унифицировано. Различие между этими жиклерами состоит лишь в сечении калиброванной части, т. е. в их пропускной способности.

Анализ конструкции жиклеров отечественного производства показывает, что соотношение длины калиброванной части к диаметру в большинстве случаев $\frac{l}{d} = 3 \div 5$.

Исследования геометрических и гидравлических параметров жиклеров, проведенные в Центральном научно-исследовательском и конструкторском институте топливной аппаратуры автотранспортных и стационарных двигателей (ЦНИТА), показывают, что при данном соотношении длины калиброванной части к диаметру устанавливается вполне определенная зависимость между сечением жиклера и его пропускной способностью. На рис. 11 представлена номограмма для определения пропускной способности жиклера. В зависимости от сечения жиклера указанная номограмма может быть использована для приблизительного определения диаметра калиброванной части при заданной пропускной способности любых жиклеров, выпускаемых нашей промышленностью.

Точность определения сечения по номограмме составляет $\pm 5\%$ от заданной пропускной способности.

5. Главный воздушный канал

В главный воздушный канал входят: приемный воздушный патрубок, система диффузоров и смесительная камера с дроссельной заслонкой.

На всех отечественных автомобильных карбюраторах в приемном воздушном патрубке устанавливается воздушная заслонка. Здесь же располагаются устройства для балансировки поплавковой камеры.