

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СОСТАВОМ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ЕГО СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ

А.А. Савастенко, М.В. Азанов, А.А. Савастенко

Кафедра теплотехники и тепловых двигателей
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье приводится описание способов регулирования состава рабочей смеси в двигателях внутреннего сгорания, предлагаются новые методы применения с усовершенствованной конструкцией, а также необходимые расчеты.

Ключевые слова: регулировочная характеристика, дроссельная заслонка, карбюратор, жиклер, диффузор, горючая смесь, разряжение, коэффициент расхода топлива

При проведении экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием (ДсИЗ) часто требуется снятие регулировочных характеристик по составу смеси. Характеристики представляют собой зависимость параметров ДсИЗ, таких как, например, эффективная мощность двигателя, удельный эффективный расход топлива, концентрация вредных веществ в отработавших газа, в зависимости от коэффициента избытка воздуха, при постоянной частоте вращения коленчатого вала и фиксированном положении дроссельной заслонки во впускном тракте.

Несмотря на то, что в современных автомобильных ДсИЗ системы впрыскивания топлива практически полностью вытеснили традиционные карбюраторы, в малоразмерных двигателях, применяющихся на средствах малой механизации и в маломощных бензоэлектроагрегатах, карбюратор по-прежнему является основным устройством для подготовки горючей смеси. Среди различных типов карбюраторов довольно редко встречаются конструкции, в которых существует возможность изменять состав горючей смеси (коэффициент избытка воздуха) на режимах, отличных от холостого хода. На рисунке 1 приведена схема отечественного карбюратора К-22П, имеющего такую возможность. Регулировочная игла 7 позволяет менять проходное сечение в блоке жиклеров главной дозирующей системы 12 на работающем двигателе.

Применение такого способа регулирования состава смеси на карбюраторах, не имеющих регулировочной иглы, требует их доработки, что осложнено следующим. Установка резьбовой пробки под регулировочную иглу точно напротив топливного жиклера главной дозирующей системы не всегда возможна из конструктивных особенностей карбюратора, а доступ к регулировочной игле может быть затруднен из-за компоновки карбюратора на двигателе (особенно в мало-

габаритных конструкциях). Также требуется нарушение заводской регулировки (конструкции) карбюратора, так как необходимо увеличить диаметр жиклера главной дозирующей системы.

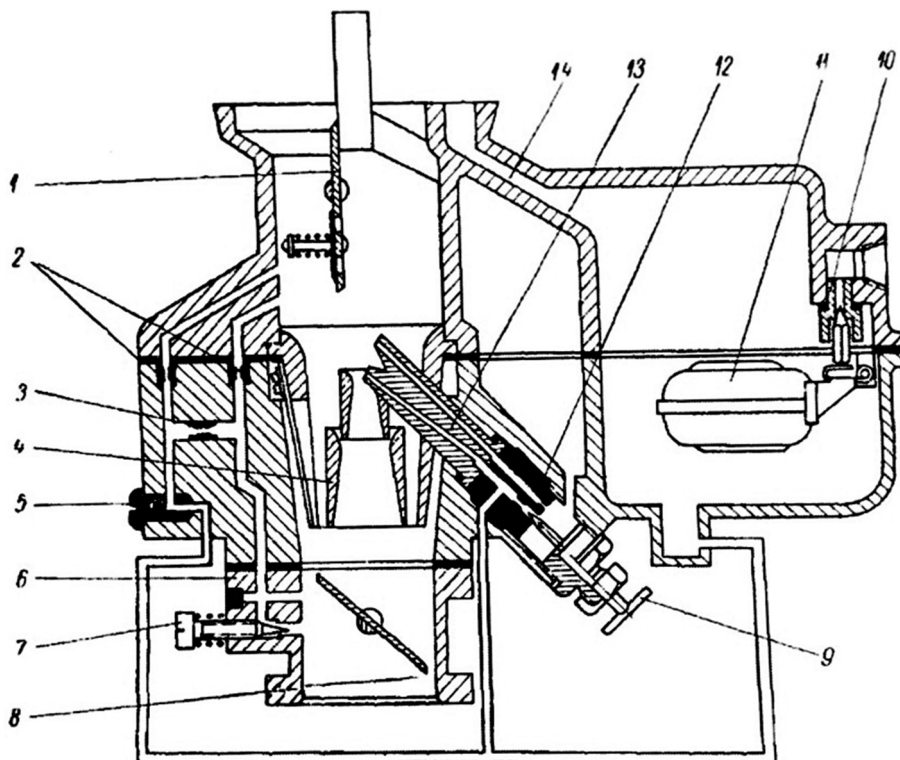


Рис. 1. Схема карбюратора К-22П, используемого на стационарных двигателях

Известно, что при неизменном давлении окружающей среды, постоянном положении дроссельной заслонки и частоте вращения коленчатого вала двигателя количество горючей смеси и ее состав не меняются. При засорении воздухоочистителя, установленного на двигателе, смесь обогащается. Подобное явление объясняется тем, что сопротивление воздухоочистителя возрастает и воздуха поступает в карбюратор меньше, а разрежение в узком сечении диффузора возрастает, и топлива из распылителя поступает больше. С целью устранения влияния работы воздухоочистителя на состав смеси в настоящее время полость поплавковой камеры сообщают не с атмосферой, а с приемным воздушным патрубком карбюратора (канал 14 на рис. 1). Тогда засорение воздухоочистителя будет сопровождаться понижением давления не только в узком сечении диффузора, но также и в поплавковой камере. Такие карбюраторы получили название балансируемых [1].

Предлагается решение для изменения состава смеси, не требующее существенного изменения конструкции карбюратора. Для этого балансирующий канал карбюратора разобщается с приемным патрубком, а поплавковой камере создается разрежение или избыточное давление от стороннего источника давления (разряжения), например от центробежной воздуходувки (рис. 2).



Рис. 2. Электрическая воздуходувка с давлением — разряжением около 5 кПа

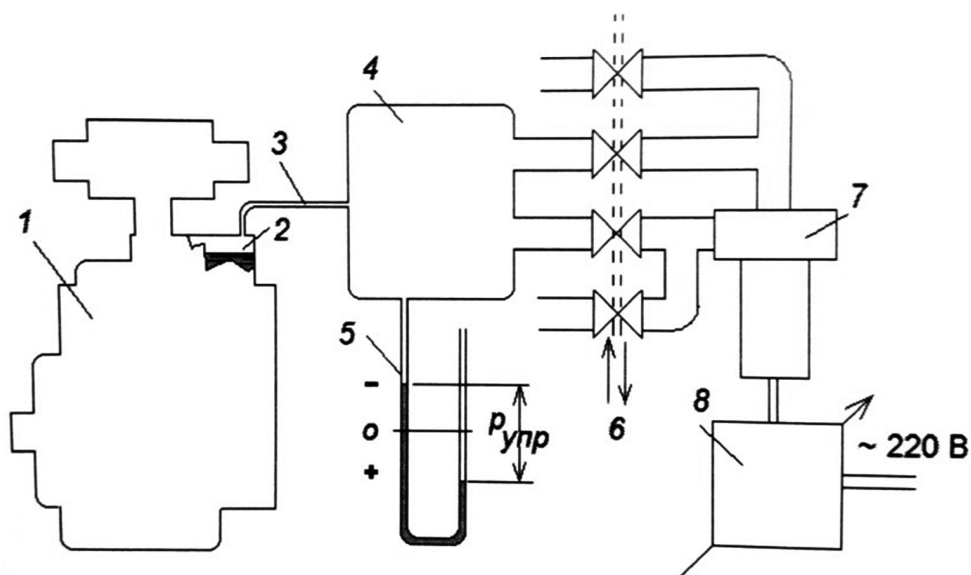


Рис. 3. Схема регулирования состава горючей смеси

На рис. 3 приведена схема управления составом горючей смеси: 1 — ДсИЗ, имеющий поплавковую камеру карбюратора 2, связанную трубопроводом 3 с ресивером 4. Давление (разряжение) в ресивере 4 контролируется с помощью водяного пьезометра 5. Воздуходувка 7, с приводом от высокооборотного электродвигателя, связана с ресивером через блок заслонок 6. Блок заслонок имеет два положения. В первом положении воздух забирается воздуходувкой из окружающего пространства и после сжатия поступает в ресивер ($p_{упр} > p_{атм}$). Во втором положении воздух забирается из ресивера, создавая в нем разряжение ($p_{упр} < p_{атм}$) и после воздуходувки выбрасывается в атмосферу. Для изменения величины управляющего давления (разряжения) в ресивере 4 электродвигатель привода воздуходувки 7 питается через регулятор напряжения — диммер 8, позволяющий менять обороты рабочего колеса воздуходувки, дистанционно управляя составом горючей смеси.

Сделаем оценку необходимого управляющего давления (разряжения) в поплавковой камере для обеспечения регулирования состава смеси в диапазоне изменения коэффициента избытка воздуха $a = 0,80...1,20$.

Известно, что коэффициент избытка воздуха определяется как отношение действительной массы воздуха G_B (кг/с), расходуемого двигателем, к теоретически необходимому количеству воздуха $G_{B_{\text{теор}}}$, требуемому для полного сгорания поступающего в цилиндры топлива G_T (кг/с)

$$a = \frac{G_B}{G_{B_{\text{теор}}}} = \frac{G_B}{G_T \cdot l_0}, \quad (1)$$

где $l_0 = 15$ кг воздуха/кг топлива — теоретически необходимое количество воздуха, требуемое для сжигания 1 кг бензина.

Для определенности зададимся параметрами одноцилиндрового четырехтактного ДсИЗ с воздушным охлаждением марки *Hyundai IC200*, рабочим объемом $V_h = 200$ см³ и номинальной частотой вращения коленчатого вала $n = 3000$ мин⁻¹. Секундный массовый расход воздуха может быть определен по зависимости.

$$G_B = \mu_B \cdot F_d \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{дифф}} \cdot P_B},$$

где μ_B — коэффициент расхода воздуха, принятый равным 0,8; F_d — площадь диффузора карбюратора в самом узком месте, м²; $\rho_{\text{дифф}}$ — разрежение в узком сечении диффузора, Па; $P_B = 1,275$ кг/м³ — плотность воздуха при стандартных условиях: температуре 0 °С, давлении 100 кПа и нулевой влажности.

Ориентировочно площадь диффузора F_d может быть определена из уравнения сохранения массы для воздуха

$$F_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}} \cdot \eta_v = F_d \cdot \omega_d, \quad (2)$$

где $F_{\text{п}} = V_h/S_{\text{п}}$ — площадь поршня, вычисляемая, через рабочий объем цилиндра V_h и ход поршня $S_{\text{п}}$, м²; $C_{\text{п}} = S_{\text{п}} \cdot n/30$ — средняя скорость поршня, м/с²; $\eta_v = 0,9$ — ориентировочное значение коэффициента наполнения; ω_d — скорость воздуха в диффузоре карбюратора, имеющая значение около 85 м/с для современных ДсИЗ, м/с.

Таким образом, для двигателя *Hyundai IC200* площадь в самом узком месте диффузора карбюратора, может быть принята равной

$$F_d = (V_h n \eta) / (30 \omega_d) = 0,00021 \text{ м}^2 \text{ (диаметр около 16 мм)}.$$

Расход бензина составит:

$$G_B = \mu_T \cdot f_{\text{ж}} \cdot \sqrt{2 \cdot (\rho_{\text{дифф}} + \rho_{\text{упр}}) \cdot P_T}, \quad (3)$$

где μ_T — коэффициент расхода топлива, принятый равным 0,8; $f_{\text{ж}}$ — площадь жиклера главной дозирующей системы, которая из предварительных расчетов, для обеспечения работы двигателя на стехиометрической смеси ($\alpha = 1$) без управляющего давления, принята равной $0,602 \cdot 10^{-6}$ м² (внутренний диаметр жиклера 0,875 мм); $\rho_{\text{дифф}}$ — разрежение в узком сечении диффузора, Па; $\rho_{\text{упр}}$ — управляющее давление (разрежение) в поплавковой камере карбюратора, так же как и $\rho_{\text{дифф}}$ влияющие на массу протекающего через жиклер топлива, Па; $P_T = 700$ кг/м³ — плотность бензина.

Подставив (2) и (3) в выражение для коэффициента избытка воздуха (1) и сделав соответствующие численные подстановки, получим простую зависимость, которая позволяет произвести численный анализ влияния управляющего давления на коэффициент избытка воздуха при различных значениях разрежения в диффузоре (различных нагрузках):

$$\alpha = \sqrt{\frac{\rho_{\text{дифф}}}{\rho_{\text{дифф}} + \rho_{\text{упр}}}}$$

На рисунке 4 приведены результаты численного анализа. Как видно из данных расчета, при нагрузке двигателя близкой к максимальной, когда дроссельная заслонка практически полностью открыта и расход воздуха при данных оборотах коленчатого вала наибольший, разрежение в диффузоре карбюратора достигает наибольших значений (кривая $\rho_{\text{дифф}} = 10$ кПа). При этом и размах управляющего давления достигает максимума. При снижении нагрузки (кривые с меньшими значениями $\rho_{\text{дифф}}$) управляющее давление может изменяться в меньшем диапазоне. При малых нагрузках, близких к холостому ходу (кривая $\rho_{\text{дифф}} = 2$ кПа) управляющее давление должно меняться незначительно от -50 кПа до $+110$ кПа для изменения состава смеси по коэффициенту избытка воздуха от 1,20 до 0,80.

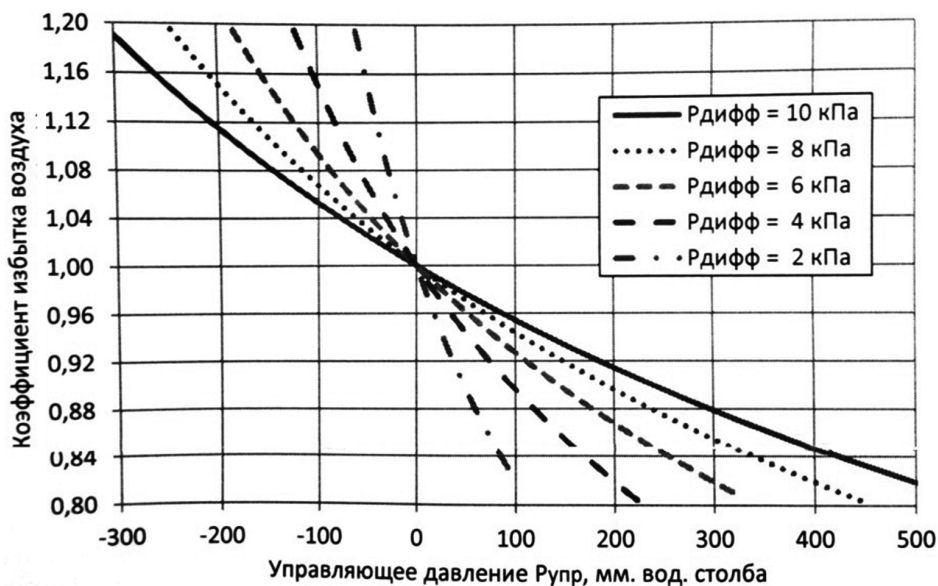


Рис. 4. Влияние управляющего давления $\rho_{\text{упр}}$ на коэффициент избытка воздуха α при постоянной нагрузке, определяемой разрежением в диффузоре карбюратора $\rho_{\text{дифф}}$

Таким образом, расчет показал, что предложенная система дистанционного регулирования состава горючей смеси в малоразмерном стационарном двигателе с искровым зажиганием при его стендовых испытаниях работоспособна и способна обеспечить изменение состава смеси во всем диапазоне изменения нагрузки двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Грибанов В.И., Орлов В.А.* Карбюраторы двигателей внутреннего сгорания. Л.: Машиностроение, 1966. 283 с.

THE REMOTE CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUEL MIXTURE COMPOSITION DURING STAND TESTING

A.A. Savastenko, M.V. Azanov, A.A. Savastenko

Department of Heat Engineering and Heat Engines
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Description of fuel mixture compound adjustment in internal combustion engines are receiving in the article, new methods of application with an improved construction and also all the necessary calculations are suggested.

Key words: adjusting characteristic, throttle, carburetor, nozzles, diffuser, ignitable mixture, depression, fuel consumption coefficient

REFERENCES

- [1] Griбанov V., Orlov V. Internal combustion engines carburators. L.: Mechanical engineering, 1966. 283 p. [Griбанov V.I., Orlov V.A. Karbyuratory dvigateley vnutrennego sgoraniya. L.: Mashinostroyeniye, 1966. 283 s.]