

Литература:

1 Тягово-динамические качества сельскохозяйственных тракторов с двигателями постоянной мощности /ЦНИИТЭИтракторсельхозмаш. Серия «Тракторы, самоходные шасси и двигатели, агрегаты и узлы».- Вып.11.- М.- 1980.- 40 с.

2 Матиевский Г.Д. Анализ показателей работы дизеля по характеристике постоянной мощности /Г.Д. Матиевский, С.П. Кулманакон //Ползуновский вестник.- №1.- 2010.- С. 13-20.

3 Алешков О.А. Повышение топливной экономичности многофункционального энерготехнологического комплекса оптимизацией скоростного режима первичного дизельного двигателя в его составе /О.А. Алешков, А.А. Малоземов //Ползуновский вестник.- 2009.- № 1-2.- С. 199-209.

4 Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов: учебник для вузов /В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др; под ред. В.Н. Луканина.- М.: Высшая школа, 2005.- 479 с.

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ВПУСКА В ЦИЛИНДР

Гришин Ю.А. (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Для организации численного расчета газообмена поршневого двигателя при впуске в цилиндр, например, методом распада произвольного разрыва, необходимо задание соответствующих граничных условий (ГУ) на впускном клапане.

В рассматриваемый момент времени расчета нестационарного течения известными являются:

1. Из экспериментальных продувок зависимость эффективной площади проходного сечения клапана $\mu F_k = f(\alpha)$, α – угол поворота коленчатого вала, или $f(h)$, h - ход открытия клапана; F_T - площадь проходного сечения на входе в клапанный канал (площадь проходного сечения соответствующего коллекторного патрубка). Можно сразу обозначить: $\bar{f} = \mu F_k / F_T$ (рис.1);

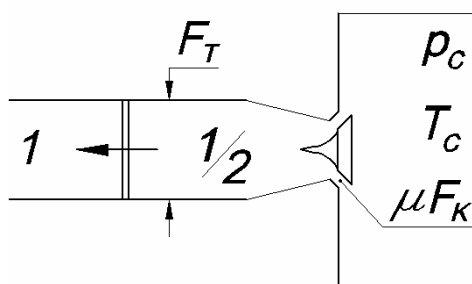


Рис.1. К расчету граничных условий на впускном клапане

2. Текущее давление в цилиндре $p_c = p_c^*$;

3. Параметры численного расчета в патрубке в первой ячейке: давление p_1 , плотность ρ_1 , скорость u_1 ;

Требуется определить потоковые параметры через границу у клапана: $p_{1/2}$, $\rho_{1/2}$, $u_{1/2}$.

Примем рациональные допущения:

1. Течение на коротком участке ГУ считается адиабатным, т.е. лишенным теплообмена с окружающей средой, тогда для температуры имеем: $T_{1/2}^* = T_c^*$.

2. Канал перед впускным клапаном и в самой клапанной щели является конфузорным, и на этом коротком участке потери незначительны. Коэффициент μ ($\mu < 1$) при этом фактически учитывает не столько потери, сколько неравномерность загрузки потоком клапанной щели (сечение κ). Поэтому $p_{1/2}^* = p_{\kappa}^*$.

3. При переходе через фронт отраженной от клапана элементарной простой волны скорость звука изменяется незначительно (при линеаризованном, «акустическом» расчете методом РПР это допущение и так используется). Поэтому для критической скорости звука $a_{кр}$ в зонах $1/2$ и 1 можно записать

$$a_{1/2\partial\partial} = a_{1\partial\partial} = a_{\partial\partial} = \sqrt{\frac{2k}{k+1} RT_1^*} = \sqrt{\frac{2kR}{k+1} \frac{T_1}{t(I_1)}} \quad (1)$$

Значение скоростей выражается с использованием параметра приведенной скорости λ :

$$u = a_{\partial\partial} \lambda. \quad (2)$$

Основные расчетные соотношения.

Для перехода через фронт отраженной от клапана элементарной волны имеем:

$$p_{1/2} - p_1 = (u_1 - u_{1/2}) a_1 r_1 \quad (3)$$

или иначе:

$$p_{1/2} = p_1 + u_1 a_1 r_1 - a_{\partial\partial} \lambda_{1/2} a_1 r_1. \quad (4)$$

Расход между сечениями $1/2$ и клапанной щели с использованием газодинамических функций [1]:

$$m \frac{F_T p_{1/2}^* q(I_{1/2})}{\sqrt{T_{1/2}^*}} = m \frac{m F_{\partial} p_{\partial}^* q(I_{\partial})}{\sqrt{T_{\partial}^*}}$$

или иначе

$$m \frac{F_T p_{1/2} y(I_{1/2})}{\sqrt{T_{1/2}^*}} = m \frac{m F_{\partial} p_{\partial} y(I_{\partial})}{\sqrt{T_{\partial}^*}}.$$

С учетом допущений 1 и 2 соответственно:

$$q(I_{1/2}) = \bar{f} q(I_{\partial}); \quad (5)$$

$$p_{1/2} y(I_{1/2}) = p_{\partial} \bar{f} y(I_{\partial}). \quad (6)$$

Вначале следует определить направление течения через клапан.

При подстановке в уравнение (3) в качестве граничного p величины давления, равного значению текущего давления в цилиндре $p_{\kappa} = p_c$, получим некоторое предварительное значение скорости

$$u_{1/2n} = u_1 + \frac{p_1 - p_c}{a_1 r_1}, \quad (7)$$

которое определяет направление течения через клапан.

Если $u_{1/2n} \geq 0$, то происходит втекание из патрубка в цилиндр.

Если $u_{1/2n} < 0$, то имеем режим заброса отработавших газов из цилиндра в систему впуска.

При втекании возможно наступление критического режима. Определим момент момента наступления критики ($\lambda_{\kappa} = 1$). В этот момент из (5) будем иметь:

$$q(I_{1/2\partial\partial}) = \bar{f}, \quad (8)$$

откуда с помощью итераций или, заменяя функцию q уравнением 3-й степени от λ и отыскивая его корень в реальном диапазоне $0 \dots 1$, определим $\lambda_{1/2кр}$.

Подставим это значение в (4):

$$p_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}} = p_1 + u_1 a_1 r_1 - a_{kp} I_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}} a_1 r_1. \quad (9)$$

Поскольку в докритическом режиме и в момент наступления критики $p_k = p_c$, из (6) для значения давления в цилиндре, соответствующего моменту критики, имеем:

$$p_{c\dot{\epsilon}\dot{\delta}} = \frac{p_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}} y(I_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}})}{y(I_k = 1) \bar{f}} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \frac{p_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}} y(I_{1/2\dot{\epsilon}\dot{\delta}})}{\bar{f}}. \quad (10)$$

Очевидно, при $p_c < p_{cкр}$ необходим расчет по методике сверхкритического перепада давления, когда фиксируется $\lambda_k = 1$, а при $p_c \geq p_{cкр}$ используются методика докритического расчета.

Докритический расчет.

Необходимо проведение итераций. Целесообразно задаваться значениями λ_k в диапазоне $[0; 1]$. С помощью (5) находим $\lambda_{1/2}$, затем, с помощью (2) - $u_{1/2}$.

Поскольку потери в клапанном канале отсутствуют, и $p_k = p_c$,

$$p_{1/2} = p_c \frac{p(I_{1/2})}{p(I_k)}. \quad (11)$$

Найденные $p_{1/2}$ и $u_{1/2}$ подставляются в (3). Равенство должно выполняться с наперед заданной точностью. В противном случае выполнять пересчет до выполнения равенства (3).

Сверхкритический расчет.

Поскольку приведенная скорость в клапанной щели λ_k на этом режиме будет равна единице при любом сверхкритическом перепаде давлений, для определения $\lambda_{1/2}$ и $p_{1/2}$ будут справедливы уравнения (8) и (9).

Литература:

5. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. В 2 ч. Ч.1.- М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1991.-600 с.

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ВЫПУСКА ИЗ ЦИЛИНДРА

Гришин Ю.А. (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

При расчете нестационарного истечения из цилиндра поршневого двигателя в выпускной трубопровод необходимо задание граничных условий (ГУ) на выпускном клапане, которые учитывают движение элементарных волн от клапана по трубопроводу.

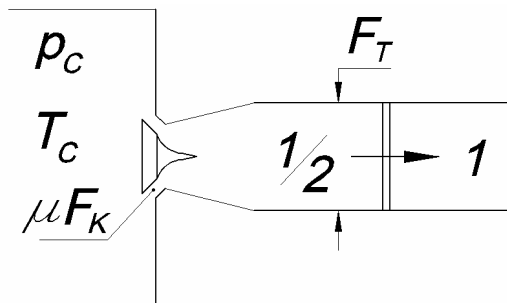


Рис.1. К расчету граничных условий на выпускном клапане

Для расчетного момента времени известными являются: