

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРУИ ТОПЛИВА ПРИ ВПРЫСКЕ В КАМЕРУ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ

М.Г. Крупский, к.т.н., доцент, В.Ю. Рудаков, инженер
Коломенский институт (филиал) Московского государственного открытого университета

Представлена методика расчета геометрических параметров струи распыленного топлива. Отличительная особенность методики заключается в возможности проводить расчет с учетом влияния на закономерности протекания процесса распыливания реальных текущих характеристик осциллограммы впрыскивания.

Разработка методики базировалась на экспериментальных исследованиях особенностей распространения струи распыленного топлива (СРТ) в бомбе, имитирующей камеру сгорания среднеоборотного дизеля и заполненной сжатым воздухом при температуре окружающей среды.

Исследования показали, что при использовании нормальной закрытой форсунки на время t_s перемещения вершины СРТ (S) до любого фиксированного ее положения оказывает влияние рабочий участок осциллограммы давления топлива перед распыливающими отверстиями, ограниченное временем t_p , существенно меньшим t_s .

На рисунке представлена схема экспериментального определения времени t_s для любого произвольно выбранного значения времени t_p .

Следует отметить, что в период времени от t_p до t_s процесс подачи осуществляет перераспределение количества распыленного топлива по объему струи и практически не оказывает влияния на продвижение ее вершины. При этом было высказано вполне обоснованное предположение, что за промежуток времени $\Delta t = t_s - t_p$ капли, вылетающие в конце рабочего участка, переместятся в спутном потоке воздуха на расстояние $S_k = S$.

Экспериментально было установлено, что Δt уменьшается с ростом P_{\max} и возрастает с увеличением плотности воздушного заряда и уменьшением диаметра соплового отверстия. Во всех случаях Δt возрастает по мере продвижения вершины СРТ к S_{\max} .

При экспериментальных исследованиях обычно ограничиваются определением длины S и угла конуса α СРТ при различных значениях времени, в результате чего получают зависимости $S = f_1(t)$ и $\alpha = f_2(t)$.

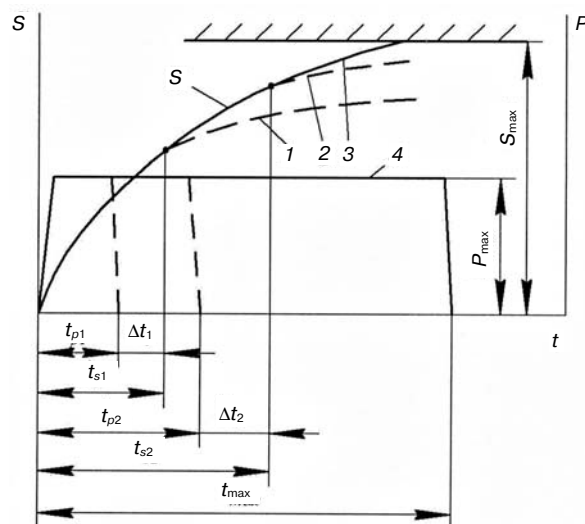


Рис. Схема экспериментального определения t_s : 1, 2, 3 — зависимости $S = f(t)$ для осциллограмм впрыскивания, соответственно ограниченных временем t_{p1} , t_{p2} , и t_{\max} ; 4 — осциллограмма давления топлива перед распыливающим отверстием при использовании микроэлектронной аккумуляторной системы топливоподачи

Для определения S на основном участке впрыскивания по аналогии с [1] воспользуемся функциональной зависимостью вида

$$\alpha_u = f_3(W_e; M; \rho), \quad (1)$$

где $\alpha_u = \frac{d_c \cdot U_c \cdot t_s}{S^2 \cdot \sqrt{2}}$ — коэффициент свободной

турбулентности; $W_e = \frac{U_c^2 \cdot \rho_T \cdot d_c}{\sigma_T}$ — критерий

Вебера; $M = \frac{\mu_T^2}{\rho_T \cdot d_c \cdot \sigma_T}$ — критерий распыли-

вания; $\rho = \frac{\rho_B}{\rho_T}$.

Здесь $U_c = \mu_c \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{cp}}{\rho_T}}$ — условная скорость

вылета топлива из соплового отверстия распылителя форсунки;

ΔP_{cp} — среднеинтегральный перепад давления топлива за время t_p ; ρ_T — плотность топлива; ρ_B — среднеинтегральное значение плотности воздуха за время t_s ; d_c — диаметр соплового отверстия;

μ_τ — коэффициент динамической вязкости топлива; σ_τ — коэффициент поверхностного натяжения топлива; μ_c — коэффициент расхода.

В результате обработки экспериментальных данных имеем

$$\alpha_u = 0,553 \cdot W_e^{0,0725} \cdot M^{0,207} \cdot \rho^{0,917}. \quad (2)$$

Для определения влияния Δt на продвижение лидирующих капель, вылетающих в конце рабочего участка, выбрана функциональная зависимость

$$\frac{S_k}{d_c} = f_4(W_{ек}; M; \rho_k; \Theta), \quad (3)$$

где $\Theta = \frac{\Delta t^2 \cdot \sigma_\tau}{\rho_\tau \cdot d_c^3}$ — критерий нестационарности процесса.

При этом осредненная количественная зависимость имеет вид

$$\frac{S_k}{d_c} = 41,807 \cdot \frac{W_{ек}^{0,161} \cdot \Theta^{0,211} \cdot M^{0,175}}{\rho_k^{0,291}}. \quad (4)$$

Критерий $W_{ек}$ в этом случае определяется с учетом скорости лидирующих капель, подсчитан-

ной при действительном перепаде давления топлива Δp_k в конце рабочего участка, а критерий ρ_k — для среднеинтегрального значения плотности воздушного заряда в промежутке времени от t_p до t_s .

Необходимо отметить, что формула (4) была получена при обработке экспериментальных материалов в пределах $S = 55 \dots 105$ мм:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,00355 \cdot \frac{W_e^{0,181} \cdot \rho^{0,375}}{M^{0,33}}. \quad (5)$$

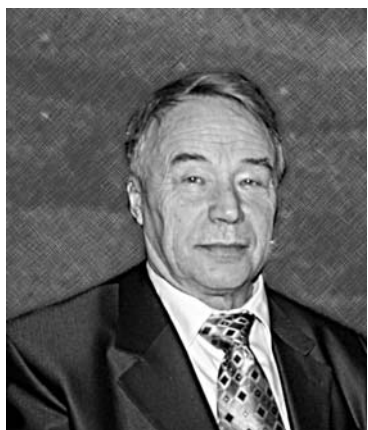
Действительное значение t_s при любой произвольно выбранной величине t_p определяется из условия $S_k = S$ (см. формулы (2) и (4)). Далее для каждой расчетной точки находим угол конуса СРТ.

Апробирование методики для различного вида осциллограмм давления топлива перед распыливающими отверстиями, включая осциллограммы традиционных гидромеханических систем, указывает на хорошую точность результатов расчета и простоту техники вычислений.

Литература

1. *Лышевский А.С.* Распыливание топлива в судовых дизелях. — Л.: Судостроение, 1971. — 248 с.

ЮБИЛЕЙ!



Эдуарду Михайловичу Мохнаткину 70 лет

29 декабря 2007 г. исполнилось 70 лет

Эдуарду Михайловичу Мохнаткину, доктору технических наук, профессору, академику нескольких отраслевых академий, автору более 200 научных трудов, переведенных на многие иностранные языки, и более 50 изобретений по тематике создания и применения высокоэффективных горючесмазочных материалов

Эдуард Михайлович Мохнаткин в течение многих лет был и остается ведущим в отрасли специалистом-химмотологом. Долгие годы он руководил химмотологическим исследовательским центром Министерства оборонной промышленности СССР. Под его руководством и при его непосредственном участии был выполнен ряд комплексных научно-исследовательских работ по созданию и внедрению высокоэффективных универсальных топлив, масел, смазок и специальных жидкостей, применение которых существенно повысило ресурс и надежность двигателей и гусеничных машин.

Известный ученый и крупный специалист профессор Мохнаткин Э. М. посвятил много лет работе в составе ученого совета по трению и износу при президиуме Академии Наук, был членом Комиссий научной экспертизы при Госстандарте СССР и РФ, а также членом различных научных Всесоюзных и Всероссийских Комитетов, связанных с испытаниями и эффективным применением горюче-смазочных материалов для транспортной техники.

Под его руководством в 1999 г. был создан Центр сертификации топливно-энергетических ресурсов, работу которого он возглавляет и в настоящее время.

В напряженном рабочем графике проф. Мохнаткина Э.М. как и прежде находится время для общественной научной работы в качестве постоянного консультанта и эксперта таких ведущих издательств, как журнал «За рулем», «Трение и износ» и др.

Коллектив АНО «Центр сертификации топливно-энергетических ресурсов», друзья и коллеги поздравляют Э.М. Мохнаткина с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в деле, которому он посвятил всю свою жизнь.