

СЕКЦИЯ 1

МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 656

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОКОФОРСИРОВАННОГО ДИЗЕЛЯ С СИСТЕМОЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ COMMON RAIL

Беть Сергей Геннадьевич

Белорусский национальный технический университет

bet.sergey@mail.ru

Двигатели внутреннего сгорания и в особенности двигатели транспортных средств значительную часть времени работают в условиях динамического нагружения. Неустановившиеся режимы работы занимают до 80 % их времени эксплуатации. Техничко-экономические показатели двигателей на этих режимах резко отличаются от показателей на стационарных режимах. Особенно это характерно для высокофорсированных дизелей с наддувом. Улучшение экономических показателей и экологических характеристик дизелей в условиях динамического нагружения является важнейшей задачей в области экономии энергетических ресурсов и охраны окружающей среды на современном этапе развития техники и технологий. Использование математического моделирования позволяет исследовать данные процессы и найти рациональные пути решения вышестоящей задачи.

Математическая модель в общем виде представлена следующими уравнениями [1], [2], [3]:

уравнение двигателя (1);

уравнение турбокомпрессора с регулируемым наддувом (2);

уравнение впускного коллектора (3);

уравнение промежуточного охладителя с регулятором температуры наддувочного воздуха (4);

уравнение выпускного коллектора (5);

уравнение управления системой топливоподачи Common Rail (6);

уравнение продолжительности управляющего импульса на электромагнит форсунки (7).

$$\frac{d\omega}{d\varphi} = \frac{(M_i - M_c - M_n)}{J_m \cdot 6 \cdot n}; \quad (1)$$

$$\frac{d\omega_{m.k}}{d\varphi} = \frac{M_m - \Delta M_{m.k} - M_k}{J_{m.k} \cdot 6n}; \quad (2)$$

$$\frac{dP_k}{dt} = 10^{-3} P_k n_{\text{вк}} \left(G_k - \sum_{i=1}^n \frac{dG_i}{d\varphi} \cdot 6n \right) / V_s \rho_k \cdot 6n; \quad (3)$$

$$\begin{cases} G_a = C_{pa}(T_\kappa - T'_s) - g_a C_{pa} \frac{dT'_s}{dt} = \alpha_a F_a (T_s - T_\theta), \\ G_w = C_{pw}(T_w - T_\theta) + g_w C_{pw} \frac{dT_w}{dt} = \alpha_w F_w (T_\theta - T_w), \\ \alpha_a F_a (T'_s - T_\theta) - \alpha_w F_w (T_\theta - T_w) = G_m C_m \frac{dT_\theta}{dt}; \end{cases} \quad (4)$$

$$\frac{dP_{Tr}}{dt} = 10^{-3} n_m P_{Tr} (G_r - G_{z.m}) / (V_{вып.} \rho_m \delta n), \quad (5)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial P_\phi}{\partial t} = \frac{1}{V_\phi \beta^{\text{эфф}}} [U_{mp} f_{mp} - U_{кан} f_{кан}], \\ \frac{\partial P_m}{\partial t} = \frac{1}{V_\phi \beta^{\text{эфф}}} \left[\mu_{жс} f_{жс} \sqrt{\frac{2}{\rho} |P_\phi - P_m|} - \mu_m f_m \sqrt{\frac{2}{\rho} |P_m - P_{слив}|} - Q_{ум}^m \right], \\ \frac{\partial P_{расн}}{\partial t} = \frac{1}{V_{расн} \beta^{\text{эфф}}} \left[U_{кан} f_{кан} - Q_{ум}^{расн} - \mu_{расн} f_{расн} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_{расн} - P_{цил})} - F_{угл} \frac{dh_{угл}}{dt} \right], \\ \frac{\partial B_{унр}}{\partial t} = \mu_m F_m \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_\phi - P_m)}, \\ \frac{\partial B_u}{\partial t} = \mu_{расн} F_{расн} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_{расн} - P_u)}. \end{cases} \quad (6)$$

$$\tau_{впр} = f \left(\min \left\{ B_{Ц}^{озр}; (B_{Ц} + \Delta B_{Ц}^{охл}) \right\}, P_{ак}^{\delta} \right) \times K_{мон} \times K_V \times K_{pez} \times K_{U12}, \quad (7)$$

Полученная математическая модель, позволяет исследовать динамические характеристики и показатели топливной экономичности высокофорсированного дизеля в условиях динамического нагружения с применением топливной системы Common Rail.

Литература

1. Вершина Г. А. Диссертация: Переходные процессы тракторного дизеля с наддувом, особенности его динамических и экономических качеств и обоснование оптимальных параметров системы САРЧ. – Минск, 1991.
2. Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2014 г.). – СПб: Заневская площадь, 2014. – 134 с.
3. Прохоренко А. А. Алгоритм электронного управления топливоподачей дизеля с системой CommonRail. Теоретические основы / А. А. Прохоренко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2009. – № 2. – С. 69–74.