

КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВИБРОАКТИВНОСТИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

О.К. Безюков, д.т.н., проф.,

ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций

О.В. Афанасьева

ГОУ ВПО Северо-Западный государственный заочный технический университет

Методы моделирования вибрационных процессов являются одним из важнейших инструментов исследования вибраций ДВС для большинства дизелестроительных фирм мира.

Для исследования вибраций дизелей и повышения эффективности информативности процесса их вибродиагностирования предлагается использовать методы теории подобия и анализ размерностей.

На основе теоретического анализа системы уравнений, описывающих колебания втулки цилиндра, используя методы теории подобия, получены следующие критерии:

➤ критерий подобия, позволяющий оценить влияние на уровень вибраций втулок и блоков

цилиндров от перекаладки поршня в тепловом зазоре:

$$\pi_1 = s(D_{\text{вт}} + kD_6)S_{\text{п}}^{-2} \cdot D_{\text{ц}}^{-2} \cdot p_z^{-1},$$

где $D_{\text{вт}}$ — жесткость втулки; D_6 — жесткость блока; $S_{\text{п}}$ — ход поршня; $D_{\text{ц}}$ — диаметр цилиндра; p_z — максимальное давление цикла; s — виброперемещение; k — эмпирический коэффициент, зависящий от конструктивных особенностей ДВС и демпфирующих свойств его материалов;

➤ критерий, позволяющий учитывать зависимость виброскорости от плотности материала и проводить замеры виброскорости на поверхности блока цилиндров:

$$\pi_2 = \rho \cdot h \cdot s \cdot n^2 \cdot p_z^{-1},$$

где h — толщина втулки; ρ — плотность материала; n — частота вращения коленчатого вала.

На основе анализа размерностей получен критерий подобия, позволяющий оценивать влияние на уровень вибраций втулок и блоков цилиндров от перекладки поршня в тепловом зазоре:

$$\pi_3 = (D_{\text{вт}} + c \cdot D_{\text{б}})^{-1} \cdot N_{\text{max}} \delta,$$

где N_{max} — максимальное значение боковой силы; δ — величина зазора между тронком поршня и зеркалом втулки цилиндра; c — эмпирический коэффициент, зависящий от конструктивных особенностей ДВС и демпфирующих свойств его материалов.

Для определения зависимости уровня вибрации от вышеперечисленных факторов было построено критериальное уравнение виброскорости,

которое зависит от интенсивности как механического, так и газодинамического воздействия на детали остова:

$$\bar{V} = C \cdot \omega \cdot S_{\text{п}} (p_z \cdot \rho^{-1} \cdot h^{-1} \cdot n^{-2})^r \left[(D_{\text{вт}} + c \cdot D_{\text{б}})^{-1} \cdot N_{\text{max}} \delta \right]^n \times \left[(D_{\text{вт}} + k \cdot D_{\text{б}})^{-1} \cdot S_{\text{п}} \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot p_z \right]^n.$$

Таким образом, получены безразмерные комплексы, отражающие вибрационные характеристики судового дизеля, позволяющие анализировать показатели виброактивности с учетом величин зазоров в кинематических парах, жесткости конструктивных элементов, параметров рабочего процесса, а также определять степень изношенности деталей, и, следовательно, существенно повысить информативность процесса вибродиагностирования ДВС.