

УДК 621.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДВС

А. С. ВОРОНИН, В. А. СИНИЦЫН

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
Барнаул, Россия

Теплонапряжённость ЦПГ является понятием очень ёмким и сложным. Это понятие может быть отнесено к отдельной детали, или же к её части, либо ко всему двигателю.

Во время работы двигателя наиболее значительным тепловым нагрузкам подвергаются поршни, головки блока цилиндров, гильзы и клапаны.

Наметившиеся тенденции увеличения цилиндрических мощностей дизелей приводят к тому, что термические напряжения на деталях ЦПГ значительно увеличиваются. Поэтому вопрос оценки теплового режима работы этих деталей крайне актуален для двигателестроения.

При проектировании ДВС возникают две противоположные задачи:

1) уменьшение отвода теплоты от рабочего тела в целях снижения потерь в рабочем цикле (теплоизоляция детали);

2) обеспечение необходимого охлаждения деталей ЦПГ для их защиты от высокотемпературного воздействия со стороны рабочего тела, что, безусловно, приводит к уменьшению КПД ДВС (интенсификация теплоотвода).

Предварительная оценка и последующее регулирование теплонапряженности деталей ЦПГ является одной из главных задач современного двигателестроения.

В расчетной практике двигателестроения наряду с различными расчетными методами достаточно широко применяется критериальный метод оценки теплонапряженности деталей ЦПГ, который позволяет с наименьшими затратами оценить уровень теплонапряженности деталей.

Принципиальная возможность появления критериев основана на подобном характере изменения температур сходственных деталей двигателей самого различного типа в зависимости от нагрузки, частоты вращения, давления наддува и других параметров [1, 2].

Более универсальным является критерий проф. А. К. Костина, пропорциональный тепловому потоку через днище поршня дизеля, позволяющий оценивать в условных единицах теплонапряженность поршня (и в значительной мере других деталей) в зависимости от параметров рабочего процесса и режимов работы двигателей [3]:

$$q_n = b_n \cdot C_m^{0,5} \cdot \left(\frac{D}{\eta_v \cdot \rho_k} \right)^{0,38} \cdot \left(P_e \cdot g_e \cdot \frac{T_k}{T_0} \right)^{0,88},$$

где b – коэффициент (для четырехтактных ДВС $b = 1$); C_m – средняя скорость

поршня, м/с; D – диаметр цилиндра, дм; η_v – коэффициент наполнения; P_k, T_k – давление, кг/см², и температура воздуха, К, перед впускными органами; $T_o = 298$ К; P_e – среднее эффективное давление, кг/см²; g_e – удельный эффективный расход топлива, кг/(л. с.·ч).

Температура поршня изменяется пропорционально критерию q_n :

$$t_n = t_{охл} + 103 \cdot a \cdot q_n,$$

где a – коэффициент ($a = 0,25 \dots 0,35$ – для поршней из материала с высокой теплопроводностью и охлаждаемых поршней; $a = 1$ – для центра днища чугунного неохлаждаемого поршня дизеля); $t_{охл}$ – температура охлаждающей жидкости (масла).

В большом диапазоне изменения P_e температура поршня изменяется по закономерностям, близким к линейным [2], и имеет вид:

$$t = a + b \cdot P_e.$$

Для оценки теплового состояния поршня двигателя УТД-29 был разработан собственный критерий теплонапряженности t_n :

$$t_n = 271,096 - 7,044 \cdot P_e.$$

Также были проведены необходимые расчеты, анализ которых позволил предложить варианты форсирования данного двигателя до расчетных значений без конструктивных изменений поршня (рис. 1).

	Ne, л.с	Me, Нм	Pe, кг/см2	qп	tп., °С
Ne max. n=2600 мин ⁻¹	450	1214,87	5,879	4,52	229,68
Ne1 max. (+100л.с.) n=2600 мин ⁻¹	550	1484	7,18	5,39	266
Ne2 max. (+150л.с.) n=2600 мин ⁻¹	600	1619	7,84	5,82	280
Увеличение параметра, %	18-25	18-25	18-25	16-22	13-18

Рис. 1. Расчетные значения t_n при форсировании двигателя

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Нечаев, Л. В.** Температурное состояние деталей ДВС и его регулирование: учебное пособие / Л. В. Нечаев, В. А. Сеницын. – 2-е изд., доп. и перераб. – Барнаул: АлтГТУ, 2001. – 152 с.: ил.
2. **Сеницын, В. А.** Косвенные критерии теплового состояния деталей ЦПГ двигателей внутреннего сгорания / В. А. Сеницын, Л. В. Нечаев // Ползуновский альманах. – 2009. – № 4. – С. 107–112.
3. **Костин, А. К.** Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания / А. К. Костин, В. В. Ларионов, Л. И. Михайлов. – Ленинград: Машиностроение, 1979. – 222 с.