

УДК 621.43

А.В.Тимофеев (асп., каф. ДВС), А.Ю.Шабанов, к.т.н., доц.

## ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ЕГО РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ И СКОРОСТЬ ИЗНОСА СОПРЯЖЕНИЙ

Известно что, реальное состояние поверхностей трения цилиндрично-поршневой группы и подшипников коленчатого вала (шероховатость, наличие, величина и расположение дефектов трения) оказывает заметное влияние на технико-экономические показатели ДВС.

В настоящее время не существует расчетных методик, способных отследить изменение параметров работы узлов трения в увязке с параметрами, характеризующими качество поверхностей.

В методике используются расчетные соотношения, построенные для вычисления гидродинамических подъемных сил в узлах трения «поршень – поршневое кольцо – гильза цилиндра» и «подшипник коленчатого вала». Основным уравнением используемой системы является уравнение Рейнольдса:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 6\mu U \frac{\partial h}{\partial x} + 12\mu \frac{\partial h}{\partial t}$$

Расчетные соотношения дополнены введением коэффициентов «эффективности использования поверхности»  $\Omega$ , учитывающих реальное состояние поверхностей трения. Принимается, что  $\Omega = \Omega(Ra, Ro, Kд, Hд)$ , где  $Ra$  и  $Ro$  – параметры шероховатости поверхности. Эти параметры характеризуют реальное состояние поверхностей трения – средней высоты микропрофиля  $Ro$  и амплитудной высоты  $Ra$ , а также среднего относительного размера и количества дефектов трения  $Hд$  и  $Kд$ .

При этом величина коэффициента эффективной площади определяется соотношением реальной гидродинамической подъемной силы и рассчитанной для идеального состояния поверхности:

$$\Omega_{п} = P_{ГДреал} / P_{ГДид} .$$

Для определения параметров  $\Omega$  проводятся многовариантные расчеты численных моделей узлов трения для плоских и цилиндрических подшипников с различными профилями рабочих поверхностей в заданном спектре изменения чисел Рейнольдса. Решение задач гидродинамики слоистых течений проводится с использованием численных методов.

В результате проведения численного эксперимента получены регрессионные зависимости, связывающие коэффициент эффективности использования поверхности с параметрами состояния узла трения.

Введение этих зависимостей в ранее разработанные методики расчета гидродинамики сопряжений трения ЦПГ и коленчатого вала позволяет расширить область их применения на двигатели с произвольной степенью износа.

С ухудшением состояния поверхности растет мощность механических потерь. Так для двигателя ВАЗ-2111 стандартной комплектации при изменении коэффициента использования поверхности в диапазоне  $\Omega=1...0,8$  получено изменение мощности механических потерь в диапазоне 80...100 Вт.

Оценивая важность коэффициента использования поверхности, следует отметить, что:

1) потери мощности трения в ЦПГ в значительной степени зависят не только от режима работы двигателя, но и от состояния его поверхностей трения, что можно учитывать в расчетах и подтверждается полученными нами данными;

2) безусловным преимуществом предложенного коэффициента является его универсальность, т.е. возможность его учета для оценки потерь на трение как в цилиндро-поршневой группе, так и в подшипниках коленчатого вала двигателя.

Эти положения доказывают жизнеспособность предложенного коэффициента, как определяющего параметра, учитывающего состояние поверхностей трения.