

Автомобильные двигатели

4. Методы определения механических потерь

В результате сгорания топлива и осуществления рабочего цикла сгоревшие газы внутри цилиндров двигателя развивают **индикаторную мощность N_i** , кВт.

Эффективная мощность двигателя N_e , снимается с коленчатого вала двигателя, она меньше на величину **мощности механических потерь N_m** :

$$N_e = N_i - N_m \text{ или } p_e = p_i - p_m.$$

Мощность механических потерь складывается из потерь на все виды механического трения $N_{тр}$, привод вспомогательных узлов и механизмов $N_{вм}$ (насосов систем охлаждения, смазки и питания, вентилятора, генератора, механизма газораспределения и др.), осуществление газообмена $N_{газ}$ (вентиляционные потери, потери во впускном и выпускном трактах и на газообмен (насосные потери)), на приведение в действие компрессора или продувочного насоса $N_{к}$

Мощность, затрачиваемая на механические потери

$$N_m = N_{тр} + N_{вм} + N_{газ} + N_k$$

Механические потери оцениваются механическим КПД

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{P_e}{P_i}$$

Можно также записать

$$P_m = P_{тр} + P_{вм} + P_{газ} + P_k ,$$

где $P_{тр}$ — среднее давление механических потерь на трение;

$P_{вм}$ — среднее давление механических потерь на привод вспомогательных механизмов;

$P_{газ}$ — среднее давление механических потерь на процесс газообмена;

P_k — среднее давление механических потерь на привод компрессора.

Взаимосвязь различных КПД

$$\eta_e = \eta_m \eta_i$$

Индикаторный КПД η_i показывает какая часть выделившейся при сгорании топлива теплоты превращается в индикаторную работу газов внутри цилиндра двигателя.

Эффективный КПД η_e показывает какая часть выделившейся при сгорании топлива теплоты превращается в эффективную работу на коленчатом валу двигателя.

Механический КПД η_m показывает какая часть индикаторной работы газов внутри цилиндра превращается в эффективную работу на коленчатом валу двигателя.

Среднее индикаторное давление p_i – это такое условное постоянное давление газов внутри цилиндра, которое будучи приложенным к днищу поршня при его движении от ВМТ до НМТ, совершает такую же работу как в действительном цикле совершают газы при переменном давлении во время рабочего хода.

Для определения мощности механических потерь применяется несколько методов:

- 1) индицирования;
- 2) прокрутки;
- 3) отключения цилиндров.

1. Метод индицирования двигателя

Сущность метода заключается в снятии индикаторных диаграмм на работающем двигателе с последующей их обработкой по специальному алгоритму с использованием прикладного программного обеспечения.

Для снятия индикаторной диаграммы в камеру сгорания устанавливается датчик давления и записывается зависимость давления от угла поворота коленчатого вала на работающем двигателе.

Достоинства:

отличается наиболее высокой точностью результатов.

Недостатки:

требует наличия специальной аппаратуры для индицирования и программного обеспечения для обработки результатов.

2. Метод прокрутки

Прогретый до рабочих температур масла и жидкости в системе охлаждения двигатель выводят на номинальный режим работы и определяют эффективную мощность N_e . Затем выключают зажигание или подачу топлива и восстанавливают электродвигатель частоту вращения. При этом определяют по показаниям весового устройства тормоза мощность механических потерь.

Достоинства:

- 1) самый простой;
- 2) обладает высокой стабильностью показаний и широко применяется в качестве контрольного при проведении стендовых испытаний однотипных двигателей .

Недостатки:

самый неточный метод с ошибкой до 10...12%, так как двигатель быстро остывает при отсутствии сгорания топлива.

3. Метод отключения цилиндров

Сущность метода заключается в поочередном отключении цилиндров работающего двигателя и измерении его мощности без соответствующего цилиндра. Предварительно на прогретом двигателе измеряется его эффективная мощность N_e при работе на всех цилиндрах.

$$N_e = N_i - N_M, \text{ или}$$

$$N_e = N_{i1} + N_{i2} + N_{i3} + N_{i4} - N_M. \quad (1)$$

Отключаем 1-й цилиндр:

$$N_{e(-1)} = N_{i2} + N_{i3} + N_{i4} - N_M \quad (2)$$

Вычитаем из уравнения 1 уравнение 2:

$$N_e - N_{e(-1)} = N_{i1}$$

Включаем 1-й цилиндр и отключаем 2-й цилиндр, повторяем замеры и расчеты аналогично со всеми остальными цилиндрами. Получаем индикаторные мощности всех цилиндров, складываем их и получаем индикаторную мощность всего двигателя.

$$N_i = N_{i1} + N_{i2} + N_{i3} + N_{i4}$$

$$N_M = N_i - N_e$$

Достоинства метода:

простой и достаточно точный.

Недостатки:

обладает достаточной точностью для двигателей с числом цилиндров 4 или более.