

Корогодский Владимир Анатольевич, к.т.н., доцент, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, korogodskiy@mail.ru, (066) 229-60-67,

Савенко Василий Васильевич, к.т.н., доцент, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта,

Стеценко Оксана Николаевна, аспирант, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНОГО КПД ДВУХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ

Двухтактные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с искровым зажиганием (ИЗ) имеют ряд преимуществ по сравнению с четырехтактными двигателями по удельной мощности, удельному весу и удельному объему. Однако при этом, двухтактные двигатели с ИЗ и внешним смесеобразованием имеют два существенных недостатка – это повышены расход топлива и значительные выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Низкий уровень экономических и экологических характеристик таких двигателей обусловлен потерей части топлива при продувке (10–30%). Исключить потери топлива при продувке в двухтактном ДВС с ИЗ возможно путем организации внутреннего смесеобразования с применением непосредственного впрыскивания топлива (НВТ). При этом, применение НВТ в ДВС с ИЗ позволяет повысить степень сжатия и за счет организации сгорания расслоенного топливно-воздушного заряда позволяет дополнительно снизить расход топлива, а также значительно снизить и выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Для сравнения уровня двухтактных ДВС с ИЗ и различными способами организации рабочих процессов при внутреннем и внешнем смесеобразовании необходимо использовать индикаторные показатели работы двигателя. Сравнение индикаторного КПД (η_i) двухтактного двигателя с ИЗ при внешнем смесеобразовании (карбюраторная система питания) и внутреннем смесеобразовании (система питания с НВТ) в существующей в настоящее время формулировке оказалось не вполне подходящим. В соответствии с общеизвестной теорией ДВС величина η_i определяется зависимостью:

$$\eta_i = \frac{L_i}{G_m \cdot Q_H^P}, \quad (1)$$

где L_i – индикаторная работа газов в цилиндре двигателя за цикл, кДж/цикл;

G_m – цикловая подача топлива, кг/цикл;

Q_H^P – низшая рабочая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

При внешнем смесеобразовании во время протекания процессов газообмена в двухтактном двигателе с ИЗ часть поступившей топливно-

воздушной смеси и соответственно топлива теряется в процессе газообмена при продувке. Расход топлива G_m можно представить в виде двух составляющих:

$$G_m = G_{m.цил} + G_{m.прод}, \quad (2)$$

где $G_{m.цил}$ – часть цикловой подачи топлива, которая участвует в процессе сгорания в цилиндре, кг;

$G_{m.прод}$ – часть цикловой подачи топлива, которая потеряна при продувке цилиндра, кг.

Если, для двухтактных двигателей с внешним и внутренним смесеобразованием индикаторный КПД определять по формуле (1), то сравнение этих двигателей по η_i будет некорректным. Для двигателей с внешним смесеобразованием в величине индикаторного КПД будет учитываться количество топлива, которое не участвовало в сгорании, из-за чего величина КПД будет неоправданно занижена. Сравнение будет корректным, если в величине индикаторного КПД для всех двигателей учитывать ту часть цикловой подачи топлива, которая участвовала в процессе сгорания. То есть, индикаторный КПД нужно определять по формуле:

$$\eta_i = \frac{L_i}{G_{m.цил} \cdot Q_H^p}. \quad (3)$$

Индикаторные КПД η_i и η_i' связаны между собой соотношением:

$$\eta_i' = \frac{L_i}{(G_m - G_{m.прод}) \cdot Q_H^p} = \frac{L_i}{G_m \cdot (1 - \Psi_m) \cdot Q_H^p} = \frac{\eta_i}{1 - \Psi_m}, \quad (4)$$

где $\Psi_m = \frac{G_{m.прод}}{G_m}$ – коэффициент потерь топлива при продувке.

Использование предложенной зависимости определения индикаторного КПД η_i' вместо η_i позволяет получать более объективную информацию об индикаторных показателях двухтактных двигателей, корректно сравнивать их значения при внутреннем и внешнем смесеобразовании, поэтому может быть рекомендовано для практического применения в теории ДВС.