

И. П. ТЕРСКИХ

ТРЕХРЕЖИМНЫЙ ПАРЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Сельское хозяйство страны ежегодно получает новые тракторы. Наряду с улучшением качества и увеличением долговечности тракторов повышается и мощность их двигателей. Однако отсутствие соответствующих по мощности тормозных установок затрудняет испытания мощных тракторов в хозяйственных условиях. Между тем, необходима проверка тракторных двигателей на мощность и расход топлива в полевых условиях. Мощностные и топливные показатели двигателя проверяют при ремонте, сложных технических уходах, подготовке тракторных агрегатов для нормирования работ и в целом ряде других случаев. Создание же новых тормозных установок для проверки мощных двигателей в эксплуатационных (особенно полевых) условиях нецелесообразно. Пользуясь сочетанием тормозной и бестормозной (механическими потерями самого двигателя и части выключенных цилиндров) нагрузок, можно испытывать двигатели, мощность которых превышает тормозную. Профессор Н. С. Ждановский назвал такой метод испытаний «парциальным» (1). Основной вариант парциального метода позволяет испытывать двигатели, мощность которых превышает тормозную почти в три раза. Но при этом необходимо предварительно знать механический КПД двигателя.

Нами был опробован и предлагается в дополнение к основному вариант парциального метода, базирующийся на трех

режимах работы двигателя. Он позволяет определять развиваемую двигателем мощность непосредственно по показаниям тормоза и заключается в следующем.

Эффективная мощность четырехцилиндрового двигателя при всех возможных вариантах выключения цилиндров определяется как сумма эффективных мощностей отдельных цилиндров. При этом эффективная мощность цилиндра представляет собой разность между индикаторной его мощностью и мощностью механических потерь. Составив и решив систему уравнений баланса и приняв при этом мощность механических потерь работающих и выключенных цилиндров равными, как это предусмотрено ГОСТом на испытание автотракторных двигателей, получим следующее выражение:

$$N_e = N_{en} + N_{em} - N_{en-m} \text{ л. с.}, \quad (1)$$

где N_e — эффективная мощность двигателя, л. с.,

N_{en} , N_{em} — эффективная мощность двигателя, работающего на трех цилиндрах, л. с.,

N_{en-m} — эффективная мощность двигателя, работающего на двух цилиндрах.

Индексы n и m при N_e и в дальнейшем при P_T и G означают порядковый номер выключаемых цилиндров.

Эффективная мощность двигателя, работающего на трех и двух цилиндрах, определяется по показаниям тормоза по известной формуле

$$N_e = \frac{P_T \cdot n_T}{1000 \cdot \eta_T} \text{ л. с.}, \quad (2)$$

где P_T — показания весового механизма тормозной установки, кг,

n_T — число оборотов вала тормоза в минуту,

η_T — КПД тормозной установки.

Подставив соответствующие значения мощностей из формулы 2 в 1, получим:

$$N_e = \frac{n_T}{1000 \cdot \eta_T} (P_{Tn} + P_{Tm} - P_{Tn-m}) \text{ л. с.}, \quad (3)$$

где P_{Tn} , P_{Tm} и P_{Tn-m} — показания весового механизма тормозной установки соответственно при работе двигателя на трех и двух цилиндрах, кг.

Из формулы (3) видно, что число оборотов двигателя при данных вариантах выключения цилиндров поддерживается постоянным.

Аналогично из уравнений баланса выводится и формула для определения часового расхода топлива при работе двигателя на совмещенных режимах

$$G_T = \frac{3,6}{T} (G_n + G_m - G_{n-m}) \frac{\text{кг}}{\text{час}}, \quad (4)$$

где G_T — часовой расход топлива, кг/час,

T — время опыта в секундах, причем оно выдерживается одинаковым при замере топлива на выбранных режимах работы двигателя,

G , G_m и G_{n-m} — расход топлива соответственно при работе двигателя на трех и двух цилиндрах за время опыта, г.

Уравнений вида 4 так же как и 3 при возможных вариантах выключения цилиндров будет шесть. Поэтому для определения эффективной мощности двигателя и часового расхода топлива можно пользоваться одним любым из шести уравнений (3 — для N_e , 4 — для G_T) соответствующих возможным вариантам выключения цилиндров.

Порядок испытания рассмотрим на примере двигателя Д-54. Двигатель был установлен на стенде СТЭУ-28 — 1000 ОМЗ-ВИМ. Для замера расхода топлива использовался мерный бачок и топливные переключатели. Последние устанавливали на штуцере секций топливного насоса.

После подсоединения тормозной установки, подключения мерного бачка и топливных переключателей прогревают двигатель до нормальной температуры. Далее проверяют работу двигателя на холостом ходу, замеряя при этом минимальное и максимальное число оборотов коленчатого вала. Установив рычаг управления подачей топлива в положение «полная подача», поочередно отключают цилиндры, согласно выбранному варианту совмещения режимов.

Допустим, что выбран вариант выключения третьего, четвертого и вместе — третьего и четвертого цилиндров. Выключив третий цилиндр из работы прекращением подачи топлива с помощью переключателя, догружают тормозом двигатель до номинальных оборотов. Замеряют полученную величину тормозной нагрузки и расход топлива за время опыта. После произведенных замеров включают ранее выключенный цилиндр и дают возможность двигателю поработать на всех цилиндрах вхолостую 1—2 минуты. Затем выключают четвертый цилиндр и производят аналогичные замеры. И наконец, дав возможность поработать двигателю вхолостую после

второго цикла замеров, выключают одновременно третий и четвертый цилиндры. Догрузив два работающих цилиндра до номинальных оборотов, замеряют величину нагрузки по тормозу и расход топлива по мерному бачку.

В нашем примере тормозная нагрузка и расход топлива за время опыта на соответствующих режимах работы двигателя получились следующие:

$$P_{III} = 28 \text{ кг}, \quad P_{IV} = 27,5 \text{ кг}, \quad P_{III-IV} = 11,5 \text{ кг},$$

$$G_{III} = 222 \text{ г}, \quad G_{IV} = 220 \text{ г}, \quad G_{III-IV} = 130 \text{ г}, \quad \text{при} \\ T = 90 \text{ сек.}$$

Эффективная мощность двигателя и расход топлива на номинальном скоростном режиме ($n = 1300$ об/мин), подсчитанные по соответствующим формулам 3 и 4, получились равными $N_e = 57,2$ л.с. $G_T = 12,5$ кг/час.

Проверка изложенного метода производилась сравнительными испытаниями двигателей на электростендах типа СТЭУ, гидротормозе Т-4 и передвижной тормозной установке ПТУ-70. Результаты испытаний двигателя парциальным методом сравнивались с показателями, полученными по ГОСТ-491-55. Описанным методом было испытано восемь тракторных двигателей: два Д-54, четыре Д-54А, один Д-40 и один СМД-14А. Двигатели Д-40 и один Д-54 были установлены непосредственно на стендах, остальные испытывались без снятия их с рамы трактора.

Погрешность по замеру мощности при испытании двигателей на стендах типа СТЭУ во всех опытах колебалась в пределах 0,18—3,07%, а по расходу топлива 0,88—3,39%. При испытании тракторов на передвижной тормозной установке ПТУ-70 погрешность по замеру мощности двигателей составила 3,17—4,10%, а на гидротормозе (испытывался трактор Т-74) 0,9—2,6%. Таким образом, результаты сравнительных испытаний позволяют сделать вывод о возможности использования предлагаемого метода для испытания двигателей в хозяйственных условиях с достаточной для практики точностью. Расчеты показывают, что этим методом можно проверять двигатели, мощность которых превышает тормозную на 35—38%.

ЛИТЕРАТУРА

Ждановский Н. С., Иванов А. Е. «О методах определения основных показателей технического состояния тракторных двигателей в эксплуатационных условиях». Труды ЦНИИМЭСХ, т. 3, 1964.