

УДК 621.436.001.4

© Ю.О. Цикалюк, к.т.н.
Мирогощанський аграрний коледж
С.Ф. Юхимчук, к.т.н.; Л.М. Дацюк к.т.н.
Луцький національний технічний університет

ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

У статті отримані і проаналізовані баланси потужності двигуна, працюючого з декількома відключеними циліндрами, та рівняння, що визначають витрату палива окремим циліндром.
ПОТУЖНІСТЬ, ГАЛЬМІВНА УСТАНОВКА, ДВИГУН, ЦИЛІНДР, ПАЛИВО.

Постановка проблеми. Проводити перевірку показників потужності і витрат палива тракторних двигунів підвищеної потужності в господарських та інших умовах важко. В більшості це пов'язано з відсутністю відповідних гальмівних установок.

Аналіз досліджень і публікацій. Парціальний метод, розроблений Н. С. Ждановським, дає можливість випробовувати такі двигуни на гальмівних установках малої потужності [1]. Також досліджувались і інші методи автором робіт [2], що пропонував свої варіанти діагностування двигунів.

Мета дослідження. Для збільшення ефективності використання двигунів в умовах господарств, за рахунок діагностування технічного стану дизельного двигуна і підтримання його в справному і робочому стані, пропонується додатково до основного інший варіант парціального методу, що базується на трьох режимах роботи двигуна і дозволяє визначати потужність, що розвивається двигуном, безпосередньо за показами гальма.

Результати дослідження. Баланс потужності чотирициліндрового двигуна, що працює на чотирьох, трьох або двох циліндрах, при всіх можливих варіантах їх виключення виразиться наступними рівняннями:

- під час роботи на всіх циліндрах

$$N_e = N_{i1} - N_{m1} + N_{i2} - N_{m2} + N_{i3} - N_{m3} + N_{i4} - N_{m4} \quad (1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна; $N_{i1}, N_{i2}, N_{i3}, N_{i4}$ – індикаторні потужності відповідно першого, другого, третього та четвертого циліндрів двигуна; $N_{m1}, N_{m2}, N_{m3}, N_{m4}$ – потужність механічних втрат в працюючих циліндрах;

- при роботі на трьох циліндрах (вимкнений перший циліндр)

$$N_{e1}^{\circ} = 0 - N_{m1}^e + N_{i2} - N_{m2} + N_{i3} - N_{m3} + N_{i4} - N_{m4} \quad (2)$$

де N_{e1}° – потужність довантаження, яка отримана на гальмівній установці при роботі двигуна з одним вимкненим циліндром; N_{m1}^e – потужність механічних втрат в виключених циліндрах;

- теж (вимкнений другий циліндр)

$$N_{e2}^{\circ} = N_{i1} - N_{m1} + 0 - N_{m2}^e + N_{i3} - N_{m3} + N_{i4} - N_{m4} \quad (3)$$

і т. д.;

під час роботи на двох циліндрах (вимкнені третій і четвертий циліндри)

$$N_{e3,4}^{\circ} = N_{i1} - N_{m1} + N_{i2} - N_{m2} + 0 - N_{m3}^e + 0 - N_{m4}^e \quad (4)$$

де $N_{e3,4}^{\circ}$ – потужність довантаження, яка отримана на гальмівній установці під час роботи двигуна з вимкненими третім і четвертим циліндрами; N_{m2}^e , N_{m3}^e , N_{m4}^e – потужність механічних втрат в вимкнених циліндрах.

теж (вимкнені другий і четвертий циліндри)

$$N_{e2,4}^{\circ} = N_{i1} - N_{m1} + 0 - N_{m2}^e + N_{i3} - N_{m3} + 0 - N_{m4}^e \quad (5)$$

де $N_{e2,4}^{\circ}$ – потужність довантаження, яка отримана на гальмівній установці при роботі двигуна з вимкненими другим і четвертим циліндрами.

Аналогічно виглядають рівняння балансу потужності двигуна при виключенні першого і четвертого, другого і третього, першого і третього та першого і другого циліндрів.

Потужність довантаження підраховується за формулою

$$N_e^{\circ} = \frac{P_m \cdot n_m}{10^3 \cdot \eta_m} \quad (6)$$

де P_m — покази вагового механізму гальмівної установки; n_m — число обертів вала гальма в хвилину; η_m — коефіцієнт корисної дії гальмівної установки.

Приймаючи, як це передбачено ГОСТом на випробування автотракторних двигунів, $N_{m1} \approx N_{m1}^e$, $N_{m2} \approx N_{m2}^e$ і так далі та вирішуючи систему рівнянь (1) — (5) відносно N_e (значення N_{e1-4}° підраховуються за формулою (6), отримаємо:

$$N_e = \frac{n_m}{10^3 \cdot \eta_m} \cdot (P_{m3} + P_{m4} - P_{m3,4}) \quad (7)$$

$$N_e = \frac{n_m}{10^3 \cdot \eta_m} \cdot (P_{m2} + P_{m4} - P_{m2,4}) \quad (8)$$

і так далі

де P_{m1-4} — покази вагового механізму гальма під час роботи двигуна з одним вимкненим циліндром; $P_{m3,4}$ $P_{m2,4}$ і так далі — покази вагового механізму гальма під час роботи двигуна з двома вимкненими циліндрами.

Годинна витрата палива визначається на відповідних режимах роботи з наступних рівнянь балансу:

- під час роботи на всіх циліндрах

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 ; \quad (9)$$

- під час роботи на трьох циліндрах (вимкнений перший циліндр)

$$G_1 = G_2 + G_3 + G_4 = G - G_1 ; \quad (10)$$

- теж (вимкнений другий циліндр)

$$G_2 = G_1 + G_3 + G_4 = G - G_2 ; \quad (11)$$

і так далі;

- під час роботи на двох циліндрах (вимкнені третій і четвертий циліндри)

$$G_{3,4} = G_1 + G_2 = G - G_3 - G_4 ; \quad (12)$$

- теж (вимкнені другий і четвертий циліндри)

$$G_{2,4} = G_1 + G_3 = G - G_2 - G_4 \quad (13)$$

і так далі

де G — загальна витрата палива під час роботи двигуна на всіх циліндрах; $G_{1,4}$ — витрата палива під час роботи двигуна на трьох і двох циліндрах; $G_{1,4}$ — посекційна витрата палива відповідних циліндрів.

Знайшовши з рівнянь (9) — (13) витрату палива $G_{1,4}$ за час досліду T та підставивши отримані значення у формулу для визначення годинної витрати палива

$$G_m = 3,6 \frac{G}{T} \quad (14)$$

отримаємо:

$$G_m = \frac{3,6}{T} (G_3 + G_4 - G_{3,4}) \quad (15)$$

$$G_m = \frac{3,6}{T} (G_2 + G_4 - G_{2,4}) \quad (16)$$

і так далі

З рівнянь (9) — (13) можна також знайти і посеційну витрату палива, що дуже важливо для оцінки роботи окремих циліндрів і двигуна в цілому:

$$G_1 = G_4 - G_{1,4} = G_3 - G_{1,3} = G_2 - G_{1,2}, \quad (17)$$

$$G_2 = G_1 - G_{1,2} = G_3 - G_{2,3} = G_4 - G_{2,4} \quad (18)$$

і так далі

Рівнянь вигляду (15), (16), так само як і (7), (8), при можливих варіантах вимкнення циліндрів буде шість. Для визначення ефективної потужності двигуна і годинної витрати палива можна користуватися будь-яким одним рівнянням (7 або 8 для N_e і 15 або 16 для G_m).

Розпочинаючи випробування, до двигуна під'єднують гальмівну установку, підключають мірний бачок і паливні перемикачі і прогрівають двигун до нормальної температури. Встановивши важіль управління подачею палива в положення „максимальна подача”, по черзі відключають циліндри згідно вибраного варіанта поєднання режимів (для прикладу розглядається варіант, який відповідає рівнянням 7 і 15). При вимкненому циліндрі (третьому) гальмом навантажують двигун до номінальних оборотів, заміряють величину довантаження (P_{m3}) і витрату палива (G_3). Далі дають можливість двигуну попрацювати одну-дві хвилини на всіх циліндрах на холостому ході і повторюють випробування при вимкненому четвертому, а потім третьому і четвертому циліндрах.

Висновки. Запропонований метод дає можливість для випробування двигунів в господарських умовах з достатньою для практики точністю. Теоретичні розрахунки показують, що цим методом можна перевіряти двигуни, потужність яких перевищує гальмівну на 35—38%.

Література

1. Ждановский Н.С. Безтормозные испытания тракторных двигателей. – М.: Машиностроение, 1966. 178 с.
2. Улитовский Б.А. Диагностирование сельскохозйственной техники, – М.: Агропромиздат, 1985. – 65 с.
3. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин.-К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.

Рецензент д.т.н., проф. Г.А.Хайліс.