

Дацюк Л.М., Вржеш М.В., Юхимчук С.Ф., Дацюк Т.Л.
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

У статті представлений аналіз балансу потужності двигуна і побудовані графіки залежності. Розглянуто варіанти роботи двигуна із заданою кількістю циліндрів. Для цих випадків були написані рівняння балансу сил і визначена погодинна витрата палива на відповідних режимах.

Ключові слова: двигун, потужність, гальмівна установка, циліндр, паливо.

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

Аналіз останніх 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 випробовування двигунів.

Мета дослідження. Для збільшення ефективності використання двигунів в умовах господарств, за рахунок діагностування технічного стану двигуна і підтримання його у визначених параметрах робочого стану, пропонується додатково до основного інший варіант парціального методу, що базується на трьох режимах роботи двигуна і дозволяє визначити потужність, що розвивається двигуном, безпосередньо за показами приладів гальмівної установки.

Результати дослідження. Для оцінки динамічних властивостей машин пов'язаних з технічним станом, якістю ремонту, ефективністю роботи двигунів у різноманітних режимах використовуються експлуатаційні, конструктивні, регульовальні та інші характеристики. Характеристики двигуна застосовуються для визначення тягових, швидкісних і динамічних властивостей, прохідності і вантажопідймальності машин (тракторів та автомобілів) у цілому.

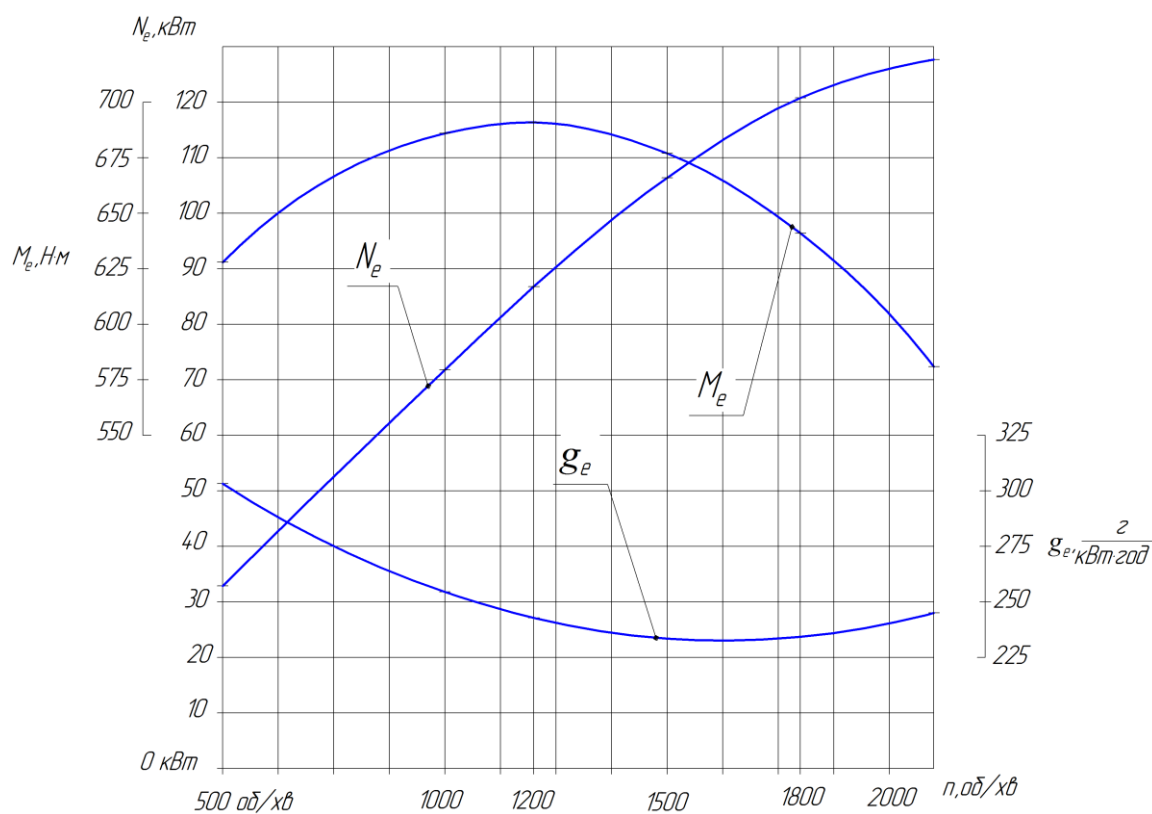


Рис. 1. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна СМД-62

Теоретично оцінити одночасний вплив на роботу двигуна багатьох факторів досить складно. Тому вихідні дані для побудови характеристик отримують у процесі випробування двигунів на спеціальних стендах, створюючи умови, які дозволяють досліджувати потрібні показники у функції одного із факторів.

Режим роботи двигуна характеризується навантаженнями N_e , M_e , P_e частотою обертання колінчастого валу n_e і паливною економічністю g_e . Оптимальним режимом роботи називається режим роботи двигуна за максимальної потужності і крутного моменту та мінімальної витрати пального.

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна є залежністю ефективної потужності, крутного моменту і питомої витрати пального від частоти обертання колінчастого валу за повної подачі пального (максимальне переміщення рейки паливного насосу в дизелях) і встановленому режимові роботи. Зовнішня характеристика знімається в результаті стендових випробувань двигуна. Зовнішню швидкісну характеристику двигуна можна побудувати на основі розрахунків за емпіричними формулами С.Р. Лейдермана, які максимально імітують стендові випробування.

Виконуємо побудову балансу потужності двигуна за такою послідовністю, задаємо значення частоти обертання валу n двигуна і визначаємо за зовнішньою характеристикою двигуна відповідні їм значення крутного моменту M_e , розраховуємо значення тягової сили P_k і швидкості руху для кожної ступені коробки передач. За результатами розрахунку будемо графік балансу потужності двигуна.

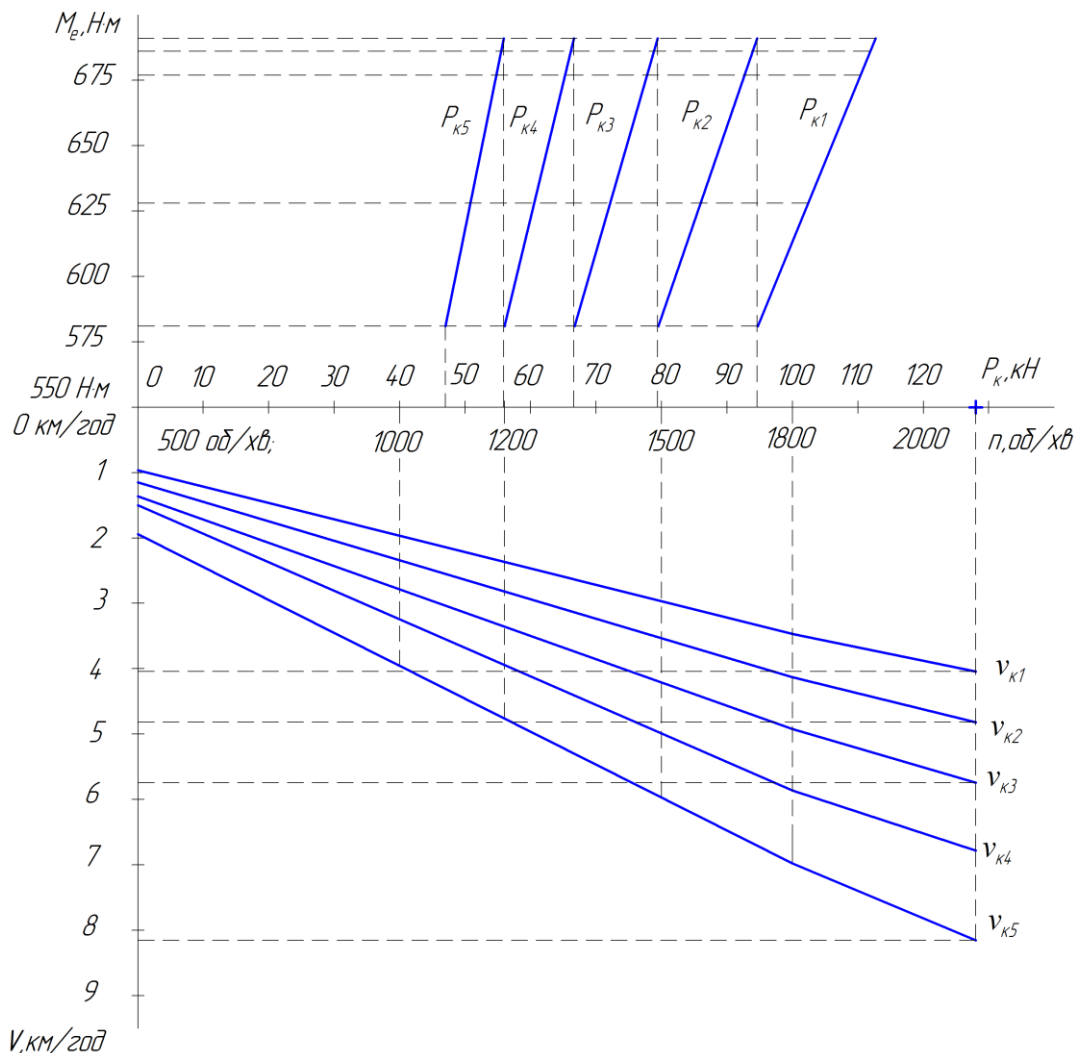


Рис. 2. Баланс потужності двигуна СМД-62

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

- при роботі 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)

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

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)

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

- при роботі на двох циліндрах (вимкнені третій і четвертий циліндри)

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

де $N_{e3,4}^{\partial}$ – потужність довантаження, яка отримана на гальмівній установці при роботі 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)

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

де $N_{e2,4}^{\partial}$ – 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

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

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, $N_{i1} \approx N_{m1}^e$, $N_{i2} \approx N_{m2}^e$ і так далі та вирішуючи систему рівнянь (1)-(5) відносно N_e (значення N_{e1-4}^{∂} підраховуються за формулою (6), отримуємо:

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

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

де P_{m1-4} – покази вагового механізму гальма при роботі двигуна з одним вимкненим циліндром; $P_{m3,4}$, $P_{m2,4}$ – покази вагового механізму гальма при роботі двигуна з двома вимкненими циліндрами.

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

- при роботі на всіх циліндрах

$$G = G1 + G2 + G3 + G4; \quad (9)$$

- при роботі на трьох циліндрах (вимкнений перший циліндр)

$$G1 = G2 + G3 + G4 = G - G1; \quad (10)$$

- теж (вимкнений другий циліндр)

$$G2 = G1 + G3 + G4 = G - G2; \quad (11)$$

- при роботі на двох циліндрах (вимкнені третій і четвертий циліндри)

$$G3,4 = G1 + G2 = G - G3 - G4; \quad (12)$$

- теж (вимкнені другий і четвертий циліндри)

$$G2,4 = G1 + G3 = G - G2 - G4, \quad (13)$$

де G – загальна витрата палива при роботі двигуна на всіх циліндрах; $G_{1,4}$ – витрата палива при роботі 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:

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

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

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

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

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

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 Ne і 15 або 16 для G_t).

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 варіанту 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_{T3}) 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.

Висновок. Запропонована методика дає можливість здійснювати випробування двигунів в господарських умовах з достатньою для практики точністю. Теоретичні розрахунки показують, що цією методикою можна випробувувати двигуни, потужність яких перевищує гальмівну на 35-38%.

1. Ждановский Н.С. Безтормозные испытания тракторных двигателей.-М.: Машиностроение, 1996. 178 с.
2. Улитовский Б.А. Диагностирование сельскохозяйственной 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.
4. Цикалюк Ю.О., Юхимчук С.Ф., Дацюк Л.М. Випробування двигунів великої потужності // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Вип.24. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, – 2013. – С. 413–416.

REFERENCES

1. Zhdanov N. With. Beztormoznoy test traktornyh engines.-M.: Mashinostroenie, 1996. 178 p.
2. Ulitovsky B. A. Diagnostics of agricultural machines, - M.: Agropromizdat, 1985. – 65 p.
3. Hailis G. A., Konovalyuk M. D. the basics of design and research of agricultural machinery.-K.: NMK VO, S. 1992-320 p.
4. CYKALUK Y.A., Yuhymchuk S.F, Datsiuk L.M. Test high power engines // Agricultural machinery. Scientific articles. Issue 24. – Lutsk: Editorial publishing department of LNTU, - 2013. – P. 413-416 p.

Л.Н. Дацюк, Вржешч М.В., С.Ф. Юхимчук, Т.Л. Дацюк. Анализ работы двигателей большой мощности.

В статье представлен анализ баланса мощности двигателя и построены графики зависимости. Рассмотрены варианты работы двигателя с заданным количеством цилиндров. Для этих случаев были написаны уравнения баланса сил и определен почасовой расход топлива на соответствующих режимах.

Ключевые слова: двигатель, мощность, тормозная установка, цилиндр, топливо.

L. Datsiuk, M. Vrzsheshch, S. Yuhymchuk, T. Datsiuk. Analysis of robots for heavy-duty engines.

The article presents an analysis of the balance of engine power and graphics depending obtained. Variants of engine work with a given number of cylinders were reviewed. For these cases equations of balance of power were written and hourly fuel consumption on the respective modes was specified.

Keywords: engine, power, brake setting, cylinder, fuel.

АВТОРИ:

ДАЦЮК Леонід Миколайович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Обладнання лісового комплексу та теорії механізмів машин», Луцький НТУ, e-mail: Leon540@mail.ru

ВРЖЕЩ МИКОЛА ВІКТОРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Обладнання лісового комплексу та теорії механізмів машин», Луцький НТУ, e-mail: kaf-olk@ukr.net

ЮХИМЧУК Сергій Федорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Інженерне та комп'ютерне забезпечення АПК», Луцький НТУ, e-mail: sergei-71@ukr.net

ДАЦЮК Тарас Леонідович, студент кафедри «Обладнання лісового комплексу та теорії механізмів машин» Луцький НТУ, e-mail: Tarik333@i.ua

АВТОРЫ:

ДАЦЮК Леонид Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование лесного комплекса и теории механизмов машин», Луцкий НТУ, e-mail: Leon540@mail.ru

ВРЖЕЩ НИКОЛАЙ ВІКТОРОВИЧ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование лесного комплекса и теории механизмов машин», Луцкий НТУ, e-mail: kaf-olk@ukr.net

ЮХИМЧУК Сергей Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерное и компьютерное обеспечение АПК», Луцкий НТУ, e-mail: sergei-71@ukr.net

ДАЦЮК Тарас Леонидович, студент кафедры «Оборудование лесного комплекса и теории механизмов машин» Луцкий НТУ, e-mail: Tarik333@i.ua

AUTHORS:

DATSIUK Leonid Nikolaevich, candidate of technical Sciences, Professor of "forest complex Equipment and theory of mechanisms and machines", Lutsk NTU, e-mail: Leon540@mail.ru

VRZHESHCH Mykola victorovych, candidate of technical Sciences, Professor of "forest complex Equipment and theory of mechanisms and machines", Lutsk NTU, e-mail: kaf-olk@ukr.net.

YUHYMCHUK Sergey Fedorovich, candidate of technical Sciences, docent of the Department "Engineering and computer maintenance APC", Lutsk NTU, e-mail: sergei-71@ukr.net

DATSIUK Taras Leonidovich, student at the Department "Equipment of forest complex and the theory of mechanisms and machines" of Lutsk NTU, e-mail: Tarik333@i.ua

Стаття надійшла в редакцію 05.05.2017 р.