

Колеснікова Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
Павленко Євгеній Геннадійович, магістр, Тараканов Руслан Ігорович, магістр, Залізняк Наталя Олександрівна, магістр, Урсуляк Денис Володимирович, магістр, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНА ПРИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННІ ЗМІНОЮ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ З ВИКОРИСТАННЯМ УНІВЕРСАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

У сучасних умовах експлуатації автомобілів, особливо в мегаполісах, істотну частку режимів становлять малі навантаження (МН) і холості ходи (ХХ) [1]. Робота на таких режимах супроводжується підвищеними витратами палива. Існує ряд методів і засобів підвищення економічності режимів ХХ і МН [2]. На сьогоднішній день одним з перспективних методів рішення проблеми збільшення економічності на часткових навантаженнях і холостих ходах є метод відключення циліндрів або метод регулювання двигуна зміною його активного робочого [3], який дозволяє знизити витрату палива до 25 – 40 % залежно від режиму роботи й методу відключення [3, 4]. Метод відключення циліндрів двигунів застосовується вже порівняно давно. Однак рідко пропонуються рекомендації з регулювання двигунів зміною числа активних циліндрів при реалізації конкретних режимів руху автотранспортного засобу. Конструктивна складність реалізації методу відключення циліндрів обмежує одержання відповідних результатів експериментальних досліджень. Достовірні результати про ефективність методу регулювання двигуна зміною його робочого об'єму дають, звичайно, експериментальні дослідження. Однак, з огляду на їх дорожнечу, складності та тривалості реалізації, доцільно попередньо оцінити доцільність застосування методу. Використання швидкісних характеристик двигуна як повнорозмірного, так і із частиною циліндрів, що відключаються, ілюструється далі на рис. 1.

Для ілюстрації швидкісних характеристик двигуна з різним числом активних циліндрів доводиться наносити на характеристики ординати з різними значеннями середніх ефективних тисків p_e для різних випадків регулювання двигуна. Слід зазначити, що при відключенні частини циліндрів застосування ординати p_e втрачає фізичний зміст, тому що нанесені значення p_e ставляться або до окремого циліндра, або до всього повнорозмірного двигуна, за умови рівної завантаженості циліндрів. Оскільки при відключенні частини циліндрів ДВЗ повинен зберігати створюваний момент, потужність, а також виконувати роботу, то порівняння показників (наприклад, економічності) слід проводити при використанні ординати питомої роботи двигуна ($L_{\text{пит}}$) [4]. Питома робота являє собою відношення повної роботи $L_{\text{повн.}}$, виконаної двигуном на даному режимі, до його активного робочого об'єму. Активний робочий об'єм двигуна при регулюванні змінюється відповідно до числа активних циліндрів від i до z .

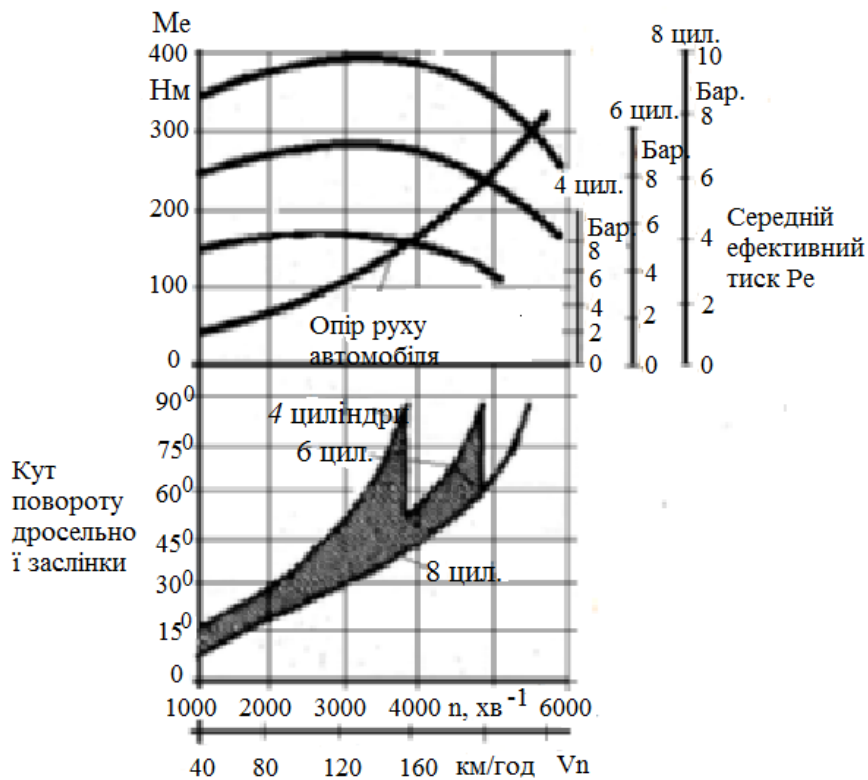


Рисунок - 1. Характеристики V-подібного ДВЗ фірми *Daimler-Benz* ($i \cdot v_h = 5$ л.) при його роботі на 8-и, 6-и або 4-х циліндрах. Заміна ординати M_e або p_e на питому роботу $L_{\text{пит.}}$. [5]. $L_{\text{пит.}} = L_{\text{повн.}} / (i \cdot v_h)$, Дж/дм³ (1.1)

для повнорозмірного двигуна й для двигуна із частиною відключених циліндрів, тобто із числом активних циліндрів, рівним z .

$$L_{\text{пит.}} = L_{\text{повн.}} / (z \cdot v_h), \text{ Дж/дм}^3 \quad (1.2)$$

Відповідно до зазначеного, ордината p_e на рис.2. замінена ординатою $L_{\text{пит.}}$. Саме цей показник у даному методі є регульованим (регульований робочий об'єм двигуна). Універсальна характеристика двигуна може бути виконана в координатах $M_e - n$. Тоді повна робота двигуна на даному режимі (M_e) визначається по формулі: $L_{\text{повн.}} = 2 \cdot \pi \cdot M_e \cdot n$, Дж. (1.3)

А питома робота – по формулі: $L_{\text{пит.}} = 2 \cdot \pi \cdot M_e / (z \cdot v_h)$, Дж/дм³, (1.4)

де z – число активних (працюючих) циліндрів; V_h – робочий об'єм одного циліндра, дм³.

Методика викладена з використанням матеріалів робіт [6].

Оцінимо, якими будуть питомі витрати палива дизельним двигуном, якщо він буде працювати на тому ж режимі (по частоті й зовнішньому навантаженню) із числом активних циліндрів $z = 6, 4, 2$ (рис. 2).

З використанням універсальної характеристики (рис.2) одержуємо питомі ефективні витрати палива двигуна при різному числі активних циліндрів (і отже при різній $L_{\text{пит.}}$ двигуна), а також відносні зниження питомих витрат (Δg_e), які

визначаються по співвідношенню: $\Delta g_e = \left[\frac{(g_{e,8} - g_{e,z})}{g_{e,8}} \right] 100\%$, (1.6)

Можливість дизеля працювати на даному режимі на одному циліндрі перевіряється перерахуванням на індикаторні показники через механічний ККД.

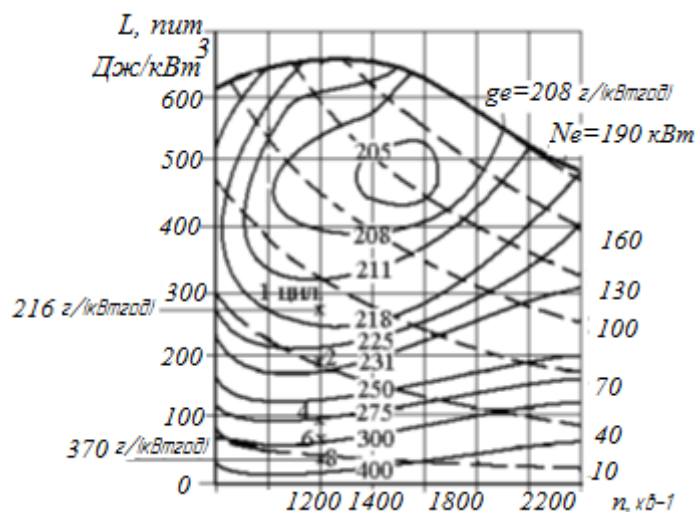


Рисунок - 2. Універсальна характеристика восьмициліндрового дизеля типу КамАЗ-7406, перебудована в координати $L_{\text{пит}} - n$: x – режими роботи дизеля із числом активних циліндрів $z = 8, 6, 4, 2, 1$ при $n = 1200 \text{ хв}^{-1}$. [2, 7].

Запропонована методика заснована на аналітичному аналізі опублікованих у пресі універсальних характеристик двигунів за показниками паливної економічності, перебудованих в ординати питомих робіт двигунів, регульованих зміною робочих обсягів. Проілюстрована необхідність заміни ординати M_e або p_e на питому роботу $L_{\text{пит}}$. Показано, що з використанням універсальної характеристики можливо отримати питомі ефективні витрати палива двигуна при різному числі активних циліндрів.

Література

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов / В.Н. Луканин [и др.]. Под ред. В.Н. Луканина. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Высшая школа. 2005. 479 с. ил.
2. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок двигателя ВАЗ-2118. / Патрахальцев Н.Н. [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014. № 4. С. 9-10.
3. Корнев Б. А. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок автотракторного дизеля типа Д-260 (6Ч11/12,5) изменением его рабочего объёма: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2013. 140 с.
4. Корнев Б. А. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок автотракторного дизеля типа Д-260 (6Ч11/12,5) изменением его рабочего объёма: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2013. 140 с.
5. D'Andrea, T., Henshaw, P., Ting, D., and Sobiesiak, A., "Investigating Combustion Enhancement and Emissions Reduction with the Addition of $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ to a SI Engine," SAE Technical Paper 2003-32-0011, 2003, doi:10.4271/2003-32-0011.
6. Оценка возможности повышения экономичности автомобиля регулированием рабочего объёма двигателя / Н.Н. Патрахальцев [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014 № 6. С. 10-12..
7. Савастенко Э. А. Регулирование двигателя с искровым зажиганием изменением его рабочего объёма: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2016. 128с.