

Лиходій Олександр Сергійович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», lykhodii.oleksandr@pdaba.edu.ua, +380(97)267-34-24.

Богомолів Віталій Віленович, старший викладач кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», bohomolov.vitalii@pdaba.edu.ua, +380(96)945-65-59.

Ригальов Володимир Ігорович, магістрант, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», 17275.ryhalov@365.pgasa.dp.ua

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ МІЖМІСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вступ. Сучасні вантажні автомобілі міжміського призначення обладнані джерелами енергії, в якості яких виступають двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ). Кожного року посилюються вимоги до екологічної безпеки автомобілів, на яку значно впливає ступінь вдосконалення систем ДВЗ. Так, розвиток їх конструкцій відбувається в напрямку використання однієї або декілька турбін, інтеркулера тощо. Все це впливає на експлуатаційні характеристики ДВЗ, а саме на зовнішню швидкісну характеристику. Наразі, в літературі [1, 2] з висвітлення питань експлуатаційних властивостей автомобілів в розділі побудови зовнішньої швидкісної характеристики ДВЗ пропонується використовувати поліном третьої степені для апроксимації характеристики потужності двигуна та поліном другої степені для апроксимації характеристики крутного моменту двигуна.

Постановка задачі. Визначити ступінь впливу якості апроксимації зовнішньої швидкісної характеристики (ЗШХ) двигунів на параметри руху вантажних автомобілів міжміського призначення.

Основний матеріал. Для сідельного тягача КамАЗ-54115 у складі з напівприцепом СЗАП-93272 вибрали двигуни з модельного ряду ЯМЗ, КамАЗ, Mercedes Benz. У двигунів модельного ряду ЯМЗ, що мають потужність (нетто) 243 кВт, максимальна частота обертання колінчастого валу складає 2100 хв^{-1} (маса двигунів – 1130 кг), з більшою потужністю – 1900 хв^{-1} (маса двигунів – 1215 кг). У всіх двигунів модельного ряду КамАЗ з потужністю (нетто) 200 кВт і більше максимальна частота обертання колінчастого валу складає 2200 хв^{-1} , маса двигунів – 885 кг. У двигунів модельного ряду Mercedes Benz (ОМ-402 і ОМ-442) максимальна частота обертання колінчастого валу складає 2100 хв^{-1} , маса двигунів 8V – 875 кг.

Апроксимацію кривих ЗШХ двигунів виконаємо підбором полінома з показником степені, який найбільш наближає залежність до експериментально отриманих. Якщо це не вдається зробити, то крива залежності розбивається на ділянки з подальшою їх апроксимацією.

Опишемо послідовність виконання дій. Спершу, з емпірично отриманої ЗШХ отримуємо значення функції крутних моментів і потужності залежно від

частоти обертання двигуна. Потім складаємо поліном необхідної степені, наприклад: $N_e = a \cdot n_e^2 + b \cdot n_e + c$. Завдання полягає у відшуванні невідомих коефіцієнтів полінома, що найбільш ефективно буде здійснено, використовуючи метод найменших квадратів, який полягає в отриманні постійних коефіцієнтів, що забезпечують мінімальне значення відхилень від емпіричних значень, тобто:

$$F = \sum_{i=1}^m [N_i - (a \cdot n_i^2 + b \cdot n_i + c)]^2 = \min. \quad (1)$$

Через необхідну умову екстремуму функції декілька змінних отримаємо наступну систему:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [N_i - (a \cdot n_i^2 + b \cdot n_i + c)] \cdot (-n_i^2) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [N_i - (a \cdot n_i^2 + b \cdot n_i + c)] \cdot (-n_i) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial c} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [N_i - (a \cdot n_i^2 + b \cdot n_i + c)] \cdot (-1) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Звідки, після перетворень отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^m n_i^4 + b \sum_{i=1}^m n_i^3 + c \sum_{i=1}^m n_i^2 = \sum_{i=1}^m n_i^2 \cdot N_i, \\ a \sum_{i=1}^m n_i^3 + b \sum_{i=1}^m n_i^2 + c \sum_{i=1}^m n_i = \sum_{i=1}^m n_i \cdot N_i, \\ a \sum_{i=1}^m n_i^2 + b \sum_{i=1}^m n_i + m = \sum_{i=1}^m N_i. \end{cases} \quad (3)$$

Вирішуючи вказану систему рівнянь визначимо невідомі постійні коефіцієнти полінома. Складаємо рівняння залежності крутного моменту чи потужності від частоти обертання, яке буде використовуватися для визначення параметрів динаміки транспортного засобу.

Для визначення параметрів руху, використовуючи параметри маршруту, що складається з 9-ти ділянок, відповідно до ГОСТ 22576-90, за критерієм можливості реалізації параметрів руху автопоїзда на відповідних ділянках маршруту визначили режими руху. Для інженерних розрахунків рекомендовані комплексні показники такі як технічна продуктивність та паливно-швидкісний показник для оцінки технічних і економічних властивостей вантажних автомобілів міжміського призначення.

Паливно-швидкісний показник (використовується для комплексної оцінки швидкісних властивостей і паливної економічності автомобілів з однаковою вантажопідйомністю і однаковими умовами їх роботи) визначається за формулою:

$$K_{ши} = V_{сер} / Q_S, \text{ км}/(\text{год} \cdot \text{л}), \quad (4)$$

де $V_{сер}$ – середня швидкість руху автомобіля, (км/год);

Q_S – витрата пального на фіксованій ділянці, (л).

На рис. 1 представлено графік залежності крутного моменту ДВЗ від частоти обертання колінчастого валу для двох моделей двигунів ЯМЗ-7512.10 та OM-442A апроксимованими різними поліномами, на рис. 2 наведено порівняння паливно-швидкісного показника автопоїзда із зазначеними двигунами.

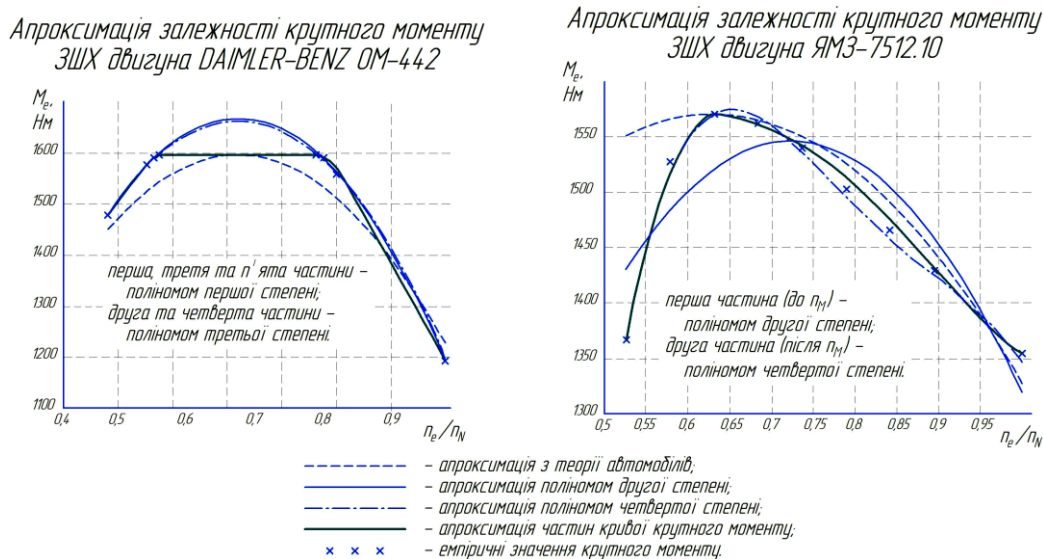


Рисунок 1 – Апроксимація залежності крутного моменту ДВЗ від частоти обертання колінчастого валу

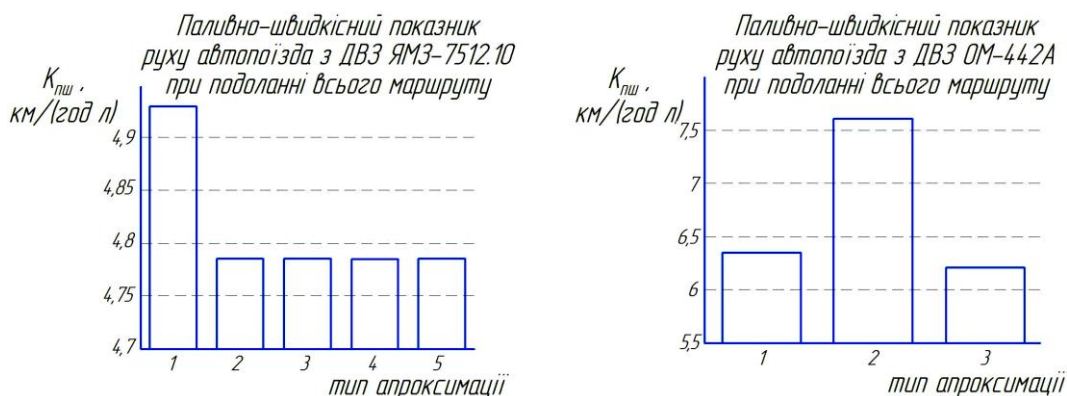


Рисунок 2 – Паливно-швидкісний показник руху автопоїзда

Висновки

Якість апроксимації кривих зовнішньої швидкісної характеристики сучасних двигунів суттєво впливає на результат досліджень параметрів руху автопоїзда. Так, для двигунів OM-442A похибка в розрахунках, пов'язана з різною апроксимацією характеристик ДВЗ, досягає до 18% за паливно-швидкісними показниками руху автопоїзда.

Література

1. Волков В. П. Теорія руху автомобіля: підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. – Суми: Університетська книга, 2015. – 320с.
2. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 176 с.