

Сахно¹ В.П., Жаров¹ К.С., Мурований² І.С., Шарай¹ С.М.

¹ Національний транспортний університет
² Луцький національний технічний університет

ДО ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ АВТОПОЇЗДІВ З ТЯГАЧАМИ КАТЕГОРІЇ N3 ТА НАПІВПРИЧЕПАМИ КАТЕГОРІЇ O4 ЗА ПАЛИВНОЮ ЕКОНОМІЧНІСТЮ

Встановлено, що за показниками тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автопоїзди з тягачами DAF, MAN, IVECO, SCANIA і Volvo за обраних параметрів потужності двигуна і передаточних відношень трансмісії майже однакові. Поліпшення показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності слід шукати в оптимізації параметрів системи «двигун-трансмісія» тягачів для експлуатації в умовах України.

Ключові слова: автопоїзд, тягово-швидкісні властивості, паливна економічність

Постанова проблеми. У найближчій перспективі основні напрямки розвитку галузі вантажних перевезень автомобільним транспортом будуть визначатися перш за все необхідністю збільшення обсягів перевезень вантажів за рахунок інтенсифікації використання рухомого складу при одночасному зменшенні витрат на перевезення, зокрема витрати палива.

Стосовно автомобіля або автопоїзда паливна економічність означає ефективність процесу перетворення хімічної потенційної енергії палива у кінетичну енергію або роботу двигуна.

За останні десятиріччя у більшості розвинутих країн спостерігається певне покращення показників споживання палива вантажними автомобілями та автопоїздами (енергії, витраченої на перевезення однієї тони вантажу на відстань в один кілометр). Діапазон інтенсивностей споживання енергії у галузях вантажних перевезень розвинутих країн є досить широким. Зокрема, вантажний автомобільний транспорт Японії та Норвегії витрачає більшу ніж удвічі кількість енергії для перевезення тонни вантажу у порівнянні з Фінляндією та Францією – двома країнами з найбільш ефективними галузями вантажних перевезень. Але переважно, у загальносвітовому масштабі, тенденція інтенсивності споживання енергії у цьому секторі залишається майже незмінною протягом останніх 20 років [1].

При оцінюванні можливих варіантів застосування альтернативних видів палив важливо брати до уваги весь життєвий цикл таких палив – від виробництва до споживання – з огляду на викиди парникових газів за умови використання таких палив. Це стосується як вибору альтернативних джерел енергії, так і виробничих процесів. Використання електричної енергії та водню в якості джерел енергії ніби-то сприяють зменшенню вуглецевих викидів. Однак комплексно оцінити ступінь цього зменшення можна лише з урахуванням аналізування способу виробництва цих джерел енергії. Оцінка потенційного пом'якшення у транспортному секторі, пов'язаного з використанням альтернативних джерел енергії до 2030 року, є невизначеною через те, що такий потенціал залежить від світового видобутку нафти та його впливу на ціну палива, економічної життєздатності альтернативних палив, а також науково-дослідних висновків у багатьох сферах, особливо у технології виробництва палив з біомаси та його стійкості у широких масштабах, а також терміну роботи батарей, їхньої вартості та специфіки. Іншою проблемою достовірної оцінки ефекту використання інших видів палив є обмежена кількість та сфера доступних знань стосовно потенційного пом'якшення та вартості.

Огляд літературних джерел. Основним оціночним показником паливної економічності автомобіля у більшості країн є шляхова витрата палива – витрата палива, що вимірюється у літрах на 100 км пройденого шляху (л/100 км). В якості узагальнюючих (інтегральних) показників при оцінці паливної економічності автомобіля використовують середню витрату палива на шляху та питому витрату палива.

Середня витрата палива на шляху – це витрата палива у літрах на 100 км, яка визначається за нормального експлуатаційного режиму руху у найбільш типових для даного автомобіля дорожніх умовах. Ефективність використання палива для вантажних автомобілів оцінюють його витратою, віднесеною до одиниці виконаної корисної роботи з перевезення вантажів:

$$Q_{\text{шт}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{100 \cdot m_{\text{в}}}, \text{ л/(т} \cdot \text{км)}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{ср}}$ – середня витрата палива на шляху, л/100 км,
 $m_{\text{в}}$ – маса вантажу, що перевозиться, тонн.

Стандартом ГОСТ 20306-90 [2] встановлені такі показники та характеристики паливної економічності КТЗ: контрольна витрата палива; витрата палива в магістральному їздовому циклі на дорозі; витрата палива у міському їздовому циклі на дорозі; витрата палива у міському їздовому циклі на стенді; паливна характеристика усталеного руху; паливна швидкісна характеристика на магістрально-горбкуватій дорозі.

Для визначення паливної економічності автопоїздів можуть бути застосовані їздові цикли, визначені ГОСТ 20306-90 та настановах U.S.Environmental Protection Agency (EPA) [3]. Магістральний цикл є модифікацією їздового циклу для визначення токсичності автопоїздів, розробленого California Air Resources Board з використанням даних 171 дослідження та застосуванням випадкового вибору об'єктів дослідження. Ця модифікація розроблена Southwest Research Institute для проведення стендових випробувань та для її застосування при моделюванні. Розроблена вона з урахуванням пропозицій зацікавлених організацій, включаючи EPA, Northeastern States for Coordinated Air Use Management (NESCAUM), ряду виробників вантажних автомобілів та двигунів, державних організацій, та ін. Тривалість циклу – 1 година.

Паливна економічність також може бути оцінена за середньою витратою палива при русі автопоїзда по заданому експлуатаційному маршруту, який складається з окремих ділянок заданої довжини s_i з постійними значеннями ухилів i_i [4]. Витрата палива визначатиметься за формулою:

$$Q = \frac{\sum Q_i}{\sum S_i} \cdot 100, \quad (2)$$

де Q – середня витрата палива на шляху, л/100 км,
 Q_i – повна витрата палива на i -й ділянці, л,
 S_i – довжина i -ї ділянки, м.

Серед значної кількості показників, що визначаються паливну економічність автомобіля, та зважаючи на порівняльний аналіз тягачів категорії N3 за показниками паливної економічності, у якості оціночного у подальшому прийнята витрата палива у їздовому циклі на дорозі, що і є метою даної роботи.

Результати досліджень. Сумарна витрата палива на заданому маршруті, що виражена у л/100 км, є показником, який надає найбільш точне уявлення про паливну економічність КТЗ – як правило, одну з найбільш важливих його експлуатаційних властивостей. Вона визначається за двома методиками.

Сумарна витрата палива на маршруті, відповідно до методики I, визначається за характеристикою питомої витрати палива двигуна як сума витрат палива на кожній з ділянок маршруту. При повному навантаженні двигуна (режими розгону, рух зі сталою максимальною швидкістю при рівності динамічного фактора коефіцієнту опору дороги) питомі витрати палива визначаються безпосередньо як відліки зовнішньої характеристики витрати палива.

При частковому використанні потужності двигуна (при русі зі швидкістю меншою максимальною або при коефіцієнті опору дороги меншому значення динамічного фактора при обраній швидкості) для визначення паливної економічності необхідно знати характеристику, яка встановлює зв'язок між годинними витратами палива при повному та частковому навантаженні двигуна. Для цілей порівняльного аналізу цілком застосовним може вважатися спосіб визначення цієї характеристики, запропонований А. С. Литвиновим [5]:

$$\frac{Q}{Q_0} = 0,475 \left(\frac{M}{M_0} \right)^2 + 0,4275 \left(\frac{M}{M_0} \right) + 0,0975. \quad (3)$$

У цій залежності Q та Q_0 – годинні витрати палива відповідно при частковому та максимальному використанні потужності двигуна, M та M_0 – крутні моменти на валу двигуна у режимах відповідно часткового та повного навантаження.

Сумарна витрата палива на маршруті, відповідно до методики II, визначається на основі математичної моделі двигуна, яка дозволяє встановити значення годинної витрати палива двигуна в залежності від режиму його роботи – за відомих частоти обертання та крутного моменту на валу двигуна (або коефіцієнта використання потужності двигуна). Така залежність може бути побудована на основі дванадцяти відомих (опорних) значень годинної витрати палива двигуна, вимірених при випробуваннях двигуна за Правилами ЄЕК ООН № 49 [6] в умовах випробувального циклу ESC. Даний випробувальний цикл складають 13 режимів роботи двигуна, один з яких – режим холостого ходу, решта 12 режимів «перекривають» робочий діапазон частот обертання та навантажень двигуна (площина s на рис.1). При визначенні витрати палива на експлуатаційному маршруті режим холостого ходу не використовується. Опорні значення годинних витрат палива, визначених для решти 12 режимів, формують поверхню s' (рис.1), яка складається з точок, що визначають годинну витрату палива для будь-якого режиму роботи двигуна.

Аналітична інтерпретація зазначеної математичної моделі базується на розв'язанні системи з 12 умов:

$$\begin{aligned}
 G(n_A, M_{100A}) &= G_{100}^A, G(n_B, M_{50B}) = G_{50}^B, G(n_B, M_{75B}) = G_{75}^B, \\
 G(n_A, M_{50A}) &= G_{50}^A, G(n_A, M_{75A}) = G_{75}^A, G(n_A, M_{25A}) = G_{25}^A, \\
 (4) \\
 G(n_B, M_{100B}) &= G_{100}^B, G(n_B, M_{25B}) = G_{25}^B, G(n_C, M_{100C}) = G_{100}^C, \\
 G(n_C, M_{25C}) &= G_{25}^C, G(n_C, M_{75C}) = G_{75}^C, G(n_C, M_{50C}) = G_{50}^C,
 \end{aligned}$$

де $G(n_i, M_j)$ – значення годинної витрати палива, визначене за допомогою математичної моделі для режиму роботи двигуна, який характеризується частотою обертання n_i та крутним моментом M_j ;
 G_X^Y – годинна витрата палива, виміряна при випробуваннях двигуна в режимі циклу ESC, за якого встановлені крутний момент – X , а частота обертання – Y .

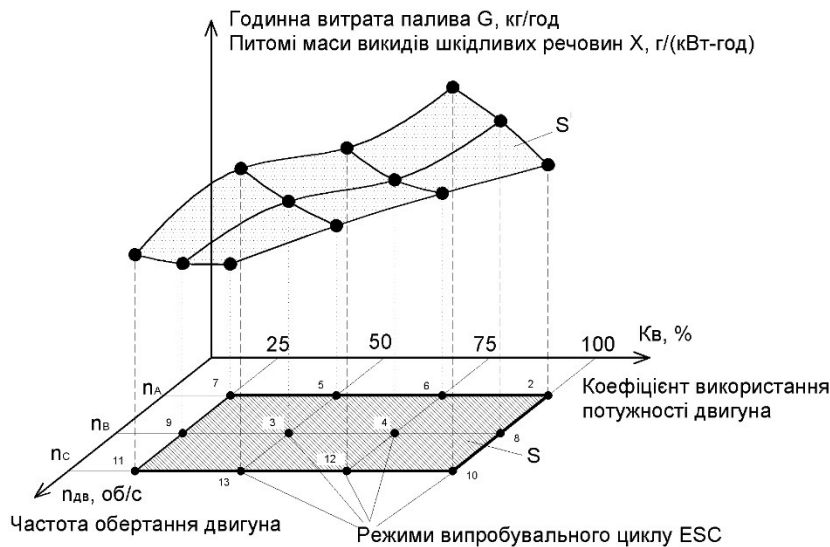


Рисунок 1 – До визначення годинної витрати палива та питомої маси викидів шкідливих речовин за методикою II

Математична модель двигуна для визначення витрати палива згідно з методикою II задається наступними формулами.

Годинна витрата палива визначається за двовимірною функцією виду:

$$G(n, M) = A(M) \cdot n^2 + B(M) \cdot n + C(M), \text{ кг/год.}$$

Коефіцієнти $A(M)$, $B(M)$, $C(M)$ залежать лише від поточного крутного моменту та опорних частот обертання:

$$A(M) = K_{a1} \cdot X_1(M) + K_{a2} \cdot X_2(M) + K_{a3} \cdot X_3(M), \text{ (кг} \cdot \text{с}^2/\text{год)} / \text{[кг} \cdot \text{с}^2/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$B(M) = K_{b1} \cdot X_1(M) + K_{b2} \cdot X_2(M) + K_{b3} \cdot X_3(M), \text{ (кг} \cdot \text{с/год)} / [\text{кг} \cdot \text{с}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$C(M) = K_{c1} \cdot X_1(M) + K_{c2} \cdot X_2(M) + K_{c3} \cdot X_3(M), \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

де

$$K_{a1} = \frac{(n_B - n_C)}{(n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c^2,$$

$$K_{a2} = \frac{(n_C - n_A)}{(n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c^2,$$

$$K_{a3} = \frac{(n_A - n_B)}{(n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c^2,$$

$$K_{b1} = \frac{n_A n_B^2 - n_B^2 n_C - n_A n_C^2 + n_C^3}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c,$$

$$K_{b2} = \frac{n_A^2 n_C - n_C^3 - n_A^3 + n_C^3 + n_A n_C^2}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c,$$

$$K_{b3} = \frac{n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^3}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)}, c,$$

$$K_{c1} = \frac{n_B^2 n_C^2 - n_A n_B^2 n_C - n_B n_C^3 + n_A n_B n_C^2}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)},$$

$$K_{c2} = \frac{n_A^3 n_C - n_A n_C^3 - 2n_A^2 n_C^2}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)},$$

$$K_{c3} = \frac{n_A^2 n_B n_C - n_A^3 n_B - n_A n_B^2 n_C + n_A^2 n_B^2}{(n_C - n_A) \cdot (n_B^2 n_C - n_A n_B^2 - n_A^2 n_C + n_A^2 n_B - n_B n_C^2 + n_A n_C^2)},$$

$$X_1(M) = a_1 \left(\frac{M}{M_0} \right)^3 + b_1 \left(\frac{M}{M_0} \right)^2 + c_1 \left(\frac{M}{M_0} \right) + d_1, \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$X_2(M) = a_2 \left(\frac{M}{M_0} \right)^3 + b_2 \left(\frac{M}{M_0} \right)^2 + c_2 \left(\frac{M}{M_0} \right) + d_2, \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$X_3(M) = a_3 \left(\frac{M}{M_0} \right)^3 + b_3 \left(\frac{M}{M_0} \right)^2 + c_3 \left(\frac{M}{M_0} \right) + d_3, \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

де M_0 – крутний момент на валу двигуна в режимі повного навантаження.

Коефіцієнти при поточних значеннях крутних моментів:

$$a_1 = -10,667X_{25}^A + 32X_{50}^A - 32X_{75}^A + 10,667X_{100}^A, \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$a_2 = -10,667X_{25}^B + 32X_{50}^B - 32X_{75}^B + 10,667X_{100}^B, \text{ (кг/год)} / [\text{кг}/(\text{кВт} \cdot \text{год})],$$

$$a_3 = -10,667X_{25}^C + 32X_{50}^C - 32X_{75}^C + 10,667X_{100}^C, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$b_1 = 24X_{25}^A - 64X_{50}^A + 56X_{75}^A - 16X_{100}^A, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$b_2 = 24X_{25}^B - 64X_{50}^B + 56X_{75}^B - 16X_{100}^B, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$b_3 = 24X_{25}^C - 64X_{50}^C + 56X_{75}^C - 16X_{100}^C, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$c_1 = -17,333X_{25}^A + 38X_{50}^A - 28X_{75}^A + 7,333X_{100}^A, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$c_2 = -17,333X_{25}^B + 38X_{50}^B - 28X_{75}^B + 7,333X_{100}^B, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$c_3 = -17,333X_{25}^C + 38X_{50}^C - 28X_{75}^C + 7,333X_{100}^C, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$d_1 = 4X_{25}^A - 6X_{50}^A + 4X_{75}^A - X_{100}^A, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$d_2 = 4X_{25}^B - 6X_{50}^B + 4X_{75}^B - X_{100}^B, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]},$$

$$d_3 = 4X_{25}^C - 6X_{50}^C + 4X_{75}^C - X_{100}^C, \text{ (кг/год) / [кг/(кВт·год)]}.$$

Для визначення паливної економічності КТЗ застосовані іздові цикли, визначені ГОСТ 20306-90 та настановами U.S.Environmental Protection Agency (EPA) [2].

Моделювання виконується різних режимів руху, визначених раніше.

У вимогах до виконання ізових циклів (п.3.1.4 ГОСТ 20306-90) зокрема зазначена настанова, згідно з якою, якщо інтенсивність розгону дорожнього транспортного засобу є такою, що цей засіб не може досягнути заданої швидкості на заданому відрізку шляху (а у випадку ізового циклу EPA – на заданому інтервалі часу), то рух слід продовжувати із дотриманням подальшого графіка заданих швидкостей.

При застосуванні методики II для визначення паливної економічності при русі КТЗ по маршруту, який складається з послідовних ділянок з різними ухилами поздовжнього профілю дороги, є спосіб визначення годинної витрати палива для певного режиму роботи двигуна. Відмінність між оціночними показниками у різних режимах руху полягає у способі визначення послідовності режимів роботи двигуна, яка залежить від умов руху КТЗ.

Порівняльний аналіз проведемо на прикладі сідельних автопоїздів з тягачами п'яти марок та моделей: DAF XF105, MAN TGA 70-157, Iveco Magirus, Scania R-series, Volvo FH 16 при їх роботі на одному і тому маршруті. У табл. 1 наведена характеристика експлуатаційного маршруту.

Таблиця 1 – Характеристика експлуатаційного маршруту.

Довжина ділянки L, км	1,00	2,00	0,90	1,00	2,00	1,00	2,00	1,50	2,00	3,00	3,00
Ухил дороги	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0	0,05	0,01	0,015	0,02	0,005

Вхідними даними для розрахунків окремих та комплексних оціночних показників у цьому випадку є:

- маса автопоїзда $m=40000$ кг;
- фактор обтічності автопоїзда «сідельний тягач – напівпричіп» $W=1,00 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$;
- коефіцієнт корисної дії трансмісії $\eta_{\text{тр}}=0,9$;
- коефіцієнт опору коченню $f=0,01$.

Зовнішні швидкісні характеристики, характеристика питомої витрати палива двигуна RASCAR MX 375, а також відповідні математичні моделі зображені на рис.5.1. Математичні моделі

для інших двигунів – MAN D2876LF13, Cursor 13, Scania DC1605 Volvo D16C610 – задаються аналогічно.

Технічні характеристики сідельного тягача DAF XF 105 наведені у [7].

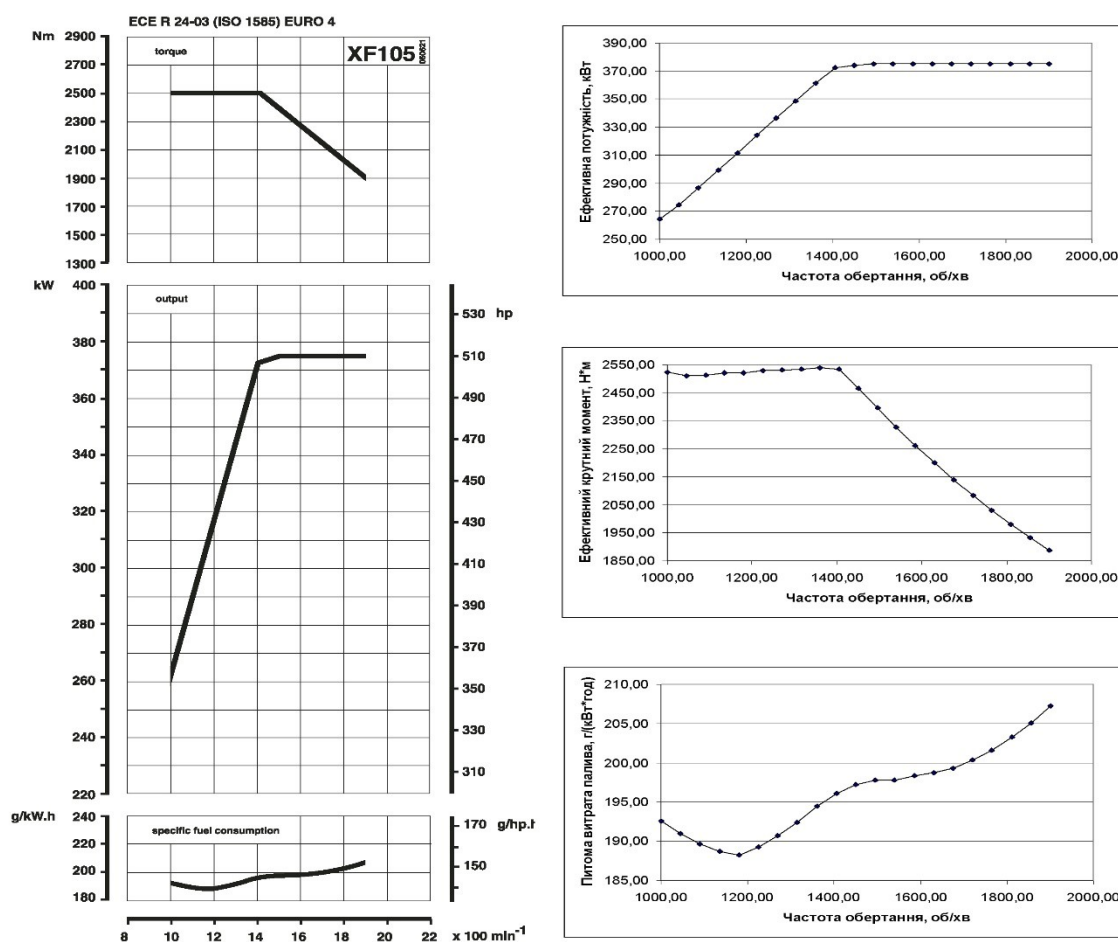


Рисунок 2 – Зовнішні характеристики та їх зображення у математичних моделях двигуна PACCAR MX 375

Технічні характеристики сідельного тягача MAN TGA 70.157 наведені у [8], тягача Iveco Magirus - у [9], сідельного тягача Scania R-series - у [10], сідельного тягача Volvo FH 16 - в [11].

Для усіх автопоїздів були визначені показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності, табл. 1. У цій таблиці поряд з абсолютним значенням показника наведено і його відносне значення щодо еталонного тягача, показники якого є кращими серед тягачів, що розглядаються.

Таблиця 1. Показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автопоїздів з тягачами, що розглядаються

п/п	Назва показника відносного показника	Торгові назви виробників; абсолютні і відносні значення оціночних показників					
		DAF	MAN	IVECO	SCANIA	Volvo	Еталон
1	Швидкість при розгоні на 400 м, м/с	<u>15,53</u> 0,97	<u>15,6</u> 0,97	<u>15,34</u> 0,96	<u>15,65</u> 0,98	<u>16,04</u> 1,00	16,04
2	Швидкість при розгоні на 1000 м, м/с	<u>21,24</u> 0,95	<u>21,44</u> 0,96	<u>21,27</u> 0,95	<u>21,6</u> 0,97	<u>22,25</u> 1,00	22,25
3	Швидкість при розгоні на 2000 м, м/с	<u>26,12</u> 0,95	<u>26,36</u> 0,95	<u>26,43</u> 0,96	<u>26,83</u> 0,97	<u>27,64</u> 1,00	27,64
4	Час розгону до 400 м, с	<u>48,14</u> 1,00	<u>48,54</u> 0,99	<u>53,53</u> 0,90	<u>50,58</u> 0,95	<u>50,12</u> 0,96	48,14
5	Час розгону до 1000 м, с	<u>80,27</u> 1,00	<u>80,54</u> 0,99	<u>86,01</u> 0,93	<u>82,36</u> 0,97	<u>81,05</u> 0,99	80,27

п/п	Назва показника відносного показника	Торгові назви виробників; абсолютні і відносні значення оціночних показників					
		DAF	MAN	IVECO	SCANIA	Volvo	Еталон
6	Час розгону до 2000 м, с	<u>122,27</u> 0,99	<u>122,10</u> 0,99	<u>127,68</u> 0,95	<u>123,27</u> 0,98	<u>120,76</u> 1,00	120,76
7	Шлях розгону на вищій передачі, м	<u>2581</u> 1,00	<u>3068,1</u> 0,84	<u>3020,5</u> 0,85	<u>3903,6</u> 0,66	<u>3485,36</u> 0,74	2581
8	Час розгону на вищій передачі, с	<u>113,28</u> 1,00	<u>130,1</u> 0,87	<u>110,37</u> 0,97	<u>140,99</u> 0,80	<u>126,72</u> 0,89	113,28
9	Шлях розгону на передостанній передачі	<u>1004,8</u> 1,00	<u>1174,7</u> 0,86	<u>1366,7</u> 0,74	<u>1558,3</u> 0,65	<u>1360,5</u> 0,74	1004,8
10	Час розгону на передостанній передачі	<u>57,07</u> 1,00	<u>64,41</u> 0,89	<u>58,83</u> 0,98	<u>71,07</u> 0,80	<u>61,27</u> 0,93	57,07
11	Максимальна швидкість, м/с	<u>28,77</u> 0,86	<u>30,05</u> 0,90	<u>31,91</u> 0,95	<u>33,5</u> 1,00	<u>33,47</u> 1,00	33,5
12	Час розгону до швидкості 100 км/год, с	<u>140,8</u> 0,87	<u>137,0</u> 0,89	<u>142,47</u> 0,86	<u>132,6</u> 0,92	<u>122,12</u> 1,00	122,12
13	Шлях розгону до швидкості 100 км/год, м	<u>2500,1</u> 0,82	<u>2403,5</u> 0,85	<u>2401,2</u> 0,85	<u>2255,3</u> 0,90	<u>2037,5</u> 1,00	2037,5
14	Максимальна крутизна підйому, %	<u>42,31</u> 1,00	<u>39,03</u> 0,92	<u>38,20</u> 0,90	<u>40,77</u> 0,96	<u>37,20</u> 0,88	42,31
15	Середня швидкість без урахування неусталених режимів руху, м/с	<u>18,87</u> 0,85	<u>19,26</u> 0,86	<u>19,96</u> 0,89	<u>20,61</u> 0,92	<u>22,31</u> 1,00	22,31
16	Середня швидкість з урахуванням неусталених режимів руху, м/с	<u>17,97</u> 0,89	<u>18,37</u> 0,91	<u>18,65</u> 0,92	<u>19,25</u> 0,95	<u>20,24</u> 1,00	20,24
17	Сумарний відносний показник тягово-швидкісних властивостей	15,15	14,64	14,56	14,38	15,13	
18	Витрата палива на експлуатаційному маршруті, л/100 км	<u>133,71</u> 1,00	<u>136,92</u> 0,98	<u>134,6</u> 0,99	<u>134,27</u> 0,99	<u>133,6</u> 1,00	133,71
19	Витрата палива в їздовому циклі ГОСТ 20306, л/100 км	<u>64,15</u> 0,96	<u>63,85</u> 0,96	<u>61,44</u> 1,00	<u>64,20</u> 0,96	<u>64,93</u> 0,95	61,44
20	Витрата палива в їздовому циклі ЕРА, л/100 км	<u>48,46</u> 0,88	<u>49,10</u> 0,87	<u>42,50</u> 1,00	<u>44,31</u> 0,96	<u>44,16</u> 0,96	42,5
21	Сумарний відносний показник паливної економічності	2,84	2,81	2,99	2,91	2,91	
22	Сумарний відносний показник	17,99	17,45	17,55	17,29	18,04	

Аналіз даних табл. 2 показує, що як показники тягово-швидкісних властивостей, так і паливної економічності автопоїздів з тягачами DAF, MAN, IVECO, SCANIA і Volvo за обраних параметрів потужності двигуна і передаточних відношень трансмісії майже однакові. Розбіжність між показниками тягово-швидкісних властивостей не перевищує 5%, а паливної економічності – 6%.

Поліпшення показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності слід шукати в оптимізації параметрів системи «двигун-трансмісія» тягачів для експлуатації в умовах України.

Висновки. Встановлено, що за показниками тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автопоїзди з тягачами DAF, MAN, IVECO, SCANIA і Volvo за обраних параметрів потужності двигуна і передаточних відношень трансмісії майже однакові. Поліпшення показників

тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності слід шукати в оптимізації параметрів системи «двигун-трансмiсія» тягачів для експлуатації в умовах України.

1. Heavy-duty Vehicle Emissions and Fuel Consumption Improvement Project. Northeast States Center for a Clean Air Future. 04-2006. // www.nescaum.org/documents/heavy-duty-rfp.pdf.
2. ГОСТ 20306-90 Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний.
3. SmartWay Fuel Efficiency Test Protocol for Medium and Heavy Duty Vehicles. Working Draft. Transportation and Regional Programs Division. Office of Transportation and Air Quality. U.S. Environmental Protection Agency №EPA420-P-07-003. 11-2007. // www.epa.gov/smartway/documents/420p07003.pdf.
4. Фаробин Я.Е., Шупляков В.С. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок.-М.: Транспорт, 1983.-200 с.
5. Литвинов А.С. Теория эксплуатационных свойств автотранспортных средств. Ч.І. М.: Изд. МАДИ, 1978. 121 с.
6. Правило ЕЭК ООН № 49 Единые предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей с принудительным зажиганием, предназначенных для использования на транспортных средствах.
7. DAF XF 105. The new standard [Электронный ресурс] / DAF Trucks N.V., Eindhoven. – 2007. – № DW 142030/HQ-GB: 0806. – 28 с. – Режим доступа до журн.: http://www.paccar.com/paccint/daf/daf_brochure_xf.pdf.
8. The MAN TGA high performance [Электронный ресурс] / MAN Automotive Imports Ply Ltd., Wacol. – 2005. – 16 с. – Режим доступа до журн.: http://www.heavytrucks.co.nz/assets/pdf/TGA_Brochure_07_07.pdf.
9. Iveco Motors product range / Iveco Motors C.O. Mkt. Advertising & Promotion, Torino. – 2004. – № 2. – 16 с.
10. Lars Tegnелиus. Scania : Technical Product Data / Lars Tegnелиus, Henn Moistlik // Scania CV AB, Sodertalje. – 2005. – № 1755191. – 27 с.
11. Volvo FH 16 Product Facts [Электронный ресурс] / Volvo Truck Corporation, Goteborg. – 2005. – 34 с. – Режим доступа до журн.: <http://ava.mecatronics.org.br/claroline/claroline/backends/download.php?url=L1Byb3TzdGlwby9UcnVja19GSDE2TWfbi5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=FMA>.

REFERENCES

1. Heavy-duty Vehicle Emissions and Fuel Consumption Improvement Project. Northeast States Center for a Clean Air Future. 04-2006. // www.nescaum.org/documents/heavy-duty-rfp.pdf.
2. ГОСТ 20306-90 Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний.
3. SmartWay Fuel Efficiency Test Protocol for Medium and Heavy Duty Vehicles. Working Draft. Transportation and Regional Programs Division. Office of Transportation and Air Quality. U.S. Environmental Protection Agency №EPA420-P-07-003. 11-2007. // www.epa.gov/smartway/documents/420p07003.pdf.
4. Фаробин Я.Е., Шупляков В.С. (1983). Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок. М.: Транспорт Publ. 200p .
5. Litvinov A.S.(1978) Teorija jekspluatacionnyh svojstv avtotransportnyh sredstv. Ch.I. M.: Izd. MADI Publ. 121 p.
6. Правило ЕЭК ООН № 49 Единые предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей с принудительным зажиганием, предназначенных для использования на транспортных средствах.
7. DAF XF 105. The new standard [Электронный ресурс] / DAF Trucks N.V., Eindhoven. – 2007. – № DW 142030/HQ-GB: 0806. – 28 p. – Режим доступа до журн.: http://www.paccar.com/paccint/daf/daf_brochure_xf.pdf.
8. The MAN TGA high performance [Электронный ресурс] / MAN Automotive Imports Ply Ltd., Wacol. – 2005. – 16 p. – Режим доступа до журн.: http://www.heavytrucks.co.nz/assets/pdf/TGA_Brochure_07_07.pdf.
9. Iveco Motors product range / Iveco Motors C.O. Mkt. Advertising & Promotion, Torino. – 2004. – № 2. – 16 p.
10. Lars Tegnелиus. Scania : Technical Product Data / Lars Tegnелиus, Henn Moistlik // Scania CV AB, Sodertalje. – 2005. – № 1755191. – 27 s.
11. Volvo FH 16 Product Facts [Электронный ресурс] / Volvo Truck Corporation, Goteborg. – 2005. – 34 p. – Режим доступа до журн.: <http://ava.mecatronics.org.br/claroline/claroline/backends/download.php?url=L1Byb3TzdGlwby9UcnVja19GSDE2TWfbi5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=FMA>.

Сахно В.П., Жаров К.С., Мурований І. С., Шарай С. М. К сравнительной оценке автопоезда с тягачами категории N3 и полуприцепов категории O4 за топливной экономичностью

Установлено, что по показателям тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автопоезда с тягачами DAF, MAN, IVECO, SCANIA и Volvo за выбранных параметров мощности двигателя и передаточных отношений трансмиссии почти одинаковы. Улучшение показателей тягово-скоростных свойств и топливной экономичности следует искать в оптимизации параметров системы «двигатель-трансмиссия» тягачей для эксплуатации в условиях Украины.

Ключевые слова: автопоезд, тягово-скоростные свойства, топливная экономичность

V. Sakhno, K. Zharov, I. Murovanyj, S. Sharay. To a comparative evaluation of a road train with tractors of category N3 and semi-trailers of category O4 for fuel efficiency

It is established that according to the indicators of traction-speed properties and fuel efficiency, road trains with DAF, MAN, IVECO, SCANIA and Volvo tractors are almost identical for the chosen engine power settings and transmission ratios. Improvement of traction-speed properties and fuel efficiency should be sought in optimizing the parameters of the "engine-transmission" system of tractors for operation in Ukraine.

Key words: road train, traction-speed properties, fuel efficiency

АВТОРИ:

САХНО Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Жаров Костянтин Сергійович, кандидат технічних наук, завідувач відділу реєстрації, інформаційного забезпечення та контролю ДП «ДержавтотрансНДІпроект» e-mail: szharov@insat.org.ua

МУРОВАННИЙ Ігор Сергійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький НТУ, e-mail: igor_lntu@ukr.net

ШАРАЙ Світлана Михайлівна, кандидат технічних наук, професор кафедри «Транспортні технології» Національний транспортний університет, e-mail: Sharay_svoliacabl.com

АВТОРЫ:

САХНО Владимир Прохорович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

ЖАРОВ Константин Сергеевич, кандидат технических наук, заведующий отделом регистрации, информационного обеспечения и контроля ГП «ГосавтотрансНИИпроект» e-mail: szharov@insat.org.ua

МУРОВАННЫЙ Игорь Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и транспортные технологии», Луцкий НТУ, e-mail: igor_lntu@ukr.net

ШАРАЙ Светлана Михайловна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Транспортные технологии» Национальный транспортный университет, e-mail: Sharay_svoliacabl.com

AUTHORS:

Volodymyr SAKHNO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Konstantin ZHAROV, PhD. in Engineering, Head of the Department of Registration, Information Support and Control of SE "GosavtotransNIIproekt"

Igor MUROVANYJ, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: igor_lntu@ukr.net

Svetlana SHARAY, PhD. in Engineering, Professor of Transport Technologies Department, National Transport University, e-mail: Sharay_svoliacabl.com

Стаття надійшла в редакцію 8.10.2017 р.