

УДК 629.113
UDC 629.113

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОЦІНЮВАННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Поляков В.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,

Україна

Жаров К.С., ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», Київ, Україна

ANALYSIS OF METHODS OF ESTIMATION AND IMPROVEMENT OF FUEL EFFICIENCY OF COMMERCIAL VEHICLES

Sakhno V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Poliakov V.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Zharov K.S., SE «STATE ROAD TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE», Kyiv, Ukraine

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ И УЛУЧШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Поляков В.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,

Украина

Жаров К.С., ГП «ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЕКТ», Киев, Украина

Постановка проблеми. В Україні перевезення вантажів автомобільним транспортом на значні відстані (у міжрегіональному та міжнародному сполученні) характеризуються постійним зростанням вантажообігу, потребують підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту. На підставі цього можна спрогнозувати, що перспектива подальшого розвитку галузі визначатиметься, перш з все, розвитком конструкції та раціональним застосуванням рухомого складу при одночасному зниженні витрат на перевезення. Дослідження впливу конструктивних параметрів на продуктивність та економічність рухомого складу є необхідною умовою удосконалення транспортних послуг. Правильне, обґрунтоване дослідженнями та досвідом, поєднання параметрів автомобілів, напівприцепів та причепів на основі завдань, які стоять перед перевізником, умов експлуатації рухомого складу є потужним засобом підвищення його продуктивності та економічності. Загальновідомо, що підвищення продуктивності та економічності рухомого складу є постійним пріоритетом підприємств, діяльність яких пов'язана з перевезеннями пасажирів та вантажів. Очевидно, що ці властивості є одними з найважливіших при плануванні та аналізуванні діяльності таких підприємств, оскільки вони безпосередньо впливають на їхню прибутковість: продуктивність пов'язана із обсягом послуг, а економічність – із собівартістю послуг. Таким чином, підходи до вибору конструктивних параметрів вантажних автомобілів, зокрема таких параметрів, які впливають на їхні економічні та екологічні показники, повинні розроблятися виходячи з одного боку із соціальних інтересів, які як правило мають відображення у державних регуляторних актах, а з іншого боку – з інтересів бізнесу, які, якщо говорити про конструкцію колісних транспортних засобів (далі – КТЗ), перш за все полягають у мінімізації собівартості перевезень. Обидві ці групи вимог у певних аспектах можуть характеризуватися спільними прагненнями сторін, в той час, як в інших – навпаки, адже в деяких випадках законодавчі вимоги є обмежувачими факторами продуктивності та ефективності перевезень. До групи спільних очікувань як держави, так і перевізника можна віднести, наприклад, безпеку перевезень та витрату палива. Прикладами обмежувачих факторів є максимальні маси та габаритні розміри КТЗ, максимальна дозволена швидкість, мінімальний рівень екологічних норм. Отже, очевидно, що дослідження впливу конструктивних параметрів на продуктивність та економічність рухомого складу є комплексною задачею, методика розв'язання якої потребує врахування багатьох факторів, і актуальність даної проблеми постійно зростає.

Стосовно автомобіля або автопоїзда паливна економічність означає ефективність процесу перетворення хімічної потенційної енергії палива у кінетичну енергію або роботу двигуна [1]. Метою роботи є визначення показників паливної економічності та способі її поліпшення.

Результати досліджень.

Підвищення паливної економічності відкриває великий потенціал для зменшення викидів парникових газів. Стратегічними цілями та завданнями стосовно поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки є оптимізація структури енергетичного сектору національної економіки шляхом збільшення обсягу використання енергетичних джерел з низьким рівнем викидів двоокису вуглецю до 2015 року на 10 % і до 2020 року на 20 %, а також забезпечення скорочення обсягу викидів парникових газів відповідно до задекларованих Україною міжнародних зобов'язань в рамках Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [3].

Якщо порівнювати показники паливовикористання з викидами шкідливих речовин, то стає очевидним, що на відміну від останніх, у паливній економічності транспортних засобів разом з державою та суспільством мають пряму зацікавленість транспортні компанії – організації, які безпосередньо надають послуги з перевезень вантажів, оскільки це безпосередньо пов'язано з собівартістю перевезень. У той самий час задачі покращення таких важливих екологічних показників, як обсяги викидів шкідливих речовин, рівні шумового, електромагнітного забруднення на жаль не завжди потрапляють у поле зору таких організацій при прийнятті ними рішень стосовно вибору та застосування рухомого складу.

Паливна економічність залежить як від умов експлуатації, так і від конструкції автомобіля. Вона визначається ступенем досконалості процесів, що протікають в двигуні та трансмісії, який може бути оцінений їхніми коефіцієнтами корисної дії, досконалістю форми автомобіля, що характеризується втратами на подолання опору повітря, раціональністю використання маси автомобіля, яка характеризується коефіцієнтом вантажопідйомності.

Витрата палива, 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. На сьогоднішній день існує ряд методик розрахункового визначення цього показника. Розглянемо дві з цих методик, умовно позначивши їх «Методика І» та «Методика ІІ»

Витрата палива відповідно до методики І визначається за характеристикою питомої витрати палива двигуна. При розрахунковому визначенні цього показника, в залежності від способу імітації руху та обраної математичної моделі, витрата палива зазвичай визначається як сума витрат палива на кожній з ділянок маршруту або їздового циклу, віднесена до пройденого шляху. 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. Методика І використовує спосіб визначення цієї характеристики, запропонований Андрієм Сергійовичем Литвиновим [4]:

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

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 ІІ, 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, виміряних при

випробуваннях двигуна за Правилами ООН № 49 [5] 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 рисунку 2). Опорні значення годинних витрат палива, визначених для цих 12 режимів, формують поверхню s' (рисунк 1), яка складається з точок, що визначають годинну витрату палива для будь-якого режиму роботи двигуна.

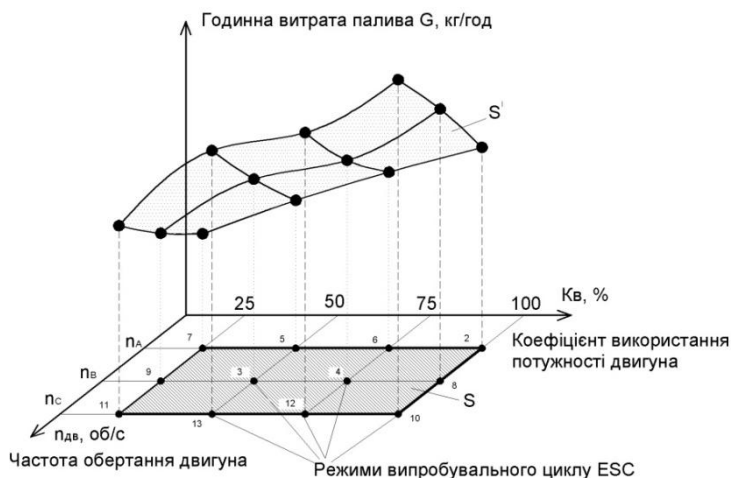


Рисунок 1. – До визначення годинної витрати палива за методикою II.

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

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

де $G(n_i, M_j)$ – значення годинної витрати палива, визначені 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 .

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. Особливості побудови математичної моделі двигуна для визначення витрати палива згідно з методикою II та порядок визначення коефіцієнтів $A(M)$, $B(M)$, $C(M)$ наведені в роботі [6].

На кафедрі «Автомобілі» Національного транспортного університету (м. Київ) проведено порівняльний аналіз результатів розрахунків витрати палива відповідно до методик I та II та результатів вимірювань витрати палива, отриманих під час експерименту, проведеного при русі вантажного автомобіля MAZ-53371 в умовах магістрального їздового циклу.

Для вимірювання витрати палива в часі використано інтерфейсний диференціальний витратомір палива DFM250D розробки СП «Технотон» (Республіка Білорусь), джерелом вихідного сигналу якого є геркон MEDER МК-4-1A71B-500W. Основні технічні характеристики витратоміра [7]: діапазон вимірюваних витрат палива – 5...250 л/год.; діапазон кінематичної в'язкості палива – 1,5...6 мм²/с; максимальний струм споживання за напруги живлення 12 В – 50 мА; максимальна похибка вимірювань не перевищує 1%; кількість імпульсів, які генеруються при споживанні одного літра палива – 80. Принцип роботи витратоміра оснований на вимірюванні об'єму палива, який протікає через вимірювальні камери витратоміра. Паливо надходить до вимірювальних камер через

вхідні отвори та повертають кільця камер. Один оберт кільця камери відповідає протіканню через витратомір об'єму палива, що дорівнює об'єму вимірювальної камери, та супроводжується генерацією одного імпульсу. Особливість роботи диференціального витратоміра, з двома вимірювальними камерами, полягає у обчисленні витрати палива, як різниці між витратами у прямій (подаючій) та зворотній паливних магістралях. Підрахунок кількості імпульсів та їх переведення в одиниці об'єму здійснюється на етапі аналізування даних, зареєстрованих за допомогою реєстратора сигналів, один з входів якого з'єднано з виходом витратоміра.

Реєстратор сигналів під'єднується до комп'ютера для реєстрації відповідних параметрів з метою проведення подальших розрахунків та аналізування даних. Під час руху автомобіля у магістральному їздовому циклі у момент часу, який відповідає початку експериментальних вимірювань, одночасно вмикаються реєструюча апаратура; починається синхронна реєстрація зміни у часі таких параметрів: частоти обертання двигуна – з реєстратора сигналів; швидкості руху автомобіля – з приймача GPS; висоти автомобіля над рівнем моря – з приймача GPS; витрати палива – з витратоміра палива та реєстратора сигналів; відношення «повітря/паливо» - з альфаметра (до складу якого входять широкополосний датчик кисню Bosch LSU 4.2, контролер датчика кисню – Innovate Motorsports LC-1, модуль калібрування контролера, конвертор RS-232/USB, програмне забезпечення Innovate Motorsports LogWorks 3). Результати досліджень стосовно можливості застосування приймача GPS для вимірювання параметрів їздових циклів та поздовжнього профілю дороги наведені в роботі [8].

Основними досліджуваними характеристиками є: параметри їздового циклу (зміна швидкості та висоти над рівнем моря у часі) та витрата палива. Вихідними даними дослідження є: визначені попередньо фактори опору руху (коефіцієнт опору коченню $f_0=0,025$, фактор обтічності $W=0,981 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$); коефіцієнт корисної дії трансмісії: $\eta_{\text{тп}}=0,9$; маса автомобіля: $m_a=9390 \text{ кг}$ та вага від повної маси автомобіля: $P_a=92115,9 \text{ Н}$; коефіцієнт головної передачі $\eta_{\text{гп}}=7,14$ та коефіцієнти коробки передач ЯМЗ-236П $\eta_{\text{кпп}}$ (I–5,22; II–2,9; III–1,52; IV–1; V–0,66); швидкісні зовнішні характеристики двигуна ЯМЗ-236; густина палива, виміряна за допомогою мензурки та ваг: $\rho_n=843 \text{ кг/м}^3$; визначений експериментально радіус кочення колеса: $r_k=0,523 \text{ м}$; опорні частоти обертання двигуна, за яких проводились його випробування відповідно до Правил ООН № 49 [5]: $n_A=1250 \text{ хв}^{-1}$, $n_B=1550 \text{ хв}^{-1}$, $n_C=1900 \text{ хв}^{-1}$; питомі маси витрат палива, визначені для відповідних режимів випробувального циклу ESC; температура атмосферного повітря: $t_{\text{атм}}=28^\circ\text{C}$.

Синхронізація вимірювань у часі здійснюється за співставленням виміряних значень, які відповідають одному і тому самому моменту часу. Час фіксується приймачем GPS, реєстратором сигналів та програмним забезпеченням Innovate LogWorks 3. Витрата палива, яка відповідає кожній ділянці їздового циклу, визначається безпосереднім вимірюванням тривалості імпульсів, які надходять до реєструючої системи з витратоміра палива.

Характеристики їздового циклу, який виконав автомобіль та за якого визначені паливна економічність та обсяги викидів шкідливих речовин: час їздового циклу – 846 с, середня швидкість руху автомобіля – 10,9 м/с. Значення виміряного поздовжнього ухилу дороги знаходилося при цьому в межах приблизно -2...3 %, значення коефіцієнта використання потужності – в межах 0...0,95. Результати визначення зміни у швидкості руху автомобіля, витрат палива, відношення повітря/паливо зображені на рисунку 3. На цьому рисунку зображено три графіка залежності витрати палива від часу:

- $G_{\text{розрап1}}$ - розрахованої за принципом визначення співвідношення годинних витрат палива при частковому та повному навантаженні двигуна, яке апроксимується квадратним тричленом та залежить тільки від коефіцієнта використання потужності двигуна (методика I) [4];

- $G_{\text{розрап2}}$ - розрахованої на підставі даних витрат палива, отриманих при випробуваннях двигуна у 13-режимному циклі ESC згідно з Правилами ООН № 49 [5] відповідно до методики II;

- $G_{\text{експ}}$ - отриманої в результаті експерименту – виміряної із застосуванням витратоміра палива при русі автомобіля в їздовому циклі.

Для визначення відносних різниць (похибок) між значеннями витрат палива, розрахованими різними методами (I та II) та отриманими експериментально, побудуємо діаграми залежностей відносних різниць витрат палива від коефіцієнта використання потужності двигуна.

На рисунку 4 зображено діаграму залежності відносної різниці (Δ_1 , %) витрат палива $G_{\text{розрап1}}$ та $G_{\text{експ}}$, розрахованої за формулою:

$$\Delta_1 = \frac{|G_{\text{розр1}} - G_{\text{експ}}|}{G_{\text{експ}}} \cdot 100.$$

На рисунку 5 зображено діаграму залежності відносної різниці (Δ_2 , %) витрат палива $G_{\text{розр2}}$ та $G_{\text{експ}}$, розрахованої за формулою:

$$\Delta_2 = \frac{|G_{\text{розр2}} - G_{\text{експ}}|}{G_{\text{експ}}} \cdot 100.$$

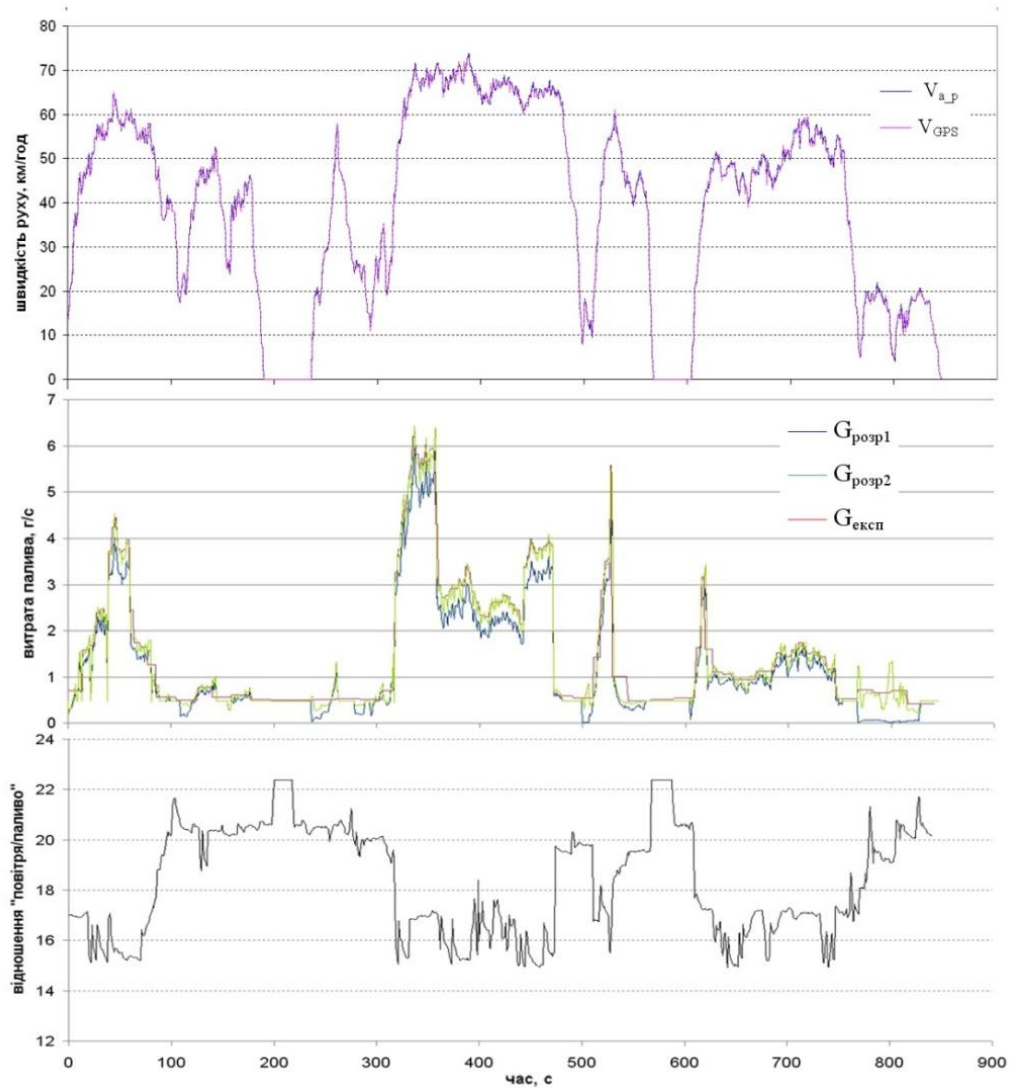


Рисунок 3. Графіки залежностей від часу швидкості руху автомобіля, витрат палива та співвідношення «повітря/паливо».

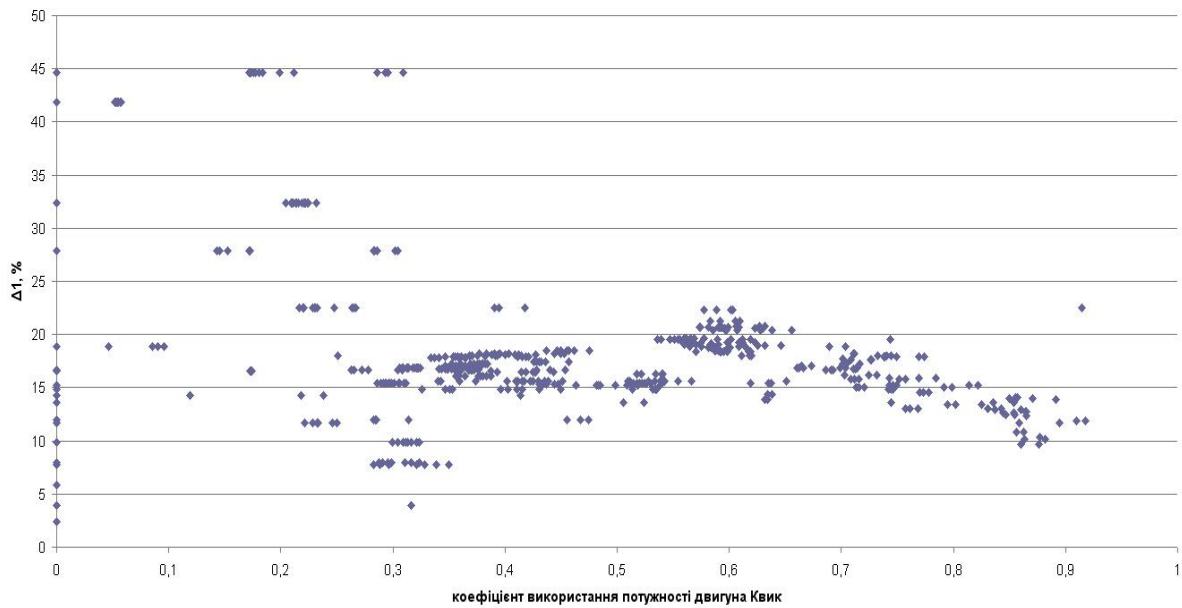


Рисунок 4. – Діаграма залежності відносної різниці Δ_1 від коефіцієнта використання потужності.

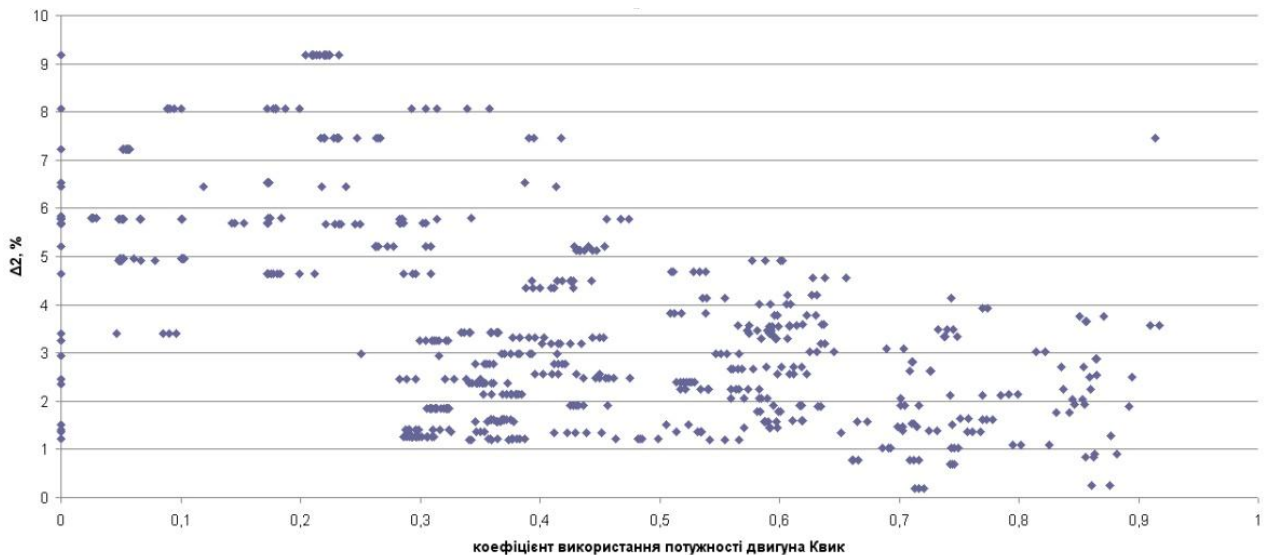


Рисунок 5. – Діаграма залежності відносної різниці Δ_2 від коефіцієнта використання потужності.

Порівнюючи результати визначення витрати палива трьома способами – експериментальним, розрахунковим, що базується на визначенні відношення годинних витрат палива при частковому та повному навантаженнях згідно з методикою I, наведеною в літературних джерелах [4], та розрахунковим, в основі якого лежить математична модель та методика II визначення цього показника, можна встановити наступне. З графіків залежностей від часу витрат палива, визначених трьома різними способами (рисунок 3) видно, що всі три залежності мають однакову тенденцію зміни у часі. Але відносні відхилення результатів, отриманих розрахунковими методами (із застосуванням різних математичних моделей), від відповідних значень, визначених експериментально, суттєво відрізняються. Як видно на рисунку 4, відносна відхилення витрати палива Δ_1 , розрахованої за методикою I, від експериментально визначеної становить близько 15-20% у діапазоні найбільш характерних для даного їздового циклу значень коефіцієнта використання потужності двигуна (0,3...0,8). При цьому відносні відхилення Δ_2 (рисунок 5) 85% значень витрати палива, розрахованої відповідно до методики II, від експериментально визначеної не перевищує 5 %.

Для обох залежностей відхилень Δ_1 та Δ_2 від коефіцієнта використання потужності двигуна $K_{вик}$ характерною є тенденція зменшення їх значень (тобто розрахункові визначення витрат палива є більш точними) із зростанням $K_{вик}$. При $K_{вик} > 0,8$ відхилення Δ_1 не перевищує 15%, а Δ_2 не перевищує

4%. Це означає, що для магістральних їздових циклів, в умовах яких рухаються вантажні автомобілі, що перевозять вантажі за міжрегіональними та міжнародними маршрутами, та для яких характерними є високі значення $K_{\text{вик}}$, обидві наведені в даній роботі розрахункові методики визначення витрати палива будуть більш точними ніж для умов руху автомобіля з невеликим використанням потужності двигуна.

Пояснити тенденцію зменшення точності розрахованих за методикою II витрат палива за невеликих $K_{\text{вик}}$ можна тим, що сама ця методика передбачає апроксимацію витрати палива, що визначається для певного (довільного) режиму роботи двигуна функцією четвертого порядку, розрахованою на підставі вимірюного під час випробувань двигуна за Правилами ООН № 49 [5] діапазону значень $K_{\text{вик}}=0,25\dots 1$. Разом з цим при математичному моделюванні частина діапазону $K_{\text{вик}}=0\dots 0,25$ залишилася невизначеною. І чим більше відрізняється $K_{\text{вик}}$ від 0,25 (у бік зменшення), тим менш точним є його відтворення за допомогою даної математичної моделі.

Висновки.

За результатами проведеного розрахунково-експериментального дослідження можна встановити, що стосовно розрахунку витрати палива більш точною є методика II у порівнянні з методикою I. При цьому відповідні точності відрізняються більш ніж утричі. Точність результатів, отриманих за допомогою методики II (4...5%), підтверджує її адекватність та можливість застосування у подібних розрахунках. Крім того, оскільки всі три зображені на рисунку 3 характеристики витрати палива мають однакову тенденцію реагування на зміну режиму роботи двигуна та є схожими за формою, обидві зазначені розрахункові методики можуть бути застосованими при порівняльному аналізі автомобілів відповідно до їх паливної економічності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. До вибору типу автомобіля-тягача триланкового автопоїзда за показниками паливної економічності / Жаров К.С. // Автошляховик України. 4'2008 – 2008. – №4(204). – С. 17-21
2. 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.
3. «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2020 року», затверджені Законом України від 21 грудня 2010 року № 2818-VI.
4. Литвинов А.С. Теория эксплуатационных свойств автотранспортных средств. Ч.І. М.: Изд. МАДИ, 1978. 121 с.
5. Правила ООН № 49 «Единые предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе (снг), и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на снг, в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ».
6. Оцінка обсягів шкідливих викидів колісними транспортними засобами / Жаров К.С. // Автошляховик України. 12'2009 – 2009. – С. 158-164.
7. Расходомеры топлива DFM. Версия 1.0. Руководство по эксплуатации. СП «Технотон»-ЗАО. 2007-2011.
8. До визначення їздових циклів та поздовжніх профілів доріг / Сахно В.П., Жаров К.С. // Автошляховик України. 1'2012 – 2012. – С. 7-11.

REFERENCES

1. To selection of towing vehicle type for triple-combination vehicle on the basis of fuel efficiency features / Zharov K.S. // Auto-Roader of Ukraine. 4'2008 – 2008. – №4(204). – P. 17-21. (Ukr)
2. 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. (En)
3. «Main Principles (Strategy) of the National Environmental Policy of Ukraine for the Period until the Year 2020», approved by the Law of Ukraine № 2818-VI of 21 December 2010. (Ukr)
4. Litvinov A.S. Theory of road vehicle performance characteristics. P.I. Moskva: Publ. MADI, 1978. 121 p. (Rus)
5. UN Regulation № 49 «Uniform provisions concerning the measures to be taken against the emission of gaseous and particulate pollutants from compression-ignition engines and positive-ignition engines for use in vehicles».

6. Estimation of road vehicle harmful exhaust emission / Zharov K.S. // Auto-Roader of Ukraine. 12'2009 – 2009. – P. 158-164. (Ukr)
7. DFM Fuel Flowmeters. Version 1.0. User's Guide. JSC «Tehnoton». 2007-2011. (Rus)
8. To determination of the driving cycles and longitudinal profiles of road / Sakhno V.P., Zharov K.S. // Auto-Roader of Ukraine. 1'2012 – 2012. – P. 7-11. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. Аналіз способів оцінювання та покращення паливної економічності вантажних автомобілів./ В.П. Сахно, В.М.Поляков, К.С. Жаров // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2014. – Вип. 30.

В статті запропоновані підходи щодо розрахункового визначення паливної економічності вантажних автомобілів та наведені порівняльні аналізи результатів, визначених на основі цих методик, а також результатів вимірювань, виконаних під час експерименту.

Об'єкт дослідження – вантажні автомобілі (паливна економічність).

Мета роботи – проведення аналізу адекватності розрахункових методик визначення паливної економічності вантажних автомобілів на основі розрахунку витрати палива, що споживається вантажними автомобілями при русі в їздових циклах, та визначення найбільш придатної з цих методик.

Метод дослідження – порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик вантажних автомобілів, визначених на основі розрахункових та експериментальних методик.

Наведена актуальність проблеми підвищення паливної економічності. Описані дві методики розрахункового визначення середньої витрати палива вантажними автомобілями, як показника, який характеризує їхню паливну економічність. Перша з цих методик полягає у визначенні витрати палива на основі зовнішньої характеристики витрати палива двигуна та емпіричних формул, друга - у визначенні витрати палива на основі експериментально визначених значень годинних витрат палива, які відповідають ряду усталених режимів роботи двигуна, що перекривають весь діапазон його робочих режимів. Результати порівняльного аналізу показали, що друга методика є більш точною у порівнянні з першою та забезпечує відносно відхилення результатів у порівнянні з експериментально визначеними даними на рівні 4...5%, в той час, як цей показник стосовно першої методики становить близько 15...20 %. Доведена адекватність обох методик для проведення порівняльних аналізів експлуатаційних характеристик транспортних засобів.

Результати статті можуть бути застосовані при розробці математичних моделей, призначених для розрахункового визначення паливної економічності вантажних автомобілів.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – покращення паливної економічності за рахунок визначення оптимальної конструкції автомобіля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ВАНТАЖНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ДВИГУН, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ.

ABSTRACT

Sakhno V.P. Analysis of methods of estimation and improvement of fuel efficiency of commercial vehicles. /Sakhno V.P., Poliakov V.M. Zharov K.S //Visnyk NTU. Kyiv. National Transport University. 2014. Vol. 30.

The article proposes approaches regarding calculation of commercial vehicle fuel efficiency and provides the comparative analysis both the results that are defined by using these methods and the results of measurements carried during the experimental investigation.

Object of the study – commercial vehicles (fuel efficiency).

Purpose of the study – to validate the modeling methods of definition of commercial vehicle fuel efficiency by calculation of the amount of fuel consumed by commercial vehicles during the motion in driving cycles and definition of the most appropriate method.

Method of the study – comparative analysis of commercial vehicles performance characteristics that are determined using both modeling and experimental methods.

The urgency of the fuel efficiency improvement problem is outlined. The two methods of calculation of commercial vehicles fuel consumption, which indicates their fuel efficiency, are described. The first of these methods is grounded on determination of fuel consumption using the rated fuel consumption-engine speed response and empirical formulas, the latter - on determination of fuel consumption using experimentally defined values of fuel consumption per hour which respects to a series of steady-state modes of engine performance that covers whole range of engine operating modes. According to the results of comparative analysis the second method is more accurate than the first and provides relative deviation from

experimentally stated data at the level of 4...5 % when the respective value that concerns the first method approximately equal to 15...20 %. The validation of both methods with respect to comparative analysis of road vehicles performance characteristics is proven.

The results of the article can be used in development of mathematical models intended for theoretical determination of commercial vehicle fuel efficiency.

Forecast assumptions about the object of study – improving of fuel efficiency by optimization of vehicle design.

KEYWORDS: FUEL EFFICIENCY, COMMERCIAL VEHICLE, ENGINE, COMPARATIVE ANALYSIS, MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. Анализ способов оценки и улучшения топливной экономичности грузовых автомобилей./ В.П. Сахно, В.М.Поляков, К.С. Жаров // Вестник НТУ. – К.: НТУ – 2014. – Вып. 30.

В статье предложены подходы относительно расчетного определения топливной экономичности грузовых автомобилей и приведены сравнительные анализы результатов, определенных на основании этих методик, а также результатов измерений, выполненных во время эксперимента.

Объект исследования – грузовые автомобили (топливная экономичность).

Цель работы – проведение анализа адекватности расчетных методик определения топливной экономичности грузовых автомобилей на основании расчета расхода топлива, потребляемого грузовыми автомобилями при движении в ездовых циклах и определение наиболее подходящей из этих методик.

Метод исследования – сравнительный анализ эксплуатационных характеристик грузовых автомобилей, определенных на основании расчетных и экспериментальных методик.

Приведена актуальность проблемы повышения топливной экономичности. Описаны две методики расчетного определения среднего расхода топлива грузовыми автомобилями, как показателя, характеризующего их топливную экономичность. Первая из этих методик состоит в определении расхода топлива на основании внешней характеристики расхода топлива двигателя и эмпирических формул, вторая – в определении расхода топлива на основании экспериментально определенных значений часовых расходов топлива, соответствующих ряду установившихся режимов работы двигателя, перекрывающих весь диапазон его рабочих режимов. Результаты сравнительного анализа показали, что вторая методика является более точной в сравнении с первой и обеспечивает относительное отклонение результатов в сравнении с экспериментально определенными данными на уровне 4...5%, в то время, как этот показатель в отношении первой методики составляет около 15...20 %. Доказана адекватность обеих методик для проведения сравнительных анализов эксплуатационных характеристик транспортных средств.

Результаты статьи могут быть применены при разработке математических моделей, предназначенных для расчетного определения топливной экономичности грузовых автомобилей.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – улучшение топливной экономичности за счет определения оптимальной конструкции автомобиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ГРУЗОВОЙ АВТОМОБИЛЬ, ДВИГАТЕЛЬ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

АВТОРИ:

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, e-mail: Sakhno@ntu.edu.ua, тел. +380442804252, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 301.

Поляков Віктор Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», тел. 280-42-52, Україна 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 301.

Жаров Костянтин Сергійович, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», завідувач відділу реєстрації, інформаційного забезпечення та контролю, e-mail: kzharov@insat.org.ua, тел. +380445614034, Україна, 03113, м. Київ, пр. Перемоги, 57, к. 1305.

AUTHORS:

Sakhno Volodymyr P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of road vehicles department, e-mail: Sakhno@ntu.edu.ua, tel. +380442804252, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 301.

Poliakov Viktor Mihailovich, Doctor of Engineering, assistant of professor, National transport university, professor of Avtomobili chair, ph. 280-42-52, Ukraine 01010, Kiev, Suvorova St. 1, к.301.

Zharov Kostiantyn S., SE «State Road Transport Research Institute», head of registration department, e-mail: kzharov@insat.org.ua, tel. +380445614034, Ukraine, 03113, Kyiv, Peremohy ave., 57, of. 1305.

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедры автомобилей, e-mail: Sakhno@ntu.edu.ua, тел. +380442804252, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 301.

Поляков Виктор Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Автомобили», тел.280-42-52, Украина 01010, г.Киев, ул. Суворова 1, к.301.

Жаров Константин Сергеевич, ГП «ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЕКТ», заведующий отделом регистрации, информационного обеспечения и контроля, e-mail: kzharov@insat.org.ua, тел. +380445614034, Украина, 03113, г. Киев, пр. Победы, 57, к. 1305.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництво, ремонт та матеріалознавство, Київ, Україна

Рудзінський В.В., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, завідувач кафедри автомобілі та автомобільне господарство, Житомир, Україна

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor of departments of manufacturing, repair and materials engineering, Kyiv, Ukraine.

Rudzinsky V.V., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Zhytomyr stste tehnological university, head departments automobiles and automobile industry, Zhytomyr, Ukraine