



УДК 656.025

METHOD FOR ANALYSING MOTOR VEHICLES' ENERGY EFFICIENCY AND THEIR TECHNICAL PARAMETERS CHANGES TO CONSIDER**МЕТОД АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ****Khmelov I.V. / Хмельов І.В.***c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9969-5230

Halona I.I. / Гальона І.І.*c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1484-1682

Danylenko I.V. / Даниленко І.В.*assistant / асистент*

ORCID: 0000-0001-9674-2866

Dovbij V.Yu. / Довбій В.Ю.*postgraduate / аспірант***Mnyshenko R.V. / Мнишенко Р.В.***postgraduate / аспірант**National Transport University, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenka str., 1, 01010**Національний транспортний університет, Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, 01010*

Анотація. В роботі розглянуто існуючі показники оцінки ефективності роботи автомобілів, які засновані на розрахункових схемах доставки вантажів і в яких розглядаються автотранспортні засоби як саморушні кузови та їх віртуальне переміщення. На основі теорії енергоресурсної ефективності автомобіля запропоновано критерії його транспортно-технологічної досконалості, якими є показники транспортної енергоефективності та результативності технологічних впливів. Ці показники ефективності, на відміну від існуючих, дозволяють врахувати сутність транспортних технологій. Проведено аналіз впливу питомої витрати палива сидельного автопоїзда на вказані показники ефективності. Даний показник є дуже важливим для зменшення споживання палива та зниження забруднення довкілля. Результати статті можуть бути використані для оцінки досконалості конструкції автотранспортних засобів і техніко-технологічного аналізу майбутніх проектів перевезень.

Ключові слова: автотранспортний засіб, витрата палива, енергоефективні технології, конструктивні параметри, енергоефективність, умови експлуатації, паливна економічність.

Вступ.

Управління розвитком рухомого складу (РС) в автотранспортній системі базується на ідеї забезпечення збереження енергії та ресурсів при створенні та експлуатації автомобіля [1]. В умовах дорожнього руху енергоємність перевезень обумовлюється конструктивними параметрами автотранспортних засобів (АТЗ), режимами переривчасто-нерівномірного руху і характеристиками поверхні кочення. Недоліком існуючих методів технічного аналізу в теорії автомобіля [2] є те, що вони не дозволяють вирішити задачу оптимізації робочих процесів і конструктивних параметрів згідно з вищезгаданою концепцією збереження енергії та ресурсів, оскільки об'єктом дослідження в них є АТЗ як технічний засіб. Але для аналізу енергоресурсозбереження та оптимізації АТЗ необхідно розглядати його як науково-технічний товар та знаряддя



технологічних впливів [1]. Недоліками методів теорії транспортних процесів є припущення про незмінність параметрів техніки та технології перевезень, а також використання спрощеної схеми доставки вантажу, в якій етап руху автомобіля замінений проміжком часу між початковими та кінцевими операціями. Крім того, вони не дозволяють оцінити ефект технічної новизни конструкції АТЗ, оскільки в існуючих моделях враховується лише один конструктивний параметр – вантажопідйомність [3]. У зв'язку з цим, розроблено методику обґрунтування нових АТЗ, яка заснована на теорії енергоресурсної ефективності автомобіля і враховує зміну конструктивних параметрів у часі.

Основний текст.

Нова методика заснована на енергетичній схемі перетворення ресурсів у перевізному процесі [1]. Крім того, АТЗ розглядається не як однопараметричний пристрій вантажонесення, який характеризується лише одним технічним параметром (вантажопідйомністю), а як носій технічних ресурсів транспорту, який характеризується структурно-параметричною організацією його конструкції. Для врахування цих факторів імітується функціонування АТЗ у міському, магістральному та змішаному циклах. Енергетичні показники АТЗ у цих циклах порівнюються з енергетичними показниками еталонного прототипу в еталонній операції. В основу математичної моделі функціонування автомобіля у тестовій операції покладено аналітичні залежності його дискретної кінематики, динаміки та енергетики [1].

Новизна методики, яка дозволяє реалізувати цю мету, заключається у розгляді автомобіля як динамічного засобу транспортної праці з позицій споживача автотранспортної системи. Останньому необхідно комплексно оцінити технічну придатність АТЗ як складної машини, об'єкта управління рухом і перевізного засобу. Необхідність такого підходу обумовлена тим, що, з точки зору теорії економіки, під ресурсами розуміються запаси транспортної праці у спорядженому автомобілі [4].

Енерговитрати та витрати палива в тестовій операції визначаються з урахуванням закономірностей впливу робочих процесів конструкції АТЗ на потік його потужності $N(t)$, а також питомої витрати палива $g(t)$. Енерговитрати в тестовій операції визначаються наступним чином:

$$E_{\text{и}} = \sum_{i=1}^{n_y} \left(\int N_{y_i} dt + c_{1i} \right) + \sum_{i=1}^{n-n_y} \left(\int N_i(t) dt + c_{2i} \right), \quad (1)$$

де N_y, N – потужність двигуна відповідно при сталому та несталому русі АП, кВт; n – кількість фаз тестової операції; n_y – кількість фаз сталого руху; t – тривалість фази тестової операції, с; c_1, c_2 – коефіцієнти інтегрування.

Витрати палива в тестовій операції визначаються за формулою:

$$Q_{\text{и}} = \sum_{i=1}^{n_y} \left(\int N_{y_i} g_{y_i} dt + c_{3i} \right) + \sum_{i=1}^{n-n_y} \left(\int N_i(t) g_i(t) dt + c_{4i} \right), \quad (2)$$

де g_y, g – питома витрата палива двигуна відповідно при сталому та несталому русі АП, $\frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$; c_3, c_4 – коефіцієнти інтегрування.



Одним з ключових показників ефективності дизельного двигуна є питома витрата палива. Питома витрата палива — це кількість палива, яку споживає транспортний засіб на кожен кілометр пройденого шляху або на кожну одиницю роботи [5]. Урахування та використання питомої витрати палива є дуже важливим для зменшення споживання палива та зниження забруднення довкілля. Знання цього параметру дозволяє ефективно планувати маршрути, вибрати найбільш економічні транспортні засоби, контролювати витрати на паливо та зменшувати викиди шкідливих речовин в атмосферу. Крім того, визначення питомої витрати палива є важливим критерієм при оцінці ефективності різних технологій та конструкцій транспортних засобів. Це дозволяє зменшити витрати на паливо та знизити вплив транспорту на навколишнє середовище [5].

Споживання палива дизельним навантажувачем залежить від кількох факторів, таких як тип двигуна, навантаження, швидкість руху, стан шин та дороги. У середньому дизельний двигун може споживати від 3 до 8 літрів палива на годину роботи. Значення питомої витрати палива g_n при максимальній потужності двигуна характеризує його паливну економічність [4]. Величина g_n залежить від типу двигуна і виду палива. Стратегія підвищення паливної економічності АТЗ при його проектуванні полягає в забезпеченні умови $g_n \rightarrow \min$. Чим менше g_n , тим вище ціна двигуна, що досягає до 40% вартості автомобіля. Однак АТЗ порівняно рідко працюють при повному навантаженні двигуна і мають великі запаси потужності.

В результаті імітаційного моделювання визначаються показники транспортно-технологічної якості автомобіля, до яких відносяться [4]:

1) K_{ec} – енергетичний коефіцієнт пробігу. Являє собою відношення витрат енергії для заданого та еталонного АТЗ.

2) K_{eq} – паливний коефіцієнт пробігу. Являє собою відношення витрат палива для заданого та еталонного АТЗ.

3) K_{vc} – коефіцієнт швидкості. Це відношення середньої швидкості в циклі до еталонної швидкості, яка приймається постійною (40 км/год).

4) P_{ep} – показник енергетичної ефективності. Це відношення транспортної енерговіддачі заданого та еталонного АТЗ.

5) P_{epq} – показник паливної ефективності. Це відношення транспортної паливовіддачі заданого АП до паливовіддачі еталонного АТЗ.

На рисунку 1 зображено графіки залежності показників функціональної ефективності автопоїзда VOLVO FH-12 + FRUEHAUF DSND-32 від зміни питомої витрати палива двигуна g_n . Виявлено, що величина g_n практично не впливає на показники швидкості K_{vc} і енергетичний коефіцієнт пробігу K_{ec} . Разом з тим, зі збільшенням g_n зростає паливний коефіцієнт пробігу K_{eq} . Це означає, що величина g_n впливає тільки на паливну складову змінних витрат.

Зважаючи на те, що питома витрата палива залежить від багатьох факторів, її можна зменшити шляхом дотримання наступних правил: регулярний технічний огляд та обслуговування двигуна; використання високоякісного палива; відповідна заміна фільтрів повітря та палива; регулярне очищення впускних та випускних систем від коксу; раціональне використання навантажувача з урахуванням оптимальної швидкості руху та навантаження.

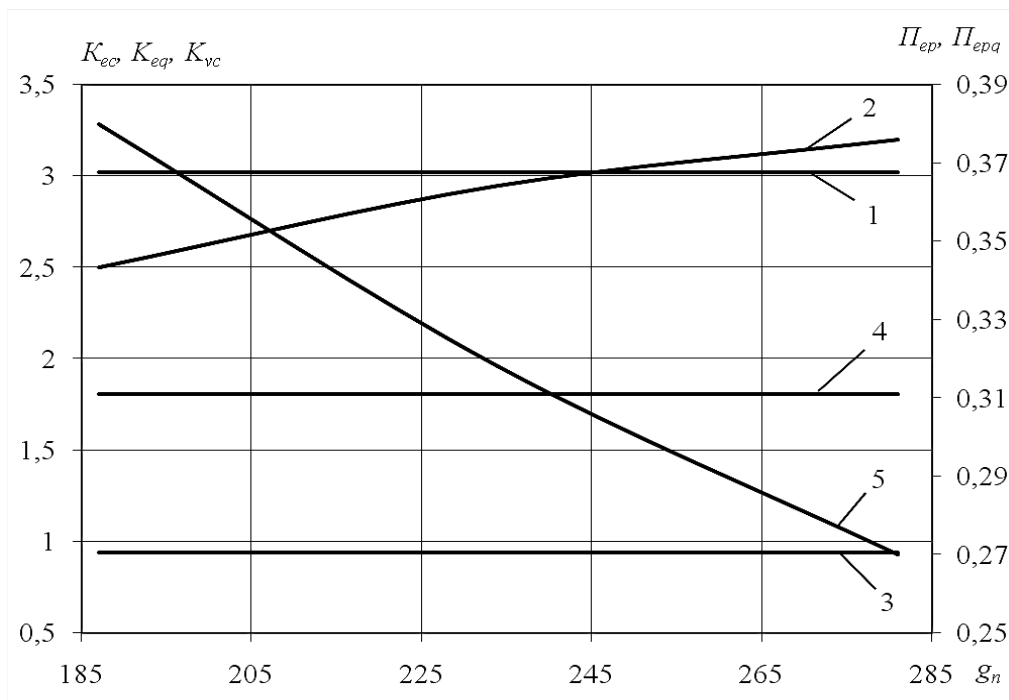


Рисунок 1 – Графік залежності показників енергетичної ефективності автопоїзду VOLVO FH-12 + FRUEHAUF DSND-32 від питомої витрати палива двигуна g_n (г/кВт·год): 1 – K_{ec} , 2 – K_{eq} , 3 – K_{vc} , 4 – Π_{ep} , 5 – Π_{epq}

Джерело: авторська розробка

Висновки.

Були розглянуті існуючі методи аналізу організації та технології перевезень, виявлені їх недоліки. Запропоновано для розвитку рухомого складу в автотранспортній системі використовувати теоретичні положення і математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності автомобіля. Досліджено вплив зміни питомої витрати палива на показники транспортно-технологічної якості автомобіля. Питома витрата палива є важливим фактором, який впливає на ефективність дизельного двигуна і транспортну енергоефективність автомобіля. Обчислення максимального теоретичного споживання палива та правильний розрахунок витрати палива допоможуть економити на пальному та збільшити продуктивність роботи техніки. Одержані результати можуть бути використані для оцінки досконалості конструкції автотранспортних засобів і техніко-технологічного аналізу майбутніх проектів перевезень.

Література:

1. Хабутдінов Р.А. Принципи і методи концептуального підвищення енергоресурсної ефективності автотранспортних засобів і послуг в їх життєвих циклах / Р.А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2022. – Вип. 3 (53). – С. 389 – 398.
2. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей / В.В. Біліченко, О.Л. Добровольський, В.О. Огневий, Є.В. Смирнов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 163 с.
3. Основи теорії транспортних процесів і систем / Дмитриченко М. Ф., Яцківський Л. Ю., Ширяєва С. В. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2009. – 336 с.
4. Хмельов І. В. Метод аналізу енергетичної ефективності транспортних



операцій / І. В. Хмельов, І. І. Гальона, І. В. Даниленко // Вісник Національного транспортного університету. – К : НТУ, 2023. – Вип. 1 (55). – С. 287 – 294.

5. Питома витрата палива: розрахунок витрати пального на дизельному навантажувачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedebate2008.com/pitoma-vitrata-paliva-rozrahunok-vitrati-palnogo-na-dizelnomu-navantazhuvachi/>. Дата звернення: 19.03.2024.

Abstract. *The paper considers the existing indicators for assessing the efficiency of vehicles, which are based on the calculated schemes of cargo delivery and which consider vehicles as self-propelled bodies and their virtual movement, and, therefore, they allow solving only organizational tasks of transportation. On the basis of the theory of energy and resource efficiency of a vehicle, the article proposes criteria for their transport and technological perfection, which are indicators of transport energy efficiency and effectiveness of technological impacts. These performance indicators, unlike the existing ones, allow taking into account the essence of transport technologies. The article analyses the influence of specific fuel consumption of a fifth-wheel road train on these efficiency indicators. This indicator is very important for reducing fuel consumption and reducing environmental pollution. Knowledge of this parameter allows for effective route planning, selection of the most economical vehicles, control of fuel costs and reduction of emissions of harmful substances into the atmosphere. The results of the article can be used to assess the perfection of the vehicle design and technical and technological analysis of future transportation projects.*

Key words: *motor vehicle, fuel consumption, energy efficient technologies, design parameters, energy efficiency, operating conditions, fuel efficiency.*

Стаття відправлена: 20.03.2024 р.

© Хмельов І.В., Гальона І.І., Даниленко І.В.,
Довбій В.Ю., Мнищенко Р.В.