

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЯ ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСИ АВТОПОЇЗДА

Кошарний О.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, o.kosharnyi@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5969-4858

Кошарний М.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, kosarnijmikola@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3267-4336

IMPROVING THE FUEL EFFICIENCY OF THE CAR BY CHOOSING THE OPTIMAL WEIGHT OF THE ROAD TRAIN

Kosharnyi O.M., Candidate of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, o.kosharnyi@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5969-4858

Kosharnyi M.M., Candidate of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, kosarnijmikola@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3267-4336

Постановка проблеми.

В наш час ведуться постійні роботи над конструкцією автомобілів, які б дозволяли зменшити собівартість перевезень, оптимізувати експлуатаційні характеристики вузлів, агрегатів та систем автомобіля.

Значну частину собівартості перевезень на автомобільному транспорті становлять витрати на паливо. Чим менше автомобіль втрачає палива, тим менша собівартість перевезень. У зв'язку з цим постановка питань, пов'язаних зі зниженням витрати палива автомобілями, є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Паливною економічністю, ефективністю експлуатації автомобіля займалися вчені як Говорущенко Н.Я., Гришкевич А.И., Кошарний М.Ф., Сахно В.П., Чуйко С.П. та ін.

В сучасних умовах вибір автомобілів здійснюється в основному орієнтуючись на престиж марки, їх вартість і та ін. Але в процесі експлуатації виявляється, що придбаний автомобіль має великі в порівнянні з конкурентами експлуатаційні витрати палива, хоча і відповідає вимогам технологічного процесу перевезень.

За таких умов, актуальним є питання аналізу та оцінки конструкції автомобіля і експлуатаційних показників його використання на витрати палива.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. У літературі є велика кількість теоретичного матеріалу присвячених цій проблемі, але не розглянуті всі аспекти вирішення поставлених задач.

Наприклад Чуйко С.П. в своїй дисертаційній роботі [3] розглянув питання залежності витрат палива автобуса від кількості перевезених пасажирів.

У зв'язку з цим, велике значення має поглиблений розгляд питання вибору оптимальної маси автомобіля при експлуатації з точки зору отримання найбільшої вигоди за рахунок зменшення витрат палива, з необхідними розрахунками, що дозволить використати теоретичну базу в широкому спектрі технічних параметрів автомобілів і прогнозувати відповідні зміни ефективності їх роботи в умовах експлуатації.

Метою роботи є визначення заходів підвищення ефективності використання автопоїздів за рахунок вибору їх оптимальної маси для зменшення витрат палива. Для досягнення цієї мети, були сформульовані наступні **задачі**:

1. Виконати аналіз конструктивних особливостей автопоїздів.
2. Провести аналіз зміни шляхових витрат палива автопоїзда в залежності від його транспортної продуктивності.
3. Провести дослідження впливу нераціональної маси автомобіля на витрату ним палива.

Виклад основного матеріалу дослідження.

При перевезенні вантажів автомобільним транспортом актуальним є питання обґрунтування маси автопоїздів та витрати ними палива. При здійсненні перевезень на витрати палива автопоїзда впливають багато чинників, основними з яких є: маса автопоїзда, дорожні умови та режим руху. Паливною економічністю називають здатність автомобіля здійснювати перевезення при мінімальному витрачання палива на кожну одиницю транспортної роботи.

Значну частину собівартості перевезень на автомобілі становлять витрати на паливо. Чим менше автомобіль втрачає палива, тим менша собівартість перевезень.

Паливна економічність безпосередньо залежить від конструкції автомобіля. Вона визначається досконалістю двигуна; передаточними числами коробки передач, радіусом кочення коліс, масою автомобіля та ін.

Паливну економічність автомобіля оцінюють такими показниками: контрольною витратою палива, паливною характеристикою усталеного руху, витратою палива в неусталеному русі, витратою палива в міському циклі на дорозі, витратою палива в магістральному циклі на дорозі, витратою палива в міському циклі на стенді, Паливно-швидкісною характеристика на магістрально-горбкуватій дорозі. середньокілометровою витратою палива. Із наведених вище оціночних показників для автомобіля основними можна вважати перші три і восьмий показники.[4]

Крім того, паливну економічність найпоказовіше характеризують середні експлуатаційні витрати палива в типових для даного автомобіля дорожніх умовах.

Для обґрунтування маси автопоїзда за мінімальними витратами палива використовують динамічні характеристики автомобіля.

Динамічна характеристика представляє собою графіки залежності динамічного фактору автомобіля від швидкості руху.

Динамічний фактор залежить від сил тяги і опору руху повітря та повної ваги автопоїзда [1]:

$$D = \frac{(P_m - P_w)}{G_{an}} \quad (1)$$

Вага автопоїзда визначається як:

$$G_{an} = (M_a + M_e)g \quad (2)$$

Сила опору повітря визначається як:

$$P_w = \frac{k \cdot F \cdot V}{3.6} \quad (3)$$

де $k \cdot F$ – фактор обтічності автопоїзда,

Швидкість руху тягача V_i на i -ій передачі визначається по кутовій швидкості колінчастого вала двигуна w_e :

$$V_i(w_e) = \frac{n_{ei} \cdot 3.14 \cdot r_k}{u_i \cdot 30} \quad (4)$$

Дані по передаточним числам механічної частини трансмісії визначається з довідкової літератури по зовнішній швидкісній характеристиці двигуна тягача $M_e(w_e)$.

Сила тяги визначається в залежності від зміни моменту M_{ei} , по формулі:

$$P_m = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_e \cdot u_i \cdot \eta_t}{r_k}, \quad (5)$$

де M_k – сумарний момент на ведучих колесах;

M_e – ефективний момент двигун-функція кутової швидкості колінчастого вала;

u_i – передавальне число трансмісії на i -ій передачі.

Для визначення ефективного моменту двигуна треба визначити зовнішню швидкісну характеристику двигуна.

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна представляє собою графік залежності моменту M_e , потужності N_e , питомих витрат палива g_e від числа оборотів колінчастого вала двигуна n_e .

Значення моменту двигуна M_e залежить від режиму його роботи, і може бути описано по зовнішній характеристиці двигуна, що одержана на стендових випробуваннях, або аналітично

(приблизно) по формулі повної параболи, якщо відома максимальна потужність і частота обертів двигуна при максимальній потужності.

Експериментальна крива $M_e = f(n_e)$, згідно з теорією автомобіля описується наступним рівнянням:

$$M_{ei} = A + B \cdot w_{ei} + C \cdot w_{ei}^2, \quad (6)$$

де A, B, C – постійні емпіричні коефіцієнти для даного двигуна, що визначаються з аналізу кривий $M_e(w_e)$, розраховуються по спеціальній формулі повної параболи.

Кутова швидкість колінчатого валу (w_{ei}) визначається по формулі:

$$w_{ei} = \frac{n_{ei} \cdot 3.14}{30} \quad (7)$$

Другим етапом є визначення зміни динамічної характеристики через коефіцієнт опору дороги ψ .

Коефіцієнт опору дороги руху тягача ψ – залежить від стану дорожнього покриття (коефіцієнту опору кочення колеса f) і нахилу дороги i :

$$\psi = f + i, \quad (8)$$

де f – коефіцієнт опору коченню коліс;

i – нахил дороги.

Нахил визначається як відношення висоти ділянки h до довжини S :

$$i = h/S, \quad (9)$$

В паспорті дороги нахил визначається в промілях або відсотках, (наприклад, нахил дорівнює 30 промілям або 3 % то $i = 0.03$).

Для того що автомобіль міг рухатись в даних дорожніх умовах треба, щоб динамічний фактор перевищував коефіцієнт опору дороги.

$$D \geq \psi = f + i, \quad (10)$$

На графіку залежності динамічного фактора від швидкості руху, ми відкладаємо задане значення ψ (рис.1).

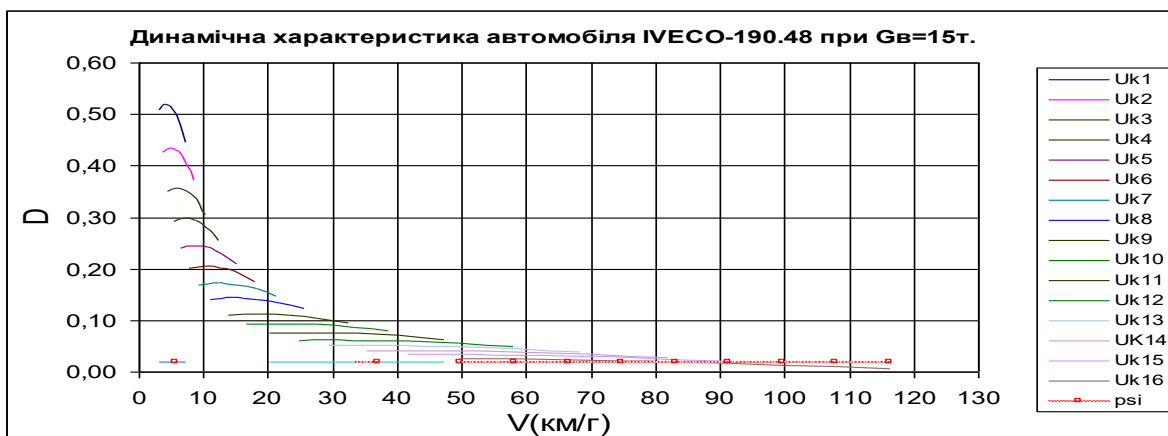


Рисунок 1 – Динамічна характеристика автомобіля IVECO-190.48 при $G_v=15\text{т}$

Figure 1 – Dynamic characteristics of the car IVECO-190.48 at $G_v = 15\text{t}$

По точці перетину цих кривих визначаємо швидкість руху при заданому ψ .

Досконалість конструкції автомобіля оцінюють по витраті палива Q (л), віднесеному до довжини шляху (пробігу) в км.

Шляхові витрати палива за 100км пробігу визначаються по формулі [2]:

$$Q_u = \frac{\left(\psi \cdot G_{an} + \frac{k \cdot F \cdot V^2}{12.96} \right) \cdot g_e \cdot K_N \cdot K_V}{2700 \cdot \eta_m \cdot \rho}, \quad (11)$$

де V – скоректована швидкість руху, $V = V \cdot 0,75$;

K_N, K_V – коефіцієнти, які залежать від ступеню використання потужності і частоти обертання колінчатого вала двигуна.

При оцінці ефективності використання автомобілів можна використати наступні показники: кількість палива на 100ткм; кількість палива на 1 ткм та ін.

Але найбільш об'єктивним показником є питомі витрати палива Q_p , тобто витрати палива на 1км, віднесені до одиниці транспортної продуктивності автопоїзда, Π_i (ткм/год).

$$Q_n = Q\Psi_i / \Pi_i, \quad (12)$$

де $Q\Psi_i$ – витрати палива автопоїздом в літрах на проїзд 1 км маршруту, який характеризується ймовірним коефіцієнтом Ψ_i ,

Π_i – продуктивність автопоїзда на даній ділянці маршруту,

Продуктивність автопоїзда визначається за формулою:

$$\Pi = M_v \cdot V_m, \quad (13)$$

де M_v – маса вантажу.

Визначення витрат палива Q_w віднесених до транспортної роботи W_m та продуктивності Π при різних значеннях маси вантажу – M_v :

$$Q_w = \frac{Q_u \cdot 100}{M_v} \quad (\text{л/ткм}), \quad (14)$$

Побудуємо графік зміни витрат палива Q_w (л/(ткм/год)) віднесених до транспортної роботи W_m – рис. 2.

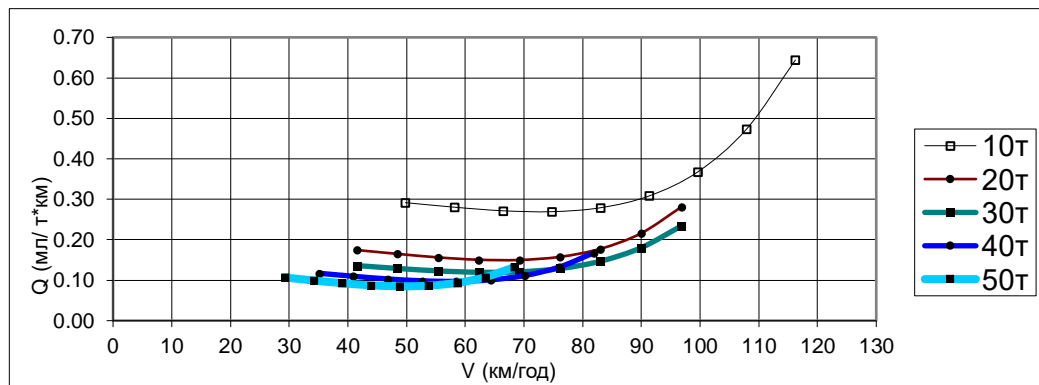


Рисунок 2 – Графік зміни витрат палива Q_w (мл/ткм), від транспортної роботи автопоїзда W_m
 Figure 2 – Graph of change in fuel consumption Q_w (ml / tkm),
 from the transport operation of the road train W_t

Далі побудуємо графік зміни витрат палива Q_w (л/(ткм/год)) в залежності від продуктивності автопоїзда Π – рис. 3.

Розрахунки, виконані на прикладі автопоїздів у складі тягачів КрАЗ-260 і IVECO-190.48 показують, що питомі витрати палива на маршруті Q_{pn} з сумарним коефіцієнтом опору в межах $\Psi_n = 0.04-0.06$ при масі вантажу $M_v = 40$ т становлять відповідно 1.8 і 0.8 (мл/(ткм/год)), а при $M_v = 70$ т, $Q_{pn} = 8.5$ і 2.5 (мл/(ткм/год)).

Вплив спорядженої маси автомобіля на показники паливної економічності розглянемо на прикладі оцінки матеріаломісткості транспортних засобів вітчизняного виробництва та іноземного. Для такого порівняльного аналізу візьмемо автомобілі одного класу: КрАЗ-6510 і DAF-2700.

Автомобіль КрАЗ-6510 має власну масу 11500т., а вантажопідйомність –13500т. Автомобіль DAF-2700 має власну масу 10700т., а вантажопідйомність – 14200т. Різниця між масою і вантажопідйомністю автомобіля КрАЗ-6510 складає 2 т., а для автомобіля DAF-2700 відповідно – 3,5 т. Можна зробити висновок, що автомобіль КрАЗ-6510 перевозить постійно 1,5т. зайвого металу, а коли віднести ці 1,5т до річної програми випуску автомобілів, то це буде приводити до значних перевитрат металу.

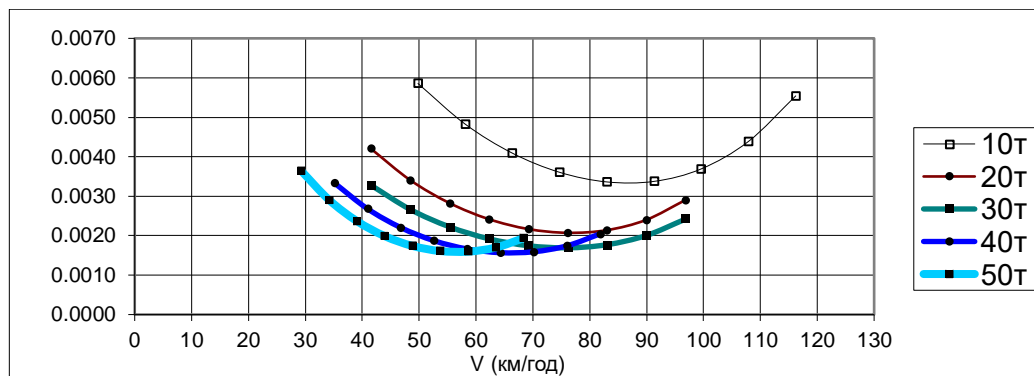


Рисунок 3 – Графік зміни витрат палива Q_w (мл/(ткм/год)), від продуктивності автопоїзда Π
 Figure 3 – Graph of fuel consumption change Q_w (ml / (tkm / h)), from the productivity of the road train Π

В експлуатаційних умовах надлишкова маса негативно відображається на цілому ряді показників. Перш за все, автомобіль КрАЗ має занижені потенційні можливості у виконанні транспортної роботи. Для перевезення надлишкової маси необхідно додатково витратити паливо. Для прикладу проведемо розрахунок перевитрат палива, виходячи з того, що перевезення надлишкової маси створює додатковий опір руху автомобілів. Для цього визначимо потужність двигуна, яка витрачається на подолання цього опору. За відомою потужністю виконаємо розрахунок додаткових витрат палива, які складають для 1000 одиниць автомобілів КрАЗ при роботі їх протягом робочого дня.

Оцінимо розрахунками витрати палива на транспортування надлишкової маси автомобіля. Додатковий опір руху автомобіля можна розрахувати за формулою:

$$\Delta P_{\psi} = \psi \cdot \Delta G_a, \quad (15)$$

де ψ – сумарний питомий опір руху автомобіля, кгс/кг; згідно з роботою для рівнинної місцевості $\psi = 0.027$;

$$\Delta P_{\psi} = 0,027 \cdot 1500 = 40.5 \text{ кгс.}$$

Потужність, необхідна для подолання цього опору, визначається за формулою:

де P_{ψ} – сила опору руху, яка дорівнює для взятого прикладу ΔP_{ψ}
 V – лінійна швидкість руху автомобіля, км/год.

$$N_{\psi} = P \cdot V / 75 \cdot 3, \quad (16)$$

Для розрахунків приймаємо максимальну швидкість автомобіля КрАЗ-6510, яка дорівнює 80 км/год:

$$N_{\psi} = 40.5 \cdot 80 / 75 \cdot 3,67 = 12 \text{ к.с.}$$

Витрати палива для подолання цього додаткового опору визначаються за формулою:

$$Q_s = (q_e \cdot N_{\psi}) / V_a, \quad (17)$$

де q_e – питомі витрати палива, г/к.с.год.

Для дизельних двигунів питомі витрати палива складають в межах 153 г/к.с.год. Тоді кількість палива буде:

$$Q_s = (153 \cdot 12) / 80 = 22.95 \text{ з/км}$$

За формулою перевитрати палива відносяться на 1 км, пройденого автомобілем шляху. Визначимо далі величину перевитрат палива протягом зміни. Дослідженнями встановлено, що пробіг автомобіля КрАЗ – 6510 при перевезенні будівельних вантажів змінюється в межах 170 – 190 км. Для розрахунків приймемо пробіг за зміну рівним 180 км. Тоді величина перевитрат палива буде:

$$Q_3 = Q_s \cdot l_{cd} = 22.95 \cdot 180 = 4.1 \text{ кг}$$

Виразимо також цю кількість палива у літрах:

$$Q^1_3 = Q_3 / q, \quad (18)$$

де: q – вага одного літра дизельного палива, рівна 0,85 кг/л.

Тоді:

$$Q^1_3 = 4,1 / 0,85 = 4.82 \text{ л,}$$

Віднесемо цю кількість палива на 1000 одиниць автомобілів КрАЗ. Величина перевитрат палива для цієї кількості автомобілів складає:

$$Q^1_{3 \text{ 1000}} = 4.82 \cdot 1000 = 4820 \text{ л.}$$

Ці розрахунки можна віднести за часом до одного місяця чи року. Слід зазначити, що у взятій розрахунковій ситуації не прийняті до уваги інші фактори, які спричиняють збільшення витрат палива.

Для зниження спорядженої маси потрібно, перш за все, ретельно проаналізувати компоновальну схему і масові характеристики всіх вузлів і агрегатів, широко використовувати полегшені і високоміцні матеріали, зокрема спеціальні алюмінієві сплави, високоміцні низьколеговані сталі і пластмаси, створюючи однаково міцні конструкції. Із зарубіжного досвіду, наприклад, фірми «Дженерал Моторс», позитивні результати по зниженню маси досягаються при виготовленні кабіни із спеціального алюмінієвого сплаву з використанням точкового зварювання.

З цих показників витікає, що різниця у витратах палива тягачів різних марок може бути суттєвою, що значно впливає на собівартості перевезень на автомобільному транспорті і відповідно, на ефективність їх використання.

Результати статті можна використовувати при конструюванні і експлуатації автомобілів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кошарний М.Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля: Навч. посібник. – Вища шк., 1992. – 200 с.
2. Гришкевич А.И. Автомобили: теория. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
3. Чуйко С.П. Зниження енергоємності автобусів категорії МЗ на міських маршрутах. – Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 – Автомобільний транспорт., Київ, 2021.
4. Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів: [навчальний посібник] / В.П.Сахно, А.П.Костенко, М.І.Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.
5. Литвинов А.С., Фаробин Я.И. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
6. Жаров К. С. До вибору типу автомобіля-тягача триланкового автопоїзда за показниками паливної економічності / К. С. Жаров // Автошляховик України. – 2008. – № 4. – С. 17–21.
7. Сахно В. П. Вплив конструктивних параметрів автопоїзда на його продуктивність та економічність / В. П. Сахно, К. С. Жаров // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2010. – № 2. – С. 68–78.
8. Кошарний М.М., Кошарний О.М., Годованюк П.Д. Покращення паливної економічності автомобіля за рахунок зниження його спорядженої маси // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. Частина 1. Серія «Технічні науки». – Випуск 17. 2016. С.27–33.

REFERENCES

1. Kosharny M.F. Osnovy mehaniky ta energetyki avtomobiliv. [Fundamentals of mechanics and energy of the car]: Kyiv: Vyscha shkola.1992. – 200p.
2. Grishkevich A.I (1986). Avtomobily: teoriya. [Cars: theory.] Moscow, Vysshaya shkola,1986. – 208p.
- 3.Chuiko S.P. Znyzhennya energoyemnosti avtobusiv kategorii M3 na miskyh marshrutah.[Reduction of energy consumption of M3 buses on urban routes]. – The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 274 – Motor transport., Kiev, 2021.
4. Sakhno V.P.Teoriya ekspluatatsiyuh svoistv.[Ekspluatatsiyni vlastyivosti avtotransportnyh zasobiv. [Performance properties of vehicles.] At 3 p.m. Part 1. Dynamics and fuel efficiency of motor vehicles: [textbook] / V.P. Sakhno, A.P. Kostenko, M.I. Zagorodnov, etc. – Donetsk: Publishing House «Knowledge» (Donetsk branch), 2014. – 444 p.
5. Litvinov A.S., Farobin J.I. Car: Theory of operational properties: A textbook for universities in the specialty «Cars and Automotive». – М.: Mashinostroenie, 1989. – 240 p.
6. Zharov K.S. Choice and substantiation of the type of car-tractor of a large-capacity road train: dis... cand. tech. science: 05.22.02. Kyiv, 2014. 166 p.
7. Sakhno V.P. Influence of constructive parameters of a road train on its productivity and efficiency / V.P. Sakhno, K.S. Zharov // Bulletin of the Donetsk Academy of Motor Transport. – 2010. – № 2. – P. 68–78
8. Kosharny M.M, Kosharny O.M, Godovanyuk P.D. Improving the fuel efficiency of the car by reducing its equipment mass // Project Management, Systems Analysis and Logistics: Scientific Journal. Part 1. Series «Technical Sciences». – Issue 17. 2016. P.27–33.

РЕФЕРАТ

Кошарний О.М. Підвищення паливної економічності тягача автомобіля за рахунок вибору оптимальної маси автопоїзда / О.М. Кошарний, М.М. Кошарний // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 1 (51).

В статті розглянутий вплив маси автопоїзда на його паливну економічність.

Об'єкт дослідження – дорожні транспортні засоби, які знаходяться в експлуатації.

Метод дослідження – аналіз паливної економічності автомобілів.

Мета роботи – визначення заходів підвищення ефективності використання транспортних засобів за рахунок зниження витрати палива.

При перевезенні вантажів автомобільним транспортом актуальним є питання обґрунтування маси автопоїздів та витрати ними палива. При здійсненні перевезень на витрати палива автопоїзда впливають багато чинників, основними з яких є: маса автопоїзда, дорожні умови та режим руху.

При оцінці ефективності використання автомобілів можна використати наступні показники: кількість палива на 100ткм; кількість палива на 1 ткм та ін.

Але найбільш об'єктивним показником є питомі витрати палива $Q_{п}$, тобто витрати палива на 1км, віднесені до одиниці транспортної продуктивності автопоїзда, Π_i (ткм/год).

Розрахунки, виконані на прикладі автопоїздів у складі тягачів КрАЗ-260 і IVECO-190.48 показують, що питомі витрати палива на маршруті $Q_{пт}$ з сумарним коефіцієнтом опору в межах $\Psi_{п} = 0.04-0.06$ при масі вантажу $M_{в} = 40т$ становлять відповідно 1.8 і 0.8 (мл/(ткм/год)), а при $M_{в} = 70т$, $Q_{пт} = 8.5$ і 2.5 (мл/(ткм/год)).

В роботі проведений розрахунок витрати палива в залежності від спорядженої маси автомобілів різних марок, порівнюючи автомобілі КрАЗ-6510 та DAF-2700.

Для зниження спорядженої маси потрібно, перш за все, ретельно проаналізувати компоновальну схему і масові характеристики всіх вузлів і агрегатів, широко використовувати полегшені і високоміцні матеріали.

Результати статті можна використовувати при експлуатації та удосконаленні конструкції автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СПОРЯДЖЕНА МАСА АВТОМОБІЛЯ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ОПР РУХУ, ВИТРАТИ ПАЛИВА, ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ABSTRACT

Kosharny O.M., Kosharny M.M. Increasing the fuel economy of the car by choosing the optimal weight of the road train. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 1 (51).

The article considers the influence of the mass of a road train on its fuel economy.

The object of research is road vehicles that are in operation.

Research method – analysis of fuel efficiency of cars.

The purpose of the work is to determine measures to increase the efficiency of vehicle use by reducing fuel consumption.

When transporting goods by road, the issue of substantiation of the mass of road trains and their fuel consumption is relevant. When carrying out transportation, the fuel consumption of a road train is influenced by many factors, the main of which are: the weight of the road train, road conditions and traffic regime.

The following indicators can be used to assess the efficiency of car use: amount of fuel per 100 km; amount of fuel per 1 tkm, etc.

But the most objective indicator is the specific fuel consumption Q_p , ie fuel consumption per 1 km, attributed to the unit of transport productivity of the road train, P_i (tkm / h).

Calculations performed on the example of road trains in the tractors KrAZ-260 and IVECO-190.48 show that the specific fuel consumption on the route Q_{pp} with a total coefficient of resistance in the range $\Psi_p = 0.04-0.06$ at a load weight $M_v = 40t$ is 0.8 and 0.8 ml, respectively. (tkm / year)), and at

$M_v = 70t$, $Q_{pp} = 8.5$ and 2.5 (ml / (tkm / year)).

The calculation of fuel consumption depending on the equipped weight of cars of different brands is compared, comparing KrAZ-6510 and DAF-2700 cars.

To reduce the curb weight, you must, first of all, carefully analyze the layout and mass characteristics of all components and units, widely use lightweight and high-strength materials.

The results of the article can be used in the operation and improvement of car design. **KEY WORDS:** CAR EQUIPMENT, FUEL ECONOMY, MOVEMENT RESISTANCE, FUEL CONSUMPTION, EFFICIENCY OF OPERATION

АВТОРИ:

Кошарний Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху», o.kosharnyi@gmail.com, тел. +380442804885 Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к. 435, orcid.org/0000-0002-5969-4858

Кошарний Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів», kosarnijmikola@gmail.com, тел. +380442805621 Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к. 410, https://orcid.org/0000-0003-3267-4336

AUTHORS:

Kosharny Oleksandr M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Transport Systems and Road Safety, o.kosharnyi@gmail.com, tel. +380442804885 Ukraine, 01010, Kyiv, street M. Omelyanovich-Pavlenko 1. of. 435, orcid.org/0000-0002-5969-4858.

Kosharny Mykola M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Technical Operation of Cars, kosarnijmikola@gmail.com, tel. +380442805621 Ukraine, 01010, Kyiv, vul.M. Omelyanovich-Pavlenko 1. room 410, https://orcid.org/0000-0003-3267-4336

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Малишев В.В., доктор технічних наук, професор, Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», директор Інженерно технологічного інституту, Київ, Україна.

Прокудін Г.С. доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Malyshev V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Open International University of Human Development «Ukraine», Director of the Institute of Engineering Technology, Kyiv, Ukraine.

Prokudin G.S, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of International Transport and Customs Control, Kyiv, Ukraine.