

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

Хабутдінов Р.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Гуцуляк А.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна

TRANSPORT-TECHNOLOGY SUBSTANTIATION OF THE LIGHT-DUTY VEHICLES

Habutdinov R.A., PhD, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Hutsuliak A.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ МАЛОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Хабутдинов Р.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Гуцуляк А.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Актуальність. Автомобілі малої вантажопідйомності (АМВ) здатні перевозити від 0,5 до 2 т. Вони мають високий рівень тягово-швидкісної динаміки, маневреності, характеризуються компактністю, гнучкістю використання та широким різновидом кузовів (фургони, бортові, пікапи)[4]. Експлуатаційно-технологічним недоліком АМВ є те, що при використанні їх в міських умовах значно підвищується енергоємність перевезень.

З кожним роком спостерігається значне збільшення різновидів та модифікацій АМВ, які пропонуються як вітчизняною, так і іноземною автомобільною промисловістю. Вони користуються великим попитом не лише в Україні, а й у всьому світі. У зв'язку з цим спостерігається щорічне збільшення долі АМВ в структурі парку рухомого складу України. Актуальність даної статті полягає у тому, що виникає науково-технічна задача обґрунтування АМВ з точки зору формування енергозберігаючих транспортних технологій. Для рішення цієї задачі необхідна методика транспортно-технологічного обґрунтування АМВ з урахуванням стратегій їх пришвидшеного оновлення.

Метою даної роботи є формування основних положень методики транспортно-технологічного обґрунтування АМВ за критеріями їх енергоефективності. Методи організаційної теорії транспортних процесів не забезпечують досягнення цієї мети. Ці методи засновані на дуже спрощеній схемі транспортних операцій, не враховують змінні конструктивно-технічні характеристики АМВ, дорожні умови, а також основні компоненти транспортних технологій (ресурсно-технічні властивості автомобіля, процедури і процеси транспортних технологій). У зв'язку з цим вказані методи не дозволяють формувати енергозберігаючі транспортні технології з урахуванням змін конструктивних параметрів автомобіля. Звідси витікає, що слід користати іншу теорію – теорію енергоресурсної ефективності автомобілів, яка розроблена на кафедрі «Транспортних технологій» Національного транспортного університету. Використання математичних моделей компонентів транспортних технологій, які представлені в даній статті є елементом наукової новизни [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз та прогнозування придатності техніко-експлуатаційних параметрів АМВ до ресурсозберігаючих транспортних технологій є метою транспортно – технологічного обґрунтування та дослідження енергоефективності АМВ. На даному етапі розвитку транспортних технологій організаційна схема не дозволяє формувати енергозберігаючі транспортні технології з урахуванням змін конструктивних параметрів автомобіля [4]. Вона дозволяє аналізувати лише форми організації перевезень, не враховуючи основні фактори транспортування – процеси перетворення енергії, вплив технологічних факторів та використання технологічних ресурсів. Недоліком організаційної теорії транспортних процесів є те, що рухомий склад розглядається не як складний технічний засіб, а як незмінюваний несучий кузов. Крім того, нехтуються властивості дороги як поверхні кочення. А тому при обґрунтуванні АМВ потрібно використовувати теорію енергоресурсної ефективності автомобіля [1,6].

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відомо, що АМВ використовуються в міських циклах, де реалізуються дуже складні транспортні операції – здійснюється нерівномірно-переривчастий рух АМВ, внаслідок чого значно підвищується рівень енергоємності перевезень. При цьому міський рух характеризується широким діапазоном зміни дорожніх умов і інших експлуатаційних факторів. Ці особливості слід врахувати при формуванні математичних моделей транспортних операцій АМВ, тобто використати розрахункові схеми транспортно-технологічних операцій, які є в теорії енергоресурсної ефективності автомобілів. На основі вищезгаданого сформульовані наступні задачі: а) використання розрахункової схеми транспортно-технологічної операції, в якій передбачено три види тестових операцій: міської, магістральної та еталонної; б) вибір конкуруючих автомобілів малої вантажопідйомності; в) адаптація та формування математичних моделей для аналізу показників енергоефективності АМВ в тестових операціях; г) багатоваріантний аналіз впливу різних експлуатаційних факторів [7,8].

Виклад основного матеріалу. Недоліком теорії транспортних процесів АМВ є те, що рухомий склад розглядається не як складний технічний засіб, а як незмінний перевізний засіб, який характеризується лише одним параметром – вантажопідйомністю. Як наслідок цього припущення в організаційній теорії використовується дуже спрощена схема самої транспортної операції, фактично розглядається транспозиційна операція, як акт зміни положення автомобіля в просторі дороги. У зв'язку з цим всі фізичні, технічні, технологічні параметри випадають із аналізу. При транспортно-технологічному підході транспортна операція розглядається як наслідок використання властивостей автомобіля, як складної машини, об'єкта управління рухом, перевізного засобу. Крім того, враховуються машинні процедури і процеси транспортних технологій [1,6]. Методика транспортно-технологічного обґрунтування передбачає визначення енергетичних характеристик автомобілів в трьох тестових операціях (міська, магістральна та еталонна). При цьому краща придатність АМВ до енергозберігаючих технологій визначається шляхом порівняння енергетичних характеристик АТЗ з еталонними даними. Це забезпечує вимоги достовірності і об'єктивності порівняльного аналізу. Окрім цього, використовується модель розрахункового маршруту при здійсненні перевезень АМВ, який враховує важливі експлуатаційні характеристики перевезень: довжину їздки, кількість вантажу, клас вантажу, структуру категорії доріг на маршруті, а також частки часу роботи АМВ в міських та магістральних умовах. [3].

В групу конкуруючих варіантів АМВ було обрано: ГЖ-2715-01 (радянський автомобіль з типом кузова пікап, який випускався 1982 року), ГАЗ-2705 (автомобіль з суцільнометалевим кузовом, який випускався 1995 року), ГАЗ-3302 (бортовий автомобіль, який випускався 1995 року), Renault Kangoo Express 1.9D (французький автомобіль з багатоцільовим призначенням, об'ємом двигуна 1.9 літра, Д – це дизель, автомобіль випускався 2006 року), Citroën Berlingo 1.6 Hdi (компактний фургон, який представляє французький автовиробник Citroën, який випускався 2010 року) та Ford Transit (Ford Transit – це серія фургонів, які виробляє Німеччина, який випускався 2011 року).

Основні техніко-експлуатаційні показники обраних АМВ представлені в табл. 1 [5].

Таблиця 1 – Техніко-експлуатаційні показники автомобілів малої вантажопідйомності, які було обрано для дослідження

№ п/п	Марка авто	ГЖ-2715-01	ГАЗ-2705	ГАЗ-3302	Renault Kangoo	Citroën Berlingo 1.6 Hdi	Ford Transit
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вантажопідйомність, т	0,5	1,35	1,5	0,75	0,92	1,4
2	Колісна формула	4x2.2	4x2	4x2.2	2x4	2x4	4x2
3	Власна маса, т	0,965	1,85	1,85	1,155	1,22	1,8
4	Повна маса, т	1,62	3,5	3,5	1,89	2,14	2,9
5	Навант. на задню вісь, т	1	1,5	1,5	1,3	1	1,5
6	Макс. потужн. (кВт/кС)	54(73,5)	70(95)	74(100)	66(84)	55(75)	75(100)
7	Лінійна норма витрати палива, (л/100 км)	10,3	12	13,8	9,5	8,5	9,4

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Коефіцієнт спорядженої маси	1,93	1,37	1,23	1,54	1,33	1,29
10	Витрати палива міск.цикл (л/100 км)	11,68	14,16	16,25	10,98	10,01	11,34
11	Приведені витрати палива магістр.цикл(л/100 км)	9,03	10,94	12,55	8,48	7,73	8,76
12	Час розгону – до 40 км/год, с	7,3	9,3	11,3	7,3	6,7	8,5
13	- до 60 км/год, с	11	14	17	11	10	12
14	- до 80 км/год, с	16,5	18,7	22,7	16,5	15,5	16,5

Дані з таблиці 1 були взяті з більш розширеної електронної таблиці, яка була побудована за допомогою програми Excel, в якій було представлено загалом 24 параметричних показників АМВ.

На основі математичних моделей показників транспортної енергоефективності АМВ вирішена задача багатоваріантного аналізу впливу деяких експлуатаційних факторів на показник енергоефективності [1]. Для транспортно-технологічного обґрунтування були використані наступні показники АМВ: коефіцієнт швидкості в розрахункових циклах (відношення середньої швидкості АТЗ у тестовій операції до еталонної швидкості АМВ), паливний коефіцієнт пробігу АМВ (відношення розрахункової або фактичної витрати палива АМВ у тестовій операції до розрахункової витрати палива для еталонного АМВ, який рухається з постійною швидкістю) та показник енергетичної ефективності (відношення величини енерговіддачі АМВ в тестовій операції до значення цього показника в еталонній операції); чим більше це відношення, тим вище технологічний рівень перевезень [2]. Відповідно до вищесказаного та з урахуванням технічних параметрів обраних марок АМВ, умов перевезень та характеристик дороги розраховано результуючі значення показників енергетичної ефективності АТЗ за допомогою програми Excel (таблиця 2).

Таблиця 2 – Аналіз впливу експлуатаційних факторів на показники транспортної енергетичної ефективності АМВ на розрахунковому маршруті

Значення коефіцієнтів	Показник енергетичної ефективності АТЗ на розрахунковому маршруті											
	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, γ						Коефіцієнт опору дороги, ψ					
	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	0,012	0,022	0,032	0,042	0,052	0,062
АМВ												
ІЖ-2715-01	0,00	0,06	0,10	0,14	0,16	0,19	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
ГАЗ-2705	0,00	0,06	0,11	0,14	0,17	0,19	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19
ГАЗ-3302	0,00	0,05	0,09	0,12	0,14	0,16	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
Renault Kangoo Express 1.9D	0,00	0,05	0,10	0,13	0,16	0,18	0,20	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18
Citroën Berlingo 1.6 Hdi	0,00	0,07	0,11	0,15	0,17	0,19	0,30	0,23	0,18	0,14	0,11	0,10
Ford Transit	0,00	0,08	0,14	0,19	0,22	0,24	0,39	0,29	0,23	0,18	0,15	0,12

В результаті всього вищесказаного та підсумовуючи всі вихідні дані та значення розрахунків проведено транспортно – технологічне обґрунтування АМВ.

На основі результатів розрахункових формул проаналізовано залежність показника енергетичної ефективності на розрахунковому маршруті від значень коефіцієнтів використання вантажопідйомності, яка представлена на рисунку 1 та від значень коефіцієнтів опору дороги, яка представлена на рисунку 2.

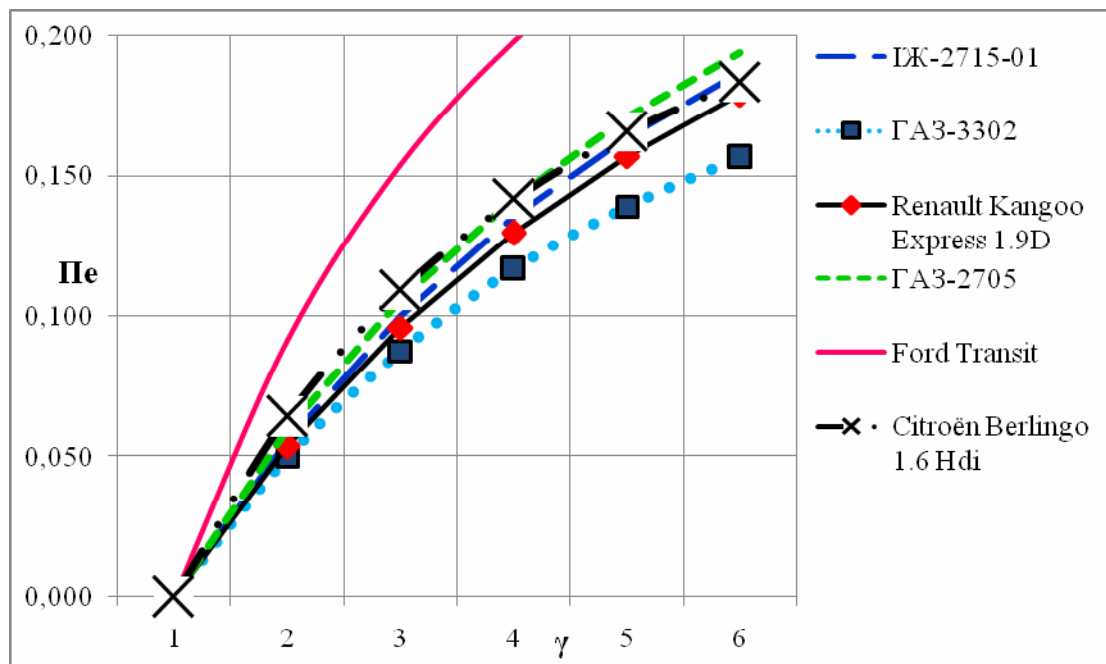


Рисунок 1 – Графік зміни показника енергетичної ефективності АМВ на розрахунковому маршруті при різних значеннях коефіцієнта статичного використання їх вантажопідйомності

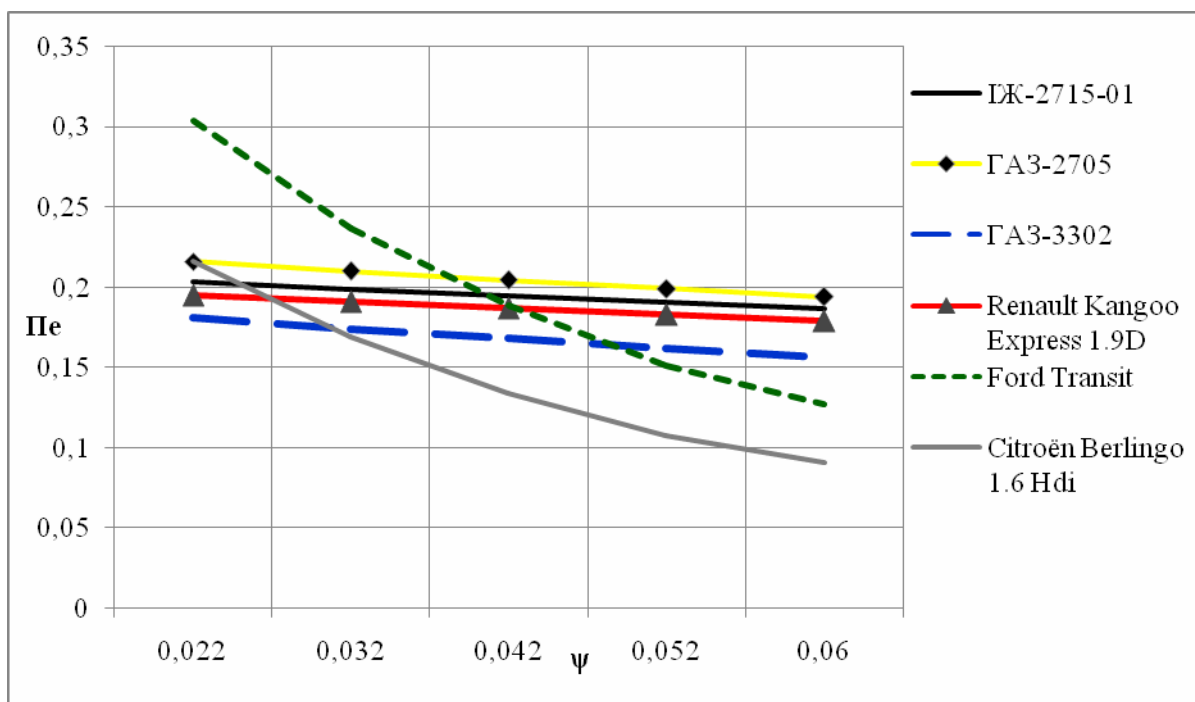


Рисунок 2 – Графік зміни показника енергетичної ефективності АМВ на розрахунковому маршруті при різних значеннях коефіцієнта опору дороги

На основі багатоваріантних розрахунків було доведено, що :а) зі збільшенням коефіцієнту статичного використання вантажопідйомності та коефіцієнту опору дороги зменшується коефіцієнт швидкості в міському циклі та на розрахунковому маршруті, б) зі збільшенням коефіцієнту статичного використання вантажопідйомності та коефіцієнту опору дороги збільшується паливний коефіцієнт пробігу в міському циклі та на розрахунковому маршруті;

В результаті проведеного аналізу встановлено, що величина показника енергоефективності АМВ Ford Transit при змінненні значень коефіцієнтів статичного використання вантажопідйомності є найбільшою. Причому значення показника енергоефективності АМВ Ford Transit на 41..42 % більше показника ГАЗ-3302.

Аналіз даних рисунка 1 та рисунка 2 показує що:

1) зі збільшенням коефіцієнту статичного використання вантажопідйомності збільшується показник енергетичної ефективності на розрахунковому маршруті і найвишого свого значення набуває при $\gamma=1$, тобто найбільш ефективно буде перевезення вантажів, що відносяться до першого класу (найбільший показник енергетичної ефективності має Ford Transit);

2) зі збільшенням коефіцієнту опору дороги зменшується показник енергетичної ефективності на розрахунковому маршруті (найбільший показник енергетичної ефективності має Ford Transit, але при показникові енергетичної ефективності $\psi = 0,42$ найбільшу ефективність має ГАЗ 2705).

Висновки.

1. Виявлено, що при здійсненні транспортно-технологічної операції реалізується комплекс властивостей АМВ: як складної машини, небезпечного об'єкту управління рухом, ресурсоемного перевізного засобу. Тому для його обґрунтування необхідно використати методи теорії енергоресурсної ефективності автомобіля.

2. Адаптовано та розроблено математичні моделі для аналізу транспортної ефективності АМВ.

3. Визначені закономірності впливу деяких експлуатаційних факторів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хабутдінов Р.А., Коцюк О.Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. – К.: УТУ, 1997.–195 – 197 с.

2. Хабутдінов Р.А., Хмельов І.В. Ресурсозберігаючі технології на автомобільному транспорті. – К.: НТУ, 2012 – 10-12 с.

3. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсний аналіз технічного розвитку рухомого складу автотранспорту // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: Зб. наук. пр. – К.: НТУ, ТAU. – 2001. – Вип.11. – 157-169 с.

4. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки (Основы теории транспортного процесса): Учеб. Пособие для вузов. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979, 392 с.

5. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті – К.: Міністерство транспорту України, 2000. – 80 с.

6. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения. – М.: Энергосервис, 2007. – 600с.

7. Хабутдінов Р.А., Хмельов І.В. Методи техніко-технологічного обґрунтування новаційних проектів перевезень за концепцією енерго- та ресурсозбереження // Вісник НТУ.-К.: НТУ, 2004.–Випуск 9.–19–23 с.

8. Данилов Н. И. Энциклопедия энергосбережения / Данилов Н.И., Щелоков Я.М. – М.: Изд-во ИД «Сократ», 2002. – 352 с.

REFERENCES

1. Habutdinov R.A., Kotsyuk O.J. Energy resources efficiency of the car: Kiev: UTA – 1997 – 197. (Ukr).

2. Habutdinov R.A., Khmelev I.V. Resource-saving technologies in the motor transport. – К.:NTU, 2012 – 10-12. (Ukr)

3 Habutdinov R.A. Energy resources analysis of technological development road transport vehicles // System management methods, technology and organization of production, repair and maintenance of motor vehicles: SC. Sciences. etc. – К.: NTU, TAU. – 2001. – Vip.11. – P.157 -160. (Ukr).

4. Vorkut A.I. Road freight transportation (Fundamentals of the theory of transport process): Proc. Manual for schools. – Kiev High school. Head Publishers, 1979, 392 P. (Rus)

5. Standards for fuel and lubricants on the motor vehicles – Kyiv: Ministry of Transport of Ukraine, 2000. – 80 P. (Ukr)

6. Harutyunyan A. Fundamentals of energy saving. – М.: Energoservice, 2007. – 600s. (Rus)

7. Habutdinov R.A., Khmelev I.V. Methods of technical and technological study of innovation projects traffic on the concept of energy and resource // Bulletin NTU.-К.: NTU, 2004 (Ukr)

8. Danilov N.I., Energy saving encyclopedia / Danilov NI, Schelokov YM – Moscow: Publishing House of "Socrates", 2002. – 352 P. (Rus)

РЕФЕРАТ

Хабутдінов Р.А. Транспортно-технологічне обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності / Р.А. Хабутдінов, А.С. Гуцуляк // Вісник Національного транспортного університету. – К.:НТУ, 2014. – Вип. 29.

В статті запропоноване транспортно-технологічне обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності.

Об'єкт дослідження – транспортно-технологічна операція АМВ в умовах міських перевезень.

Мета роботи – визначення закономірності впливу експлуатаційних факторів на енергоефективність АМВ.

Автомобіль малої вантажопідйомності – складний технічний пристрій, який має складну конструктивну структуру і використовується в міських умовах перевезень. При цьому його нерівномірно-переривчастий рух спричинює високий рівень енергоємності перевезень.

Визначено, що для формування методики транспортно-технологічного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності необхідно використати теорію енергоресурсної ефективності АТЗ. Після формування математичних моделей показників автомобілів малої вантажопідйомності визначено кількісні характеристики показників енергоресурсної ефективності та їх зміну в залежності від зміненні коефіцієнту статичного використання та коефіцієнту опору дороги. Таким чином, аналіз енергетичних показників автомобілів дозволяє здійснити обґрунтування вибору рухомого складу.

Результати статті можуть бути впроваджені в транспортних організаціях, що здійснюють міські перевезення вантажів за допомогою АМВ.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – впровадження методики транспортно-технологічного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності дозволяє забезпечити підвищення енергоефективності перевезень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ, СХЕМА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ, ЕНЕРГОВІДДАЧА, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ, РОЗРАХУНКОВИЙ МАРШРУТ.

ABSTRACT

Habutdinov R.A., Hutsuliak A.S. Transport-technological substantiation of the light-duty vehicles. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2014. – Vol. 29.

In the article it is offered the technique transport-technological justification of light-duty vehicles.

Object of research – it is transport – technological process of city transportations.

Purpose of the research – formation of basic provisions of a technique transport-technological justification of light-duty vehicles by criteria of their energy efficiency.

Light-duty vehicles – the difficult technical device which has difficult constructive structure and is used in city conditions of transportations. Thus it is realized intermittent movement that leads to substantial increase of level of power consumption of transportations.

It is defined that for formation of the methology of a technique transport-technological justification of light-duty vehicles it is necessary to use the theory of energy- resources efficiency. Based on specific mathematical models have been defined quantitative characteristics of energy efficiency light-duty vehicles and their change depending on a variation of coefficient of of static impact of capacity utilization and resistance on the road performance of energy efficiency of cars. Thus, the analysis of the energy indicators of vehicles allows to carry out justification of the choice of light-duty vehicles.

Results of article can be introduced in the transport organizations which are carrying out city transportation of goods by a light-duty vehicles.

Expected assumptions of development of object of research – introduction of a technique transport – technological justification of cars light-duty vehicles for ensuring the greatest energy efficiency of their transportations.

KEY WORDS: LIGHT-DUTY VEHICLE, THE SCHEME TRANSPORT-TECHNOLOGICAL OPERATION, ENERGY EFFECTIVE, TECHNICAL-OPERATIONAL PERFORMANCE, THE SETTLEMENT ROUTE.

РЕФЕРАТ

Хабутдинов Р.А. Транспортно-технологическое обоснование автомобилей малой грузоподъемности / Р.А. Хабутдинов, А.С. Гуцуляк // Вестник Национального транспортного университета. – К.:НТУ, 2014. – Вип. 29.

В статье предложена методика транспортно-технологического обоснования автомобилей малой грузоподъемности.

Объект исследования – транспортно-технологический процесс городских перевозок.

Цель работы – формирование основных положений методики транспортно-технологического обоснования автомобилей малой грузоподъемности по критериям их энергоэффективности.

Автомобиль малой грузоподъемности – техническое средство со сложной конструктивной структурой и используется в городских условиях перевозок, в которых реализуется неравномерно-прерывистое движение, что приводит к значительному повышению уровня энергоемкости перевозок.

Выявлено, что для формирования методики транспортно-технологического обоснования автомобилей малой грузоподъемности необходимо использовать теорию энерго-ресурсной эффективности автомобиля. На основе специальных математических моделей определены количественные характеристики показателей энергетической эффективности автомобилей малой грузоподъемности. Получены зависимости влияния коэффициентов статического использования грузоподъемности и сопротивления дороги на показатели энергетической эффективности автомобилей. Таким образом, анализ энергетических показателей автомобилей позволяет осуществить технологический выбор подвижного состава.

Результаты статьи могут быть внедрены в транспортных организациях, осуществляющих городские перевозки грузов автомобилями малой грузоподъемности..

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – внедрение методики транспортно – технологического обоснования автомобилей малой грузоподъемности обеспечит повышение энергоэффективности перевозок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬ МАЛОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ, СХЕМА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ, ЭНЕРГООТДАЧА, ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, РАСЧЕТНЫЙ МАРШРУТ.

АВТОРИ:

Хабутдінов Рамазан Абдуллаєвич, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Київ, завідувач кафедри транспортних технологій, e-mail: habutd@mail.ru, tel.+380962290869, Україна, 1010, Київ, вул. Суворова, 1.

Гуцуляк Анна Сергіївна, студентка, Національний транспортний університет, Київ, e-mail: annaguculjak@mail.ru, tel.+380979084367, Україна, м. Київ, вул. Кіквідзе 36, кім. 423.

AUTHOR:

Khabutdinov A.R., Ph.D., professor, National Transport university, Kiev, Head of the Department for Transport Technology, e-mail: habutd@mail.ru, tel. +380962290869, Ukraine, 1010, Kyiv, str. Suvorov, 1.

Hutsuliak Anna Sergiyivna National Transport university, Kiev, e-mail: annaguculjak@mail.ru, tel.+380979084367, Ukraine, Kyiv, Kikvidze str. 36, of 423.

АВТОРЫ:

Хабутдинов Рамазан Абдуллаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, Киев, заведующий кафедры транспортных технологий, e-mail: habutd@mail.ru, tel.+380962290869, Украина, 1010, Киев, ул. Суворова, 1.

Гуцуляк Анна Сергеевна, студентка, Национальный транспортный университет, Киев, e-mail: annaguculjak@mail.ru, tel.+380979084367, Украина, г. Киев, ул. Киквидзе 36, ком. 423.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Юн Геннадій Миколайович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри організації авіаційних перевезень, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, tel. +38 (044) 408-4227

Коцюк Олександр Якович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет, Київ, Україна, tel. +38 (044) 280-4885

REVIEWER:

Yoon Gennady Mykolajovych, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Air Transportation, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (044) 408-4227

Kotsyuk Oleksandr Yakovych, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, professor department of transport systems and road safety, National Transport University, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (044) 280-4885