

УДК 656.13.072:629.114.001.45
UDC 656.13.072:629.114.001.45

МЕТОД ОЦІНКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ АВТОБУСІВ

Хмельов І. В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Гусев О. В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Піцик М. Г., Національний транспортний університет, Київ, Україна

EVALUATIVE METHOD OF BUSES' TRANSPORT-TECHNOLOGICAL QUALITY

Khmelov I. V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Gusev O. V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Pitsyk M. H., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МЕТОД ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА АВТОБУСОВ

Хмельов И. В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Гусев А. В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Пицык М. Г., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Внутрішні перевезення пасажирів автомобільним транспортом є невід'ємною складовою транспортно-технологічного комплексу України та являють собою особливий вид господарської діяльності, що пов'язаний з безпекою для життя та здоров'я громадян, тому держава здійснює жорсткий контроль діяльності суб'єктів господарювання, що провадять свою діяльність в сфері здійснення внутрішніх перевезень пасажирів автомобільним транспортом. Основною ідеєю розвитку автотранспортної системи є довгострокова реалізація технологічної концепції комплексного збереження енергії та ресурсів. Важливим етапом реалізації цієї концепції є обґрунтування оновлення рухомого складу (РС), при якому необхідно відповісти на головне питання: як впливають конструктивні параметри на якість транспортного засобу (ТЗ) як продуктостворюючого знаряддя технологічних впливів на партійні маси пасажирів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В існуючих методологіях технічного [2] та експлуатаційного [3] аналізів використовуються технологічно вироджені розрахункові схеми, які не дозволяють оцінювати еволюцію результативності технологічних впливів на пасажирів, оскільки основними їх припущеннями є неврахування цих впливів і незмінність конструктивних параметрів ТЗ у часі. Крім того, існуюча стратегія купівлі автобусів не відповідає концепції збереження енергії та ресурсів, а також ідеї підвищення техніко-технологічної конкурентоздатності транспортних послуг [4].

У той же час, стрімкий розвиток світового ринку ТЗ характеризується появою десятків різновидів конструкцій автобусів, які пропонуються провідними заводами, що ускладнює перевізнику здійснювати вибір РС. В цих умовах виникає необхідність обґрунтування ТЗ як продуктостворюючого знаряддя технологічних впливів, які оцінюються за величинами імпульсів сил тяги $P_t \Delta t$, а результатом є транспортна робота $W(\Delta l)$, яка відповідає характерному пробігу ТЗ Δl . Конструктивні параметри РС повинні забезпечувати оптимальність (максимізацію) відношення:

$$\frac{W(\Delta l)}{P_m \Delta t^2} \rightarrow opt, \quad (1)$$

У зв'язку з цим, на кафедрі "Транспортні технології" Національного транспортного університету розроблено метод оцінки транспортно-технологічної якості ТЗ з урахуванням еволюції їх конструктивних параметрів. У даній роботі цей метод представлено стосовно сегменту ринку міських автобусів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для створення методики вирішено наступні задачі:

– розробка математичної моделі для моніторингу технологічної результативності ТЗ;

- розробка програмного забезпечення для автоматизованих розрахунків показника енергетичної результативності технологічних впливів (TB);
- багатоваріантний аналіз впливу зміни основних конструктивних параметрів на показник TB ;
- розробка рекомендацій щодо підвищення транспортно-технологічної якості автобусів з урахуванням концепції збереження енергії та ресурсів.

Початковим етапом є моніторинг, який полягає в оцінці та прогнозуванні придатності технічних параметрів автобусів до підвищення транспортно-технологічної якості РС [5]. Сутність транспортних технологій полягає у сукупності людино-машинних впливів спорядженого ТЗ на партійні маси пасажирів при створенні продукції транспорту, а також у науковому описі цих впливів [6].

Для підвищення технологічної результативності РС конструктивні параметри автобуса повинні забезпечувати оптимальність показника енергетичної результативності технологічних впливів TB на пасажирів [7]. Цей показник є проміжним на етапі визначення енергетичної ефективності ТЗ, але він дозволяє аналізувати результативність технологічних впливів, які складають сутність транспортних технологій, тому показник TB необхідно враховувати у комплексі з показником енергетичної ефективності [8]. У багатофазовій операції руху цей показник визначається для окремих фаз (TB_i), а також для тестового циклу.

$$TB_i = \frac{q\gamma_{cm} m l_i}{P_{mi} t_i^2} \rightarrow \max, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де $q\gamma_{cm}$ – пасажиромісткість автобуса (пас.) та коефіцієнт її використання; m – середня маса одного пасажирів (кг); n – кількість фаз в операції руху; l_i – довжина пробігу ТЗ у i -й фазі операції (м); P_{mi} – середня сила тяги ТЗ у i -й фазі операції (Н); t_i – час руху ТЗ у i -й фазі операції (с).

У даній роботі аналіз проведено на основі розрахунків середньозваженого (TB_p) та операційного (TB_p') показників для операції розгону:

$$TBC = \frac{\sum_{i=1}^n TB_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \rightarrow \max, \quad (3)$$

$$TB_p' = \frac{q\gamma_{cm} m l_p}{P_{mp} t_p^2} \rightarrow \max, \quad (4)$$

де l_p – довжина розгону (м); P_{mp} – середня сила тяги операції розгону (Н); t_p – час розгону автобуса до максимальної швидкості (с).

Оскільки показник TBC корелюється з величинами l_p та t_p , а показник TB_p' являє собою відношення дискретної транспортної роботи до квадратичної сили тяги, то ці показники є взаємодоповнюючими, тому їх необхідно аналізувати в комплексі. Виконання умов (3) та (4) забезпечує придатність конструкції ТЗ до підвищення транспортно-технологічної результативності РС. В якості прикладу було визначено показники TB_p' та TBC для трьох марок міських автобусів. Результати розрахунків представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники енергетичної результативності технологічних впливів TB_p' та TBC

Марка автобуса	q, пас. (сидячі / повна)	Питома потужність двигуна, N_p , к.с./т	Макс. крутний момент, M_{max} , Н·м	Кільк. передач, $n_{ст}$	l_p , м	t_p , с	TB_p'	TBC
Богдан А092	22/43	14,7	325	5	350,3	97,5	0,257	0,9
БАЗ А079.52	20/40	13,9	313	5	327	91,3	0,21	0,83
Богдан А302	24/67	14,9	663	6	318	92,5	0,19	0,81

Результати розрахунків показують, що умовам (3) та (4) задовольняє автобус Богдан А092, отже, його конструктивні параметри забезпечують найвищий технологічний рівень перевезень.

Для забезпечення порівняльного аналізу споживчої якості та властивостей ТЗ в рамках сегменту ринку або типорозмірних рядів розроблено програмне забезпечення у вигляді електронних таблиць за допомогою пакету EXCEL. Основне призначення цих електронних таблиць - збір, зберігання, автоматизовані розрахунки та систематизація детальних характеристик ТЗ, які використовуються для визначення показників TB_p' та TBC , на основі яких оцінюється транспортно-технологічна якість РС згідно концепції збереження енергії та ресурсів [5]. Крім того, дані таблиці можуть бути використані для майбутнього етапу досліджень – визначення показника енергетичної ефективності.

Для проведення багатоваріантного аналізу було обрано автобус Богдан А092 повною пасажиромісткістю 43 пасажирів. Графік залежності показника енергетичної результативності технологічного впливу від зміни радіусу колеса r у міському циклі представлено на рис. 1.

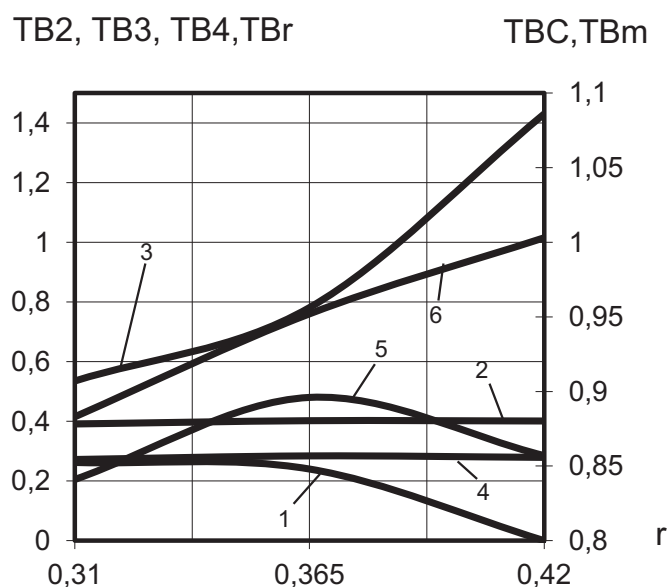


Рисунок 1 – Графік залежності показників результативності технологічного впливу при розгоні автобуса Богдан А092 від радіусу колеса r (м): 1 – ТВ2, 2 – ТВ3, 3 – ТВ4, 4 – ТВr, 5 – ТВС, 6 – ТВm

Для даної операційної карти розгін здійснюється при використанні трьох передач (криві 1, 2, 3), для кожної з яких маємо відповідні значення ТВ (ТВ2, ТВ3, ТВ4). З рис.1 видно, що при зменшенні передаточного числа (5,8→1) відбувається збільшення показника технологічного впливу. Чим вище передача, тим більшим є вплив величини r на приріст значення показника технологічного впливу ТВ. Криві 4 (ТВr) і 6 (ТВm) характеризують рівномірний рух автобуса при швидкостях відповідно 3 м/с та 11 м/с. Найбільший вплив величина r здійснює на значення ТВ при русі з максимальною швидкістю $V_m=11$ м/с. Крім того, рис.1 показує, що при збільшенні r до значення 0,365 м середньозважене значення ТВС зростає, а при $r > 0,365$ м – зменшується.

Висновок.

Отже, за допомогою показника ТВ можна аналізувати придатність конструктивних параметрів ТЗ до задачі підвищення його результативності як продуктостворюючого знаряддя технологічних впливів. Максимізація запропонованого показника результативності технологічних впливів дозволить оптимізувати транспортно-технологічні якості ТЗ на стадії передексплуатаційного обґрунтування РС згідно технологічної концепції енерго- та ресурсозбереження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хабутдінов Р. А. Управлінські парадигми на автотранспорті: техноемпірична профітократія і інноваційна технократія / Р. А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31). – С. 513 – 518.
2. Туревский И. С. Теория автомобиля / Туревский И. С. – М. : Высшая школа, 2009. – 240 с.
3. Горев А. Э. Грузовые перевозки / Горев А. Э. – М. : Академия, 2013. – 304 с.
4. Хабутдінов Р.А., Хмельов І.В. Методи техніко-технологічного обґрунтування новітніх проектів перевезень за концепцією енерго- та ресурсозбереження // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2011. – Випуск 24. – С. 243 – 246.

5. Хмельов І. В. Моніторинг енергетичної ефективності міських автобусів / І. В. Хмельов, О. В. Гусєв, О. В. Алексєєнко, М. Г. Піцик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 499 – 505.
6. Хабутдінов Р. А. Системна проблема інноваційного розвитку автотранспорту в умовах теоретичного заперечення транспортних технологій і виробництва / Р. А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 491 – 498.
7. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А. Хабутдінов, О. Я. Коцюк. – К.: УТУ, 1997. – 137 с.
8. Хмельов І. В. Метод оцінки транспортно-технологічної якості автопоїздів з урахуванням еволюції їх конструктивних параметрів / І. В. Хмельов, О. В. Гусєв // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31). – С. 539 – 544.

REFERENCES

1. Khabutdinov R. A. The management paradigms in road transport: technoempirical profanocracy and innovative technocracy. *Visnyk Natsionalnoho Transportnoho Universytetu*. 2015. No. 1 (31). P. 513 – 518. (Ukr)
2. Turevskiy I. S. *Car theory*. – Moskva: Vysshaya shkola. 2009. 240 p. (Rus)
3. Gorev A. E. *Freight transportation*. Moskva: Akademiya. 2013. 304 p. (Rus)
4. Khabutdinov R. A., Khmelov I. V. The method of trailers' transport-technological quality analysis for energy criteria. *Visnyk Natsionalnoho Transportnoho Universytetu*. 2011. No. 24. Vol.2. P. 243 – 246. (Ukr)
5. Khmelov I. V., Gusev O. V., Alekseenko O. V., Pitsyk M. H. City buses' energy efficiency monitoring. *Visnyk Natsionalnoho Transportnoho Universytetu*. 2016. No. 1 (34). P. 499 – 505. (Ukr)
6. Khabutdinov R. A. Systemic problems of transport innovative development in terms of transport technologies and production theoretical objection. *Visnyk Natsionalnoho Transportnoho Universytetu*. 2016. No. 1 (34). P. 491 – 498. (Ukr)
7. Khabutdinov R. A., Kotsiuk O. Ya. *The car's energy-resources efficiency*. Kyiv: UTU. 1997. 137 p. (Ukr)
8. Khmelov I. V., Gusev O. V. Evaluation method of trucks' transport-technological quality using the development of structural parameters. *Visnyk Natsionalnoho Transportnoho Universytetu*. 2015. – Vol. 1 (31). P. 539 – 544. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Хмельов І.В. Метод оцінки транспортно-технологічної якості автобусів / І.В. Хмельов, О.В. Гусєв, М.Г. Піцик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

В статті представлено метод оцінки транспортно-технологічної якості автобусів з урахуванням еволюції конструктивних параметрів згідно концепції збереження енергії та ресурсів.

Об'єкт дослідження – процес перевезення, в якому проявляється комплекс властивостей автобуса як носія технічних ресурсів транспорту.

Мета роботи – виявлення закономірностей впливу зміни конструктивних параметрів на транспортно-технологічну якість автобуса.

Методи дослідження – енергетичне вимірювання транспортної роботи та порівняння енергетичних характеристик автобуса з його еталонним прототипом, методи теорії множин, а також методи теорії енергоресурсної ефективності автотранспортних засобів.

Основним недоліком існуючих методів обґрунтування і вибору автотранспортних засобів є те, що вони виходять із ідеї противитратної ефективності рухомого складу і не враховують важливу особливість майбутніх транспортних технологій – зміну параметрів техніки та збільшення енергетичної результативності машинних процедур технологій перевезень. Виявлено, що при виборі рухомого складу необхідно враховувати еволюцію конструктивних параметрів автомобілів, а також різноманіття умов перевезень. Новизна результатів полягає у виявленні взаємозв'язку характеристик технологічних процедур з енергетичною ефективністю автобуса для підвищення енергоресурсної ефективності автомобільних перевезень.

Результати статті можуть бути використані для обґрунтування інвестиційних проектів перевезень, а також при організації тендерів для придбання рухомого складу і закріплення маршрутів за транспортними підприємствами.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – визначення раціонального варіанту конструкції автобуса, який забезпечує оптимальність показників його функціональної ефективності і максимізацію ресурсовіддачі процесу перевезень для заданих умов (режимів) експлуатації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОБУС, КОНСТРУКТИВНИЙ ПАРАМЕТР, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ, ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

Khmelov I.V., Gusev O.V., Pitsyk M.H. Evaluative method of buses' transport-technological quality. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The paper proposes the evaluation method of buses' transport-technological quality on the basis of structural parameters according to the energy and resources saving concept.

Object of study – the transportation process, in which the complex of buses' properties appears as transport technical resources' medium.

Purpose – to identify patterns of structural parameters changing over the buses' transport-technological quality.

Method study – energy measurement and comparison of cars' energy characteristics with his reference prototype, methods of set theory and methods of the vehicles' energy-resource efficiency.

The main drawback of the existing methods of study and choice of vehicles is that they are based on the idea of the rolling stock's cost-effectiveness and do not reflect an important feature of future transport technologies – change the technology and increase the energy efficiency of machine procedures transportation technologies. It is found that the choice of rolling stock necessary to consider the evolution of the vehicles' structural parameters and variety of transportation conditions. The novelty is to identify the relationship of the technological procedures' characteristics to buses' energy efficiency to improve the energy-resource efficiency of road transportation.

The results can be used to justify the investment transportation projects, as well as the organization of tenders for the purchase of rolling stock and securing routes for transport enterprises.

Forecast assumptions about the object of study – the definition of rational option bus design that delivers its functional efficiency's optimal performance and maximizing the resources' output of transportation for given conditions (modes) of operation.

KEYWORDS: PASSENGER TRANSPORTATION, BUS, STRUCTURAL PARAMETER, TRANSPORT-TECHNOLOGICAL QUALITY, ENERGY EFFICIENCY.

РЕФЕРАТ

Хмелёв И.В. Метод оценки транспортно-технологического качества автобусов / И.В. Хмелёв, А.В. Гусев, М.Г. Пицык // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017. – Вып. 1 (37).

В статье представлен метод оценки транспортно-технологического качества автобусов с учётом эволюции конструктивных параметров согласно концепции сохранения энергии и ресурсов.

Объект исследования – процесс перевозки, в котором проявляется комплекс свойств автобуса как носителя технических ресурсов транспорта.

Цель работы – выявление закономерностей влияния изменения конструктивных параметров на транспортно-технологическое качество автобуса.

Методы исследования – энергетическое измерение транспортной работы и сравнение энергетических характеристик автомобиля с его эталонным прототипом, методы теории множеств, а также методы теории энергоресурсной эффективности автотранспортных средств.

Основным недостатком существующих методов обоснования и выбора подвижного состава является то, что они исходят из идеи противозатратной эффективности и не учитывают важную особенность будущих транспортных технологий – изменение параметров техники и увеличение энергетической результативности машинных процедур технологий перевозок. Выявлено, что при выборе подвижного состава необходимо учитывать эволюцию конструктивных параметров автомобилей, а также многообразие условий перевозок. Новизна результатов состоит в выявлении взаимосвязи характеристик технологических процедур с энергетической эффективностью автомобиля для повышения энергоресурсной эффективности автомобильных перевозок.

Результаты статьи могут быть использованы для обоснования инвестиционных проектов перевозок, а также при организации тендеров для приобретения подвижного состава и закрепления маршрутов за транспортными предприятиями.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – определение рационального варианта конструкции автобуса, который обеспечивает оптимальность показателей его функциональной эффективности и максимизацию ресурсоотдачи процесса перевозок для заданных условий (режимов) эксплуатации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ, АВТОБУС, КОНСТРУКТИВНЫЙ ПАРАМЕТР, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

АВТОРИ:

Хмельов Ігор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 432.

Гусев Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри аеропортів, e-mail: al-ntu@yandex.ru, тел. +380442807073, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 344.

Піщик Максим Григорович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри транспортних технологій, e-mail: pitsyk-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 432.

AUTHOR:

Khmelov Ihor V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of transport technologies, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 432.

Gusev Oleksandr V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of airports, e-mail: al-ntu@yandex.ru, tel. +380442807073, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 344.

Pitsyk Maksym H., National Transport University, senior lecturer department of transport technologies, e-mail: pitsyk-ntu@gmail.com, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 432.

АВТОРЫ:

Хмельов Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортных технологий, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 432.

Гусев Александр Владимирович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры аэропортов, e-mail: al-ntu@yandex.ru, тел. +380442807073, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 344.

Пищик Максим Григорьевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры транспортных технологий, e-mail: pitsyk-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 432.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Ігнатенко О.С., доктор технічних наук, професор, Національна академія державного управління при Президентіві України, професор кафедри регіонального управління, місцевого самоврядування та управління містом, Київ, Україна.

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

REVIEWER:

Ignatenko O.S., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Academy of State Management, professor, department of regional management, Kyiv, Ukraine.

Prokudin G.S., Ph.D., Dr.Sc. (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of international freight shipments and customs control, Kyiv, Ukraine.