УДК 656.13.072.629.114.001.45

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА МАШИННО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕДУР НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

Хабутдінов Р.А., доктор технічних наук, професор,
Гальона І.І.

Актуальність. На сучасному етапі технічна політика світових виробників АМВ така, що буває складно оцінити порівняльні переваги того чи іншого варіанта конструкції за допомогою методів теорії автомобіля. Чутливість математичних моделей енергетичної ефективності АТЗ дозволяє вирішити цю задачу. При цьому обґрунтовується важливий для експлуатації РС аспект – вплив зміни конструктивних параметрів на енерговіддачу проекту перевезення [2]. Практична задача аналізу виникає при виборі автомобіля з декількох варіантів однотипних конструкцій, які відрізняються одна від одної значенням тільки однієї їх характеристики структури або параметром. При параметричному аналізі може розглядатись група автомобілів одного типу, які відрізняються значеннями тільки одного параметра при інших рівних умовах.

Метою моделювання є імітація експлуатаційного функціонування АМВ та аналіз технічної придатності конструкції автомобіля концепції підвищення енерго- і ресурсовіддачі проекту перевезень.

Новизна методики, яка дозволяє реалізувати цю мету, полягає 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 [2]. Мірою переміщення автомобіля з вантажем є енергія [1]. Тому, розгляд автомобіля як динамічного засобу транспортної праці дозволяє аналізувати комплексний процес споживання енергії та ресурсів з урахуванням:

1) робочих процесів автомобіля як складного технічного засобу та об’єкту управління рухом;
2) техніко-економічного використання автомобіля у перевізному циклі на основі оцінки технічної досконалості конструкції автомобіля та його економічної ефективності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основною ідеєю управління розвитком РС у автотранспортній системі є забезпечення збереження енергії та ресурсів при створенні та експлуатації автомобіля. В умовах дорожнього руху енергоємність перевезень обумовлюється конструктивними параметрами АМВ, режимами переривчасто-нерівномірного руху і характеристиками поверхні кочення. Для врахування цих факторів імітується функціонування АМВ у міському, магістральному та змішаному циклах. Енергетичні показники АМВ у цих циклах порівнюються з енергетичними показниками еталонного прототипу в еталонній операції. Це дозволило, з одного боку, створити модель узагальненої тестової операції, яка придатна для оцінки конкуруючих варіантів конструкції АМВ. З іншого боку, з’являється можливість для варіювання режимами дискретного руху автомобіля та характеристиками дороги. Ці особливості моделі дозволяють підбирати тестові операції згідно із заданим режимом експлуатації автомобіля, а також забезпечувати відповідність методик експлуатаційних оцінок конструкції автомобіля із методиками випробувань автомобіля у їздових циклах, які широко використовуються у автомобільній промисловості [3, 4].

Математична постановка задачі однопараметричного аналізу конструкції формулюється наступним чином. Задані декілька варіантів конструкцій одного типорозміру (q = const), що відрізняються значеннями якої-небудь однієї характеристики модулів конструктивного параметру АМВ (двигун, коробка передач, головна передача, колеса та інші). Необхідно визначити такий варіант конструкції автомобіля, який забезпечує виконання умови максимізації енергетичної ефективності АМВ у тестовій операції:

$$П_{ер} \rightarrow \max \qquad (1)$$

Аналіз впливу факторів передбачає наступні етапи:
- постановка мети аналізу;

© Хабутдінов Р.А., Гальона І.І., 2012

- формування конкуруючих варіантів конструкцій АМВ;
- формування умов порівняльності аналізу та обмежень факторів, що контролюються;
- формування масиву вихідних даних та введення його у програму;
- розрахунок показників транспортно-технологічної якості для кожного варіанту конструкції АП;
- розрахунок енергетично еквівалентних показників ефективності роботи АП на розрахунковому маршруті;
- аналіз технічної та техніко-економічної придатності конструкції АП до концепції збереження енергії та ресурсів.

Дана методика реалізована за допомогою електронно-обчислювальної техніки. Розроблена програма дозволяє проводити не тільки однопараметричний, але і багатопараметричний аналізи, які враховують різні типи двигунів, трансмісій, кузовів [2].

Для кожного із розроблених варіантів конструкції АМВ в результаті проведення моделювання отримуємо значення показників його транспортно-технологічної якості, до яких відносяться:

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

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

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

4) K_{tn} – коефіцієнт часу несталого руху. Це відношення часу руху при змінній швидкості до загального часу руху у циклі:

5) $П_{ер}$ – показник енергетичної ефективності. Це відношення транспортної енерговіддачі заданого та еталонного АМВ.

6) $П_{ерq}$ – показник паливної ефективності. Це відношення транспортної паливовіддачі заданого АМВ до паливовіддачі еталонного АТЗ.

7) *TBC* – середньозважене значення показника результативності технологічного впливу в циклі.

8) *TBr*, *TBm* – значення показника енергетичної результативності технологічного впливу при швидкостях відповідно V_r та V_m .

Таблиця 1. - Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні максимальної потужності двигуна N_m (M-Benz Viano)

N_m, кВт	K_{ec}	K_{eq}	K_{vc}	K_{tn}	$П_{ер}$	$П_{ерq}$	*TBr*	*TBC*	*TBm*
90	3,45	3,43	1,005	0,423	0,293	0,327	0,13	0,199	0,191
110	4,14	4,06	1,02	0,378	0,251	0,227	0,107	0,183	0,179
130	4,73	4,6	1,03	0,35	0,224	0,198	0,09	0,172	0,173
150	5,33	5,16	1,034	0,33	0,2	0,175	0,078	0,165	0,169

На сучасному ринку автомобілів малої вантажопідйомності конкуренція нових моделей відбувається за рахунок зміни значень певних конструктивних параметрів. Найчастіше створення нових зразків конструкцій автомобільних транспортних засобів для дрібно партійних перевезень відбувається за рахунок зміни заводами-виробниками таких технічних характеристик:

- максимальна потужність двигуна;
- максимальний крутний момент;
- максимальна частота обертання колінчатого вала;
- питома потужність АМВ;
- передаточне число головної передачі;
- передаточні числа коробки передач;
- радіус колеса;
- питома витрата палива двигуна.

Проаналізуємо вплив зміни параметрів максимальної потужності двигуна на показники функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ.

Відомо, що двигун автомобіля представляє собою сукупність механізмів та систем, які перетворюють теплову енергію згораючого в його циліндрах палива в механічну.

Для покращення тягово-швидкісних властивостей АТЗ заводи-виробники реалізують стратегію максимізації потужності $N_m \rightarrow \max$ [1]. Проте, немає методів оцінки впливу зміни цієї характеристики на ефективність роботи автомобілів малої вантажопідйомності при здійсненні дрібно партійних перевезень. В свою чергу, провідні автомобільні заводи пропонують під індивідуальне замовлення двигуни з різними значеннями максимальної потужності[4]. Необхідно зазначити, що для покупця ці значення є рекламними, оскільки відсутня методологія аналізу впливу N_m на показники ефективності роботи дрібно партійних перевезень.

Згідно з розробленою методикою, оптимальні значення N_m визначаються на основі аналізу транспортного руху АТЗ (тобто роботи АТЗ у режимах сталого і несталого руху, що чергуються) [1]. За отриманими результатами (табл. 1) побудовано залежності показників функціональної ефективності (рис. 1) та технологічного впливу АМВ (рис. 2) від максимальної потужності двигуна N_m.

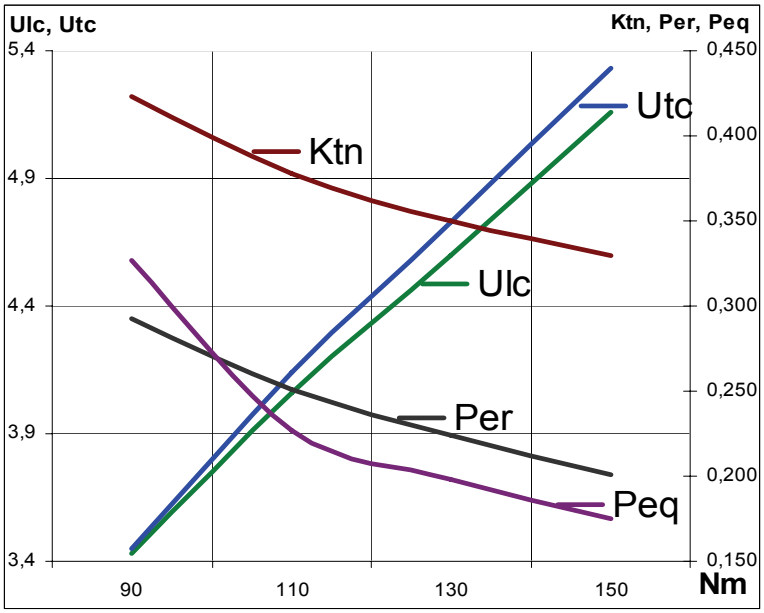

Рис. 1. - Графік залежності показників енергетичної ефективності автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт).

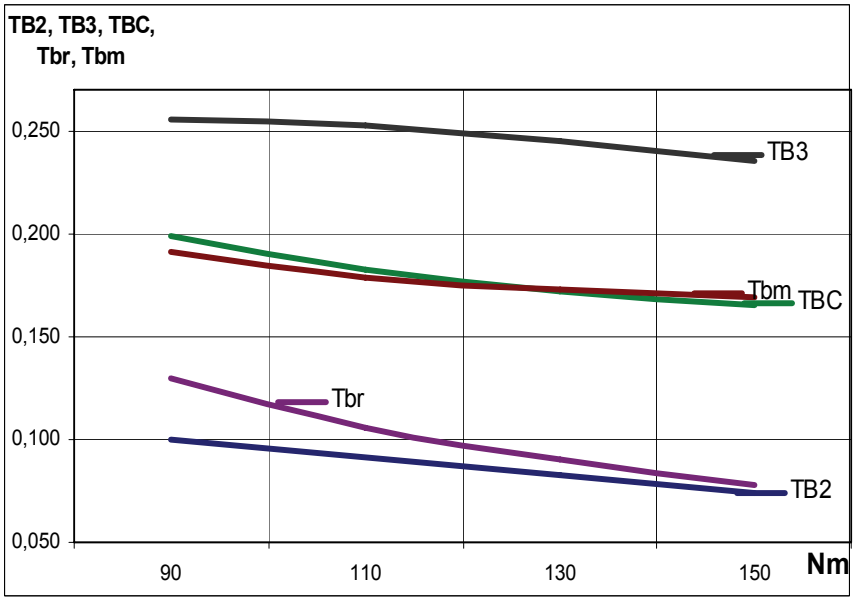

Рис. 2. - Графік залежності показників результативності технологічного впливу при розгоні автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт).

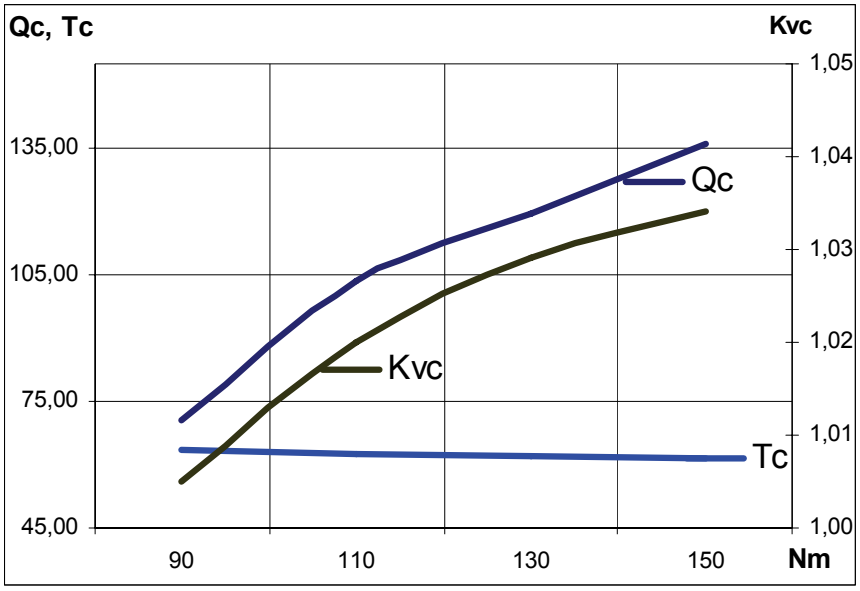

Рис. 3. - Графік залежності показників витрати палива (Qc), загального часу циклу (Tc) та швидкісного коефіцієнту (Kvc) автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна Nm (кВт).

Підвищення потужності двигуна N_m на 67% одночасно здійснює вплив на середню швидкість АМВ в операції (коефіцієнт K_{vc} зростає на 2%) і, разом з тим, зменшує загальний час циклу (T_c) на 3% (рис. 3). В результаті такого впливу графічна залежність показника енергетичної ефективності $П_{ер}$ (рис. 1) від потужності весь час зменшується. При збільшенні потужності значення $П_{ер}$ зменшуються. При чому, зменшення N_m призводить до більш інтенсивного збільшення значень $П_{ер}$, ніж збільшення.

Залежність показників технологічного впливу від величини потужності двигуна представлено на рис. 2. *TB2*, *TB3* – це значення показника енергетичної результативності технологічного впливу на відповідній передачі. Чим вище передача, тим більшим є вплив величини N_m на приріст значення показника технологічного впливу *TB*. Криві TBr і TBm характеризують рівномірний рух АМВ при швидкостях V_r = 3 м/с, V_m = 14 м/с. Найбільший вплив величина N_m здійснює на значення *TB* при русі з максимальною швидкістю V_m. Крім того, при збільшенні N_m середньозважене значення *TBC* зменшується.

Висновки. 1. Виявлено взаємозв'язок між технічними параметрами та машинно-технологічними процедурами АМВ.

2. Розроблені математичні моделі та програмне забезпечення, що дозволяє проводити багатопараметричні аналізи автотранспортних засобів.

3. Розроблено методику аналізу придатності основних конструктивних параметрів АМВ, яка може бути використана для підвищення енергоресурсної ефективності дрібно партійних перевезень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хабутдинов Р. А. Системное формирование технологий автомобильных перевозок по критериям энерго- и ресурсоотдачи: дис. … доктора техн. наук : 05.22.01 / Р. А. Хабутдинов. – К., 2003. – 332 с.

2. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А. Хабутдінов, О. Я. Коцюк. – К. : УТУ, 1997. – 137 с.

3. Гунько А. В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів в умовах експлуатації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.10 "Експлуатація автомобільного транспорту" / А. В. Гунько. – К., 2006. – 20 с.

4. Міхно М. В. Зниження витрати палива та шкідливих викидів рухомим складом автомобільного транспорту раціональним вибором експлуатаційних факторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.10 "Експлуатація автомобільного транспорту" / М. В. Міхно. – К., 1998. – 20 с.

РЕФЕРАТ

Хабутдінов Р.А., Гальона І.І Методика аналізу впливу технічних параметрів та машинно-технологічних процедур на енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності./ Рамазан Абдуллайович Хабутдінов, Інеса Іванівна Гальона // Вісник НТУ.- К.:НТУ – 2012. – Вип. 26.

В статті розроблена методика моделювання енергоресурсної ефективності АМВ з урахуванням конкуруючих варіантів його конструкції. Запропонована методика аналізу впливу різних факторів на показники транспортно-технологічної якості АМВ.

Метою моделювання є імітація експлуатаційного функціонування АМВ та аналіз технічної придатності конструкції автомобіля концепції підвищення енерго- і ресурсовіддачі проекту перевезень.

Новизна методики, це взаємозв'язок між технічними параметрами та машинно-технологічними процедурами.

Основною ідеєю управління розвитком РС у автотранспортній системі є забезпечення збереження енергії та ресурсів при створенні та експлуатації автомобіля. В умовах дорожнього руху енергоємність перевезень обумовлюється конструктивними параметрами АМВ, режимами переривчасто-нерівномірного руху і характеристиками поверхні кочення. Енергетичні показники АМВ у цих циклах порівнюються з енергетичними показниками еталонного прототипу в еталонній операції. Це дозволило, з одного боку, створити модель узагальненої тестової операції, яка придатна для оцінки конкуруючих варіантів конструкції АМВ. З іншого боку, з'являється можливість для варіювання режимами дискретного руху автомобіля та характеристиками дороги.

За результатами статті виявлено взаємозв'язок між технічними параметрами та машинно-технологічними процедурами АМВ та розроблені математичні моделі та програмне забезпечення, що дозволяє проводити багатопараметричні аналізи автотранспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, МОДЕЛЮВАННЯ, ЕНЕРГОВІДДАЧА, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ, ПОТУЖНІСТЬ.

ABSTRACT

Habutdinov R.A., Galyona I.I. Methods of analysis of the impact of technical parameters and machine-technological procedures for energy efficiency light-duty vehicles. / Ramazan Abdullayovych Habutdinov, Inessa Ivanovna Galyona // Visnyk NTU. - K.: NTU - 2012. - Vol. 26.

The article developed a method for modeling energy resources efficiency light-duty vehicles considering competing options in its design. The technique of analyzing the impact of various factors on the performance of transport and technological quality of light-duty vehicles.

The purpose of modeling is the simulation of the operational functioning of light-duty vehicles and analysis of technical suitability car design concept of increasing energy and resource recoil project of transportation.

Novelty methodology is the relationship between technical parameters and machine-technological procedures.

The main idea of development of RS on motor transport system is to ensure the conservation of energy and resources in creating and operating the vehicle. In road transport energy is determined by structural parameters light-duty vehicles modes intermittently skewed movement and surface characteristics of rolling. Energy indicators light-duty vehicles in these cycles, compared to the energy performance of the reference benchmark prototype in operation. It is possible, on the one hand, to create a model of a generalized test operation, which is suitable for the evaluation of competing design options light-duty vehicles. On the other hand, there is the possibility for varying modes of discrete characteristics of the vehicle and the road.

As a result of the article revealed the relationship between technical parameters and machine-technological procedures light-duty vehicles and developed mathematical models and software that allows multiparameter analysis of vehicles.

KEYWORDS: ENERGY, SIMULATION, ENERGY EFFICIENCY, TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL QUALITY, CAPACITY.

РЕФЕРАТ

Хабутдинов Р.А., Гальона И.И. Методика анализа влияния технических параметров и машинно-технологических процедур на энергоэффективность автомобилей малой грузоподъемности. / Рамазан Абдуллаевич Хабутдинов, Инесса Ивановна Гальона // Вестник НТУ. - К.: НТУ - 2012. - Вып. 26.

В статье разработана методика моделирования энергоресурсной эффективности АМГ с учетом конкурирующих вариантов его конструкции. Предложенная методика анализа влияния различных факторов на показатели транспортно-технологического качества АМГ.

Целью моделирования является имитация эксплуатационного функционирования АМГ и анализ технической пригодности конструкции автомобиля до концепции повышения энерго- и ресурсоотдачи проекта перевозок.

Новизна методики, это взаимосвязь между техническими параметрами и машинно-технологическими процедурами.

Основной идеей управления развитием ПС в автотранспортной системе является обеспечение сохранения энергии и ресурсов при создании и эксплуатации автомобиля. В условиях дорожного движения энергоемкость перевозок обусловливается конструктивными параметрами АМГ, режимами прерывисто-неравномерного движения и характеристиками поверхности качения. Энергетические показатели АМГ в этих циклах сравниваются с энергетическими показателями эталонного прототипа в эталонной операции. Это позволило, с одной стороны, создать модель обобщенной тестовой операции, которая пригодна для оценки конкурирующих вариантов конструкции АМГ. С другой стороны, появляется возможность для варьирования режимами дискретного движения автомобиля и характеристиками дороги.

По результатам статьи выявлена взаимосвязь между техническими параметрами и машинно-технологическими процедурами АМГ и разработаны математические модели и программное обеспечение, позволяющее проводить многопараметрические анализы автотранспортных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭНЕРГООТДАЧА, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО, МОЩНОСТЬ.

УДК 656.13.072

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ З ВРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОВИТРАТНОСТІ ОПЕРАЦІЙ

Хабутдінов Р.А. доктор технічних наук
Гарбовська А.П.

При розрахунку мінімізації вантажопотоків за допомогою транспортної задачі не враховано енергоефективність рухомого складу, а також енергетичні затрати на перевезення швидкопсувних вантажів, які потребують додаткових витрат на підтримання температурного режиму під час перевезення та зберігання даного виду продукції. [1] В зв'язку з цим враховується метод енергоресурсної ефективності автомобіля - суть якого полягає в порівнянні енерговитрат даного автомобіля з еталонним [2]. Еталоном вважається ідеальний прототип даного автомобіля який має поліпшені енергетичні характеристики. При удосконаленні транспортної задачі енергоеквівалентний пробіг порівнюється з пробігом еталонного автомобіля.

$$l_E = l \cdot K_E \qquad (1)$$

Коефіцієнт K_E визначається методом моделювання даного автомобіля в тестових міських та магістральних операціях, та показує енергетичні затрати на транспортування вантажу. Крім того, на основі цієї формули враховано, що швидкопсувні вантажі окрім енерговитрат на транспортування, потребують врахування витрат на терміналах. Необхідно зауважити, що саме ці вантажі потребують охолодження та спеціалізоване зберігання, а саме підтримання оптимального температурного режиму враховуючи температурні показники навколишнього середовища та кількість продукції яка охолоджується. Підсумовуючи витрати на терміналі і об'єднуючи їх з витратами на транспортування швидкопсувних вантажів введемо транспортно-термінальний коефіцієнт енерговитратності транспортування $K_E^{тм}$:

$$K_E^{тм} - \frac{E_{тр}+E_{трм}}{E_{ет}} \qquad (2)$$

© Хабутдінов Р.А. Гарбовська А.П., 2012