

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)

УДК 656.073:656.136

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2021.2-9.06>

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОПОЇЗДІВ

Р.А. Хабутдінов¹, Т.О. Костюк²

¹д.т.н., професор,

завідувач кафедри транспортних технологій,
Національний транспортний університет, Київ, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-1329-5739

²аспірант кафедри транспортних технологій,

Національний транспортний університет, Київ, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-8608-517X

Анотація

Автопоїзди, що використовуються для виконання міжнародних вантажних перевезень, нині являють собою широкий модельний ряд автомобільної техніки, який постійно оновлюється і до якого висувається низка вимог (ресурсозбереження, екологічність, паливна економічність тощо). У процесі обґрунтування оновлення парку автопоїздів необхідно враховувати велику різноманітність їх конструктивних параметрів та широкий діапазон дорожніх умов перевезень. До того ж дуже капіталоемний, наукоємний процес оновлення парку має відповідати концептуальній ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ІЕТЕРЗ) на автотранспорті. Наявні методи аналізу ефективності та вибору рухомого складу, які використовуються для вирішення задач організації міжнародних автомобільних перевезень, не забезпечують технологічно-інноваційні проекти транспортних процесів і не відповідають концепції ІЕТЕРЗ, тому що вони базуються на розрахункових схемах віртуального транспортування вантажів і пасажирів. Крім того, в цих схемах враховуються нематеріальні вимірювачі результатів перевезень – тоннокілометр або пасажирокілометр. Тому для подолання вказаних принципових недоліків наявної теорії організації автомобільних перевезень і забезпечення концептуального підходу до оновлення парку автопоїздів використані принципи, розрахункові схеми і математичні моделі теорії енерго-ресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу і технологічних процесів автомобільних перевезень (ЕРЕАТПАП), яка розроблена на кафедрі транспортних технологій Національного транспортного університету.

У статті показані результати моделювання та аналізу впливу зміни деяких конструктивних параметрів автопоїзда як ресурсно-технічного засобу транспортного виробництва на його транспортну енергоефективність, а також виявлена перспективність практичної реалізації на автотранспорті концептуальної ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбере-

ження (ІЕТЕРЗ), яка може бути використана для обґрунтування оновлення парку рухомого складу.

Метою роботи є представлення результатів проведення моделювання та отримання кількісних характеристики впливу зміни деяких конструктивних параметрів автопоїзда на показник його транспортної енергоефективності.

Результати статті можуть бути впроваджені в міжнародних транспортних компаніях, що здійснюють перевезення вантажів.

Ключові слова: автопоїзд, транспортна енергоефективність, експлуатаційні та технічні фактори, транспортна операція, концепція енергозбереження.

MODELING AND ANALYSIS OF TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY OF TRAINS

R.A. Khabutdinov¹, T.O. Kostiuk²

¹DSc, Professor, Head of the Department of Transport Technologies,

National Transport University, Kyiv, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0002-1329-5739

²Postgraduate Student at the Department of Transport Technologies,

National Transport University, Kyiv, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0001-8608-517X

Summary

Road trains that nowadays are used for international freight transport include a wide range of automotive equipment, which is constantly updated, and for which a number of requirements (resource conservation, environmental friendliness, fuel economy, etc.) are put forward. When justifying the renewal of the fleet of road trains it is necessary to take into account the great variety of their design parameters and a wide range of road conditions. Besides, the very capital-intensive, science-intensive process of park renewal must correspond to the conceptual idea of innovative and operational-technological energy and resource saving (IIOTERS) in motor transport. Existing methods of efficiency analysis and rolling stock selection, which are used to solve the problems of international road transport, do not provide technological and innovative projects of transport processes and do not meet the concept of IIOTERS because they are based on calculation schemes of virtual transportation of goods and passengers. In addition, these schemes take into account intangible meters of transportation results – ton-kilometer or passenger-kilometer. Therefore, to overcome these fundamental shortcomings of the theory of road transport and in order to provide a conceptual approach to the renewal of the fleet of trains used principles, calculation schemes and mathematical models of the theory of energy efficiency of the generalized type and technological processes of road transport (TEEGTTPRT) was designed by Department of Transport Technologies of the National Transport University.

The article shows the results of modeling and analysis of the impact of changes in some constructive parameters of the road train as a resource and technical means of transport production on its transport energy efficiency, as well as the prospects of practical implementation of the conceptual idea of innovative and operational-technological energy and resource saving (IIOTERS), which can be used to justify the renewal of rolling stock.

The aim of the work is to present the results of modeling and obtain quantitative characteristics of the impact of changes in some constructive parameters of the road train on the indicator of its transport energy efficiency.

The results of the article can be implemented in international transport companies that engaged in the transportation of goods.

Key words: road train, transport energy efficiency, operational and technical factors, transport operation, energy saving concept.

Вступ. Для забезпечення керованості процесами розвитку техніки та технологій перевезень згідно з концептуальною ідеєю ІЕТЕРЗ методи підвищення ЕРЕАТПАП необхідно реалізовувати з урахуванням функціональної структури автотранспорту як сфери матеріального виробництва автотранспортних послуг. У роботі [1] представлена ця структура у вигляді сукупності трьох функціональних компонентів автотранспорту: а) управляюча надбудова транспорту (УНТ), в яку входять капіталовласники, управлінці, організатори, транспортні інженери, економісти та маркетологи; б) ресурсно-технологічна база (РТБ) – це сукупність всіх технологічних (технічних, енергетичних, трудових) ресурсів автотранспорту, моделей і методів аналізу транспортних технологій, а також правил виконання транспортних і термінальних операцій процесів перевезень; в) транспортно-технологічні процеси (ТТП), які базуються на схемах енергетичного перетворення технологічних ресурсів у фізичний продукт автотранспорту. Стратегічна задача УНТ полягає у взаємозлагодженій та гармонізованій реалізації концептуальної ідеї ІЕТЕРЗ в усіх трьох вищезгаданих компонентах автотранспорту для довгострокового концептуально-інноваційного управління розвитком РТБ і ТТП [1]. Оперативні задачі УНТ полягають в організації доставки вантажів і пасажирів при поточному незмінному стані РТБ та ТТП.

Постановка проблеми. У роботах [1; 4; 6] під автотранспортною технологією (АТТ) розуміється операційно-доцільна і формалізована сукупність матеріально-креативних, машинно-енергетичних і ергатичних способів створення якісного продукту автотранспорту з урахуванням виробничих вимог до транспортної операції, умов руху і комплексу властивостей автомобіля як носія технічних ресурсів. Звідси витікає, що в разі концептуального обґрунтування міжнародних автопоїздів необхідно використати їх технологічно-суттєві показники транспортної енергоефективності та врахувати моделі аналізу основних компонент АТТ: способів створення продукту, енерго-перетворювального механізму забезпечення виробничих вимог до транспортної операції, комплексу ресурсно-технічних властивостей автопоїзду, умов руху і фізичного продукту автотранспорту. Крім того, в методиці вибору автопоїздів необхідно враховувати еволюцію конструктивних параметрів АТЗ, а також різноманіття умов перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій у напрямі організації внутрішніх і міжнародних автомобільних перевезень показує, що в них використовуються відомі показники продуктивності АТЗ і собівартості перевезень, які базуються на аксіомах і розрахункових схемах віртуального і нетехнологічного руху автомобілів. У цих схемах не враховуються процеси енергетичного перетворення технологічних ресурсів у продукт автотранспорту, процедури і процеси транспортних

технологій, впливи конструктивно-технічних, дорожніх і транспортно-експлуатаційних факторів. У роботах Р.А. Хабутдінова, І.В. Хмельова [1; 5; 7; 9] розглядається суттєво новий та актуальний метод технологічно-інноваційного підвищення транспортної енергоефективності автомобільних перевезень у процесі оновлення рухомого складу.

Формулювання цілей статті. У статті як приклад наведено результати моделювання функціонування автопоїзду як ресурсо-технічного засобу виробництва з використанням методики імітаційно-тестового аналізу [4]. Розглядається вплив максимальної потужності двигуна (Nm) і радіусу колеса (Rk) на показники транспортної енергоефективності автопоїзду DAF FTR – 95 xF. На основі таких результатів досягається можливість прогнозування придатності різних варіантів автопоїзду DAF до енергозберігаючих технологій. Згідно з метою вирішені такі задачі: а) вибір розрахункових схем транспортних операцій; б) адаптація математичних моделей показників енергоефективності до руху автопоїздів згідно з концепцією ІЕТЕРЗ [1; 3; 8]; в) моделювання та аналіз впливу таких конструктивних параметрів, як потужність двигуна і радіус ведучого колеса сідельного тягача на показник енергоефективності.

Виклад основного матеріалу. У роботах [1; 3; 10] встановлено, що для формування методики концептуального обґрунтування автомобілів із технічною новизною необхідно забезпечити: а) використання нового принципу DDT (developed and described technology), замість наявного в теоріях економіки та організації транспортного процесу принципу FUT (freezing undescribed technology); б) максимізацію значення показників транспортної енергоефективності нових автомобілів; в) етапне (за періодами планування інвестицій) підвищення енерготехнологічної ефективності проектів перевезень; г) довгострокове планування високо-технологічного ресурсо- і енергозберігаючого виробництва автотransпортних послуг.

Вказані вище задачі не можуть бути вирішені з використанням відомих показників продуктивності АТЗ і собівартості перевезень [2]. Математичні моделі цих показників є непридатними для удосконалення транспортних технологій, тому в роботі [4] установлено, що ідеєю удосконалення транспортних технологій є поетапне підвищення величини показника енерговіддачі ρ_e (в окремому випадку – показника ресурсовіддачі ρ_R) перевезень. Для реалізації цієї ідеї при обґрунтуванні нового рухомого складу використовується безрозмірний показник транспортної енергоефективності АТЗ. Його величина визначається по формулі:

$$P_e = \rho_e / \rho_{et} \quad (1)$$

де ρ_e – показник транспортної енерговіддачі нового АТЗ на розрахунковому маршруті, який враховує енергоефективність нового АТЗ у тестових операціях (міському, магістральному, змішаному і еталонному), розрахункову долю роботи АТЗ у міських умовах і розподілення пробігу АТЗ по категоріях доріг [4]; ρ_{et} – еталонне значення показника транспортної енерговіддачі АТЗ.

На основі (1) отримана наступна розрахункова формула показника транспортної енергоефективності АТЗ:

$$P_e = \frac{k_{vp} \cdot \gamma_{cm}}{k_{ep} (\eta_q + \gamma_{cm})}, \quad (2)$$

де k_{vp} – безрозмірний коефіцієнт середньої швидкості АТЗ на розрахунковому маршруті, $k_{vp} = V_{cp} / V_{ет}$, де V_{cp} – середня швидкість АТЗ на розрахунковому маршруті, $V_{ет}$ – еталонна (постійна) швидкість АТЗ; k_{ep} – безрозмірний паливний коефіцієнт пробігу АТЗ на розрахунковому маршруті, $k_{ep} = Q / Q_{ет}$, де Q – величина витрати палива АТЗ на розрахунковому маршруті, $Q_{ет}$ – еталонна витрата палива; η_q – коефіцієнт спорядженої маси АТЗ; $\gamma_{ет}$ – коефіцієнт використання вантажності АТЗ.

У цій формулі показники k_{vp} і k_{ep} являють собою дві функціональні залежності від множини конструктивних параметрів автопоїзда, що можна відобразити таким чином:

$$k_{vp} = f_1(Nm, Rk, U_{ki}, U_0, \dots), \quad k_{ep} = f_2(Nm, Rk, U_{ki}, U_0, \dots),$$

де Nm – максимальна потужність двигуна автопоїзда,

Rk – радіус ведучого колеса тягача,

U_{ki} та U_0 – передаточні числа коробки передач і головної передачі. Згідно з цими залежностями розглядається вплив конструктивних параметрів на показник транспортної енергоефективності автопоїзду.

Розрахункова формула для визначення коефіцієнтів швидкості k_v і пробігу k_e в тестових операціях мають такий вигляд:

$$k_v = \frac{\alpha_1(a_2 - a_3 \cdot \psi_{cp})}{a_4 \cdot t_p + \alpha_5}, \quad (3)$$

де a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – постійні параметри, які визначаються для тестових транспортних операцій з урахуванням наданих умов руху АТЗ та його конструктивних параметрів; ψ_{cp} – середнє значення коефіцієнта опору дороги, t_p – час розгону АТЗ до розрахункової швидкості в наданій тестовій операції.

Значення коефіцієнту швидкості АТЗ на розрахунковому маршруті визначається за формулою:

$$k_{vp} = k_{v_2} \cdot \alpha_z + k_{vm} \cdot (1 - \alpha_z), \quad (4)$$

де α_z – частка часу роботи автопоїзду в міських умовах, k_{v_2} і k_{vm} – значення коефіцієнтів швидкості для міського і магістрального тестових операцій відповідно.

Величина коефіцієнту пробігу k_e в тестових операціях визначається таким чином:

$$k_e = \frac{b1 \cdot (b2 \cdot \psi + b3) \cdot k_d \cdot H \cdot \rho}{b4 \cdot q \cdot (\gamma_{cm} + \eta_q) + b5 \cdot H_a \cdot B_a}, \quad (5)$$

де k_d – коефіцієнт дорожніх умов руху, H – загальна норма витрати палива на 100 км пробігу; ρ – об'ємна маса палива ($\rho = 0,76$ для бензину; $\rho = 0,84$ для дизельного палива); q – вантажопідйомність АТЗ, т; H_a і B_a – висота і ширина АТЗ, м; $b1, b2, b3, b4, b5$ – постійні параметри, які визначаються для тестових транспортних операцій з урахуванням умов експлуатації АТЗ та його конструктивних параметрів.

Паливний коефіцієнт пробігу автомобіля для розрахункового маршруту визначається як:

$$k_{ep} = k_{e_2} \cdot \alpha_z + k_{em} \cdot (1 - \alpha_z), \quad (6)$$

де k_{e_2} і k_{em} – значення паливних коефіцієнтів пробігу АТЗ для міського і магістрального тестових операцій.

Як приклад далі проаналізовано вплив зміни таких конструктивних параметрів автопоїзду як максимальна потужність двигуна та радіус ведучого колеса тягача на його транспортну енергоефективність, а також на показники витрат палива та енергії автопоїзду DAF FTR – 95 xF у тестовій магістральній операції (при $\alpha_r=0$). У структуру операції входять фази руху автопоїзду з різними постійними швидкостями (3–22 м/с), фази розгону автопоїзду за фіксованого положення педалі подачі палива 85% на різних передачах, фази гальмування, коефіцієнт опору дороги становить $\psi=0,03$. На основі розрахункових даних побудовані графіки зміни показників P_e енергетичної ефективності АП, витрат енергії A_c і палива Q_c від зміни максимальної потужності двигуна та радіуса колеса. Такі графіки представлені на рисунках 1, 2, 3.

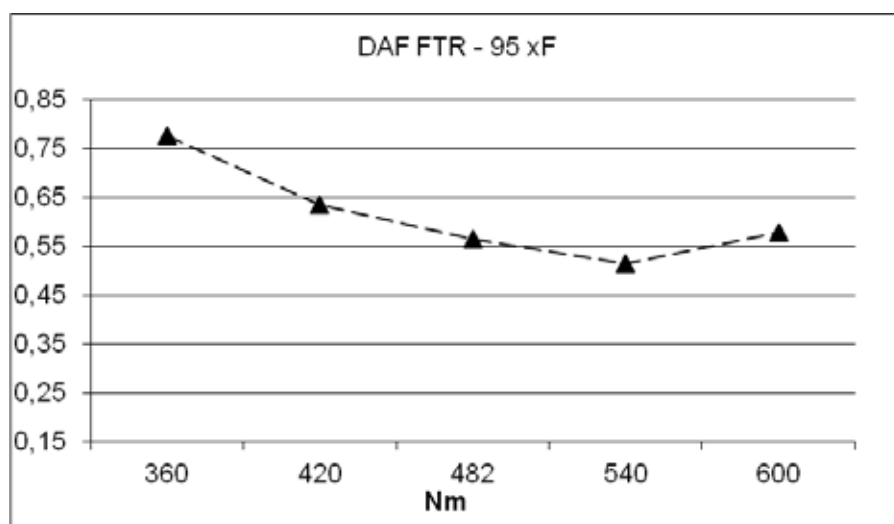


Рис. 1. Графік зміни показника енергетичної ефективності АП на розрахунковому маршруті (при $\alpha_s = 0$) від зміни максимальної потужності двигуна

На основі проведеного розрахунку на прикладі автопоїзду DAF FTR – 95 xF встановлено, що за умови збільшення максимальної потужності двигуна (Nm) значення показника енергетичної ефективності (Pe) варіюється в межах від 0,51 до 0,76. При цьому найбільшого значення показник енергетичної ефективності набуває при $Nm= 360$ квт. Тобто в разі збільшення максимальної потужності двигуна показник енергетичної ефективності зменшується на 74%, а після досягнення значення 540 квт спостерігається підвищення показника енергетичної ефективності.

З рисунку 2 видно, що при збільшенні максимальної потужності двигуна (Nm) значення показника витрат енергії (A_c) збільшується, а мінімального значення 3 МДж набуває при максимальній потужності двигуна 360 квт, при цьому при значенні 540 квт набуває максимального значення 4,5 МДж після чого можемо спостерігати подальший спад значення показника витрат енергії.

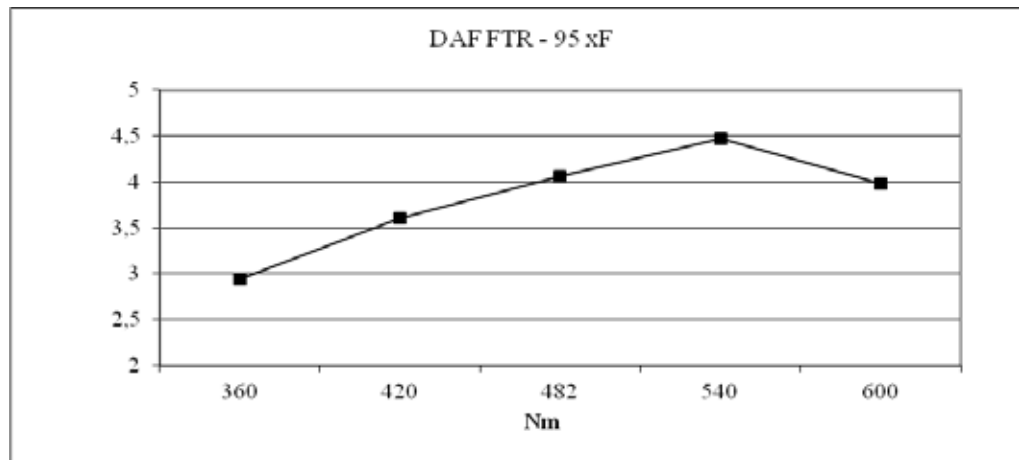


Рис. 2. Графік зміни показника витрат енергії A_c (Мдж) АП у тестовій магістральній операції від зміни максимальної потужності двигуна

Виявлено, що в разі збільшення показника максимальної потужності двигуна (N_m) показник витрат палива (Q_c) збільшується та набуває максимального значення 3745,9 г при максимальній потужності двигуна 560 кВт, при цьому мінімальне значення показника витрат палива 1590,33 г досягається при максимальній потужності двигуна в 360 кВт (рис. 3).

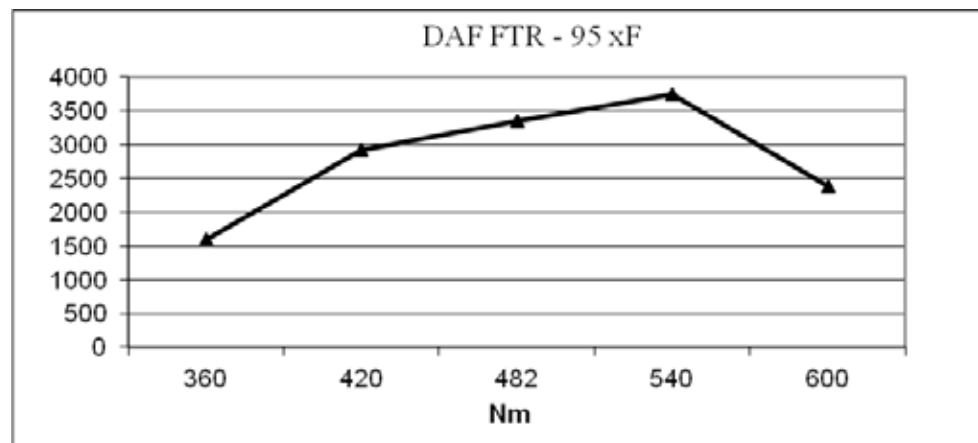


Рис. 3. Графік зміни показника витрат палива Q_c (г.) АП у тестовій магістральній операції від зміни максимальної потужності двигуна

Встановлено, що в разі збільшення радіусу колеса (R_k) значення показника енергетичної ефективності (Pe) варіюється в межах від 0,5 до 0,7. При цьому найбільшого значення показник енергетичної ефективності набуває при $R_k = 0,55$ м. Тобто в разі збільшення радіусу колеса автопоїзда до 0,55 м показник збільшується на 78% порівняно з використанням на більшості сучасних автопоїздів коліс розміром у середньому 0,5 м.

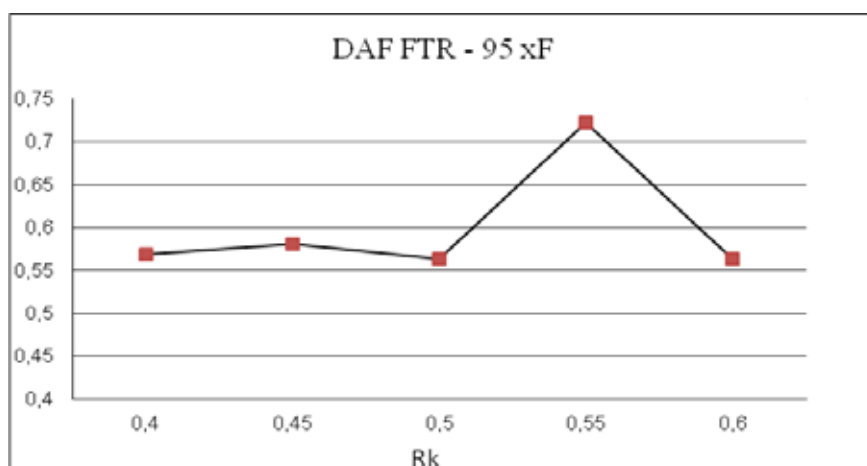


Рис. 4. Діаграма зміни показника енергетичної ефективності АП в тестовій магістральній операції від зміни радіусу колеса

Виявлено, що в разі збільшення радіусу колеса (Rk) значення витрат палива (Qc) зменшується. При цьому мінімального значення 1684,25 г показник витрат палива досягає при радіусі колеса 0,55 м. Згідно з діаграмою можна проаналізувати, що значення показника витрат палива при радіусі колеса зменшується на 50%, тобто при радіусі колеса 0,55 м набуває найвигіднішого значення.

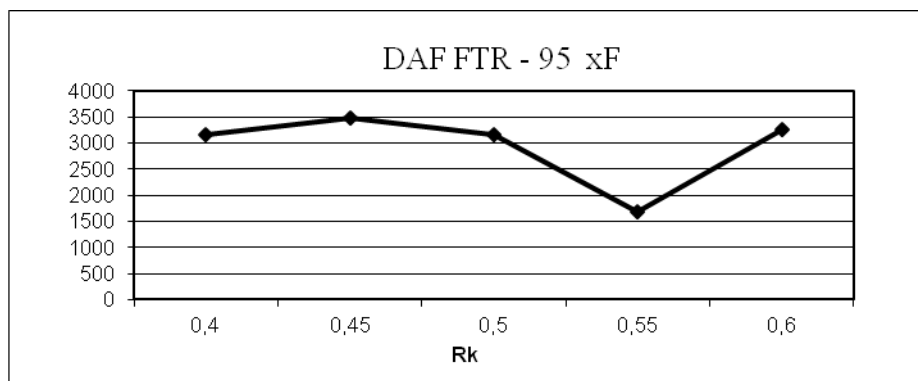


Рис. 5. Діаграма зміни показника витрат палива Qc (г) АП в тестовій магістральній операції від зміни радіусу колеса

Висновки. Виявлено, що для рішення задач експлуатаційного аналізу транспортної енергоефективності автопоїздів необхідно використовувати адаптовані до структури автопоїзду математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності автомобілів та методику їх імітаційного і еталонно-порівнювального аналізу.

Виявлена актуальність практичної реалізації на автотранспорті концептуальної ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ІЕТЕРЗ).

За результатами операційно-імітаційного моделювання показана достатня чутливість математичних моделей стосовно задач порівнювального аналізу варіантів автопоїздів із технічною новизною, отримано кількісні характеристики впливу зміни таких конструктивних параметрів автопоїзду DAF FTR – 95 xF, як максимальна потужність двигуна і радіус ведучого колеса тягача, на показники його транспортної енергоефективності, витрат палива та енергії.

На основі проведених досліджень обґрунтовано доцільність використання методики імітаційно-тестового аналізу для підвищення транспортної енергоефективності нових автопоїздів як ресурсно-технічних засобів транспортного виробництва з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хабутдінов Р.А. Транстехнологічна парадигма і методологія новаційного управління автомобільними перевезеннями. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. № 24. С. 237–240.
2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Київ : Вища школа, 1986. 447 с.
3. Хабутдінов Р.А. Методологічні основи транспортно-технологічної енергології. Київ : Збірник наукових праць «Проблеми транспорту». 2006. С. 164–168
4. Хабутдінов Р.А., Коцюк О.Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. Київ, 1997. 197 с.
5. Хмельов І.В., Гусев О.В., Піцик М.Г. Методика аналізу енергетичної ефективності транспортних засобів з урахуванням умов перевезень. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. № 29. С. 348–353.
6. Хабутдінов Р.А. Системна проблема інноваційного розвитку автотранспорту в умовах теоретичного заперечення транспортних технологій і виробництва. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. № 34. С. 491–496.
7. Хабутдінов Р.А., Костюк Т.О. Підвищення енергетичної ефективності вантажних міжнародних автопоїздів згідно концепції інноваційно-технологічного розвитку автотранспорту. *Вісник Національного транспортного університету*. 2017. № 34.
8. Хабутдінов Р.А. Системна концепція енергоресурсної синергії та методологія технологічно-інноваційного управління на автотранспорті. *Вісник Національного транспортного університету*. 2020. № 46. DOI: 10.33744/2308-6645-2020-1-46-365-374.
9. Kostiuk T.O., Khabutdinov, R.A. (2019) The increasing of energy efficiency of international freight truck trains under the concept of energy innovative technologies development motor transport. Lviv, 2019: MATEC Web of Conferences. DOI: 10.1051/MATECCONF/201929401015 (Web of Science: Transportation Science & Technology, WOS:000591512300015, ISSN: 2261-236X) [In English]

10. Khabutdinov R.A., Khabutdinov A.R.(2019) Conceptual-innovative and energy-resource management on motor transport. Lviv, 2019 : MATEC Web of Conferences. DOI 10.1051/MATECCONF/201929401003 (Web of Science: Transportation Science & Technology, Vol. 294, article 01003.//) [In English]

REFERENCES

1. Khabutdinov R.A. Transtechnological paradigm and methodology of innovative road transport management [Transtekhnolohichna paradyhma i metodolohiia novatsiinoho upravlinnia avtomobilnymy perevezenniamy]. Bulletin of the National Transport University, 2011. № 24. P. 237–240 [In Ukrainian]
2. Vorkut A.I. Freight road transport [Transtekhnolohichna paradyhma i metodolohiia novatsiinoho upravlinnia avtomobilnymy perevezenniamy]. Kyiv: Higher School, 1986, 447 p. [In Russian]
3. Khabutdinov R.A. Methodological bases of transport-technological energy [Metodolohichni osnovy transportno-tekhnolohichnoi enerholohii]. Kyiv: Collection of scientific works “Problems of transport”, 2006. 164–168 p. [In Ukrainian]
4. Khabutdinov R.A., Kotsyuk O.Ya. Energy efficiency of the car [Enerhoresurna efektyvnist avtomobilia]. Kyiv, 1997. 197 p. [In Ukrainian]
5. Khmelev I.V., Gusev O.V., Pitsyk M.G. Methods of analysis of energy efficiency of vehicles taking into account the conditions of transportation [Metodyka analizu enerhetychnoi efektyvnosti transportnykh zasobiv z urakhuvanniam umov perevezen]. Bulletin of the National Transport University, 2014. № 29. P. 348–353. [In Ukrainian]
6. Khabutdinov R. A Systemic problem of innovative development of motor transport in the conditions of theoretical negation of transport technologies and production[Systemna problema innovatsiinoho rozvytku avtotransportu v umovakh teoretychnoho zaperechennia transportnykh tekhnolohii i vyrobnytstva]. Kyiv: Bulletin of the National Transport University, 2016. № 34. Pp. 491–496. [In Ukrainian]
7. Khabutdinov R.A., Kostyuk T.O. Improving the energy efficiency of international freight trains according to the concept of innovative and technological development of road transport [Pidvyschennia enerhetychnoi efektyvnosti vantazhnykh mizhnarodnykh avtopoizdiv zghidno kontseptsii innovatsiino-tekhnolohichnoho rozvytku avtotransportu]. Bulletin of the National Transport University, 2017. № 34. [In Ukrainian]
8. Khabutdinov R.A. System concept of energy resource synergy and methodology of technological and innovative management on motor transport [Systemna Kontseptsii Enerhoresurnoi Synerhii Ta Metodolohiia Tekhnolohichno-Innovatsiinoho Upravlinnia Na Avtotransporti. Kyiv Visnyk Natsionalnoho Transportoho Universytetu]. Bulletin of the National Transport University, 2020. № 46 [In Ukrainian]

9. Kostiuk, T.O., Khabutdinov, R.A. (2019) The increasing of energy efficiency of international freight truck trains under the concept of energy innovative technologies development motor transport. Lviv, 2019: MATEC Web of Conferences. DOI: 10.1051/MATECCONF/201929401015 (Web of Science: Transportation Science & Technology, WOS:000591512300015, ISSN: 2261-236X) [In English]
10. Khabutdinov R.A., Khabutdinov A.R. (2019) Conceptual-innovative and energy-resource management on motor transport. Lviv, 2019 : MATEC Web of Conferences. DOI 10.1051 MATECCONF/201929401003 (Web of Science: Transportation Science & Technology, Vol. 294, article 01003.//) [In English]