

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategical adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES
DEPARTMENT OF ELECTROMETALLURGY NAMED AFTER
ACADEMICIAN MYKHAILO GASIK
PRYDNIPROVSKYI SCIENTIFIC CENTER OF THE NAS OF UKRAINE
UKRAINIAN ASSOCIATION OF MANUFACTURERS OF FERROALLOYS AND
OTHER ELECTROMETALURGICAL PRODUCTS
ACADEMY OF SCIENCES OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE



The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategic adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

dedicated to the
100th anniversary of the Department of Electrometallurgy named after Academician
Mykhailo Gasik

22-23 April 2025

DNIPRO

УДК 669:[005.591.6:620.92](082)

I 66

Рекомендовано до друку вченою радою Українського державного університету науки і технологій

(Протокол № 12 від 28.05.2025)

Рецензенти:

Грищенко С. Г. – голова ради директорів об'єднання “Укркольормет”, проф., д.т.н.

Камкіна Л. В. – декан факультету металургійних процесів та хімічних технологій Українського державного університету науки і технологій, проф., д.т.н.

I 66 Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності і сталого розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 квітня 2025 р. / за заг. ред. Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 198 с.

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми розвитку сучасних технологій в металургійному виробництві, на залізничному транспорті, хімічних виробництвах. Значна увага приділена питанням цифрової трансформації, математичному моделюванню, мультидисциплінарним дослідженням.

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)

Recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian State University of Science and Technologies

(Minutes No. 12 dated May 28, 2025)

Reviewers:

Hryshchenko S. G. – Chairman of the Board of Directors of the Association "Ukrkolormet", Professor, Doctor of Technical Sciences

Kamkina L. V. – Dean of the Faculty of Metallurgical Processes and Chemical Technologies, Ukrainian State University of Science and Technology, Professor, Doctor of Technical Sciences

Innovations in Metallurgy and Related Strategic Industries for Energy Efficiency and Sustainable Development : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, April 22–23, 2025 / edited by Yu. S. Proidak, O. V. Zhadanos. – Electronic edition. – Dnipro : USUST, 2025. – 198 p.

The collection presents materials highlighting current issues in the development of modern technologies in metallurgical production, railway transport, and chemical industries. Significant attention is paid to digital transformation, mathematical modeling, and multidisciplinary research.



Цей твір ліцензовано на умовах Ліцензії Creative Commons

[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

[\(«Із зазначенням авторства – Некомерційна – Поширення на тих самих умовах» 4.0 Міжнародна\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)
DOI 10.15802/978-617-8314-05-7

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	14
СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ	15
ПРОДУВАННЯ ВАННИ КОНВЕРТЕРА ПРИ РАФІНУВАННІ ФЕРОНІКЕЛЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОДНОСОПЛОВИХ ТА ТРИСОПЛОВИХ ФУРМ Акрєєв В.В., Приходько С.В., Мельник С.О., Овчарук А.М.	15
ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЦТВА МАРГАНЦЕВИХ СПЛАВІВ ПІДПРИЄМСТВАМИ УКРАЇНИ Аносов О.В., Гладких В.А., Рубан А.В., Рябцев О.О.	21
ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ В УМОВАХ АТ НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОДУ ФЕРОСПЛАВІВ Бабуцький В.І., Зінченко О.М.	25
РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ СПЛАВІВ МАРГАНЦІУ Величко К.О.	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО НАГРІВУ ЗАЛІЗО-РУДО-ВУГІЛЬНОГО БРИКЕТУ В ІНДУКЦІЙНОМУ ПОЛІ Грек О.С.	35
ІНТЕНСИФІКУЮЧИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЮ НА ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ Гришин О.М., Надточій А.А., Губа Р.М., Хромовський С.А.	40
ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ВИРОБІВ Дерев'яно І.В., Жаданос О.В., Агєєв О.Г.	46
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ВУГЛЕЦЬКАРБІДОКРЕМНІЄВИХ БРИКЕТІВ В СТАЛЬ-КОВШІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ Жаданос О.В., Дерев'яно І.В., Шепетяк Є.О., Мацишин В.Г., Петренко М.С.	49
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ТА ПРОКАТКИ У МОДУЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ СИСТЕМАХ Ціколія А.З., Кононов Д.О.	54
ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕЦЕВИХ ВІДНОВНИКІВ ДЛЯ ВИПЛАВКИ ФЕРОСИЛІЦІУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ КРЕМНІЮ Кравченко В.П., Гладких В.А., Рубан А.В., Малий Є.Д.	59

SECTION 2. TRANSPORT AND INDUSTRIAL ENGINEERING	110
STRATEGIC PRIORITIES AND INNOVATIVE PROSPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS METALLURGICAL MACHINE INDUSTRY IN THE FACTS Kudria Yaroslav	110
ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF REPAIRING TRACTION ELECTRIC MOTORS AT THE PLANTS OF THE PRIVATE JOINT-STOCK COMPANY UKRZALIZNYTSIA Bobyр D. V., Serdiuk V. N.	116
INTEGRATION OF IEC/ISO 31010:2009 STANDARD INTO THE RISK MANAGEMENT SYSTEM OF LOCOMOTIVE OPERATIONS Oleksandr Ochkasov, Andriy Desyak, Zhovnirenko Oleksandr	122
METHODS OF INDICATOR DIAGRAM ANALYSIS FOR DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF DIESEL ENGINES: REVIEW AND APPLICATION PROSPECTS Ochkasov O.B., Studenko O.I.	129
DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT DRIVING MODES FOR ROLLING STOCK DURING FORCED SPEED REDUCTION Kapica M.I., Bobyr D.V., Kyslyi D.M., Samilyk D.O.	134
CALCULATION OF PARAMETERS OF SWITCHING UNIT WITH CORRECTIVE LINKS IN THRUSTER DC-DC CONVERTERS Bobyр D.V., Kolodii D.O.	140
EVALUATION OF COOLING PERFORMANCE IN RADIATORS WITH DIFFERENT TUBE PROFILES Mykhailo Kapitsa, Andriy Desyak	147
APPLICATION OF RISK-BASED MAINTENANCE APPROACHES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF LOCOMOTIVE FLEET MAINTENANCE SYSTEM Bodnar B.Ye., Ochkasov O.B.	152
SECTION 3. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY	158
APPLICATION OF DIMERIC IONIC LIQUIDS OF IONENE TYPE AS A COMPONENT OF SOLAR CELLS Sverdlikovska O., Vovchuk B.	158

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ КЕРУВАННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ ПРИ ВИМУШЕНОМУ ЗНИЖЕННІ ШВИДКОСТІ

Капіца М.І., директор ННІ «ДІТ», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, m.i.kapica@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-3800-2920

Бобирь Д. В., каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, d.v.bobyr@ust.edu.ua, ORCID 0000-0003-1441-3861

Кислий Д. М., каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, d.m.kyslyi@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-4427-894X

Самілик Д.О., аспірант каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, samilykd@gmail.com, ORCID 0009-0001-5252-4944

Анотація. У роботі досліджено питання енергоефективності руху поїздів при зміні режимів руху. Актуальність дослідження обумовлена недостатньою вивченістю впливу режиму вибігу на енерговитрати та час руху поїзда, незважаючи на широке використання сучасних технологій оптимізації режимів ведення. Метою роботи є визначення оптимальної тривалості вибігу та зміни швидкості для досягнення максимальної енергоефективності при забезпеченні зниження швидкості поїзда або зупинки. На основі тягово-енергетичних розрахунків побудовано залежності зменшення витрат електроенергії від збільшення часу руху поїзда для різних початкових швидкостей переходу в режим вибігу та різних ухилів колії. Результати дослідження дозволили визначити раціональні інтервали зміни швидкості та довжини ділянок руху в режимі вибігу для різних профілів колії.

Ключові слова: режим вибігу, енергоефективність, тягово-енергетичні розрахунки, оптимізація режимів ведення, ухил колії.

DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT DRIVING MODES FOR ROLLING STOCK DURING FORCED SPEED REDUCTION

Kapica M.I., ESI Dnipro Institute of Infrastructure and Transport, Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, m.i.kapica@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-3800-2920

Bobyr D.V., Chair of Locomotives, Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, d.v.bobyr@ust.edu.ua, ORCID 0000-0003-1441-3861

Kyslyi D. M., Chair of Locomotives, Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, d.m.kyslyi@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-4427-894X

Samilyk D.O., Postgraduate student of the chair of Locomotives, Ukrainian State University of SCIENCE and Technologies, Dnipro, Ukraine, samilykd@gmail.com, ORCID 0009-0001-5252-4944

Abstract. The study investigates the issue of energy efficiency in train movement during mode transitions. The relevance of the research is driven by the insufficient understanding of the impact of coasting mode on energy consumption and travel time, despite the widespread use of modern technologies for optimizing driving modes. The aim of the work is to determine the optimal duration of coasting and speed changes to achieve maximum energy efficiency while ensuring a reduction in train speed or a complete stop. Based on traction-energy calculations,

dependencies of reduced electricity consumption on increased travel time were constructed for various initial speeds of transitioning to coasting mode and different track gradients. The research results allowed for the identification of rational intervals for speed changes and the lengths of track sections for coasting mode under various track profiles.

Keywords: coasting mode, energy efficiency, traction-energy calculations, driving mode optimization, track gradient.

Вступ. При прямуванні поїзда по дільниці виникає необхідність переходу з режиму тяги в режим гальмування. Це необхідно, наприклад, при наближенні до ділянки, де потрібно знизити швидкість або зупинитися, при виході на небезпечний схил тощо. Зазвичай під час такого переходу протягом певного відрізка шляху поїзд рухається у режимі вибігу.

Аналіз джерел та публікацій. Згідно з Правилами тягових розрахунків, під час виконання розрахунків за методом максимуму рух поїзда у режимі вибігу не враховується, що пов'язано з недостатньою вивченістю цього питання. Сучасні технології, такі як використання режимних карт та систем енергоефективного керування, дають змогу зменшити витрати енергоресурсів на тягу. Проте навіть різноманітні алгоритми оптимізації режимів руху не завжди забезпечують досягнення максимальної енергоефективності.

Мета. У цій роботі здійснено спробу визначити оптимальну тривалість вибігу та зміну швидкості під час переходу з режиму тяги в режим гальмування, включаючи процес повної зупинки поїзда.

Постановка завдання. Поїзд рухається по довільній дільниці, що має однорідний профіль. Щоб забезпечити зупинку поїзда в заданому пункті або зниження швидкості до заданої величини, гальмування повинно бути виконане з таким розрахунком, щоб швидкість змінювалася відповідно залежності розв'язання рівняння руху поїзда в режимі гальмування. У разі застосування вибігу поїзда додається залежність розв'язання рівняння руху поїзда в режимі вибігу. Вона дозволить зменшити витрату енергоресурсів локомотивом, але для дотримання умови зупинки або зменшення швидкості, необхідно розв'язувати рівняння руху поїзда комплексно для всіх застосованих режимів ведення.

Зменшення витрат енергоресурсів при застосуванні режиму вибігу відбувається на відповідній дільниці прямування. Але це призводить до зменшення технічної швидкості й, відповідно, до збільшення часу ходу поїзда на всій дільниці.

Визначимо збільшення часу ходу поїзда Δt із застосуванням вибігу:

$$\Delta t = t - t_1 - t_2, \quad (1)$$

де t – час руху в режимі вибігу; t_1 – час руху в режимі тяги; t_2 – час в режимі гальмування.

Методика. Для визначення залежності між зменшенням витрат енергоресурсів та збільшенням часу руху рухомого складу проведено тягові розрахунки для різних варіантів вхідних даних [1]: зміна початкової швидкості 90-40 км/год; зниження швидкості під час вибігу 0-50 км/год; різні профілі ділянки: $i \in [0-10] \%$.

Розрахунки траєкторії руху поїзда та визначення тягово-енергетичних параметрів виконувалися на ідеалізованій математичній моделі поїзда, яка розглядається як однорідне

тіло з одним ступенем свободи. Модель базується на класичних принципах теорії локомотивної тяги при зміні швидкості з інтервалом 0,5 км/год.

Для спрощення розрахунків та їх узагальнення в якості вхідних даних було обрано електровоз серії ВЛ8 з поїздом масою 4000 т, що складається з чотиривісних вагонів із навантаженням на вісь 15 т. В результаті отримано вираз для основного питомого опору руху поїзда:

$$w_x = 0,966 + 0,686 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,175 \cdot 10^{-3} \cdot v^2. \quad (2)$$

Для розрахунків прийнято, що службове гальмування відбувається з натисненням гальмівних колодок, рівним половині повної гальмівної сили. При гальмівному коефіцієнті поїзда

$$g_p = \frac{\sigma \cdot \Sigma k_p}{Q \cdot g} \quad (3)$$

отримуємо наступну залежність гальмівної сили

$$b_2 = 0,5 \cdot 1000 \cdot g_p \cdot \varphi_{dp}. \quad (4)$$

При використанні у складі чавунних гальмівних колодок, розрахунковий гальмівний коефіцієнт складе

$$\varphi_{dp} = 0,27 \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}. \quad (5)$$

З врахуванням (5) і (3), питома сила, що діє на поїзд в режимі гальмування описується рівнянням [1]

$$\omega_{ох} + 0,5 \cdot b_2 = 0,966 + 0,686 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,175 \cdot 10^{-3} \cdot v^2 + \frac{199 \cdot (0,27 \cdot V + 27)}{5 \cdot V + 100}. \quad (6)$$

За результатами тягово-енергетичних розрахунків отримані дані про витрату енергоресурсів A та час ходу поїзда t для різних значень ухилів та рівнів зниження швидкостей за час вибігу (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати тягово-енергетичних розрахунків

V_n , км/год	ΔV , км/год	$i = 0\%$		$i = 5\%$		$i = 10\%$	
		A , кВт·год	t , хв	A , кВт·год	t , хв	A , кВт·год	t , хв
90	0	139	4,26	274	4,83	471	5,84
	5	95,7	4,30	253	4,87	455	5,89
	25	–	–	184	5,20	417	6,11
	30	–	–	168	5,32	417	6,26
80	0	139	4,30	326	5,13	560	6,50
	5	99,3	4,33	306	5,15	545	6,49
	30	–	–	220	5,62	506	6,92
70	0	146	4,36	368	5,35	635	7,02
	5	107	4,39	348	5,36	627	7,08
	30	–	–	263	5,84	589	7,51

На основі результатів тягово-енергетичних розрахунків [2, 3] побудовано графіки залежності зменшення споживання електроенергії від збільшення часу руху поїзда. Ці залежності проаналізовано для різних значень початкової швидкості переходу до режиму вибігу та різних додатних ухилів профілю (рис. 1).

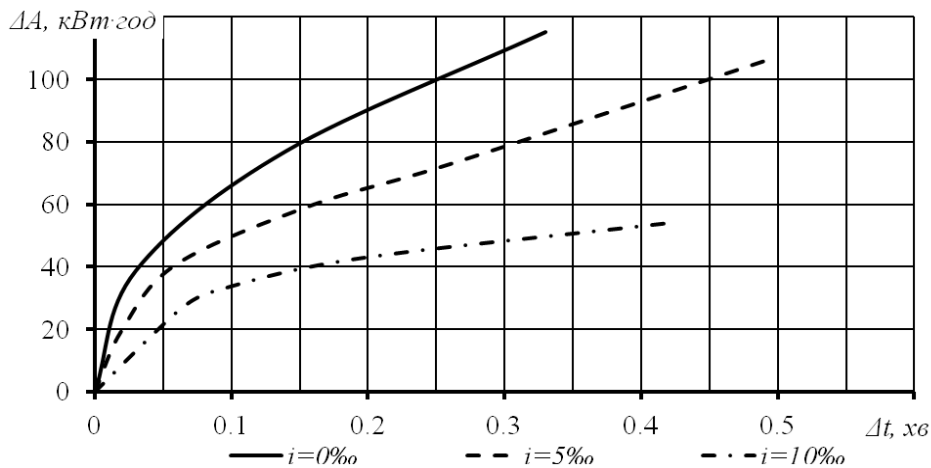


Рисунок 1 – Залежність зниження витрати енергоресурсів від збільшення витрати часу при варіативних значеннях ухилу профілю колії для початкової швидкості виходу в режим вибігу 80 км/год

Залежності зниження витрати енергоресурсів від збільшення витрати часу при різних швидкостях переходу в режим вибігу та ухилу колії накладаються між собою та не надають інформації для оптимізації режимів ведення.

Залежності зниження витрати енергоресурсів від збільшення витрати часу являють собою зростаючі функції, що проходять через початок координат та мають наступний вираз в кожній точці кривої

$$\Delta A = a \cdot \Delta t, \quad (7)$$

де a – додатний коефіцієнт, що зв'язує зниження витрати електроенергії та збільшення часу ходу поїзда, являє собою відношення витрати енергії ΔA до збільшення часу ходу Δt і вимірюється в кВт·год/хв.

Визначаємо значення коефіцієнта a за формулою:

$$a = \frac{\Delta A}{\Delta t}. \quad (8)$$

Цей коефіцієнт можна вважати коефіцієнтом ефективності вибігу. Його значення збільшується із зростанням економії електроенергії та зменшенням втрат часу.

Якщо проаналізувати залежність (рис. 1), то можна зробити висновок, що економія енергоресурсів за рахунок використання проміжного режиму вибігу між режимами тяги та гальмування безпосередньо залежить від величини нахилу ділянки колії.

При зниженні швидкості на 5-10 км/год у режимі вибігу час руху поїзда збільшується незначно, а економія енергоресурсів може досягати 50 кВт·год.

Із збільшенням інтервалу зміни швидкості в режимі вибігу час прямування зростає через зменшення технічної швидкості на даній ділянці. При цьому спостерігається зниження витрат енергоресурсів. У випадках значних знижень швидкості (до 40 км/год) та невеликого ухилу підйому час руху може збільшитися на 3-5 хвилин, а економія енергоресурсів може скласти кілька сотень кіловат-годин [4, 5].

Для визначення оптимальної довжини ділянки або інтервалу зміни швидкості в режимі вибігу результати тягово-енергетичних розрахунків було згруповано з урахуванням вищенаведених висновків. На основі цих даних розраховано середньоарифметичне

значення економії енергоресурсів та збільшення часу руху поїзда. За отриманими результатами побудовано залежності (рис. 2), на яких позначено точки інтервалів швидкості в режимі вибігу.

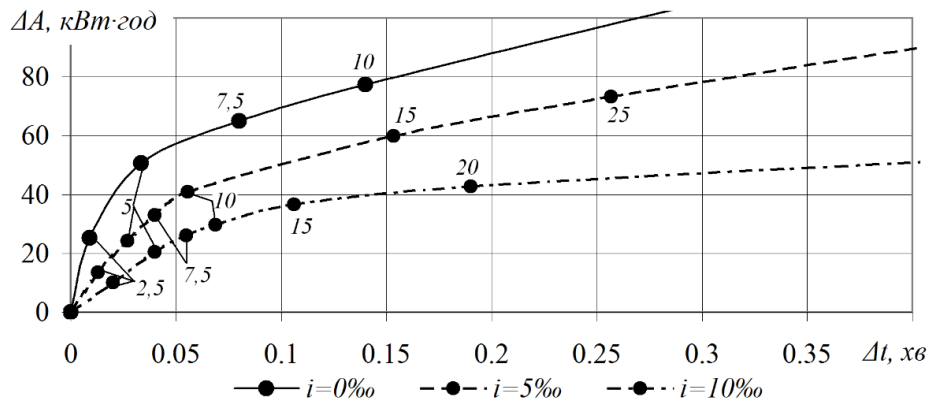


Рисунок 2 – Залежність зниження витрати електроенергії від збільшення витрати часу при різних ухилах

Оскільки при малих інтервалах часу Δt кут нахилу кривої економії енергоресурсів більше, ніж при великих інтервалах, то позначимо точки зміни крутизни кривих $\Delta A = f(\Delta t)$. Для крутизни $i = 0\text{‰}$ раціональним буде зменшення швидкості в режимі вибігу $\Delta V = 0 - (\bar{5} \div \underline{10})$ км/год, для ухилу $i = 5\text{‰}$ – $\Delta V = 0 - (\bar{10} \div \underline{15})$ км/год, для ухилу $i = 10\text{‰}$ – $\Delta V = 0 - (\bar{15} \div \underline{20})$ км/год. Отримані дані узагальнимо у вигляді залежності (рис. 3).

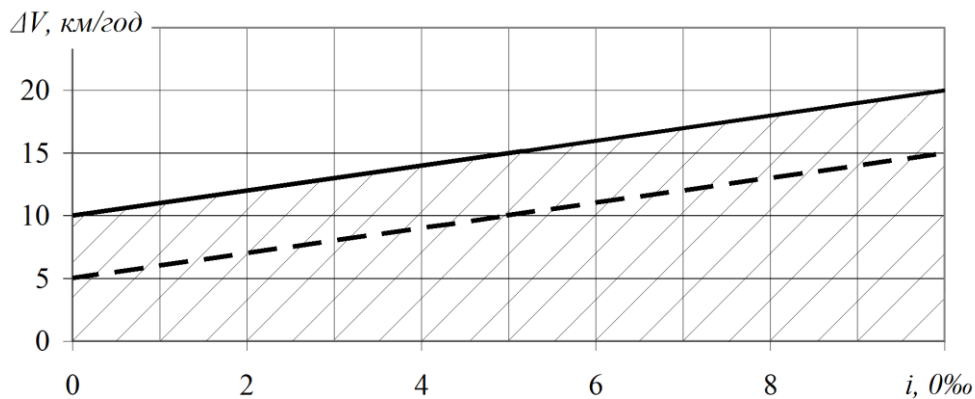


Рисунок 3 – Раціональний інтервал зміни швидкості в режимі вибігу залежно від ухилу

Для визначення відповідної довжини ділянки, на якій доцільно застосовувати режим вибігу, скористаємось теорією тягових розрахунків, результати яких наводимо у вигляді рис. 4.

Перевірку та доведення актуальності отриманих даних виконано шляхом проведення багатоваріантних тягових розрахунків при варіативних значеннях маси складу, серіях локомотива та профілях колії.

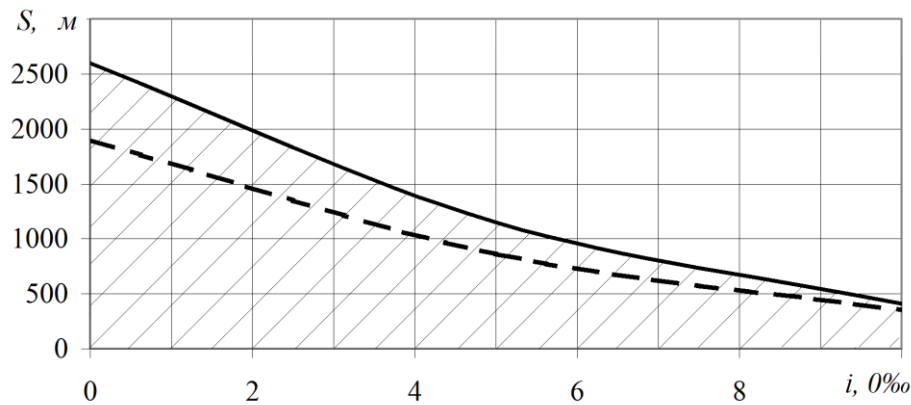


Рисунок 4 – Раціональна довжина ділянок в режимі вибігу залежно від ухилу

Результати та їх обговорення. На основі проведеного дослідження можна зробити такі висновки. Витрата енергоресурсів та час руху поїзда залежать, зокрема, від тривалості руху в режимі вибігу, застосованими між режимами тяги та гальмування. Початкова швидкість переходу з режиму тяги в режим вибігу не впливає на зменшення витрат енергоресурсів. Зниження енерговитрат у режимі вибігу безпосередньо пов'язане з величиною ухилу ділянки та інтервалом зміни швидкості. В результаті проведених розрахунків отримано значення раціональних інтервалів зміни швидкості та відповідних довжин ділянок руху в режимі вибігу, що дозволяють ефективно використовувати енергоресурси для різних ухилів колії.

Бібліографічний список

1. Kapica M., Bobyr D., Hryshchenko M., Kyslyi D., Desiak A. (2024). Determining the Energy Efficiency Indicators of the Diesel Train DPKr-2 and the Rail Bus 620M Based on Traction Calculations Using the Numerical Method of Solving the Equation of Train Movement. MATEC Web of Conferences. 2024. Vol. 390: 3rd International Scientific and Practical Conference “Energy-Optimal Technologies, Logistic and Safety on Transport” (EOT-2023). P. 1–7. DOI: 10.1051/mateconf/202439001002.
2. Bodnar B., Kapitsa M., Bobyr D., Kyslyi D. (2019). Defining the Limits of Application and the Values of Integration Variables for the Equations of Train Movement. *Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту.* 2019. № 6. С. 59–65.
3. Bobyr D., Bodnar E., Kislyi D., Desiak A. (2023). Vyznachennya parametriv obmezhenya pozdovzhnoho pryskorennya dlya optymizatsiyi vytrat enerhoresursiv na tyahu poyizdiv. *Science and Transport Progress*, 4 (104), 13-24 (in Ukrainian)
4. Ochkasov O., Ocheretniuk M., Skvireckas R. (2021). Approaches to the Improving the Locomotive Fleet Management System. *Transport Means*, 1054-1058.
5. Bodnar B., Ochkasov A., Bobyr D. (2016). Improving Operation and Maintenance of Locomotives of Ukrainian Railways. *Technogijos ir Menas = Technology and Art*, 7, 109-114.

Наукове видання

Загальна редакція Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса

**ІННОВАЦІЇ В МЕТАЛУРГІЇ І СУМІЖНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ГАЛУЗЯХ ДЛЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Електронне видання

Відповідальні за випуск: Пройдак Ю. С., Жаданос О. В.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Жаданос О. В.

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої в збірнику,
несуть автори*

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, ауд. 263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022