

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 Акреєв 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

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ІНДИКАТОРНИХ ДІАГРАМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ: ОГЛЯД І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

О.Б. Очкасов, Каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, ел. пошта abochkasov@gmail.com, ORCID 0000-0002-7719-7214

О.І. Студенко, Каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, ел. пошта studentt19@gmail.com

Анотація. У роботі розглядаються актуальні проблеми та перспективи розвитку методів аналізу індикаторних діаграм. Проаналізовано основні тенденції, та практичні рішення аналізу індикаторних діаграм. Представлені висновки, та перспективні напрямки дослідження.

Ключові слова: Дизельні двигуни, технічне діагностування, індикаторні діаграми, оптимізація діагностування.

METHODS OF INDICATOR DIAGRAM ANALYSIS FOR DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF DIESEL ENGINES: REVIEW AND APPLICATION PROSPECTS

O.B. Ochkasov, Department of "Locomotives," Ukrainian State University of Science and Technology, Lazaryana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010, email: abochkasov@gmail.com, ORCID 0000-0002-7719-7214

O.I. Studenko, Department of "Locomotives," Ukrainian State University of Science and Technology, Lazaryana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010, email: studentt19@gmail.com

Abstract. The paper examines current problems and prospects for the development of indicator chart analysis methods. The main trends and practical solutions for analyzing indicator charts are analyzed. Conclusions and promising research directions are presented.

Key words: Diesel engines, technical diagnostics, indicator diagrams, diagnostics optimization.

Розвиток транспортної галузі вимагає удосконалення підходів до організації системи утримання рухомого складу. Однією з задач, яку необхідно для цього вирішити є удосконалення методів діагностики технічного стану силових агрегатів, що дозволяє забезпечити своєчасне виявлення несправностей, оптимізацію режимів роботи та зниження витрат на експлуатацію. Перехід від планово – попереджувальної системи обслуговування до обслуговування локомотивів за фактичним технічним станом дозволить своєчасно виконувати обслуговування та запобігати серйозним поломкам. Але такий перехід вимагає впровадження сучасних інтелектуальних моніторингових систем, призначених для контролю функціонування складних технічних об'єктів, які описані в [1] та [2]. Проблемою впровадження інтелектуальних моніторингових систем є складність адаптації застарілої техніки, яка не має вбудованих систем діагностування. Тому впровадження більш традиційних методів діагностування технічного стану дизеля є більш актуальним в умовах інтенсивної експлуатації.

Завдання, поставлене практикою експлуатації дизелів, полягає в необхідності підтримки його працездатного стану протягом усього періоду експлуатації. Тому повстає питання розробки та вдосконалення вже існуючих методів визначення основних параметрів робочого процесу дизеля, що дозволяють здійснювати ефективно діагностування технічного стану без впровадження систем діагностування високої вартості.

Для визначення основних параметрів робочого процесу дизеля частіше за все використовують аналіз індикаторних діаграм, які були отримані під час експлуатації. Індикаторні діаграми відображають зміну тиску в циліндрі залежно від кута повороту колінчастого валу та є ключовою характеристикою робочого циклу двигуна. Їх аналіз дозволяє визначати миттєві параметри робочого середовища та основні індикаторні показники циклу P_i - середній індикаторний тиск, η_i - індикаторний ККД, N_i – індикаторна потужність, g_i - індикаторна питома витрата палива. Індикаторні діаграми є важливим інструментом аналізу робочого процесу дизеля. Вони являють собою графічне відображення зміни тиску в циліндрі залежно від ходу поршня або кута повороту колінчастого валу. Основна цінність таких діаграм полягає в їхній здатності наочно демонструвати реальні фізичні процеси всередині дизеля без додаткових розрахунків. А завдяки комп'ютерному та математичному моделюванню можна детальніше аналізувати процеси, які відбуваються в циліндрі двигуна під час робочого циклу.

Сучасні системи реєстрації тиску під час згоряння можуть досліджувати окремі цикли, але для отримання точних і достовірних результатів необхідно аналізувати велику кількість послідовних циклів у стабільному режимі роботи двигуна. Проте аналіз індикаторних діаграм хоча і є одним із найважливіших методів оцінки робочого процесу дизельного двигуна, але не є єдиним. Можуть також використовуватися методи, які описуються в роботах [2] і [3]. Але нажаль описані методи не забезпечують достатню ефективність для точної оцінки технічного стану дизеля. Тому основним завданням є дослідження найбільш значущих методів аналізу робочого процесу для діагностування дизеля.

Так в роботі [4], описаний аналіз індикаторних діаграм отриманих за допомогою сучасних цифрових реєстраційних систем, та описане їх усереднення. Таке усереднення обґрунтовується необхідністю зменшення впливу нерівномірності роботи двигуна та підвищення точності оцінки параметрів його робочого циклу. Оскільки умови формування паливо-повітряної суміші, ступінь її згоряння та інші чинники постійно змінюються, миттєві значення тиску можуть значно відрізнятись. Це ускладнює аналіз характеристик двигуна, тому застосовується усереднення даних для отримання більш репрезентативної індикаторної діаграми.

Методика описана в [4] базується на аналізі послідовних робочих циклів двигуна з використанням сигналів датчика повороту колінчастого валу. Це дозволяє компенсувати вплив нерівномірності обертання та отримати усереднені значення тиску для кожного кута повороту валу. Відзначено, що особливу проблему становлять коливання сигналів, спричинені турбулентними потоками, вібраціями та нерівномірністю подачі палива. Тому необхідно опрацювати великі масиви даних – від 50 до 100 циклів – для отримання достовірних результатів. Для апроксимації отриманих даних застосовують різні методи, серед яких змінна середня, фільтр Савітського-Голлея, низькопропускний фільтр, а також спеціальна методика кускової апроксимації. Проте описаний метод має і певні недоліки,

які можуть впливати на точність отриманих даних. Основною проблемою є похибка, що виникає через дискретизацію сигналів, особливо якщо частота збору даних недостатньо висока. Також вплив нерівномірності обертання колінчастого вала може спричинити неточності при визначенні середніх значень тиску в циліндрі, якщо не використовуються спеціальні корекційні алгоритми. Додатковою складністю є необхідність попереднього калібрування датчиків та корекції отриманих даних, щоб зменшити вплив випадкових факторів, таких як вібрації, турбулентність потоків та затримки в роботі вимірювальної апаратури.

Хоча метод описаний в роботі [4] і дозволяє перетворювати шкалу часу в шкалу кута повороту колінчастого вала, що спрощує подальший аналіз та інтерпретацію отриманих результатів, похибка при отриманні координати ВМТ має найбільший вплив на вирішення задачі аналізу. Як зазначено в [5] вплив похибки визначення положення ВМТ на точність розрахунку середнього індикаторного тиску дуже великий: 6...9 % на 1° помилки ВМТ. Таким чином, щоб отримати прийнятний розрахунок середнього індикаторного тиску та індикаторної потужності, необхідно визначати положення ВМТ з мінімальною погрешністю.

Проблему точного визначення ВМТ описано у роботі [5], та запропонований метод аналітичної синхронізації даних моніторингу робочого процесу дизеля. Основою запропонованого методу є послідовне застосування трьох етапів визначення ВМТ, що включають лінійну регресію, синусоїдальну апроксимацію та розв'язання рівняння нуля першої похідної тиску в циліндрі. Лінійна регресія застосовується для первинного визначення положення ВМТ, використовуючи дані про зміну тиску. Вона дає можливість отримати початкові дані про положення ВМТ, яке згодом уточнюється за допомогою синусоїдальної апроксимації, що дозволяє точніше описати характер змін тиску у критичній фазі робочого процесу. На завершальному етапі використовується рівняння $P'=0$, яке базується на припущенні, що у момент проходження ВМТ швидкість зміни тиску в циліндрі набуває нульового значення. Використання цього підходу дозволяє досягти високої точності визначення ВМТ, зводячи абсолютну похибку до 0,1-0,3 градуса повороту колінчастого вала, що забезпечує відносну похибку розрахунку індикаторної потужності двигуна не більше 2,5%. Описаний метод аналітичної синхронізації більш точний у визначенні миттєвих параметрів двигуна у порівнянні з [4] і дозволяє отримати високоточні дані в реальному часі. Він не потребує встановлення додаткових датчиків і може використовуватися на існуючих системах моніторингу. Проте його реалізація складніша, оскільки потребує використання складних математичних алгоритмів та цифрової обробки сигналів.

В роботі [6] основним напрямком дослідження є розробка методики отримання еталонних індикаторних діаграм судових дизелів для режимів, які відрізняються від номінальних. Так як тенденція зниження швидкості руху суден, які спричинені економією палива та змінами у логістиці, унеможливають отримання індикаторних діаграм на номінальних режимах експлуатації, що призводить до того, що ефективність використання індикаторних діаграм для діагностики стану дизеля значно знижується, а отже, виникає потреба у розробці нових підходів до аналізу та обробки цих даних. Запропонований метод ґрунтується на використанні результатів стендових випробувань двигуна, їхньому оцифруванню та подальшій обробці. Для цього застосовується побудова тривимірних

полігональних поверхонь, відомих як поверхні Кунса. Вони дозволяють отримати аналітичні залежності між тиском у циліндрі, кутом повороту колінчастого валу та навантаженням двигуна. Використання цього підходу дає змогу аналітично визначити «еталонні» індикаторні діаграми для будь-якого режиму роботи двигуна без необхідності проведення фізичних вимірювань у конкретних умовах експлуатації. Розроблений у межах дослідження алгоритм дозволяє автоматизувати обробку індикаторних діаграм та отримати 46 параметрів, які характеризують робочий процес двигуна. Ці параметри можуть використовуватися для діагностування технічного стану двигуна та виявлення відхилень від нормативних значень. Впровадження такої методики дає змогу значно підвищити точність аналізу та виявлення можливих проблем у роботі двигуна ще до їхнього критичного розвитку. Запропонований метод дозволяє компенсувати обмеження, пов'язані з відсутністю можливості проведення вимірювань на номінальних режимах, та забезпечує можливість отримання достовірних еталонних діаграм для будь-якого режиму роботи двигуна. Це значно покращує можливості діагностування та контролю технічного стану дизеля.

Усі розглянуті методи аналізу індикаторних мають спільну мету – підвищення точності оцінки технічного стану двигуна шляхом аналізу параметрів робочого процесу. Однак вони використовують різні підходи та мають свої переваги та недоліки. Порівняння розглянутих методів аналізу індикаторних діаграм та оцінка придатності їх використання для аналізу індикаторних діаграм приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння методів аналізу індикаторних діаграм

Метод аналізу	Переваги	Недоліки	Придатність застосування на локомотивах
Усереднення індикаторних діаграм [4]	Стабільність, простота	Потребує багато циклів вимірювань	Середня
Аналітична синхронізація даних [5]	Висока точність	Складність реалізації	Висока
Побудова еталонних діаграм [6]	Діагностика без вимірювань	Потребує моделей і обчислень	Висока

На основі проведеного аналізу можемо стверджувати, майбутні дослідження повинні бути спрямовані на підвищення точності та оперативності обробки індикаторних діаграм, що дозволить створити ефективні системи прогнозування технічного стану дизеля тепловоза. Впровадження удосконалених методів аналізу індикаторних діаграм одночасно з удосконаленням технічних засобів діагностування, здатних працювати у складних умовах експлуатації без значного зносу та втрати точності, забезпечать більш високу роздільну здатність вимірювань та зменшення похибок при зборі даних у реальному часі. А використання штучного інтелекту та методів машинного навчання дозволять розробити нові алгоритми обробки даних, які дозволять не лише швидше і точніше ідентифікувати

відхилення у роботі дизеля, а й прогнозувати можливі несправності задовго до їх виникнення.

Бібліографічний список

1. Скалозуб В. В., Очкасов О. Б., Кібець Д. В. Автоматизований експертний комплекс із дослідження та прогнозування параметрів силових енергетичних установок локомотивів. Інформ.-керуючі системи на залізн. трансп. 2020. Т. 25. № 2. С. 8–18.
2. Bodnar, V. Diesel Engines In-Place Diagnosis of Diesel Locomotives: Modern Approaches and Practical Application / V. Bodnar, O. Ochkasov, O. Studenko // Transport Means 2024 : Proc. of the 28th Intern. Sci. Conf. (Oct. 02–04, 2024, Kaunas, Lithuania) / Kaunas University of Technology [et al.]. – Kaunas, 2024. – P. 351–357. – DOI: 10.5755/e01.2351-7034.2024.P351-357.
3. Боднар Б. С., Очкасов О. Б., Черняєв Д. В., Децюра О. Я. Моделювання нерівномірності обертання колінчатого вала дизеля // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 31. – С. 18–22.
4. Левченко Д. В. Усереднення індикаторних діаграм ДВЗ, знятих сучасними цифровими системами реєстрації / Д. В. Левченко // Автомобильный транспорт. - 2017. - Вып. 41. - С. 71-76.
5. Варбанец Р. А. Метод аналитической синхронизации данных мониторинга рабочего процесса транспортных дизелей в эксплуатации / Р. А. Варбанец, В. И. Залож, Т. В. Тарасенко, Т. П. Белоусова, А. В. Ерыганов // Авіаційно-космічна техніка і технологія. - 2020. - № 7. - С. 118–128.
6. Bilousov I., Bulgakov M., Savchuk V. Modern Marine Internal Combustion Engines. Springer Series on Naval Architecture, Marine Engineering, Shipbuilding and Shipping, Springer, Cham., 2020. XIII, 385 p.

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