

**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

<b>ПЕРЕДМОВА</b>	14
<b>СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ</b>	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

STRENGTHENING OF DETAILS OF HEAT EXCHANGERS IN FOOD PRODUCTION BY ELECTROCHEMICAL DEPOSIT IN A LOW INDUCTION MAGNETIC FIELD Kovalyov S.V., Mishchenko V.I.	163
IMPROVING THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THERMOPHYSICAL QUANTITIES OF THIN FILMS DEPOSITED ON A BASE METAL Kovalyov Stanislav, Kozlov Yaroslav	168
CONTROL OF IN VITRO SOLUBILITY OF BIOACTIVE GLASS BY GRAVIMETRIC METHOD Makedonska-Bilykh O.M., Khomenko O.S.	173
INNOVATIVE POLYMER IONIC LIQUIDS AND IONENE-TYPE IONIC LIQUIDS Sverdlikovska O.S., Potapchuk M.O.	178
SYNTHESIS AND PROPERTIES OF RADIOTRSPARENT CORDIERITE CERAMICS MODIFIED WITH MgO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – SiO <sub>2</sub> GLASS Zaichuk O.V., Kalishenko Yu.R., Amelina O.A., Hordieiev Yu.S.	183
<b>SECTION 4. IT-DIGITAL TRANSFORMATION IN PRODUCTION</b>	188
INDUSTRIAL AI AND DIGITAL TRANSFORMATION OF UKRAINIAN INDUSTRY: STATUS, CHALLENGES AND PRACTICAL CASES Ochkasov O.B.	188
THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY AND THE DEVELOPMENT OF NEW METHODS FOR SELECTING THE RATIONAL COMPOSITION OF METALLURGICAL SLAGS Dmytro Stepanenko, Daria Togobitska, Ganna Stovpchenko, Liudmyla Lisova	193

## ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМ ОСАДОМ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ НИЗЬКОЇ ІНДУКЦІЇ

Ковальов С.В., к.х.н., доцент, Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, [sv\\_kovalyov@i.ua](mailto:sv_kovalyov@i.ua), ORCID: 0000-0001-8839-2392

Міщенко В.І., зав. лаб., Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, [v.i.mishchenko@ust.edu.ua](mailto:v.i.mishchenko@ust.edu.ua), ORCID: 0000-0002-1867-3874

**Анотація.** У роботі представлено результати порівняльного дослідження двох найбільш поширених типів теплообмінного обладнання, що застосовується у харчовій промисловості. Проведено огляд наукових джерел з метою виявлення переваг та обмежень кожухотрубчастих і пластинчастих теплообмінників. Здійснено відповідні технологічні та механічні розрахунки, на підставі яких створено комп'ютерні моделі обох типів теплообмінників. На основі аналізу отриманих результатів сформульовано рекомендації щодо доцільності застосування кожного з типів обладнання. Продемонстровано, що удосконалення конструкції кожухотрубчастого теплообмінника можливе шляхом зміцнення трубок електрохімічно осадженим мідним шаром у присутності слабого магнітного поля.

**Ключові слова:** теплообмінник, електрохімічне осадження, магнітне поле, індуктивність.

## STRENGTHENING OF DETAILS OF HEAT EXCHANGERS IN FOOD PRODUCTION BY ELECTROCHEMICAL DEPOSIT IN A LOW INDUCTION MAGNETIC FIELD

Kovalyov S.V., Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine, [sv\\_kovalyov@i.ua](mailto:sv_kovalyov@i.ua), ORCID: 0000-0001-8839-2392

Mishchenko V.I., Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine, [v.i.mishchenko@ust.edu.ua](mailto:v.i.mishchenko@ust.edu.ua), ORCID: 0000-0002-1867-3874

**Abstract.** The paper presents the results of a comparative study of the two most common types of heat exchange equipment used in the food industry. A review of scientific sources was conducted to identify the advantages and limitations of shell-and-tube and plate heat exchangers. Appropriate technological and mechanical calculations were performed, on the basis of which computer models of both types of heat exchangers were created. Based on the analysis of the results obtained, recommendations were formulated on the feasibility of using each type of equipment. It was demonstrated that improving the design of a shell-and-tube heat exchanger is possible by strengthening the tubes with an electrochemically deposited copper layer in the presence of a weak magnetic field.

**Keywords:** heat exchanger, electrochemical deposition, magnetic field, inductance.

Вибір раціональної конструкції теплообмінного обладнання для харчової промисловості є складним інженерно-технологічним завданням, що зумовлено значною кількістю наявних конструктивних рішень, широким спектром матеріалів, з яких

виготовляються апарати, а також різноманітним технологічним параметрів процесів теплообміну. У зв'язку з цим актуальним є здійснення комплексного аналізу існуючих конструкцій та розробка напрямів їх удосконалення з метою підвищення ефективності та зниження ресурсозатрат.

Станом на сьогодні розроблено велику кількість типів теплообмінного обладнання, що знаходиться застосування у харчовій, хімічній та аграрній промисловості. Згідно з класифікацією, їх можна умовно поділити на дві основні групи — трубчасті (кожухотрубчасті та змієвикові, а також «труба в трубі») та нетрубчасті апарати (пластинчасті, спіральні, апарати типу «сорочка»).

Метою нашого дослідження є проведення порівняльної оцінки експлуатаційних характеристик двох типів теплообмінного обладнання — пластинчастого теплообмінника та кожухотрубчастого апарата з U-подібними трубками — в умовах ідентичних режимів роботи, а також розробка пропозицій щодо зниження матеріаломісткості конструкцій та підвищення теплотехнічної ефективності теплообмінного обладнання.

Проведено окремий аналіз переваг і недоліків кожухотрубчатих теплообмінників відповідно до даних, наведених у літературних джерелах [1, 2, 3–8]. До основних переваг цих теплообмінників належать: добре відпрацьована технологія виготовлення; значна різноманітність конструктивних рішень; можливість масштабування потужності; низький гідравлічний опір; можливість створення турбулентного потоку, що сприяє інтенсифікації теплообміну; відносна стійкість до забруднень і відкладень; придатність до експлуатації при тисках до 6,4 МПа і температурах до 600 °С; а також порівняно низькі витрати на ремонт. До недоліків можна віднести: велику загальну поверхню теплообміну, складність очищення, значні габаритні розміри та ускладнення при виконанні ремонтних робіт.

Пластинчасті теплообмінники також характеризуються низкою переваг і недоліків, що описані у роботах [1, 2, 3–8]. Серед основних переваг слід відзначити: просту технологію виготовлення, різноманіття конструкцій, зручність очищення пластин, а також велику теплообмінну поверхню за відносно малих габаритів. Основними недоліками є: висока чутливість до забруднень і утворення відкладень; підвищений гідравлічний опір; обмеження щодо робочого тиску (до 1,6 МПа) через ризик руйнування ущільнень; неможливість експлуатації при високих температурах (через обмеження температурної стійкості прокладок); а також висока вартість ремонту (вартість прокладок може сягати 20–40% від вартості теплообмінника).

У рамках даного дослідження було проведено теоретичний розрахунок двох типів теплообмінників. Основним параметром для розрахунку виступала величина теплового потоку, що становила 7693 кВт. Технологічні розрахунки для кожухотрубчатих теплообмінників виконувались на основі методики, викладеної в [1], а для пластинчастих — за рекомендаціями з [7]. Варто окремо відзначити використання перспективних комп'ютерних моделей для розрахунку теплообмінного обладнання, запропонованих у роботах [8, 9]. За результатами проведених розрахунків були створені 3D-моделі конструкцій пластинчастого (рис. 1) та кожухотрубчатого теплообмінників (рис. 2).

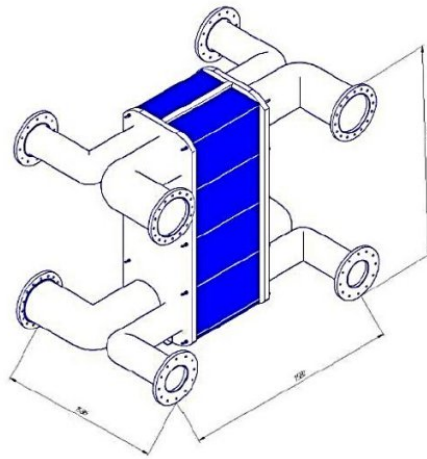


Рис. 1. Спроектвана 3D-модель пластинчастого теплообмінника

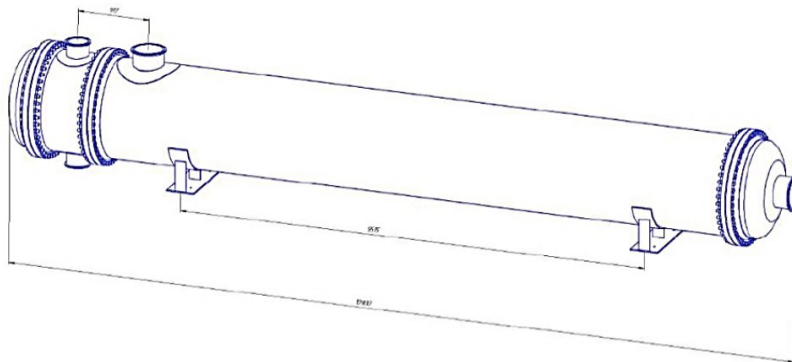


Рис. 2. Спроектвана 3D-модель кожухотрубчатого теплообмінника

Було проведено порівняльну оцінку пластинчастого та кожухотрубного теплообмінників, а саме: площа теплообміну, габарити, матеріаломісткість, собівартість, можливість використання при різних тисках та температурах та ін.

Слід зауважити, що за умови зменшення габаритних розмірів і матеріаломісткості кожухотрубчасті теплообмінники можуть не поступатися пластинчастим за ефективністю. Одним із перспективних напрямів удосконалення конструкції кожухотрубчастих теплообмінників є впровадження зміцнювальних покриттів шляхом заміни матеріалу теплопередавальних елементів. В ННІ УДХТУ розроблено технологію електрохімічного осадження міді у слабкому магнітному полі, яка дозволяє суттєво покращити експлуатаційні характеристики теплообмінного обладнання.

Процес формування мідного покриття на конструкційних матеріалах включає попередню підготовку основи, після чого зразки занурюються в електроліт, що містить 0,4 М  $\text{CuSO}_4$  та 0,8 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , у температурному діапазоні 15–30 °С та за умов магнітного поля індукцією 0,5–1,5 мТл. Щільність струму становить 1–7 А/дм<sup>2</sup>. У результаті утворюються мідні покриття, твердість яких на 50–100 % перевищує аналогічні осади, отримані без впливу магнітного поля [10].

Запропоновано використання цієї методики для зміцнення елементів теплообмінників, зокрема, передбачено заміну сталевих труб трубного пучка (товщиною

3 мм) на мідні трубки товщиною 0,2–0,5 мм, з обов'язковим нанесенням зміцнювального мідного покриття за зазначеною технологією [11]. Незважаючи на підвищення вартості внаслідок використання міді, цей підхід забезпечує низку переваг, зокрема:

1. Коефіцієнт теплопровідності міді більш ніж у 8 разів перевищує аналогічний показник сталі, що значно підвищує ефективність теплопередачі;
2. Зменшення товщини трубки у 5 разів без втрати механічної міцності значно підвищує тепловіддачу;
3. Отримане покриття характеризується високою твердістю та забезпечує захист від абразивного зносу, що дає змогу застосовувати тонкостінні трубки;
4. Загальна маса конструкції знижується в 4,5 рази, що полегшує монтаж і зменшує витрати;
5. Застосування покриття з ідентичного матеріалу до основи виключає ризик температурних деформацій;
6. Мідні трубки мають вищу корозійну стійкість у порівнянні зі сталевими;
7. Тривалість експлуатації теплообмінника та міжремонтний інтервал істотно зростають.

### **Висновки:**

1. Запропоновано принципи вибору теплообмінного обладнання для підприємств харчової промисловості, ґрунтуючись на аналізі літературних джерел і власних інженерних розрахунків.
2. Ефективність кожухотрубчастих теплообмінників може бути суттєво підвищена шляхом заміни сталевих труб на тонкостінні мідні трубки з нанесеним електрохімічним способом високотвердим мідним покриттям у магнітному полі низької індукції.

### **Бібліографічний список**

1. Справочник по теплообменникам: справочник / под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова. Москва: Энергоиздат, 1987. Т. 2. 352 с.
2. Василенко С. М., Шутюк В. В. Теплообмінні апарати. Основи розрахунку та вибору: цикл лекцій. Київ: УДУХТ, 2000. 36 с.
3. Design optimization and validation of high-performance heat exchangers using approximation assisted optimization and additive manufacturing / Daniel Bacellar et al. Science and Technology for the Built Environment. 2017. Vol. 23, № 6. P. 896–911. DOI: 10.1080/23744731.2017.1333877.
4. Lan Xiangyun. The Design of Shell-and-tube Heat Exchanger in the Project of the Coal Bed Methane Electrical Power Generation. Journal of Chemical, Environmental and Biological Engineering. 2020. Vol. 4, № 2. P. 53-59. DOI: 10.11648/j.jcebe.20200402.14.
5. Pankaj C. Jena. Chapter 6 - Design and analysis of heat exchanger by using computational fluid dynamics. Sustainable Engineering Products and Manufacturing Technologies. Academic Press, 2019. P. 159-176. DOI: 10.1016/B978-0-12-816564-5.00006-2
6. Разоренов Р. Н., Миргородский А. И. Теплообменные аппараты: Кожухотрубные vs Пластинчатые – 3:0! Энергосовет. 2017. № 49. С. 19-24. URL:

[https://ttai.ru/images/data/gallery/183\\_2871\\_Teploobmennie-apparatiKOZhUHOTRUBNIE-vs-PLASTINChATIE-%E2%80%933.0.pdf](https://ttai.ru/images/data/gallery/183_2871_Teploobmennie-apparatiKOZhUHOTRUBNIE-vs-PLASTINChATIE-%E2%80%933.0.pdf)

7. Мамченко В. О., Малышев А. А. Пластинчатые теплообменники в низкотемпературной технике и биотехнологических процессах: учеб. пособие. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 116 с.
8. Ram Kishan, Devendra Singh and Ajay Kumar Sharma. CFD Analysis of Heat Exchanger Models Design Using Ansys Fluent. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2020. № 11 (2). P. 1-9. DOI: 10.31224/osf.io/drn4.
9. Рогачов В. А., Баранюк А. В., Проценко П. Ю. CFD-моделирование теплогидравлических и прочностных характеристик пластинчатого теплообменного аппарата. Молодой ученый. 2018. № 4(56). С. 175-181.
10. Ковальов С. В., Науменко О. П., Міщенко В. І., Плахотін К. О., Кенюх Д. В. Порівняння та поліпшення теплообмінних апаратів харчових виробництв шляхом зміцнення деталей електрохімічним осадом у слабкому магнітному полі. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2021. № 21 (1). С. 28-34. <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/praci-tdatu-vyp.-21-t.-1.pdf>
11. Спосіб електрохімічного одержання покриттів в магнітному полі: пат. 119771 Україна. МПК (2006.01) C25D 3/00, C25D 5/00, C25D 7/00, C25D 21/12 / С. В. Ковальов, О. Б. Гірін, А. О. Косолапов. № а201611847; заяв. 23.12.16; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15.

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