

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

RECOVERY OF IRON FROM NICKEL ORE OXIDES IN A TUBULAR ROTARY KILN USING ENERGY GROUP COALS AS REDUCING AGENTS Melnyk S.O., Akreiev V.V., Prykhodko S.V., Ovcharuk A.M.	64
RELATIONSHIP BETWEEN THEORY AND PRACTICE ON THE WAY OF EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF METALLURGICAL PROCESSES Anatolii Mishalkin, Vitalii Petrenko, Andrii Selegei, Tetiana Fonarova, Andrii Selegei	70
PROBLEMS OF NICKEL ORE SMELTING AND SELECTION OF THE OPTIMAL PROCESS Prykhodko S.V., Akreiev V.V., Melnyk S.O., Ovcharuk A.M.	77
Cu-Al-Sn-Mn RESEARCH ON THE CASTING PROPERTIES OF BRONZE OF THE Cu- Al-Sn-Mn SYSTEM Andrii Bilyi, Serhii Repiakh, Vladyslav Shemet, Rostyslav Barkar	83
THE PROBLEM OF CONSTITUTION OF FLOORING AT THE BOTTOM OF THE ORE FURNACE DURING FEROSILICOMANGANESE VIBRATION Ruban A.V., Nadtochiy A.A., Ovcharuk A.M., Zinchenko O.M.	86
STUDY OF THE PROCESS OF AGGLOMERATION OF ENRICHED MANGANESE OXIDE ORE BY ADDING A BINDER Projdak Y.S., Gogenko O.O., Sydorskyi O.V., Gogenko O.O., Tolstun O.I.	91
EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF AN ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE PROCESS OF SOLID-PHASE REDUCTION OF IRON OXIDES BY GASES Skrypchenko R.D.	93
IMPACT ON COAL QUALITY PARAMETERS BY DEEP ENRICHMENT Koreniev Oleksii, Sorokin Yevhenii	99
METHOD OF REASONED ADJUSTMENT OF THE BATCH LOADING MODE, TAKING INTO ACCOUNT THE PARAMETERS OF THE PLASTIC ZONE IN A BLAST FURNACE Shcherbachev V.R., Biloshapka O.O.	104
RESEARCH ON STRUCTURING OF CLAD SAND IN MICROWAVE RADIATION DURING THE MANUFACTURE OF CASTING MOLDS BASED ON FROZEN MODELS Dmyrto Yakimenko, Oleksandr Bilyi, Iryna Osypenko, Artem Taranov	106

УДК 622.785

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АГЛОМЕРАЦІЇ МАРГАНЦЕВОЇ ОКИСНОЇ ЗБАГАЧЕНОЇ РУДИ МЕТОДОМ ДОДАВАННЯ СПОЛУЧНОГО

Пройдак Ю.С. д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ННІ ДМетІ УДУНТ,
Дніпро, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-7380-055X>, y.s.projdak@ust.edu.ua

Гогенко О.О. к.т.н., гол. інженер ТОВ “НВП “Техно”, Дніпро, Україна,
office@torfdom.com.ua

Сидорський О.В, головний технолог ТОВ “НВП “Техно, Дніпро, Україна,
office@torfdom.com.ua

Гогенко О.О. заступник директора ТОВ “ТОРФДОМ-МЧ”, Дніпро, Україна,
office@torfdom.com.ua

Толстун О.І. директор ТОВ “НВП “Техно”, ТОВ “ТОРФДОМ-МЧ”, Дніпро, Україна,
office@torfdom.com.ua

Анотація. Метою роботи є визначення принципової можливості одержання окускованого марганцевого агломерату методом введення сполучного. Дослідження проводили з використанням хімічних, фізико-механічних методів аналізу вихідної сировини та кінцевої продукції. Процес сушіння вивчали з використанням аглочаші. Встановлено, що зміцнення при введенні розробленого сполучного в шихту протікає за рахунок здійснення реакцій утворення низькоосновних гідросилікатів кальцію, органо-мінеральних сполук утворення полімерної структури за рахунок води. Використання розробленого сполучного "Екстракт гуматовий торф'яний" ТУ У 08.9-35113654-004:2012 дозволяє отримати кусковий продукт без застосування твердого палива, що відповідає вимогам феросплавного виробництва. Процес не супроводжується забрудненням довкілля.

Ключові слова: марганцева окисна руда, агломерат, тверде паливо, екстракт гуматовий торф'яний, сполучна, зв'язана вода, міцність.

UDQ 622.785

STUDY OF THE PROCESS OF AGGLOMERATION OF ENRICHED MANGANESE OXIDE ORE BY ADDING A BINDER

Projdak Y.S., Gogenko O.O., Sydorskyi O.V., Gogenko O.O., Tolstun O.I.

Abstract. The aim of the work is to determine the fundamental possibility of obtaining agglomerated manganese agglomerate by introducing a binder. The studies were carried out using chemical, physicommechanical methods of analyzing the raw materials and the final product. The drying process was studied using a sinter bowl. It was found that strengthening when introducing the developed binder into the batch occurs due to the reactions of formation of low-base calcium hydrosilicates, organo-mineral compounds of the formation of a polymer structure due to water. The use of the developed binder "Humate peat extract" TU U 08.9-35113654-004:2012 allows you to obtain a lump product without the use of solid fuel, meeting the requirements of ferroalloy production. The process does not cause environmental pollution.

Keywords: manganese oxide ore, agglomerate, solid fuel, humate peat extract, binder, bound water, strength.

Агломерация - процес об'єднання дрібних частинок матеріалу у більші, досягається за рахунок різних методів: стиснення, додавання сполучних речовин та теплової обробки. При виробництві чорних металів та феросплавів основним способом виробництва агломерату є тепла обробка. Джерелом тепла при використанні цього методу є кокс та вугілля, фракції менш як 5 мм. При згорянні аглопалива утворюється розплав, що забезпечує процес спікання частинок руди та концентрату в окусковану сировину.

Поряд з перевагами даний метод має ряд істотних недоліків, одним з яких є виділення при виробництві агломерату значної кількості твердих та газоподібних речовин, що забруднюють атмосферу.

Зараз розвиток металургійного виробництва спрямований на заміну коксу та вугілля процесами безкоксової металургії.

При виробництві окускованої сировини дослідження спрямовані на заміну процесу теплової обробки дрібнодисперсних рудних матеріалів на безобпалові методи окусковання. Одним з таких методів є додавання до рудних матеріалів сполучного.

Групою комерційних та промислових підприємств "ТОРФДОМ" проведено дослідження щодо заміни коксу та вугілля при виробництві окускованої сировини розробленим на власній виробничій базі органо-мінеральним сполучним - екстрактом гуматовим торф'яним ТУ У 08.9-35113654-004:20 витяжку з біомаси водним розчином рідкого скла та насичений вуглеводами.

Дослідження процесу окускування при повній заміні коксу та вугілля ЕГТ проводили в ННІ "Дніпровський металургійний інститут". Як шихтові матеріали використовували збагачену марганцеву окисну руду 1 с. Покровського гірничо-збагачувального комбінату, екстракт гуматовий торф'яний (ЕГТ) виробництва ГКПП "ТОРФДОМ" відсів вапна - 2 мм.

Фізико-хімічні властивості компонентів наведені у таблиці №1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості компонентів

Матеріал	Вміст вологи, %		Зміст фракцій менший 5 мм%	Зміст компонентів								
	вільна	пов'язана		Mn заг.	Mn ₃ O ₄	Fe заг.	CaO	Mg O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	A
Марганцева руда	5,5	8,0	25,0	43,0	61,43	1,4	3,5	1,39	13,4	1,42	0,485	—
ЕГТ	10,0	30,0	—	—	—	0,3	0,11	0,10	10,0	0,12	—	25,0
Вапно	—	—	95,0	—	—	0,1	90,0	3,0	3,5	1,0	—	—

Для інтенсифікації процесу зміцнення у складі компонентів аглошихти використовували негашене вапно фракції менш як 2 мм.

У процесі досліджень вихідні шихти зволожували до вмісту вільної вологи від 10 до 20% у шихті.

Процес приготування шихти проводили шляхом почергового змішування матеріалів у наступному порядку: марганцеву руду змішували з негашеним вапном, а потім отриману суміш вводили концентрований розчин ЕГТ. Змішування проводили за допомогою лопатевого змішувача протягом 5 хв. Після цього отриману суміш завантажували в аглочашу і сушили. Як теплоносії використовували нагріте до 250°C повітря. Час термообробки відповідав середньому часу знаходження аглошихти на агломашині. Отриманий продукт вивантажували з аглочаші та здійснювали обробку окускованого продукту з визначенням механічної міцності.

У процесі досліджень встановлено, що окускування марганцевої руди методом додавання сполучного протікає аналогічно з аглопроцесом при використанні теплоносія твердого вуглецю коксу або вугілля. Однак цей процес протікає без спалювання твердого палива в інтервалі 150÷300°C. Джерелом рідкої фази є сполучна і продукти його взаємодії з аглошихтою. У зазначеному температурному інтервалі проходить процес карамелізації та рідка фаза, що утворюється, забезпечує необхідну міцність кінцевої окускованої сировини при його охолодженні. Крім того, додаткову міцність агломерату надає утворення органо-мінеральних сполук сполучного з вапном.

Особливу роль процесі окускування без використання твердого палива (коксіка, вугілля) грає “пов'язана” і “вільна” волога.

Встановлено [1], що міцність окускованої сировини досягається за рахунок створення у водному середовищі реакційного об'єму, рівномірного розподілу частинок реагентів, утворення водневих зв'язків між поверхнево-активними полярними частинками нанорозмірними та молекул води. При цьому формується просторова полімерна структура, що міцно утримує частинки вихідних речовин у “соті” водневих зв'язків води, забезпечуючи збереження ближнього порядку між частинками, що реагують, і обсягом реагуючої суміші. Визначено, що при вмісті води менш як 15 до обсягу не забезпечує рівномірного розподілу частинок реагентів у полімерній структурі типу замкнутих стільників за рахунок дефіциту водневих зв'язків, що призводить до утворення конгломератів нанорозмірних частинок та нестабільності обсягу реакційної суміші. Використання кількості води більш як 20 до реакційного об'єму призводить до широкої дисперсії нанорозмірних частинок у реакційному об'ємі, в результаті цього знижується швидкість проведення процесів на кожній стадії.

Вплив кількості сполучного на властивості міцності агломерату визначаємо шляхом вимірювання вмісту дрібниці фракції менш як 5 мм при п'ятикратному скиданні окускованого сировини, що пройшов стадію сушіння, з висоти 1 м.

Дослідження показали, що найбільш високою міцністю має окусковану сировину, отриману з суміші, що містить 12% сполучного (ЕГТ). Зміст фракцій менш як 5 мм становить 15%. Це відповідає міцності якісного марганцевого агломерату, одержаного методом термічної обробки.

Таким чином, проведені дослідження показали можливість отримання окускованої сировини з марганцевих руд шляхом додавання сполучного. За рахунок протікання фізико-хімічних процесів відбувається зміцнення аглошихти з одержанням агломерату, що відповідає вимогам феросплавного виробництва.

Бібліографічний список

1. Lukashevich O.D., Lotov V.A., Usova N.T. Production of water-resistant durable silicate materials based on natural and man-made raw materials, Vestnik TGAS №. 12.1968.

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