

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 ФЕРОСИЛЦІУ 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

ПРОБЛЕМА УТВОРЕННЯ НАСТИЛУ НА ПОДИНІ РУДОВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФЕРОСИЛКОМАРГАНЦЮ

Рубан А.В., ННІ ДМетІ УДУНТ, Дніпро, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-6553-6568>, artem_ruban@ukr.net

Надточій А.А. ННІ ДМетІ УДУНТ, Дніпро, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5077-0562>, nadtochiy08@ukr.net

Овчарук А.М. ННІ ДМетІ УДУНТ, Дніпро, Україна, <https://orcid.org/0009-0007-0218-2513>, tehnosplavy.dnepr@gmail.com

Зінченко О.М. ННІ ДМетІ УДУНТ, Дніпро, Україна, <https://orcid.org/0009-0006-6728-3342>, ozincenko88@gmail.com

Анотація. Метою цього дослідження є визначення фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей зразків настилу з подини рудовідновлювальної печі № 1 на Нікопольському заводі феросплавів, які були відібрані під час її зупинки на капітальний ремонт. Дослідження також спрямоване на встановлення умов і механізму утворення цього настилу, а також розробку рекомендацій, які допоможуть уникнути утворення тугоплавких сполук на подині печі та їх видалення з ванни печі перед її зупинкою на капітальний ремонт. Основною причиною утворення тугоплавкого настилу, що містить карбід кремнію, є нерівномірний режим роботи печі, який виникає через переведення печей на зонний тариф і, ймовірно, скорочення часу роботи печей на виплавці високовуглецевого феромарганцю, що сприяє руйнуванню карбідів і промивці ванни печей.

Ключові слова: рудовідновлювальна піч, феросилікомарганець, настил, карбід кремнію, властивості, хімічна руйнація

THE PROBLEM OF CONSTITUTION OF FLOORING AT THE BOTTOM OF THE ORE FURNACE DURING FEROSILICOMANGANESE VIBRATION

Ruban A.V. Dnipro Metallurgical Institute of USUST, Dnipro, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-6553-6568>, artem_ruban@ukr.net

Nadtochiy A.A. Dnipro Metallurgical Institute of USUST, Dnipro, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-5077-0562>, nadtochiy08@ukr.net

Ovcharuk A.M. Dnipro Metallurgical Institute of USUST, Dnipro, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0007-0218-2513> tehnosplavy.dnepr@gmail.com

Zinchenko O.M., Dnipro Metallurgical Institute of USUST, Dnipro, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0006-6728-3342>, ozincenko88@gmail.com

Abstract. The objective of this study is to determine the physicochemical and physicomechanical properties of samples of deposit from the bottom of ore-reducing furnace №1 at the Nikopol Ferroalloy Plant, which were collected during its shutdown for major repairs. The study is also aimed at establishing the conditions and mechanism of formation of this deposit, as well as developing recommendations that will help to avoid the formation of refractory compounds on the furnace bottom and their removal from the furnace bath before its shutdown for major repairs. The main reason for the formation of refractory deposit containing silicon carbide is the uneven operation of the furnace, which occurs due to the transfer of furnaces to a zone tariff and,

probably, a reduction in the operating time of furnaces for smelting high-carbon ferromanganese, which contributes to the destruction of carbides and washing of the furnace bath.

Keywords: reduction furnace, ferrosilicomanganese, deposit, silicon carbide, properties, chemical destruction

Виробництво феросилікомарганцю на Нікопольському заводі феросплавів проводять у закритих та герметичних печах підвищеної потужності типу РПЗ-63 та РКГ-81. Рудовідновлювальну піч типу РПЗ-63 № 1 введено в експлуатацію в квітні 1995 року і, пропрацювавши більш ніж 20 років, була зупинена на капітальний ремонт із повною заміною футерування ванни. При зупинці печі на капітальний ремонт, її охолодженні та видаленні пухкої шихтової суміші з верхніх горизонтів плавильного простору було виявлено настил, що характеризується високою міцністю, щільністю, кристалічною будовою структури, металевим та графітовим блиском. Труднощі, що виникли під час руйнування футеровки та її вилучення з печі під час зупинки на капітальний ремонт, спостерігаються вперше за 50 років виробництва марганцевих феросплавів.

Настил розташовувався по всій площі ванни майже безперервним шаром і мав різну висоту у різних районах печі [1]. З метою визначення складу настилу проводили відбір проб у різних точках ванни печі. Результати хімічного аналізу матеріалу показали, що його склад представлений конгломератом, що складається з металу – переважно феросилікомарганцю, карбиду кремнію, з незначними домішками шлакової фази. Основною причиною заростання поди ванни була експлуатація печі на низькій потужності трансформатора (у тому числі з періодичними відключеннями печі), обумовлена технічним графіком роботи з зонного тарифу використання електроенергії, а також неодноразовими тривалими холодними простоями печі в періоди зниження попиту на марганцеві феросплави на ринку. У ці моменти відбувається карбідоутворення в коксовому шарі при надлишку вуглецю і наявності кремнезему [2].

У роботі виконані порівняльні дослідження щодо визначення дрібності, міцності, питомої роботи руйнування, а також об'ємної, істинної, насипної щільності настилу з печі та деяких руд марганцю. Для порівняння також проведено дослідження пористості цих матеріалів. Об'ємна щільність змінюється від 2455 до 3410 кг/м³, а істинна щільність від 2900 до 3770 кг/м³, і ця відмінність пояснюється відмінністю хімічного складу в пробах. Щодо дрібності та питомій роботі руйнування проби мають великі розбіжності. За міцністю проби мають від 2,8 до 12,3 балів за шкалою проф. М.М. Протодіяконова. Якщо врахувати, що руди, що мають міцність від 3 до 10 балів, відносяться до середньої міцності, то в нашому випадку вони міцніші і тому їхнє руйнування необхідно здійснювати вибуховими способами. Досліджуваний матеріал у порівнянні з сіміналами [1], отриманими за технологією кам'яного лиття, які мають фізико-механічні властивості, близькі до ударостійкої кераміки, що використовується для кульозахисних броньових пластин (щільність 2,9 г/см³, межа міцності при стисканні 450 МПа, межа міцності на вигин 50 МПа, мікротвердість 15 МПа, ударна в'язкість 2,5 кДж/м² [3]), характеризується показником ударної в'язкості на порядок вище.

Дослідження зразків проводилися на растровому електронному мікроскопі мікроаналізаторі SUPRA 40WDS («Карл Цейсс», Німеччина) [4] з використанням рентгенівського енергодисперсійного мікроаналізатора INCAx-sigth («Oxford Instruments», Великобританія) з програмним забезпеченням INCA 350. Для виявлення фазового складу досліджуваного матеріалу застосовувався метод картування окремих ділянок поверхні зразка з метою виявлення розподілу окремих хімічних елементів по поверхні вибраної ділянки і визначення, таким чином, ділянок, зайнятих окремими фазами, що дало можливість створити з цих фотографій панораму невеликої ділянки шліфа при збільшенні 192X. На рис. 1 наведено ділянку поверхні шліфа, на якій проводився кількісний рентгенівський мікроаналіз в окремих точках поверхні, які за кольором відповідають різним фазам з різним хімічним і мінералогічним складом (табл.1).

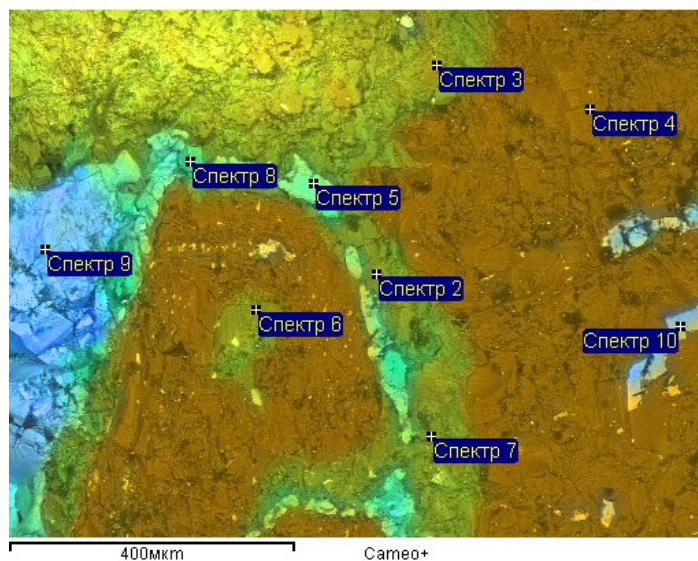


Рис. 1. Поверхня шліфа, на якому проведено кількісний рентгенівський мікроаналіз у окремих точках поверхні

Таблиця 1 - Хімічний і мінералогічний склад матеріал, що досліджувався

Елемент	Сумарний спектр	Номер спектру									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C	27,18	13,75	17,68	33,6	5,35	28,44	7,08	8,98	5,03	10,62	
O	20,23	47,13	49,55	1,49	3,13	42,52	41,97	6,64	6,61	2,59	
Na	0,25		1,59			0,63	0,61			0,31	
Mg	0,67	8,14	0,19			0,11	6,92				
Al	0,96	0,24	7,21		0,4	3,59	2,12				
Si	35,57	18,86	17,3	63,99	0,79	15,08	23,95	0,55	19,09	23,81	
S	1,43		0,22	0,23	32,64	0,31			0,25		
K	0,53		2,99			2,77	0,39				
Ca	2,51	9,99	1,97		0,31	0,8	14,58	0,36	0,42		
Ti	1,44							82,99			

Mn	7,92	1,7	0,51	0,69	55,27	4,12	2,37	0,48	54,52	54,08
Fe	1,31	0,19				0,96			13,77	8,6
Ba			0,81			0,54				
					F=2,11	Cl=0,13			P=0,31	

На основі дослідження РСМА встановлено наявність у пробах фаз силікомарганцю різних складів, карбідів кремнію майже стехіометричного складу, а також сульфідів марганцю, карбідів титану. Макроскопічне вивчення настилу показало, що він складається, в основному, з трьох компонентів: 1 – основна маса світло-сірого кольору з зеленуватим відтінком; 2 – металеві включення (феросилікомарганець) бронзово-жовтого кольору округлої та лінзоподібної форми; 3 – вкраплення індивідів (карборунду) темно-синього, темно-зеленого до чорного кольору, що мають високу твердість. Під час мікроскопічного вивчення додатково було встановлено, що основна маса настилу представлена сплутано-волокнистим агрегатом двох мінералів амфіболу тремоліт-актинолітового ряду та воластоніту. Також були виявлені графіт, піротин і кварц. Мінеральний склад настилу, % об'єм.: карборунд - 26,5; метал (Mn, Si, Fe, P) - 14,3; тремоліт-актиноліт $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}][\text{OH}]_2$ - $\text{Ca}_2(\text{MgFe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - 24,6; воластоніт $\text{Ca}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$ - 32,6; графіт - 1,7; кварц - 0,2; піротин (Fe_{1-x}S) - 0,1.

Карборунд (карбід кремнію) представлений кількома політипними модифікаціями, які відрізняються за формою (ідіоморфні, гіпідіоморфні, скелетні, дендроїдні, стовпчасті) та за кольором (темно-коричневі до чорного, зелені, сині). Описувані індивіди в полірованих препаратах мають дуже високий рельєф щодо мінералів основної маси настилу. Це проявляється у дуже широких контурах індивідів у відбитому світлі. Подібна характеристика типова для мінералів з дуже високою твердістю, що додатково підтверджує діагностику мінералу. Металеві включення у відбитому світлі мають світло-жовтий колір і найвищу відбивну здатність серед усіх виявлених у матеріалі настилу мінералів. Зворотний бік полірованого препарату додатково був оброблений соляною кислотою з метою спостереження реакції присутніх у настилі мінеральних фаз. У результаті було виявлено, що бурхливу реакцію з кислотою проявляють металеві включення. Виділення CO_2 , у вигляді незначної кількості бульбашок, також проходило на периферії окремих зерен карборунду. Це обумовлено наявністю дрібних включень металу на поверхні індивідів карбиду кремнію, що додатково підтверджено вивченням настилу у відбитому світлі.

Проведені в лабораторних умовах дослідження (табл. 2) щодо визначення температури плавлення зразків уламків показали, що при нагріванні до температури $1500\text{ }^\circ\text{C}$ відбувається розшарування розплаву на рідку фазу і плаваючі на поверхні включення карбиду кремнію (проба 1), а додавання стехіометричної кількості оксиду заліза (FeO) і вапняку (CaCO_3) дозволило вже при температурі $1300\text{ }^\circ\text{C}$ отримати гетерогенний розплав (проба 2).

Таблиця 2 - Хімічний склад зразків уламків настилу до та після експерименту

№ проби	Хімічний склад, %										
	C	Si	Mn	Fe	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P	Na ₂ O	K ₂ O
1	7,2	38,0	18,7	2,5	11,2	3,9	5,2	3,6	0,06	-	-
2	18,0	14,8	12,8	16,5	15,2	1,4	2,5	1,4	0,05	0,8	0,1

Таким чином, високі міцнісні властивості уламків настилу печі № 1, що виробляє феросилікомарганець перед її зупинкою на капітальний ремонт, обумовлені сплутано-волокнистим характером будови основної маси настилу, що має складний мінералогічний склад, армованої різно-орієнтованими індивідами карборунду (карбиду кремнію), представленого різними політипними модифікаціями – ідіоморфними, гіпідіоморфними, скелетними, дендроїдними, стовпчастими. Досліджені уламки настилу можна розглядати як потенційну комплексну сировину, з якої можливо отримувати абразивний матеріал, вогнетривку сировину та феросилікомарганець.

Висновки

1. Настил, виявлений при зупинці рудовідновлювальної печі типу РПЗ-63 № 1 цеху виробництва феросплавів, займає практично всю площу подини, утворивши «хибну» подіну товщиною 400-1300 мм вище за рівень осі льоток, що викликало великі труднощі при її руйнуванні та вилученні з ванни.
2. Причиною утворення настилу на подині печей є переведення їх на технічний графік роботи за зонним тарифом використання електроенергії, тривалі холодні простої та скорочення об'єму виробництва високовуглецевого феромарганцю, що сприяє розмиванню карбідних утворень.
3. Дослідженнями фізико-механічних властивостей зразків виломок виявлено високі характеристики міцності матеріалу настилу, які обумовлені сплутано-волокнистим характером будови основної маси, а армованість її різноорієнтованими індивідами карбиду кремнію.

Бібліографічний список

1. Рубан А.В., Надточій А.А., Бабуцький В.І., Зінченко О.М., Малий Є.Д., Комар А.С. Проблема утворення настилу на подині рудовідновлювальної печі при виробництві феросилікомарганцю: аналіз фізико-механічних властивостей. *Теорія і практика металургії*. 2024. №4. С. 25-30. Режим доступу: [UDK](#).
2. Гасик М.І., Лякішев М.П. Фізико-хімія і технологія феросплавів: підр. для ВНЗ. 3-є вид. перероб. і доп. Д.: Системні технології, 2009. 457 с. ISBN 966-8421-4571
3. Игнатова А.М., Артемов А.О., Игнатов М.Н. Исследование пулестойкости синтетических минеральных сплавов. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-2. С. 261-265.
4. Instrument Database: Carl Zeiss AG - SUPRA 40. URL: [SUPRA 40 \(Carl Zeiss AG \) | EVISA's Instruments Database](#) (date of access: 28.03.2025).

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