



Міністерство освіти та науки України
Національна академія наук України

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»



Фізико-технологічний інститут
металів та сплавів НАН України



Український державний університет науки та технологій

Асоціація ливарників України



Національний університет «Одеська політехніка»

Національний університет «Запорізька політехніка»



Otto von Guericke University Magdeburg

AGH University of Krakow



Запорізька торгово-промислова палата

МАТЕРІАЛИ

XXI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

ЛИТВО 2025

XIV МІЖНАРОДНОЇ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

МЕТАЛУРГІЯ 2025



27 – 29 травня 2025 РОКУ

УКРАЇНА, ХАРКІВ-КИЇВ

2025

УДК 621.74+669(063)

Л64

ISBN 978-617-05-0544-6

Литво. Металургія. 2025: Матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції (27-29 травня 2025 р., м. Харків-м. Київ) / Під заг. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – 509 стор.

У збірнику представлено матеріали, що стосуються актуальних проблем ливарного і металургійного виробництва: отримання, обробки та структуроутворення сплавів; прогресивні технології та обладнання в ливарному виробництві; перспективні формувальні матеріали і суміші, технологічні процеси виготовлення форм і стрижнів; моделювання, комп'ютерні та інформаційні технології в ливарному виробництві; спеціальні способи литва та литва композиційних матеріалів; методи контролю ливарних і металургійних процесів, економіка та екологія ливарного виробництва.

Матеріали призначені для інженерно-технічних працівників металургійних і машинобудівних підприємств і науково-дослідницьких інститутів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Друкується за рішенням Вченої ради Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту», протокол № 5 від 18.04.2025

Відповідальність за достовірність інформації, що викладена в матеріалах конференції, несуть їх автори.

<https://doi.org/10.15407/foundry-metallurgy-2025>

Foundry. Metallurgy. 2025: Materials of the XXI International Scientific and Practical Conference (May 27-29, 2025, Kharkiv-Kyiv) / Proceedings ed. Dr.Sci., Prof. Ponomarenko O.I. - Kharkiv, NTU "KhPI". - 508 pages.

The Proceeding presents materials related to the current problems of foundry and metallurgy: obtaining, processing and structuring of alloys; advanced technologies and equipment in foundry production; promising molding materials and mixtures, technological processes of manufacturing molds and rods; modeling, computer and information technologies in foundry production; special methods of casting and casting of composite materials; methods of control of foundry and metallurgical processes, economics and ecology of foundry production.

The Proceeding is intended for engineering and technical workers of metallurgical and machine-building enterprises and research institutes, graduate students and students of higher educational institutions.

Printed by the decision of the Academic Council of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Protocol No. 5 dated 04.18.2025

The authors are responsible for the accuracy of the information presented in the Proceeding

ISBN 978-617-05-0544-6

© НТУ «ХПІ», 2025

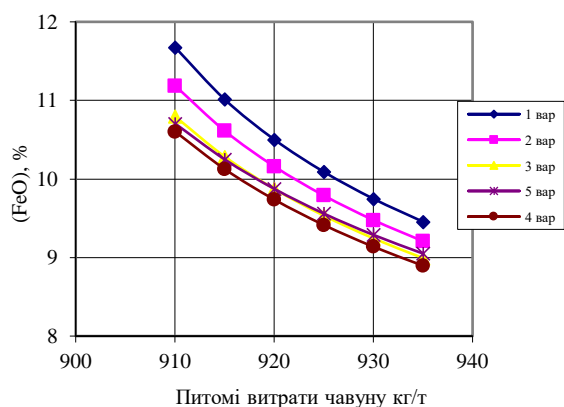


Рис.3 Вплив питомої витрати чавуну на вміст (FeO) у шлаку

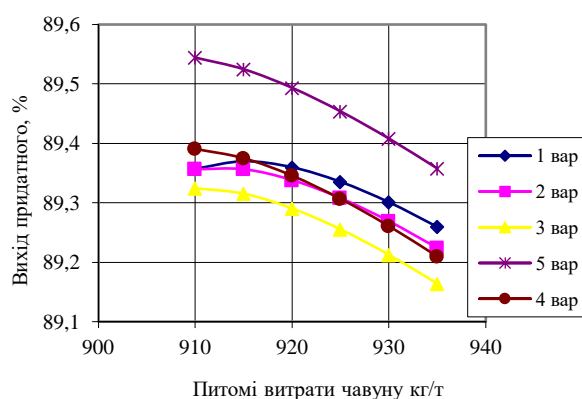


Рис.4 Вплив питомої витрати чавуну на вихід придатного

На підставі проведеного моделювання встановлено, що у першому, другому і третьому варіанті шихтовки плавки при збільшенні частки скрапу з 25 кг/т до 45 кг/т при зменшенні частки металобрухту відзначається поліпшення теплового балансу плавки за рахунок зменшення кількості тепла витраченого на нагрівання сталі, оскільки маса сталі зменшується, що в свою чергу пов'язано з зашлакованістю скрапу. П'ятий варіант шихтування забезпечує максимальний вихід придатного і досить повністю виконується при такій шихтовці тепловий баланс плавки. Мінімальна витрата рідкого чавуну при цьому варіанті становить 920 кг/т металобрухту.

УДК 669.18

К. Г. Нізяєв¹, Р. Ф. Федоров¹, Х. В. Малій¹, В. О. Рубан²

¹ТОВ "Технічний університет "Метінвест політехніка", м. Запоріжжя

²Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

ОСОБЛИВОСТІ РОЗКИСЛЕННЯ СТАЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ФЕРОХРОМУ

Прагнення знизити вигар феросплавів до мінімуму призвело до практики «попереднього розкислення» ванни в подових агрегатах, яке сприяє зменшенню забрудненості готової сталі неметалевими включеннями і, отже, підвищенню її якості.

При введенні феросплавів з легуючими елементами, що володіють високою окисною здатністю, наприклад хромом, попередньому розкисленню надається особливе значення не тільки з міркувань економії у витрачання сплаву, але і з точки зору якості сталі.

Ферохром слід вводити у ванну після попереднього розкислення і притому в нагрітому стані. Для кращого розкладання карбідів хрому ванну з ферохромом витримують від 15 до 60 хв., що залежить від марки ферохрому та його кількості, і неодноразово перемішують.

Остання стадія розкислення спокійної сталі (при роботі з попереднім розкисленням) зводиться до додаткового введення розкислювачів з урахуванням легування сталі до заданих меж. За відсутності попереднього розкислення враховується більш високий вигар розкислюючого елемента, тобто нижчий ступінь засвоюваності його ванною, причому досить часто користуються суто практичними коефіцієнтами вигару залежно від конкретних умов виробництва.

Хром окислюється у сталеплавильній ванні дещо менше, ніж марганець, значно менше кремнію, а при підвищенні температури навіть відновлюється.

Оксиди хрому - CrO , Cr_2O_3 , як відомо, з FeO дають тугоплавкі сполуки — хромисте залізо FeCr_2O_4 з температурою плавлення понад 2000°C і досить стійкий оксид. Взагалі за наявності хрому в шихті та його окислення вже в період плавлення утворюються складні сполуки типу шпинелів $(\text{Fe}, \text{Mg}) \cdot (\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_4$ або $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot (\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3$ – загальної формули.

Тугоплавкі шпинелі у вигляді суспензії у рідкому шлаку різко збільшують в'язкість шлаку. Зазвичай при вмісті Cr_2O_3 більше 5-8% такі шлаки не течуть, їх майже неможливо спустити з печі. Для розрідження їх корисно застосовувати підвищену концентрацію Al_2O_3 в шлаку до 9-12%, вводячи боксит або бій шамота в шихту.

Боротьба з підвищеною в'язкістю значно полегшується раннім формуванням щодо гомогенного вапняно-глиноземистого шлаку до значного переходу в нього оксидів хрому (Cr_2O_3). Тому при переділі сталевого хромовміщуючого брухту легше отримати відносно не в'язкі шлаки, прийнятні для нормального ведення.

Вплив на коефіцієнт розподілу хрому між шлаком і металом $\eta_{\text{Cr}} = (\text{Cr})/[\text{Cr}]$ концентрації FeO , основності та температури - відомі з ряду робіт, зокрема В. І. Лапіцького та інших дослідників, η_{Cr} збільшується при збільшенні концентрації (FeO), збільшенні основності шлаку (наприкінці плавки), та відносно низьких температурах.

Хром у феросплавах і сталі при досить високій концентрації вуглецю в них, утворює стійкі складні залізо-хромисті карбіди типу $n \cdot \text{Cr}_x\text{C}_y m \cdot \text{Fe}_3\text{C}$ або взагалі тверді розчини карбідів $(\text{Fe}, \text{Cr})_4\text{C}$ $(\text{Cr}, \text{Fe})_3\text{C}$, наприклад, $3\text{Cr}_3\text{C}_2 \cdot \text{Fe}_3\text{C}$; $3\text{Cr}_4\text{C}$; $2\text{Fe}_3\text{C}$ [1].

Хром також сполучається з азотом, даючи міцні нітриди. Тому хром підвищує поглинання сталлю азоту, межа поглинання азоту в хромистих сплавах значно збільшується (до кількох десятків %) [2].

Вплив хрому на механічні властивості сталі характеризується збільшенням міцності та деяким зниженням пластичних властивостей. У вуглецевій сталі хром підвищує твердість та зносостійкість.

Технологію легування хромом без розкислення кремнієм у печі слід вважати прийнятною найбільше для марок сталі з вмістом вуглецю більше 0,30%. У цьому випадку зазвичай менше (FeO) в шлаку і [O] у металі, в іншому випадку великий вигар хрому і можливе підвищення неметалевих включень у сталі.

Список літератури

1. Сталеплавильне виробництво / В.І. Баптизманський, Б.М. Бойченко, О.Г. Величко і ін. -К.: ІЗМН, 1996.-400с.
2. Теоретичні основи сталеплавильних процесів: Навч. посібник / М.Я. Меджибожський, П.С. Харлашин. - К.: НМК ВО, 1993. - 276 с.