

3. Сіренко К. А. Розвиток методики визначення складу шихти для виплавлення чавуну в індукційних тигельних печах. *Метал та лиття України*. 2022. Т. 30. № 2 (329). С. 20–29.

4. Сіренко К. А., Мазур В. Л. Переваги та недоліки методів розрахунку шихти для виплавки синтетичного чавуну в ливарному виробництві. *Процеси лиття*. 2023. № 3 (153). С. 49–60.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-37>

BLAST FURNACE SLAG USED IN SLAG-FORMING MATERIALS FOR THE LADLE FURNACE PROCESS

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОМЕННОГО ШЛАКУ В СКЛАДІ ТВЕРДОЇ ШЛАКОВОЇ СУМІШІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ НА УСТАНОВЦІ «КІВШ-ПІЧ»

Stepanenko D.O.

*PhD (Engineering), Head of the
Department of Physical and Chemical
Problems of Metallurgical Processes,
Iron and Steel Institute named
Z.I. Nekrasov of the National Academy
of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

Степаненко Д.О.

*к.т.н., завідувач відділу фізико-
хімічних проблем металургійних
процесів, Інститут чорної
металургії імені З.І. Некрасова
Національної академії наук України,
м. Дніпро, Україна*

На підставі досвіду [1, 2] оцінки властивостей кінцевих доменних шлаків обґрунтовано можливість використання регенованого доменного шлаку як часткового або повного замітника плавикового шпату у складі твердої шлакоутворюючої суміші (ТШС) при обробці сталі на установці «ківш-піч». Під регенованим доменним шлаком мається на увазі шлак, який не містить у своєму складі сірки, що була видалена на етапі грануляції шлаку.

На підставі аналітичних та експериментальних досліджень розроблено раціональний склад твердої шлакоутворюючої суміші (умовне позначення ТШС-1) і встановлено оптимальний вміст регенованого доменного шлаку з частковим заміщенням плавикового шпату до 80%. Передбачається, що впровадження розробленого складу ТШС в умовах сталеплавильного виробництва гарантовано забезпечить

необхідну якість сталі на етапі її обробки на установці «ківш-піч» з вмістом сірки та неметалевих включень у відповідності до вимог нормативно-технічної документації, економію вапна до 5%, за рахунок високого ступеня його засвоєння у шлаку та зниження собівартості сталі.

Як свідчать власні дослідження та аналіз літературних даних про десульфуруючу здатність шлакових розплавів, одними з головних вимог для реалізації даної функції шлаку, є гомогенність (однорідність) шлакового розплаву (тобто наявність лише рідкої фази) та оптимальне значення його основності.

На підставі виконаних досліджень температур розм'якшення, плавлення та розтікання розробленої суміші та суміші вапна з плавиковим шпатом у співвідношенні 3:1, встановлено, що суміш ТШС-1 повністю розтікається при температурі 1390°C, натомість суміш вапна з плавиковим шпатом плавиться інконгруентно, тобто спостерігається утворення рідкої фази (при 1270°C) з наявністю в ній частини твердої фази, що не розплавилася з подальшим нагрівом до температури 1390°C. Згідно із даними результатів зарубіжних досліджень фазового складу системи: 80% – CaF₂, 20% – CaO [2] показано, що дана система при температурі 1650°C містить близько 60% не засвоєного вапна. Отже, отримані результати можуть свідчити, що традиційно використовувана суміш вапно та плавиковий шпат у співвідношенні 3:1(4:1) не здатна повністю засвоїти у розплаві вапно. В наслідок чого не реалізується потенційна десульфуруюча здатність даної суміші. Натомість, засвоєнню вапна в розплаві даної суміші сприяє збільшення її компонентності за рахунок потрапляння до її складу продуктів розкислення сталі (Al₂O₃, SiO₂) а також залишків пічного шлаку, що потребує певного часу для їх взаємодії.

Для встановлення впливу досліджуваної суміші ТШС-1 на стійкість периклазо-вуглецевого вогнетриву (ПВВ) шлакового поясу ковша, виконано дослідження взаємодії розплаву ТШС-1 зі зразком ПВВ масою 16,6 г. Для цього у графітовий тигель помістили суміш ТШС-1 і зразок ПВВ, далі матеріали нагрівали до температури 1475°C у печі Таммана з витримкою 30 хв. при даній температурі. Після витримки рідкий розплав ТШС-1 через нижній отвір у тиглі зливали, а зразок ПВВ залишався, що забезпечувало розділ розплаву від вогнетриву. Після зважування зразка ПВВ, встановлено, що його маса збільшилась на 2%. В подальшому даний зразок вогнетриву помістили в мікум-барабан і виконали ситовий аналіз, за результатами якого встановлено що маса зразка практично не змінилася, що в свою чергу свідчить про підвищення його міцності в результаті взаємодії розплаву ТШС-1 з поверхнею зразка. Натомість при нагріві зразка ПВВ, у муфельній печі на повітрі до температури 700°C і витримці при даній температурі 30 хв., зразок втратив близько 15% від

маси після оцінки його механічної міцності в лабораторних умовах на мікум-барабані. Таким чином, взаємодія розплаву суміші ТШС-1 з периклазовуглецевим вогнетривом сприяє захисту його поверхні від окислення та зміцнює її за рахунок взаємодії і утворення гарнісажу на його поверхні.

Отже, розроблена суміш ТШС-1, що містить у своєму складі доменний шлак має економічні, технологічні та екологічні переваги перед існуючою технологією обробки сталі у агрегаті «ківш-піч» за рахунок часткового, або повного заміщення плавикового шпату у складі ТШС.

Перелік використаних джерел

1. D. Stepanenko, Calculation of activation energy of viscosity for evaluation of metallurgical slag melts structure, *Lith. J. Phys.* Vol 63, № 1, 330–334 (2023), <https://doi.org/10.3952/physics.2023.63.1.6>.
2. D.A. Stepanenko, O. Volkova, H.-P. Heller, P.I. Otorvin, and D.A. Chebykin, Selecting optimal slag conditions in the blast furnace, *Steel Transl.* 47, 610–613 (2017).
3. Dong-Geun KIM, Corrie van HOEK, Christian LIEBSKE, Sieger van der LAAN, Pierre HUDON and In-Ho JUNG. Phase Diagram Study of the CaO–CaF₂ System. *ISIJ International*, Vol. 52 (2012), No. 11, pp. 1945–1950.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-38>

FEATURES OF CONVERTING VANADIUM STEELMAKING IRON

ОСОБЛИВОСТІ КОНВЕРТУВАННЯ ВАНАДІЄВОГО ЧАВУНУ

Kharchuk F.L.

*student (group 136s-22-1m),
LLC “Technical university “Metinvest
polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine*

Харчук Ф.Л.

*студент гр. 136С-22-1м, ТОВ
«Технічний університет «Метінвест
політехніка», м. Запоріжжя, Україна*

Stoianov O.M.

*PhD (Engineering),
LLC “Technical university “Metinvest
polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine*

Стоянов О.М.

*к.т.н., ТОВ «Технічний університет
Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Ванадій – важливий для металургії легуючий елемент, який має низьку активність і відповідно має слабку спорідненість до кисню. Його активність значно нижча за активність вуглецю. З цієї причини