

УДК669.187.2

ВИБІР ШЛАКІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО РАФІНІВАННЯ ЧАВУНУ¹

Т. В. Любасьова

*Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”*

В даній роботі розглянуті питання створення шлаків для ЕШР чавуну на основі доменного шлаку.

В данной работе рассмотрены вопросы создания шлаков для ЕШР чугуна на основе доменного шлака.

The considered questions of creation of slags for ESP of cast-iron on the basis of blast-furnace slag are spoken on in this work.

Вступ

Для легування та модифікування чавуну на високоміцний потрібно, щоб вміст сірки в металі був мінімальним, а його температура була достатньо високою. Отримати такий чавун традиційними способами плавки практично неможливо. Відомо, що електрошлакова технологія забезпечує одночасну десульфуріацію і нагрів металу, але шлаки, що використовуються для рафінування сталі не можуть бути використані при рафінуванні чавуну.

При електрошлаковому рафінуванні рідкого чавуну необхідно використовувати шлаки з максимальним електроопором з великою тепловиділяючою здатністю, що буде забезпечувати економічне нагрівання металу за рахунок перенесення зони виділення теплоти до поверхні металевої ванни. Враховуючи порівняно невелику вартість чавуну і достатньо великі масштаби його виробництва, шлаки для його рафінування повинні бути недорогими і не мати у складі дефіцитні компоненти.

Постановка задачі дослідження

На відміну від шлаків, що використовуються при ЕШП, шлаки для ЕШО (електрошлакової обробки) чавуну повинні забезпечувати не тільки рафінування, але і інтенсивний нагрів металу.

Методика проведення експериментів

Найбільш розповсюдженими компонентами, що входять в склад

¹ - Робота виконана під керівництвом к.т.н., доцента Волкотруба М.П, НТУУ „КПІ”

більшості металургійних шлаків є CaO, SiO_2, Al_2O_3 , тому прийняли в якості вихідних шлаки системи $CaO - Al_2O_3 - SiO_2$, які знаходяться в областях з порівняно низькими температурами плавлення. Такі шлаки використовуються при плавці чавуну і їх властивості добре вивчені. Пред'являємим вимогам для електрошлакового рафінування чавуну міг би задовольняти доменний шлак – відходи металургійного виробництва. Із практики доменного виробництва відомо [1], що ємність доменного шлаку по сірці використовується на 40 – 50%, але високий вміст сірки не дозволяє використовувати його для десульфурації металу. При виплавленні шлаків в флюсоплавильних печах і при електрошлаковому переплавленні сталей має місце видалення сірки із шлаку в газову фазу [2]. Тому нами була перевірена можливість десульфурації доменного шлаку в процесі його нагрівання в печі опору. В дослідях використовували шлаки, склад яких наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 Склад доменних шлаків, мас. %

№ шлаку	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaF ₂	S	C	Основність
1	46,76	34,82	4,13	7,24	—	2,08	0,7	1,3
2	42,66	30,0	11,8	2,17	12,09	1,8	0,5	1,4

Аналіз результатів цих дослідів (табл. 2) показав, що до 35% сірки видаляється з шлаку в процесі його нагріву і що окиснення сірки йде, в основному, за рахунок тиску атмосфери. Такий додаток суттєво збільшив швидкість і ступінь обезсіркування металу. Однак підвищення основності шлаку збільшує його температуру плавлення.

Таблиця 2 Зміна вмісту сірки в доменному шлаку при нагріванні в електропечі опору*

№ дослідів	Температура нагріву шлаку, °C	Час витримки, хв.	Вміст сірки, % ваги	Примітка
Вихідний	-	-	1,66	-
1	800	30	1,44	З доступом повітря в піч
2	1000	30	1,12	-
3	1000	30	1,48	Без доступу повітря в піч

*- в дослідях було використано шлак № 2 (див.табл. 1).

Отже, можна припустити, що в процесі нагрівання і плавлення чавуну вміст сірки в ньому зменшиться на 50 -75%. Хімічний склад і

основність доменних шлаків різних металургійних заводів варіюється в доволі широких межах. Тому нами були проведені досліді по вивченню впливу основності шлаку на ступінь десульфурації металу. В дослідіх використовували шлаки, склад яких наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 Хімічний склад шлаків, мас. %

№ шлаку	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	S	CaF ₂	C
1	36,0	42,0	12,0	3,5	3,0	1,0	1,6	-	0,90
2	47,0	37,0	9,8	1,6	2,6	-	1,0	0,85	0,08
3	48,1	29,6	9,1	1,5	2,6	0,50	0,75	8,60	0,06
4	42,2	34,0	8,4	4,7	3,3	0,50	0,62	5,02	0,10
5 (АНФ-6)	-	-	30	-	-	-	-	70	-
6	42	30	11	1,3	1	0,4	0,7	12,2	0,02

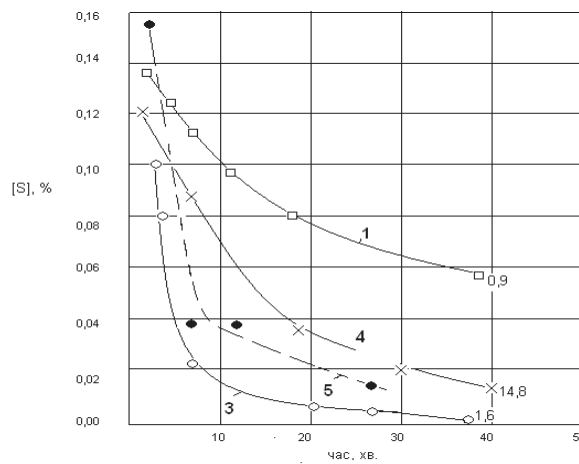


Рис. 1 Залежність вмісту сірки в чавуні від складу шлаку (цифри біля кривих відповідають номерам шлаків в табл. 3)

Рис.1 Залежність вмісту сірки від складу шлаку

Результати проведених дослідів показали (рис.1), що при веденні електрошлакової обробки на доменних шлаках з основністю 0,9 вміст сірки в чавуні знижується з 0,125 до 0,057 мас.%, не дивлячись на високий початковий вміст сірки в шлаку (1,05 мас.%). Однак ні при швидкості, ні по ступеню обезсіркування це не відповідало поставленим задачам. Крім того, електрошлаковий процес на цьому шлаку протікав надзвичайно нестійко і наведення шлакової ванни викликало ускладнення. Тому в наступних плавках склад доменного шлаку коректували у напрямку підвищення його основності, шляхом вводу окису кальцію (мармур) і плавикового шпату (CaF₂) для підвищення електропровідності і зменшення в'язкості.

Результати досліджень

Підвищення основності шлаку суттєво збільшило швидкість і

ступінь обезсіркування металу (шлак 3).

Нами вивчено вплив введених додатків на властивості шлаків, головним чином, електропровідність, в'язкість і температуру плавлення.

Аналіз отриманих даних показує, що збільшення вмісту CaF_2 в шлаку до 12% підвищує його електропровідність при температурах ЕШО чавуну. Однак електропровідність такого шлаку залишається в декілька разів меншою, ніж шлаку АНФ-6, і при температурі 1600°C складає $1,3 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ (у шлаку АНФ-6 – $4,55 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$). Найменшою в'язкістю (не більше двох пауз) при температурах електрошлакової обробки чавуну (1550 - 1700°C) володіють шлаки, що містять 10-12 % CaF_2 . Аналіз даних показує, що розроблений шлак має достатньо високу обезсіркуючу властивість, володіє порівняно низькою електропровідністю і в'язкістю, що суттєво з точки зору економічного нагріву металу і авто рафінування шлаку. Крім того, вартість його значно нижче, ніж шлаків для ЕШП сталей.

Висновки

1. Розроблений склад порівняно недорогого шлаку для електрошлакової обробки чавуну, що забезпечує необхідний ступінь рафінування.
2. Розглянуті механізм і кінетика десульфурзації шлаку і металу в умовах ЕШ процесу. Встановлена залежність ступеня обезсіркування чавуну від хімічного складу і температури шлаку, поверхні поділу фаз метал – шлак. Показано, що з введенням в шлак окисів заліза швидкість і ступінь обезсіркування як шлаку, так і металу збільшується.
3. Досліджено вплив електрошлакової обробки на структуру і механічні властивості металу. Встановлено, що після електрошлакової обробки значно покращуються механічні властивості і структура чавуну, знижується вміст азоту, кисню і неметалічних включень в металі. Вміст водню може дещо збільшуватись.

Література

1. Красавцев Н.И. Перспективы развития доменного производства. Металлургиздат, М., 1999.
2. Войнов С.Г. и др. "Рафинирование стали жидкими синтетическими шлаками". Металлургия, М., 1970.
3. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав. Изд-во "Металлургия", 1970.