

ПОЗАПІЧНА ОБРОБКА СТАЛІ

Богушевський В.С., Єгоров К.В., Макану А.В.

НТУУ „Київський політехнічний інститут”

Розглянуті шляхи попадання сірки в металеву ванну. Проаналізовані реакції видалення сірки в газову і шлакову фази. Досліджено вплив параметрів конвертерного процесу на видалення сірки. Наведені рекомендації до керування процесом видалення сірки.

Рассмотрены пути попадания серы в металлическую ванну. Проанализированы реакции удаления серы в газовую и шлаковую фазы. Исследовано влияние параметров конвертерного процесса на удаление серы. Приведены рекомендации по управлению процессом удаления серы.

The ways of getting of sulfur in metal bath were considered. The reactions of sulfur removing into gas and slag phases were analyzed. The influence of parameters of converter process of sulfur removing was researched. The recommendations how to manage the process of sulfur removing were given.

Вступ

Вимоги до якості сталі, що постійно зростають, а також до зниження енергетичних і сировинних витрат на її виробництво, в деяких випадках не можуть бути задовільнені при звичайній виплавці сталі в конвертері, ДСП, мартенівській чи двованній печі. Це привело до розробки нових прогресивних процесів, які здійснюються в ковші чи в спеціальних агрегатах позапічної обробки металу.

Роботи у цьому напрямку проводились ІЧМ НАН України (м. Дніпропетровськ), ДОННДІЧЕРМЕТ (м. Донецьк), НДТУ (м. Донецьк) та іншими організаціями [1 – 3]. Досліджено багато способів позапічної обробки сталі. Але до цього часу не достатньо досліджені переваги і недоліки окремих технологій при виробництві низькосірчанистих марок сталі, зокрема з вмістом сірки, що не перевищує 0,01 %. Це підтверджує актуальність досліджень у цьому напрямку.

Як відомо, суть різних способів видалення сірки полягає у її зв'язуванні в сульфіди (MnS , CaS , MgS), незначна розчинність яких у метали забезпечує перехід сірки в шлак [4]. Невелика кількість сірки окиснюється і переходить у газову фазу. Ефективне видалення сірки забезпечується основним шлаком ($B > 2$) з малою концентрацією оксиду феруму (II) ($< 1\%$).

В звичайних умовах виплавки сталі наводиться шлак з підвищеним вмістом оксиду феруму (II) (> 5 %), тобто ці умови загалом несприятливі для десульфуратії.

Дослідження проводились у рамках науково-дослідної роботи „Принципи створення математичної моделі системи управління кисневим конвертером” за Державним реєстраційним номером № 0109U001838.

Постановка задачі

Метою досліджень є розробка пропозицій по позапічній обробці конвертерного металу при виплавці низьколегованої марки сталі 07ФБ-У згідно ТУ 14-1-4348-87.

Проведення експериментів і результати досліджень

Дослідження проводились в конвертерному цеху ВАТ „Металургійний комбінат „Азовсталь” на конвертерах місткістю 350 тонн. Хімічний склад виплавляємої сталі представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 Хімічний склад сталі марки 07ФБ-У

Елемент	C	Mn	Si	S	P	Ti	Al	Nb	V
Вміст, %	0,06- 0,09	1,20- 1,60	0,20- 0,40	0,004	0,020	0,010- 0,035	0,020- 0,050	0,020- 0,060	0,040- 0,080

Сірка вноситься у конвертер із сталевим брухтом, чавуном і розкиснювачами [5, 6]. Дослідження по отриманню наднизького вмісту сірки проводились в напрямку підготовки шихти, обробки готового металу синтетичними шлаками (СШ) і твердими шлакоутворюючими сумішами.

1. Сталевий брухт

Складування брухту в скрапному відділенні здійснюють роздільно по видах:

- сталевий брухт оборотний низькосірчанистий;
- сталевий брухт оборотний звичайної якості;
- сталевий вуглецевий брухт сторонніх організацій;
- пакети;
- легований брухт;
- скрап з відділення шлакопереробки (ВШП);
- чавунний брухт, чушковий чавун;
- стружка, що пакетується.

Сталевий низькосірчанистий брухт використовують для виплавки низькосірчаних марок сталі в наступному співвідношенні від загального об'єму сталевого брухту і відходів:

– 100 % – для марок сталі з масовою часткою сірки (МЧС) не більше 0,006 %;

– 50 – 100 % – для марок сталі з МЧС не більше 0,008 %;

– не більше 30 % – для марок сталі з МЧС 0,009 – 0,015 %.

Скрап з ВШП використовують при виплавці сталі з масовою часткою сірки більше 0,010 %. Масова витрата скрапу ВШП на плавку не повинна перевищувати 5 т.

2. Чавун

Рекомендується наступна масова частка сірки в чавуні:

– не більше 0,020 % – при виробництві сталі з масовою часткою не більше 0,020 %;

– не більше 0,015 % – при виробництві сталі з масовою часткою не більше 0,015 %;

– не більше 0,010 % – при виробництві сталі з масовою часткою не більше 0,010 %;

– не більше 0,005 % – при виробництві сталі з масовою часткою не більше 0,005 %.

3. Розкиснювачі

Рекомендується вибирати розкиснювачі з низьким вмістом сірки. При науглецюванні металу антрацитом вміст сірки в металі підвищується на 0,002 % на 1 т антрацита.

4. Синтетичний шлак

СШ виплавляється в дуговій електрошлакоплавильній печі з трансформатором потужністю 16,5 МВА і вуглецевої футерівкою подини і укосів. На відміну від конвертерного СШ повинен мати підвищену основність і низьку окисненість.

Хімічний склад СШ залежно від вживаних шихтових матеріалів повинен відповідати вимогам таблиці 2.

Таблиця 2 Хімічний склад синтетичного шлаку

Умовне позначення шлаку	Масова частка компонентів, %						
	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	FeO+MnO	C	TiO ₂
	не більше						
Шлак 1	47,0-52,0	32,0-39,0	5,0	12,0	1,5	0,08	5,0
Шлак 2	47,0-52,0	32,0-39,0	10,0	8,0	3,0	0,08	-

Обробку металу СШ проводять у сталевізному ковші.

5. Тверді шлакоутворюючі суміші.

ТШС готують із вапна і плавикового шпату у відношенні 4 : 1. Ведення ТШС проводять при зливі металу у ківш. Момент початку введення визначається тривалістю зливу (табл. 3).

Таблиця 3 – Час початку присадки ТШС в ківш від початку випуску металу

Тривалість випуску, хв.	5	6	7	8	9
Час початку присадки, хв.	0,6 – 1,0	1,0 – 1,3	1,3 – 1,6	1,6 – 2,1	2,1 – 3,0

Кінцева обробка відбувалася на установці доведення металу (УДМ).

Інтенсивне видалення сірки з металу забезпечують збільшенням реакційної площини поверхні розділу шлак-метал і підвищенням при збільшенні витрати нейтрального газу-носія коефіцієнта масопереносу (рис. 1).

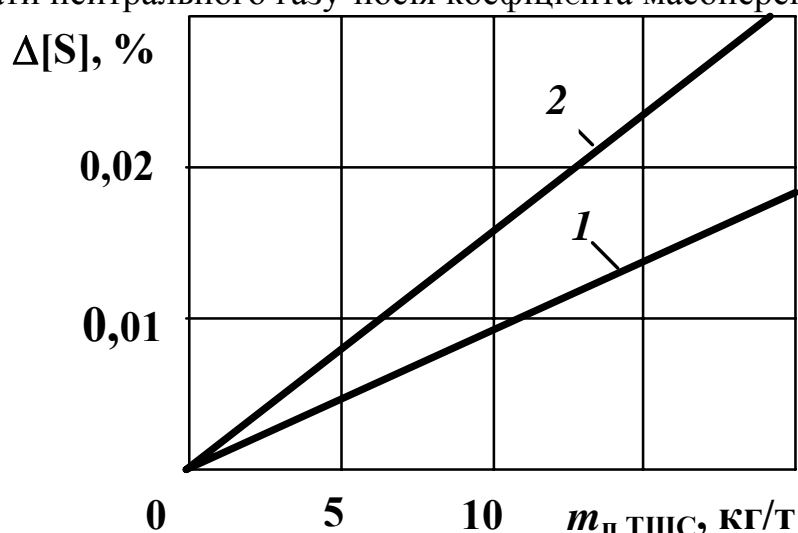


Рисунок 1 – Зміна масової частки сірки в металі $\Delta[S]$ в залежності від питомої на тонну сталі маси ТШС $m_{п\ ТШС}$, що додаються в ківш, при питомій витраті аргону на продувку, $\text{м}^3/(\text{хв} \cdot \text{т})$:
1 – 0,0019; 2 – 0,0031

Висновки

Результати досліджень зведені у таблицю 4.

Висновки

Дослідження технології виробництва низькосірчаних марок сталі показують, що вирішення проблеми потребує системного підходу: підготовки шихтових матеріалів, обробки металу при зливі його із конвертера у сталевізний ківш і на установках доведення металу.

Подальші дослідження будуть проводитись у напрямку оптимізації витрат на позапічну обробку металу.

Таблиця 4 – Видалення сірки при позапічній обробці

Спосіб десульфурації	Витрата десульфуратора, кг/т	Ступінь десульфурації, %
Вапном	3,0 – 5,0	10 – 30
Синтетичним шлаком (СШ)	15	30 – 45
	35	50 – 70
	50	65 – 80
СШ з продувкою силікокальцієм (SiCa)	СШ – 45 1,0 – 1,5	70 – 80
ТШС	3 – 10	20 – 40
ТШС з продувкою SiCa на УДМ	ТШС – 6 – 10 SiCa – 1 – 2	50 – 70
ТШС з обробкою дротом з SiCa на УДМ	ТШС – 10 SiCa – 1 – 2	50 – 70

Література

1. Виноградов С.В., Фетисов А.А., Жучков В.И. Методы улучшения качества и разливаемости металла путем совершенствования технологии его раскисления при внепечной обработке //Металлург. – 2003. №10. – С. 19 – 22.
2. Десульфурация стали в процесс инжестирования рафинировачного шлака на установке доводки металла / Н. Ф. Анищенко, Б.Ф. Ильмишко, Е.Н. Сотников и др. // Металлургическая и горная промышленность. – 2006. – № 7 – С. 193 – 196.
3. Богушевський В.С., Бредун Л.О. Виробництво низькосірчанистих марок сталі в конвертерах / Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник праць співробітників і випускників кафедри ФХОТМ. – К.: „Політехніка”, 2008. – С. 84 – 91.
4. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Череги, Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
5. Математическая модель АСУ конвертерной плавкой / В.С.Богушевский, Ю.В.Оробцев, Н.А.Рюмшин, Н.А.Сорокин. – К.: НПК „Киевский институт автоматики”, 1996. – 212 с.
6. Шарбатиан М.Д., Богушевский В.С. Влияние неконтролируемых возмущающих воздействий на управление процессом шлакообразования // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник праць співробітників і випускників кафедри ФХОТМ. – К.: „Політехніка”, 2007. – С. 155 – 163.