



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 4853

(13) U

(51) 7 C21C5/52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ СТАЛІ

1

(21) 2004042660

(22) 08.04.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Захаров Микола Іванович, Троцан Анатолій Іванович, Туяхов Анатолій Іванович, Крейденко Фіра Семенівна, Харлашин Петро Степанович, Бродецький Ігор Леонідович, Александров Валерій Дмитрович, Полозюк Олег Євгенович, Белов Борис Федорович, Кашира Геннадій Олександрович, Борисов Олександр Валентинович, Мурич Кирил Анатолійович

(73) Приазовський державний технічний університет

2

(57) Спосіб виплавки сталі в подовій печі з подачею кисню у факел, який відрізняється тим, що питому витрату кисню визначають у залежності від тривалості періодів завалки і прогрівання шихтових матеріалів відповідно до виразу.

$$q = (m\tau_z + n\tau_{np} + k)/2a,$$

де:

q - питома витрата кисню у факел;

 τ_z, τ_{np} - тривалості періодів завалки і прогрівання шихтових матеріалів, відповідно,

a, m, n, k - величини, визначені експериментальним шляхом для конкретних умов експлуатації печі.

Спосіб відноситься до сталеплавильного виробництва і може бути застосований для раціонального використання подачі кисню у факел плавильного агрегату.

Відомі засоби виплавки металу в череневій печі, у яких використовується подача кисню у факел, що дає можливість збільшити продуктивність печі при одночасному зниженні витрати палива [Конюх В.Я., Зражевський В.Д., Анненко О.Я. Применение кислорода в мартеновском производстве стали Киев. Наук. думка, 1970. - 60 с.]

Проте ефективність застосування кисню у значному ступені залежить від умов роботи печей, особливо в періоди завалки і прогріву, і для кожної печі в конкретних умовах її експлуатації існує оптимальний режим подачі кисню у факел, при котрих можливо знижувати подачу кисню у факел при тривалих організаційних затримках подача шихти

Найбільше близьким за технічною суттю і досягаемому результату є спосіб із подачею кисню у факел, при якому встановлене наявність екстремума в залежності тривалості плавки від витрати повітря в періоді завалки [Интенсификация плавки в подовых печах / И.И. Борнацкий, А.А. Баранов, Н.И. Баскин и др. - К.: Техника, 1989 - 113 с.]

Проте залежність питомої втрати кисню від тривалості плавки в цілому й окремих її періодах для визначення оптимального режиму подачі кисню у факел печі в цьому способі, не встановлені і його застосування також не ефективно, тому що не забезпечує зниження витрати кисню.

У основу винаходу поставлена задача розробити спосіб виплавки сталі в череневій печі з пода-

чею кисню у факел, у якому введення нових умов здійснення дій, дозволить встановити оптимальний режим подачі кисню для скорочення його питомої витрати без збільшення тривалості плавки.

Для вирішення поставленої задачі в засобі виплавки сталі в череневій печі з подачею кисню у факел, питому витрату кисню визначають у залежності від тривалості періодів завалки і прогріву шихтових матеріалів відповідно до вираження

$$q = (m\tau_z + n\tau_{np} + k)/2a$$

де q - питома витрата кисню у факел;

 τ_z, τ_{np} - тривалості періодів заливки і прогріву шихтових матеріалів, відповідно,

a, m, n, k - величини, визначальні експериментальним шляхом для конкретних умов експлуатації печі.

Аналіз паспортних даних плавок із застосуванням методів кореляційного і регресійного аналізу дає таке рівняння:

$$\tau_{пл} = aq^2 - (m\tau_z + n\tau_{np} + k)q + b\tau_z + c\tau_{np} + f[C]_0^2 + d, \quad (1)$$

де $\tau_z, \tau_{np}, \tau_{пл}$ - тривалості періодів завалки, прогріву і плавки в цілому;

q - питома витрата кисню у факел;

 $[C]_0$ - вміст вуглецю при розплавлюванні;

a, m, n, k, b, c, f, d - величини, визначальні експериментальним шляхом для конкретних умов експлуатації печі.

Коефіцієнт множинної кореляції що визначає наявність і тісноту зв'язку між функцією й аргументами, дав значення порядку 0,80, що для складних

(13) U

(11) 4853

(19) UA

багатопараметрових технологій є достатньо високим і придатним для досліджень. Критерій Фішера, що визначає однорідність дисперсії й вдалість вибору квадратної залежності, виявився нижче відповідного табличного значення, що і було потрібно. Значення критерію Стюдента за окремими компонентами залежності вище табличних значень при довірчій імовірності $\alpha = 0,95$. Отже, знайдена математична модель була адекватна реальному процесу.

Для визначення оптимальної питомої витрати кисню при мінімальній тривалості плавки відповідно до (1) необхідно знайти першу похідну даної функції і дорівняти її до нуля

$$\tau'_{пл} = [2q^2 - (m\tau_3 + n\tau_{пр} + k)q + b\tau_3 + c\tau_{пр} + f[C]_{b2} + d] = 0 \quad (2)$$

$$2aq - (m\tau_3 + n\tau_{пр} + k) = 0 \quad (3)$$

$$q = (m\tau_3 + n\tau_{пр} + k) / 2a \quad (4)$$

Застосування кисню у факел ефективно для інтенсифікації горіння палива тільки при відповідній організації всіх періодів плавки і, у першу чергу, завалки і прогріву шихти. Затримка плавки супроводжується надмірно великими витратами кисню, обумовленими збільшенням часу його витрати. Великі організаційні затримки при безупинній подачі кисню у факел призведуть до нуля ефект його застосування, а нерациональне використання кисню в період завалки шихти у піч не забезпечують скорочення тривалості плавки. Це можна пояснити поганим взаємним контактом шматків металошихти, що не дозволяє швидко передавати теплову енергію від факелу в глиб ванної. У них умовах анкою процесу, що лімітує, тепло сприйняття ванної від факелу є не тепловіддача факела, а теплопередача через пустоти, що утворюється внаслідок поганого взаємного контакту шматків металошихти. Тому деяке зниження температури факела за рахунок скорочення подачі в нього кисню (до рівня оптимуму) у зазначені періоди не призведе до зменшення інтенсивності теплосприйняття ванної і збільшенню тривалості плавки. Засіб виплавки стали був здійснений у мартенівських печах Донецького металургійного заводу, опалювальних природним газом і мазутом з інтенсифікацією киснем процесу горіння палива. Були проаналізовані дані попередньо проведених дослідно-промислових плавки. Відповідно до цих даних, питома витрата кисню у факел у період проведення цих плавки складала 35 м³/т. Середнє теплове навантаження на плавках була постійною на рівні 25,6 мВт. Застосування методів кореляційного і регресійного аналізу дало таке рівняння:

де $\tau_3, \tau_{пр}, \tau_{пл}$ - тривалості періоду

$$\tau_{пл} = 0,055q^2 - (0,0074\tau_3 + 0,0176\tau_{пр} + 1,04)q + 119\tau_3 + 155\tau_{пр} + 216[C]_0^2 + 250,85, \quad (5)$$

дів завалки, прогріву і плавки в цілому, хв;

q - питома витрата кисню у факел, м³/т,

$[C]_0$ - вміст вуглецю при розплавлюванні, %

Коефіцієнт множинної кореляції дорівнює 0,82.

Критерій Фішера при 220-ти плавках, виявився нижче відповідного табличного значення. Значення критерію Стюдента за окремими компонентами залежності (5) вище табличних значень при довірчій імовірності $\alpha = 0,95$

Для правки із середньостатистичними значеннями тривалості періодів завалки і прогріву, рівними 102 і 61 хв, відповідно, оптимальна питома витрата кисню буде дорівнювати

$$q = (0,0074 \times 102 + 0,0176 \times 61 + 1,04) / 2 \times 0,055 = 26,1$$

У таблиці наведені дані про залежність тривалості плавки від питомої витрати кисню у факел при різноманітному вмісту вуглецю при розплавлюванні.

З даних, наведених у таблиці, випливає, що зі збільшенням питомої витрати кисню тривалість плавки зменшується, досягає мінімального значення при раціональній питомій витраті кисню, рівному 25 м³/т.

Аналіз заводських даних підтверджує, що застосування кисню у факел для інтенсифікації горіння палива ефективно при організації всіх періодів і, у першу чергу, завалки і прогріву шихти. Затримки плавки супроводжується надмірно великими витратами кисню, обумовленими збільшенням часом його витрати

Для конкретних умов мартенівського цеху Донецького металургійного заводу витрата кисню у факел печі 35 м³/т не є оптимальною, тому що тривалість плавки надається більш високою, чим при витраті 25 м³/т. У цьому випадку великі організаційні затримки при безупинній подачі кисню у факел призведуть до нуля ефект його застосування. Однієї з практичних мір для одержання значного економічного ефекту є також відключення подачі кисню у факел череневого плавильного агрегату, якщо тривалість організаційної затримки в подачі шихти перевищує заданий інтервал часу, до поновлення завалки.

Вміст вуглецю мас. %	Питома витрата кисню у факел м ³ /т	Тривалість плавки, хв
0,5	0	472,4
	10	448,2
	25	435,0
	30	435,8
	40	445,6
	50	466,4
1,0	0	488,6
	10	465,4
	20	453,2
	25	451,2
	30	452,0
	40	461,8
1,5	0	482,6
	0	515,6
	10	492,4
	20	508,9
	25	478,2
	30	479,0
	40	488,6
	50	509,6