



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53501

(13) A

(51) 7 C21C5/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ СТАЛІ В ОСНОВНІЙ МАРТЕНІВСЬКІЙ ПЕЧІ

1

2

(21) 2002065020

(22) 18 06 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р

(72) Бойко Володимир Семенович, Лещенко Єгор Миколайович, Кліманчук Владислав Владиславович, Шебаніц Едуард Миколайович, Коваль Сергій Олексійович, Прахнін В'ячеслав Леонідович, Фенісов Ігор Миколайович, Якін Михайло Миколайович, Кладіт Георгій Олександрович, Остроушко Анатолій Вікторович, Альошин Олександр Олександрович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МА-

РІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ ІПЛІЧА"

(57) Спосіб виплавки сталі в основній мартенівській печі, який включає завантаження у піч металобрухту, окисників і суміші конвертерного шлаку із вапняком перед завалкою брухту, плавлення і доведення, який відрізняється тим, що насамперед засипають окремою порцією окисники, а після них - суміш конвертерного шлаку із вапняком у співвідношенні 1 (1,5-2,5), при цьому співвідношення між масами вапняку, конвертерного шлаку і окисників становить (7,5 - 4,5) 3 1

Винахід відноситься до чорної металургії, зокрема до виплавки сталі в основній мартенівській печі

Відоме застосування конвертерних шлаків при виплавці сталі в основній мартенівській печі див. Применение конвертерных шлаков при выплавке стали в мартеновских печах / Мясников А Л, Боровков А Н, Алымов А А и др // Сб. Переработка и использование шлаков черной металлургии Свердловск Уралмашчермет, 1987 — с 57 - 61

Відповідно до відомої технології присадку твердих конвертерних шлаків проводили в період завалки і плавлення з метою забезпечення вмісту (FeO) у шлаку в межах 8,3 - 10,6% і основності до 3,2 при відношенні (CaO)/(FeO) до 5,4 до кінця повного розплавлювання. У результаті застосування такої технології досягається низький вміст фосфору до кінця періоду розплавлювання, часткова економія вапняку.

Разом з тим, при використанні відомого способу має місце знижений вміст вуглецю у металі у кінці періоду повного розплавлювання, що приводить до необхідності коригування концентрації вуглецю шляхом додавання рідкого чавуну чи інших вуглецевомістких продуктів. Додаткове коригування приводить до підвищення питомої витрати чавуну чи інших вуглецевомістких матеріалів, тривалості плавки і нестабільному плину процесу доведення, що підтверджується результатами хіміч-

ного аналізу металу на вміст сірки і фосфору на розплаві й у ківшеві пробі

Найбільш близьким технічним рішенням до пропонованого способу, що заявляється по сукупності ознак і результату, який досягається, є спосіб виплавки сталі в основній мартенівській печі, що включає завалку конвертерного шлаку перед завалкою брухту на подину печі в суміші з вапняком і окислювачами при співвідношенні компонентів суміші 3 2 1 див. Авт. свід. 6 СРСР № 1409686 МКИ 6 21 C 5/04 от 23 03 86

Відомий спосіб у порівнянні зі способом, при якому заміняють 60% вапняку мартенівським шлаком, дозволяє заощадити при використанні 1т конвертерного шлаку при виплавці сталі в основній мартенівській печі 400кг вапняку, 250кг окислювачів і 26кг феромарганцю.

Однак, відомий спосіб має обмежене застосування внаслідок того, що ефективність його застосування в значній мірі залежить від складу чавуну й інших умов виробництва.

Заміна вапняку конвертерним шлаком приводить до збільшення маси первинного шлаку і зниженню кількості діоксиду вуглецю, що виділяється при розкладанні вапняку. Маса шлаку, що утворюється при використанні 1кг суміші вапняку з конвертерним шлаком, можна визначити з обліком того, що при розкладанні 1кг вапняку в шлак пере-
$$\text{ходить } 1 \cdot (\% \text{CaCO}_3) \cdot M_{\text{CaO}} / M_{\text{CaCO}_3} = 1.95 \cdot 56 / (100 - 100)$$

(13) A

(11) 53501

(19) UA

= 0,53кг оксиду кальцію, а конвертерний шлак за-
своюється шлаком повністю. Тому маса шлаку, що
утвориться, визначиться з рівняння

$$m_{\text{шл}} = 0,53 \cdot m_{\text{вп}} + m_{\text{кш}}, \quad (1)$$

де $m_{\text{вп}}$ - маса вапняку в суміші, кг,

$m_{\text{кш}}$ - маса конвертерного шлаку, кг

Поділивши обидві частини рівняння на масу
вихідної суміші, яка рівна 1кг, знайдемо питому
витрату шлаку на 1кг суміші

$$G_{\text{шл}} = 0,53 \cdot g_{\text{вп}} + g_{\text{шл}}, \quad (2)$$

де $g_{\text{вп}}$ і $g_{\text{шл}}$ - частки вапняку і конвертерного
шлаку в суміші відповідно

Звідси випливає

$$G_{\text{шл}} = 0,53 + 0,47 \cdot g_{\text{шл}} \quad (3)$$

І, отже з підвищенням частки конвертерного
шлаку в суміші загальна кількість шлаку, що утво-
риться, пропорційно зростає. Розрахунок витрати
тепла на нагрівання і розплавлення суміші в
залежності від частки конвертерного шлаку в су-
міші показав, що з урахуванням утрат тепла зі
шлаком, що збігає, загальні втрати тепла зі збіль-
шенням частки конвертерного шлаку в суміші та-
кож зростають

З огляду на те, що 1кг вапняку, який надходить
у шлак, містить 0,522кг CaO і 0,005 SiO₂, а конвер-
терний шлак - 0,493кг CaO і 0,181 SiO₂, флюсуюча
здатність вапняку складе

$$h_{\text{вп}} = 0,522 - 0,005 \cdot B, \quad (4)$$

а конвертерного шлаку

$$h_{\text{кш}} = 0,493 - 0,181 \cdot B, \quad (5)$$

де B - основність шлаку

Тоді m кг вапняку внесе CaO в кількості M =
 $m_{\text{вп}} \cdot (0,522 - 0,005 \cdot B)$, а суміш вапняку і конвертер-
ного шлаку

$$(M \cdot Y / m_{\text{вп}}) + N \cdot X = M, \quad (6)$$

де Y та X-маси вапняку і конвертерного шлаку
в суміші відповідно,

N-маса CaO, яка внесена 1кг конвертерного
шлаку, N = 1 · (0,493 - 0,181 · B). Розрахунки з вико-
ристанням рівняння (6) показують, що питома ви-
трата суміші зростають, якщо підвищується у
складі суміші співвідношення між конвертерним
шлаком і вапняком, що приводить до зростання
кількості шлаку, який утворюється із суміші

Таблиця 1

Залежність питомої витрати суміші від співвідно-
шення між масами вапняку та конвертерного
шлаку

Співвідношення		Основність B = % CaO / % SiO ₂	Питома витрата суміші, кг/т
Y/X	X/Y		
0,5	2	1,45	84
1	1		73
2	0,5		65
3	0,33		51
0,5	2	1,9	99,3
1	1		81,6
2	0,5		69,0
3	0,33		54,0

Приведені у таблиці дані свідчать про те, що
при підвищенні основності шлаку зріст питомої
витрати суміші найбільше підвищується коли ве-

личина співвідношення Y/X починає перевищувати
величину, рівну 2/1. Якщо основність B = 1,45, то з
вираження (6) співвідношення (Y/X), що забезпе-
чує одержання даної основності при малих витра-
тах суміші, дорівнює (2/1) і при зміні основності до
1,9 не в значній мірі відрізняється від цієї величи-
ни, в той час як при співвідношенні (1/2) витрата
суміші помітно підвищується

Слід зазначити, що при підвищенні вмісту
кремнію в чавуні, а також сірки в шихті загальна
витрата шлакоутворюючих збільшується, що при-
водить до значно великих утрат тепла і металу
при збільшенні частки конвертерного шлаку в ших-
ті

Крім того, на дослідно-промислових плавках
спостерігалось зниження вмісту сірки на розплаві
на 6% при збільшенні частки конвертерного шлаку
до 30 - 40% і збільшення вмісту сірки на 8 - 10%, а
також фосфору більш, ніж на 35% при подальшо-
му підвищенні частки конвертерного шлаку до 52 -
87%

Недоліком відомого способу є також викорис-
тання конвертерного шлаку в суміші з окислюва-
чами в завалку, що збільшує трудомісткість готу-
вання сумішей і утрудняє операцію закладення
випускного отвору, створює небезпеку значного
спінювання шлаків і викидів металу і шлаку

В основу винаходу поставлена задача розро-
бити спосіб виплавки сталі в основній мартенівсь-
кій печі, у якому використання нових умов здійс-
нення операцій дозволить розширити галузь
застосування способу і за рахунок цього підвищи-
ти вихід придатного при зниженні матеріальних
витрат

Для вирішення поставленої задачі в способі,
що включає завалку металевих брухту, окислю-
вачів, суміші конвертерного шлаку з вапняком,
плавлення і доведення, відповідно до винаходу
перед завалкою брухту окислювачі завантажують-
ся окремою порцією, а потім суміш конвертерного
шлаку з вапняком у співвідношенні 1 (1,5 2,5) при
співвідношенні між масами вапняку, конвертерного
шлаку й окислювачів (7,5 - 4,5) 3 1. Потім заванта-
жують металеву частину шихти і далі ведуть плав-
ку відповідно до відомого способу

Суть пропонованого способу полягає в тому,
що спочатку завалки присаджують мульду руди під
випускний отвір для забезпечення ясного його
закладення, а потім завантажують суміш вапняку і
конвертерного шлаку

У результаті усувається додаткова і трудоміс-
ка операція змішування вапняку і конвертерного
шлаку з рудою і скорочується тривалість завалки

З іншої сторони при наявності вологи в окис-
лювачах остання встигає перейти в газову фазу
при завалці наступних порцій суміші шлаку і вап-
няку. Процес змішування вапняку і шлаку спрощу-
ється, тому що здійснюється одночасно з двох
окремих бункерів в одну мульду

Крім того, зниження витрати окислювача в за-
валку дозволяє виключити бурхливе реагування
окислювача з рідким вуглецевмістким металом,
що супроводжується викидами

При недоліку окислювача в завалку процес
легко регулюється присадками окислювача або
продувкою розплаву киснем

Пропоноване співвідношення компонентів є оптимальним забезпечує найбільший вихід придатного металу, зниження питомих витрат палива і вапна або вапняку в період доведення

Пропонована частка конвертерного шлаку, рівна 3, є оптимальною, тому що збільшення частки конвертерного шлаку, що завантажується в завалку, є нерациональним у зв'язку зі збільшенням його виходу, зниженням виходу придатного і підвищенням витрати вапна і палива, а зменшення кількості шлаку приводить до зниження окислювальної здатності первинного шлаку і його реакційної здатності

При збільшенні частки наданого в завалку вапняку збільшується його витрата і погіршуються умови дефосфорації металу, а при зменшенні частки вапняку збільшується кількість шлаку, і втрати тепла зі шлаком, що збігає, а також за рахунок

зниження його кількості CO_2 , який виділяється, знижується інтенсивність перемішування металу і шлаку і погіршується теплопередача від факела до металу

Пропонована послідовність операцій оптимізує умови використання конвертерного шлаку в завалку, тому що знижується трудомісткість і тривалість операції змішування компонентів і стабілізуються процеси взаємодії флюсів з металом

Приклад здійснення пропонованого способу

Іспити пропонованого і відомого способів проводили в мартенівських печах садкою 650, 750 і 900т меткомбінату ім. Ілліча

Технологічні параметри виплавки стали в основній мартенівській печі приведені в таблиці 2

Техніко-економічні показники плавки за пропонованим і відомим способами використання конвертерного шлаку в завалку приведені в таблиці 3

Таблиця 2-Технологічні параметри дослідних плавки із використанням конвертерного шлаку за пропонованим і відомим варіантами

Спосіб використання конвертерного шлаку	Кількість плавки, шт.	Витрата, т		Додано у завалку, кг/т			Разом, т	Тривалість періодів плавки, год.						Основність шлаку	
		чавуну	брухту	вапняк	конвертерний шлак	окислювачів		заправка	завалка і прогрів	злив чавуну і плавлення	доведення і розкислення	ви-пуск	уся плавка	після повного розплавлення	перед випуском
Пропонований	45	545	339	35,3	17,7	5,9	943	0,35	4,97	2,83	2,17	0,58	10,9	1,43	2,1
Відомий	7	489	347	21,2	31,8	10,6	900	0,33	4,17	3,66	2,34	0,50	11,0	1,26	1,9

Таблиця 3 – Техніко-економічні показники плавки при використанні конвертерного шлаку у завалку за пропонованим і відомим варіантами

Спосіб виплавки сталі у мартенівській печі		Співвідношення компонентів, у частках			Питома витрата матеріалів на плавку, кг / т					Вміст елементів у металі, %			Кількість шлаку, кг / т	Витрата вапна, кг/т	Вихід придатного, %	Продуктивність, т/год.
		конвертерний шлак	вапняк	окислювачі	конвертерний шлак	вапняк	окислювачі	умовне паливо	заправні матеріали	вуглець, $\{C\} \cdot 10^2$	фосфор, $\{P\} \cdot 10^3$	сірка, $\{S\} \cdot 10^3$				
Відомий		3	2	1	31,8	21,2	10,6	99,2	0,034	93	15	39	178	43	92,2	70,2
Пропонований Оптимізований	1	3	7,5	1	15,4	38,4	5,1	93,4	0,0328	113	12	35	140	34	94,6	75,9
	2	3	6,0	1	17,7	35,3	5,9	93,2	0,0327	111	8	35	146	32	94,9	77,0
	3	3	4,5	1	20,8	31,2	6,9	93,4	0,0326	102	10	36	155	33	94,4	71,6
Вихід за межами	4	2,9	7,7	0,9	15,7	38,6	4,6	94,0	0,326	100	14	36	139	36	94,0	70,8
	5	3,1	4,2	1,2	20,0	30,4	8,3	95	0,033	99	12	38	156	39	93,3	70,0

Порівняльний аналіз результатів проведення дослідних плавів показав, що пропонувані варіанти у порівнянні з відомим забезпечує зниження витрат палива на 10 - 15%, заправних матеріалів на 0,0012 - 0,0014 кг/т сталі, вапна на 9 - 10 кг/т або

додатково вапняку на 10 - 15%, вмісту сірки в металі по розплавлюванню шихти на 0,003 - 0,004%, трудомісткості підготовки матеріалів до завалки, підвищення виходу придатного на 2,2 - 2,7% і продуктивності печі на 6,6%