



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59877 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C21B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВЕДЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

1

2

(21) u201009095

(22) 20.07.2010

(24) 10.06.2011

(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.

(72) БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, МАТВИ-
ЄНКОВ СЕРГІЙ АНАТОЛЬОВИЧ, МЕРКУЛОВ ВА-
ЛЕРІЙ ГРИГОРОВИЧ, КЛИМАНЧУК ВЛАДИСЛАВ
ВЛАДИСЛАВОВИЧ, КОСОЛАП МИКОЛА ВОЛО-
ДИМИРОВИЧ, ЛАРІОНОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІ-
ЙОВИЧ, ДОЛЯ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, РАЙ-
ХЕЛЬ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, ПОКОТИЛОВ
ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ПУДАК ВАЛЕРІЙ
АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МА-
РІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ.
ІЛЛІЧА"

(57) Спосіб ведення доменної плавки, що включає
завантаження коксу і рудної частини шихти, конт-
роль тепломасообмінних процесів в металоприй-

мачі з урахуванням циклів "накопичення-випуск"
рідких продуктів плавки і явищ заростання стінок
металоприймача гарнісажем, наслідком чого є
горіння фурм, часте відкриття клапана "снорт" і
втрата продуктивності, який **відрізняється** тим,
що в рудну частину шихти замість сирової залізної і
марганцевої руд, для підвищення вмісту марганцю
до 0,5÷0,7%, з вмістом вологи 1,0÷2,0%, додають
щебінь з шлаку виробництва силікомарганцю фра-
кцією 40-70 мм, з розрахунку 40-60 кг/т чавуну,
наступного хімічного складу в %:

Mn	14÷18
Fe	2,0÷2,5
SiO ₂	42÷43
CaO	22,0÷23,0
MgO	3,5÷4,0
Al ₂ O ₃	6,0÷7,0
S	0,7÷0,8
P	1,0÷1,1

Корисна модель "Спосіб ведення доменної плавки" належить до чорної металургії і може бути використаною для ведення процесу доменної плавки, а також подальшого значущого підвищення ефективності виробництва сталі в конвертерному цеху. Відомий спосіб діагностики тепломасообмінних процесів в металоприймачі з урахуванням контролю циклів "накопичення-випуск" рідких продуктів плавки [1], оснований на свідченнях спеціальних термоблоків УДТП-2, встановлених у футерування металоприймача доменної печі. Інформація про цикли "накопичення-випуск" рідких продуктів плавки дозволяє спостерігати ступінь наповнення і спорожнення металоприймача рідкими продуктами плавки, заростання стінок металоприймача гарнісажем і визначати ступінь дії на процес доменної плавки технологічних заходів зі стабілізації роботи доменної печі з боку технологів.

Мета здійснення своєчасного і ефективного "промивання горна" і металоприймача від гарнісажа, засміченості низькоміцним коксом, очищення доменної печі від надлишку лугів, створення сприятливих умов для знесірчення чавуну і отримання

значущого позитивного ефекту при виробництві сталі.

Поставлена авторами задача вирішується тим, що спосіб ведення доменної плавки, що включає завантаження коксу і рудної частини шихти, контроль тепло-масообмінних процесів в металоприймачі з урахуванням циклів "накопичення-випуск" рідких продуктів плавки і явищ заростання стінок металоприймача гарнісажем, наслідком чого є горіння фурм, часте відкриття клапана "снорт" і втрата продуктивності, який відрізняється тим, що в рудну частину шихти замість сирової залізної і марганцевої руди, для підвищення вмісту марганцю до 0,5÷0,7%, з вмістом вологи 1,0÷2,0%, додають щебінь з шлаку виробництва силікомарганцю фракцією 40-70 мм, з розрахунку 40-60 кг/т чавуну, наступного хімічного складу в %:

Mn	14÷18;
Fe	2,0÷2,5;
SiO ₂	42÷43;
CaO	22,0÷23,0;
MgO	3,5÷4,0;
Al ₂ O ₃	6,0÷7,0;
S	0,7÷0,8;

(13) U

(11) 59877

(19) UA

P 1,0÷1,1.

На Фіг.1 представлені реєстрації циклів "накопичення-випуск" рідких продуктів плавки на ДП №5 ПАО «ММК ім. Ілліча». Один цикл "накопичення і випуску" має вигляд півхвилі з висхідною лінією, реєструючою накопичення рідких продуктів плавки, і низхідною реєструючою випуск.

На Фіг.2 (а) на нижньому "перегині", у кінці випуску, при заростанні стінок металопримача гарнісажем видно постійні включення клапана "снорт". Запис показань термоліка має вигляд низхідної лінії з явищами підйому і подальшого опускання у кінці кожного випуску. На практиці "промивання" горна виконують за допомогою добавок в шихту сирової залізної або марганцевої руди. Після "промивання горна" випуски закінчувалися рівним сходом шихти і "продуванням печі". На Фіг.2 (б) видно збільшення амплітуди сигналу.

Технічна суть пропонованого технічного рішення полягає у використанні для "промивання горна" на доменних печах дешевого, відсортованого щебеню з шлаку виробництва силікомарганцю замість вологої (10-12% вологи), дорогої, несприятливої по гранулометрії марганцевої і залізної руди. Щебінь шлаку виробництва силікомарганцю (ШВС) на відміну від марганцевої руди є відмінним розпушувачем шихти, що обумовлює кращу газодинаміку шихти і зменшує винесення шихти з печі.

Він не змерзається, що дозволяє без проблем використовувати його взимку. Високе змерзання Mn руди ускладнює організацію завантаження нею доменних печей.

ШВС у порівнянні Mn рудою має менший інтервал розм'якшення 1090-1140°C і нижчу протяжність в'язкопластичної зони 0,5 м проти 4 м. Велика протяжність в'язкопластичної зони Mn руди негативно впливає на схід шихтових матеріалів, а на периферії може бути причиною налипання шихтових матеріалів на стінки футерування. При нагріванні в доменній печі Mn руда в результаті фазових перетворень руйнується з утворенням великої кількості дрібниць, що погіршує газодинаміку і, кінцевому рахунку, веде до втрати виробництва і перевитрати коксу. Марганець з ШВС на 5-10% краще утилізувався в печі. При загальному приході лугів в домену піч із звичайною шихтою 11 кг на 1 т. чавуну, доля їх приходу з ШВС складає 1-1,2 кг/т. Сам же ШВС, як висококремнеземистий матеріал (SiO_2 - 42-45%) з долею глинозему 6-7% є радикальним "очисником" доменних печей від надлишку лугів, циркулюючих в їх об'ємі. Він, переводячи надлишок лугів в шлак у вигляді міцних алюмосилікатів (типу $\text{nK}_2\text{O} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$), збільшує долю лугів в шлаку на 20-30% відносно і покращує його рідинорухомість, забезпечуючи сприятливі умови для знесірчення чавуну.

MnO розріджує шлак і сприяє його здатність поглинати сірку, а Mn в чавуні сприяє саморафінуванню металу. Взаємодіючи з сіркою з утворенням MnS, марганець знижує зміст S в чавуні. ШВС на відміну від Mn руди ефективніший для "кислих промивань", що особливо важливо при надходженні на печі низькоміцного коксу, що є джерелом нагромадження горна коксовим сміттям.

Економічний ефект в результаті заміни марганцю, що вводиться в доменні печі з Mn руди дешевшим марганцем з ШВС підтверджується досвідом роботи доменних цехів України. Основний позитивний ефект введення марганцю до складу чавуну позначається при виплавці сталі. Збільшення змісту Mn в чавуні дозволяє понизити витрату дорогих SiMn або FeMn. Велика частина Mn окислюється і переходить в шлак. Проте потім відбувається часткове зворотне відновлення марганцю з шлаку в метал. Зрештою в сталі залишається 40-60% марганцю чавуну. MnO, переходячи в шлак, сприяє посиленню його здатності до знесірчення і при виплавці сталі.

З теорії і практики конвертерного виробництва сталі відомо, що при підвищенні вмісту марганцю в чавуні до оптимальних меж 0,5-0,7% покращується ряд показників, у тому числі:

- скорочується питома витрата марганцевих феросплавів і алюмінію за рахунок підвищення змісту в металі після продування марганцю і, відповідно, зниження окисленості металу;

- покращується шлакоутворення в конвертері за рахунок підвищення змісту в шлаку оксиду марганцю, внаслідок чого скорочується витрата плавикового шпату, витрата і знос футерування, а також знижується зміст сірки в металі після продування в результаті поліпшення десульфурзації металу;

- зростає тепловий потенціал конвертерної плавки, внаслідок чого створюються умови для підвищення вмісту вуглецю в металі після продування і зниження його окисленості і для скорочення питомої витрати чавуну.

Відомо, що для підвищення вмісту марганцю в металі після продування на 0,01% вміст марганцю в чавуні необхідно збільшити на 0,05%. Виходячи з цього витікає, що для підвищення вмісту марганцю в металі після продування з 0,1 до 0,16% необхідно збільшити вміст марганцю в чавуні з 0,26 до 0,6%. В результаті збільшення вмісту марганцю в металі після продування з 0,1 до 0,16 % і оксиду марганцю в шлаку з 2 до 6%, питома витрата чистого марганцю зменшується відносно норми на 8% - 0,96 кг/т.

Таким чином додаткове введення в шихту доменних печей щебеню з шлаку виробництва силікомарганця (ШВС) фракцією 40-70 мм по ТУ У 14-16-145-98 дозволяє вирішувати проблему "промивання горна" в доменній печі і отримати економічний ефект при виплавці сталі в конвертері. Хімічний склад ШВС, %

Mn	14÷18;
Fe	2,0÷2,5;
SiO_2	42÷43;
CaO	22,0÷23,0;
MgO	3,5÷4,0;
Al_2O_3	6,0÷7,0;
S	0,7÷0,8;
P	1,0÷1,1.

Вміст вологи 1,0-2,0%.

Для ефективної економії феросплавів в конвертерному виробництві необхідно мати Mn в чавуні 0,55÷0,7%.

У шихту доменної печі необхідно подати 40-60 кг/т чавуну Mn шлаку ШВС фр. 40-70 мм із змістом Mn - 16% за ціною 103 грн. за тонну або карбонатною Mn рудою 20 кг/т чавуну за ціною 1400 грн. за тонну.

При подачі руди витрати складуть $(1400 \times 20) : 1000 = 28$ грн./т чавуну.

При подачі шлаку $(103 \times 40) : 1000 = 4,12$ грн./т чавуну.

Економія при виробництві 1 млн. т чавуну складе:

$$(28 - 4,12) \times 1000\,000 = 23\,880\,000 \text{ грн.}$$

При збільшенні змісту Mn в чавуні до 0,6% економія феросплавів складе 8% або 0,96 кг/т при вартості 15000 грн./т.

Додаткова економія складе $(0,96 \times 15000) : 1000 = 14,4$ грн./т.

При виробництві 1000 000 сталі додаткова економія складе 14 400 000 грн.

Загальна економія складе 23 880 000 грн. + 14 400 000 грн. = 38 280 000 грн.

Джерела інформації:

1. Косолап М.В. та ін. Автоматична система діагностики тепло-масообмінних процесів в металоприймачі і регулювання теплового режиму горна з урахуванням циклів "накопичення-випуск" продуктів плавки. Сталь, №4, 2010, с. 26.