



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48725 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C21C 7/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ РОЗКИСЛЕННЯ КИПЛЯЧОЇ ТА НАПІВСПОКІЙНОЇ СТАЛІ У КОВШІ

1

2

(21) u200911706

(22) 16.11.2009

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл.№ 6, 2010 р.

(72) МАТВІЄНКОВ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ПРАХНІН В'ЯЧЕСЛАВ ЛЕОНІДОВИЧ, ШЕБАНИЦЬ ЕДУАРД МИКОЛАЙОВИЧ, ІВАШИНА ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ, КАТЕНЬОВ ФЕДІР МАТВІЙОВИЧ, ГОДИНСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, ФЕНТИСОВ ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ, КОВАЛЬ СЕРГІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, КЛАДІТІ ГЕОРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛЛІЧА"

(57) Спосіб розкислення киплячої та напівспокійної сталі в ковші, що включає виплавку сталі у великовантажній мартенівській печі, випуск сталі в декілька сталерозливних ковшів і її розкислення в ковшах під час випуску з використанням дозуючих бункерів з регульованою масою феромарганцю, яку подають у ківш, який відрізняється тим, що розкислення проводять у два етапи, при цьому на першому етапі, до початку плавки, проводять завантаження в бункери феромарганцю в кількості, визначеній за формулою:

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{зав. ант.}} = \frac{[\% \text{Mn}]_{\text{опт.}}^{\text{макс}} \times M_{\text{нп.}} \times K_{\text{зап.}}^{\text{макс}}}{N \times \% \text{Mn}_{\text{FeMn}} \times K_{\text{засв.}}},$$

де  $[\% \text{Mn}]_{\text{опт.}}^{\text{макс}}$  - максимальне значення вмісту марганцю в готовій киплячій сталі в оптимальному інтервалі його концентрацій, %;

$M_{\text{нп.}}$  - номінальна паспортна ємність мартенівської печі, т;

$K_{\text{зап.}}^{\text{макс}}$  - максимальний коефіцієнт заповнення ковша металом;

$N$  - кількість ковшів на випуску, шт;

$\% \text{Mn}_{\text{FeMn}}$  - сертифікатний вміст марганцю у феромарганці, %;

$K_{\text{засв.}}$  - середньостатистичний коефіцієнт засвоєння марганцю металом у ковші,

а на другому етапі, перед вводом феромарганцю з бункера у ківш, проводять коректування маси порції феросплаву, яку подають у ківш, на величину, визначену за формулою:

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{кор.}} = \frac{[\% \text{Mn}]_{\text{ост.}} \times M_{\text{нп.}} \times K_{\text{зап.}}^{\text{оч}}}{N \times \% \text{Mn}_{\text{FeMn}} \times K_{\text{засв.}}},$$

де  $[\% \text{Mn}]_{\text{ост.}}$  - фактичний вміст марганцю в металі, визначений в останній пробі з печі перед випуском, %;

$K_{\text{зап.}}^{\text{оч}}$  - очікуваний коефіцієнт заповнення ковша металом, визначений візуально по різниці рівнів наповнення ковшів металом до початку вводу феромарганцю у ківш.

Корисна модель відноситься до чорної металургії, зокрема, до розкислення киплячої або безкремністої напівспокійної сталі під час її випуску з великовантажних мартенівських печей у кілька ковшів і може бути використана в сталеплавильному виробництві.

Відомий спосіб розкислення киплячої сталі у ковші, який включає, в себе випуск із мартенівської печі в ківш не розкисленого або частково розкисленого металу, присадку в ківш під час його наповнення феромарганцю з розрахунку одержання в готовій сталі марганцю в заданих межах з урахуванням залишкового марганцю в металі на випуску і розливання отриманої сталі в виливниці (Л.М. Морозов, Л.І. Строганов. Розкислення мартенівсь-

кої сталі. Металургіздат, Москва, 1955р. стор. 149-159).

Недоліками цього способу є підвищена витрата феромарганцю та значний розкид змісту марганцю в готовій сталі при однотипних умовах її розкислення, що негативно позначається на собівартості сталі та якості злитків.

Найбільш близьким до запропонованого способу по технічній сутності та ефектові, який досягається, є спосіб ковшового розкислення киплячої та напівспокійної сталі, яка випускається з мартенівської печі, при якому уведеним феромарганцю в ківш здійснюють рівномірне за допомогою бункерів-дозаторів, обладнаних пристроями, що зважують та регулюють вагу, швидкість та тривалість

(13) U

(11) 48725

(19) UA

уведення розкислювача (Технологічна інструкція ТІ-226-СТ.М-01-92 "Виплавка сталі в мартенівських печах". МК "Запоріжсталь", 1993р. с.43-47).

Приведений спосіб дозволяє знизити витрату феромарганцю на розкислення киплячої сталі в ковші та одержати вміст марганцю в готовому металі в білих вузьких межах.

Однак поряд із зазначеними перевагами цей спосіб має ряд недоліків, основним з яких є значна імовірність одержання різного вмісту марганцю в металі при випуску сталі в кілька ковшів, що звичайно характерно для великовантажних печей з ємністю агрегату більш 300-400т.

Це обумовлено тим, що завантаження бункерів феромарганцем перед плавкою виконують відповідно до розрахунку, формула якого не враховує коефіцієнт можливої нерівномірності розподілу металу по ковшах.

В основу корисної моделі поставлено задачу: у способі розкислення киплячої та напівспокійної сталі в ковші підвищити точність вводу марганцю в метал, який випускається з великовантажної мартенівської печі в кілька ковшів, знизити нерівномірність вмісту марганцю по ковшах, забезпечити економію марганцевмісних розкислювачів при одночасному підвищенні якості злитків, які розливають, та прокату, який одержують з них, а також підвищити вихід придатних слябів на першому переділі, за рахунок того, що розкислення проводять у два стани, а завантаження у бункери проводять згідно формул.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі розкислення киплячої та напівспокійної сталі в ковші, що включає в себе виплавку сталі у великовантажній мартенівській печі, випуск сталі в декілька сталерозливних ковшів та розкислення її в ковшах під час випуску з застосуванням дозуючих бункерів, здатних регулювати масу феромарганцю, яку подають в ківш, відповідно до корисної моделі, розкислення сталі проводять у два етапи, при цьому на першому етапі, до початку плавки, проводять завантаження у дозуючі бункери феромарганцю в кількості, визначеній за формулою:

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{зав ант}} = \frac{[\% \text{Mn}]_{\text{опт}}^{\text{макс}} \times M_{\text{нп}} \times K_{\text{зап}}^{\text{макс}}}{N \times \% \text{Mn}_{\text{FeMn}} \times K_{\text{засв}}}$$

де  $[\% \text{Mn}]_{\text{опт}}^{\text{макс}}$  - максимальне значення вмісту марганцю в готовій киплячій сталі в оптимальному інтервалі його концентрацій, %;

$M_{\text{нп}}$  - номінальна паспортна ємність мартенівської печі, т;

$K_{\text{зап}}^{\text{макс}}$  - максимальний коефіцієнт заповнення ковша металом;

$N$  - кількість ковшів на випуску, шт.;

$\% \text{Mn}_{\text{FeMn}}$  - сертифікатний вміст марганцю у феромарганці, %;

$K_{\text{засв}}$  - середньостатистичний коефіцієнт засвоєння марганцю металом у ковші,

а на другому етапі перед введенням феромарганцю з бункера в ківш проводять коректування маси порції феросплаву, яку подають у ківш, на величину, визначену за формулою:

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{кор}} = \frac{[\% \text{Mn}]_{\text{ост}} \times M_{\text{нп}} \times K_{\text{зап}}^{\text{оч}}}{N \times \% \text{Mn}_{\text{FeMn}} \times K_{\text{засв}}}$$

де  $[\% \text{Mn}]_{\text{ост}}$  - фактичний вміст марганцю в металі, визначений в останній пробі з печі перед випуском, %;

$K_{\text{зап}}^{\text{оч}}$  - очікуваний коефіцієнт заповнення ковша металом, визначений візуально по різниці рівнів наповнення ковшів металом до початку вводу феромарганцю у ківш.

Загальними з найбільш близьким аналогом суттєвими ознаками запропонованого способу є розкислення киплячої сталі феромарганцем у ковші під час випуску з печі та використання дозуючих бункерів з регульованою масою феромарганцю, яку подають у ківш.

Відмінними від найбільш близького аналога суттєвими ознаками є здійснення процесу розкислення у два етапи, у тому числі першого етапу - завантаження у дозуючі бункери розрахункової оптимальної кількості феромарганцю та другого етапу - дозованої присадки феромарганцю в ківш з урахуванням оперативного коректування маси в залежності від фактично залишкового вмісту марганцю в металі, який спостерігається у печі.

Між суттєвими ознаками запропонованого способу та технічним результатом, що досягається, знаходиться причинно-наслідковий зв'язок.

Завантаження на першому етапі у дозуючі бункери максимальної розрахункової кількості феромарганцю дозволить створити в бункері достатній запас феросплаву, який забезпечить оптимальний ввід марганцю в метал з урахуванням коректування.

Другий етап вводу феромарганцю в ківш з обліком його реального залишкового вмісту в металі дозволить точно дозувати присадку феросплаву з бункера-дозатора, що забезпечить його економію витрату при підтримці оптимальних кінцевих вмістів марганцю в готовому металі, і як слідство, при більш високих показниках якості злитків та одержуваного з них прокату.

Запропонований спосіб випробувано на 900-топних мартенівських печах ВАТ "ММК ім. Ілліча" при виплавці низьковуглецевої киплячої сталі марки 08кп, яку розливають у два ковші ємністю 480т кожен та розкислюють у ковшах феромарганцем марки ФМН78 після їх заповнення металом на 20-30% номінальної висоти.

Феромарганець у кожний з ковшів вводять зі спеціально спроектованих дозуючих бункерів, які дозволяють точно зважувати та дозувати масу феросплавів, яку вводять у ковші.

Дозуючі бункери, встановлені на задній площадці печі біля кожного ковша, до початку плавки заповнюють феромарганцем виходячи з розрахунку по формулі:

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{зав ант}} = \frac{0,36 \times 900 \times 1,10}{2 \times 80,5 \times 0,7} = 3,16 \text{ т у кожен бун-}$$

кер

де 0,36 - максимальний вміст марганцю в оптимальному інтервалі його значень для готової киплячої сталі марки 08кп, %;

900 - номінальна паспортна ємність печей, т;

1,10 - максимальний коефіцієнт заповнення ковшів металом;

80,5 - сертифікатний вміст марганцю у феро-марганці, %;

0,70 - середньостатистичний коефіцієнт засвоєння марганцю металом у ковшах ємністю 350-480т при розкисленні в них мартенівської сталі 08кп.

Після заповнення ковшів металом на 1/5-1/4 висоти візуально визначали різницю рівнів розплаву в ковшах, після чого установлювали очікуваний коефіцієнт заповнення кожного з ковшів металом (середньостатистичний коефіцієнт заповнення звичайно знаходиться в межах 0,90-1,10).

Коефіцієнт заповнення ковшів приймали виходячи з умов:

а) при значній різниці рівнів - 1,10 у випереджувальному та, відповідно, 0,90 у відстаючому ковшах;

б) при незначній різниці рівнів - відповідно 1,05 та 0,95.

в) при приблизно однакових рівнях - 1,0 для обох ковшів.

В умовах іспитів коректування маси присадки розраховували по формулі:

а) у випереджувальному ковші

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{корр.}} = \frac{0,10 \times 900 \times 1,05}{2 \times 80,5 \times 0,7} = 0,84 \text{ т}$$

б) у відстаючому ковші

$$M_{\text{FeMn}}^{\text{корр.}} = \frac{0,10 \times 900 \times 0,95}{2 \times 80,5 \times 0,7} = 0,76 \text{ т}$$

де 0,10 - фактичний вміст марганцю в металі, який визначено у останній пробі з печі перед випуском, %;

1,05 і 0,95 - очікувані коефіцієнти заповнення металом випереджувального та відстаючого ковша відповідно.

За відняттям маси коректування із бункерів у ковші присаджували відповідно 2,32т та 2,40т феро-марганцю, залишок у бункерах склав 0,84 і 0,76т.

Вміст марганцю в готовій сталі за результатами хімічного аналізу ковшових проб був 0,34% та

0,35% відповідно у випереджувальному та відстаючому ковшах, що знаходилось близько до розрахункового значення.

У порівняльних ковшах на аналогічній плавці з бункерів старого зразка, які не дозволяють зважувати та точно дозувати присадку феро-марганцю, вводили в обидва ковші по 2,5т попередньо завантаженого феро-марганцю без обліку залишкового його вмісту в металі (0,08%) і різниці маси металу по ковшах (близько 6%), у результаті чого вміст марганцю в ковшах склав 0,39 і 0,42%.

При цьому на плавку було перевитрачено близько 0,25т феросплаву, а метал другого ковша при розливі в виливниці кипів погано, що обумовило високий рівень додаткової обрізи на першому переділі злитків та значне підсорткування гарячекатаних рулонів по рваній крайці в листопрокатному цеху.

Як видно з приведених результатів, оптимальний технологічний ефект, який виражається в мінімальній витраті феро-марганцю при виплавці киплячої сталі, найменшому розкіді вмісту марганцю в готовій сталі по ковшах та мінімальних рівнях додаткової обрізи слябів і підсорткування рулонного прокату по відношенню до аналогічних характеристик прототипу, досягається повною мірою тільки при збігу фактичних параметрів технології розкислення з ознаками запропонованого способу.

Використання запропонованого способу розкислення киплячої та напівспокійної сталі в ковші дозволить знизити витрату феро-марганцю при ковшовому розкисленні киплячої сталі, яка випускається з мартенівської печі у декілька сталерозливних ковшів, одержати вміст марганцю в готовій сталі кожного ковша у вузьких оптимальних межах, що забезпечить нормальне кипіння сталі в виливницях, та підвищити якість злитків і прокату з них.

Очікуваний економічний ефект від впровадження способу розкислення киплячих та напівспокійних низькокремнистих (які розкислюють алюмінієм у виливницях) сталей складає більш 2,5млн грн. у рік.