



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77545 (13) C2

(51) МПК (2006)

C21C 7/072

C21C 7/064

C21C 7/04

B22D 1/00

B22D 11/117 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕМІШУВАННЯ СТАЛІ В КОВШІ

1

(21) 20041210939
(22) 29.08.2002
(24) 15.12.2006
(86) PCT/RU02/00400, 29.08.2002
(31) 2002108332
(32) 03.04.2002
(33) RU
(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.
(72) Шумахер Евалд, DE, Хлопонін Віктор Ніколаєвич, RU, Шумахер Едгар, DE, Зінковскій Іван Васильєвич, RU
(73) ТЕХКОМ ІМПОРТ-ЕКСПОРТ ГМБХ, DE
(56) SU, 557 867, A, 15.05.1977
SU, 1 024 509, A, 23.06.1983
SU, 1 615 192, A1, 23.12.1990
RU, 2 023 017, C1, 15.11.1994
RU, 2 132 394, C1, 27.06.1999
RU, 2 197 540, C2, 27.01.2003
CN, 1 294 199, A, 09.05.2001
FR, 2 506 332, A1, 26.11.1982
US, 3 791 813, A, 12.02.1974
JP, 62-0350018, A, 23.08.1994
Н. Эль-Каддах, Дж. Зекели. Турбулентность и перемешивание в технологических процессах ковшовой металлургии. Инжекционная металлургия

2

83. пер. с англ. Под ред д.т.н. М.Ф. Сидоренко. - М.: Металлургия, 1986, с.90-91, 140-145

Ю.М. Кузнецов. Способ интенсификации перемешивания металла в ковше при продувке газом./ Сталь, № 12, 1999, с. 17-19

(57) 1. Спосіб перемішування сталі в ковші, що включає продувку сталі знизу газом або газопорошковою сумішшю через передбачені принаймні два продувальних пристрої, що розташовані на діаметрально протилежних сторонах ковша, який відрізняється тим, що продувку здійснюють по чергово, спочатку через один з пристроїв, що розташований на одній стороні ковша, потім через другий, що знаходиться на другій стороні ковша, при цьому в продувальному пристрої, через який в даний момент не проводять продувку підтримують тиск, що виключає затікання в нього металу.

2. Спосіб перемішування сталі в ковші за п. 1, який відрізняється тим, що період зміни роботи продувальних пристроїв збільшують із збільшенням маси сталі в ковші.

3. Спосіб перемішування сталі в ковші за п. 1, який відрізняється тим, що при переключенні подачі газу або газопорошкової суміші з одного продувального пристрою на інший об'єм газу, що подають, зберігають незмінним.

Винахід відноситься до способів позапічної обробки рідинного металу в ковші у чорній металургії.

Відомо, що за позапічною обробкою сталі інертний газ (аргон) і технологічні порошки подають у розплав або через занурені у розплав фурми, або через встановлені у днищі ковша спеціальні пробки.

Важливе значення у процесі позапічної обробки металу у ковші є інтенсифікація процесу перемішування металу, що дозволяє скоротити час обробки сталі. Гомогенізація розплаву прискорює

процеси розкислення, видалення неметалевих включень, а також десульфурзації і дефосфорації сталі, що забезпечує досягнення цілей ковшової металургії.

Відомий спосіб інтенсифікації перемішування металу в ковші шляхом збільшення витрат газу на продувку. У відомому способі газ подають через фурму типу «повний штопор», а для виключення розбризкування металу при підвищеній подачі газу використовують дискову торцеву частину (екран) на штопорі [див, наприклад, Сталь. №12. 1999, с.17-19].

(13) C2

(11) 77545

(19) UA

Основний недолік способу - це спроба рішення задачі інтенсифікації перемішування металу шляхом збільшення витрати газу. До того ж, перемішуванням у цьому випадку не охоплюється більша частина металу ковша, особливо його придонні зони. У сукупності те, що відзначено, знижує ефективність відомого способу у вирішенні поставленої задачі.

Відомий спосіб перемішування сталі в ковші, що включає введення в сталь розчинного газу, який при вакуумуванні виділяється в сталі (як у газованій воді) у вигляді дрібних пухирців, що спливають на поверхню ванни [див., наприклад «Сталеплавильное производство на пороге третьего тысячелетия», приложение 7 к журналу «Новости черной металлургии за рубежом», 2000, стр.25].

Основний недолік відомого способу у його великих витратах, в тому числі з-за необхідності використання циркуляційного вакууміровання [процес NK-PERM фірми "Nippon Kokan"].

Відомий спосіб перемішування сталі в ковші, що включає її перемішування електромагнітними силами [див. наприклад, «Инжекционная металлургия». Пер. с англ. под ред. Сидоренко М.В., М., «Металлургия», 1986, с.90].

Основний недолік способу - висока вартість обладнання, що використовується, за відносно низький ефект перемішування.

Відомий спосіб перемішування сталі в ковші, що включає продувку сталі знизу газом або газопорошковою сумішшю через продувальні пристрої, що розташовані у нижній частині ванни, і принаймні один з яких зміщений від центру ковша [див., наприклад, вказане джерело «Инжекционная металлургия», с 142-143 и рис.12]. Хоча при реалізації відомого способу перевагу віддають подачі газу або газопорошкової суміші через спеціальні пробки у днищі ковша, його реалізація не виключає подачу вказаних складових через занурену фурму (фурми).

За суттєвими ознаками цей відомий спосіб перемішування металу в ковші шляхом подачі газу/газопорошкової суміші є найбільш близьким до пропонуємого, тому прийнятий за прототип.

Відомому способу присутній недолік: у процесі продувки сталі газом/газопорошковою сумішшю метал не у однаковому ступені перемішується по об'єму ковша. Інтенсивному перемішуванню насамперед піддаються ділянки рідинного металу, що розташовані на шляху надходження в сталь газу/газопорошкової суміші (найбільш активна зона). По мірі наближення газу/газопорошкової суміші до поверхні металу в ковші ці ділянки розширюються, проходять у верхні шари ванни (втрачаючи швидкість) та у вигляді послаблених низпадаючих потоків опускаються вниз від поверхні. Природно, картина руху перемішуємого металу, що відзначена, суттєво знижує ефективність перемішування сталі, так як повільно охоплює весь об'єм металу в ковші і особливо придонні зони ванни. У сукупності поставлена задача прискорення гомогенізації складу металу не досягається, процес потребує підвищених витрат газу і особливо часу, якого в реальному технологічному потоці виробництва сталі в основному не вистачає.

Спосіб перемішування металу в ковші, що

пропонується, вільний від вказаних недоліків. У ньому суттєво розширена активна зона охоплення газом/газопорошковою сумішшю об'єму металу, за рахунок чого скорочений час досягнення гомогенізації розплаву металу без збільшення кількості газу, що подається, тобто вирішена технічна задача інтенсифікації перемішування сталі в ковші при її продувці газом/газопорошковою сумішшю.

Перераховані технічні результати досягаються за рахунок того, що в способі перемішування сталі в ковші, що включає продувку сталі знизу газом або газопорошковою сумішшю через передбачені принаймні два продувальних пристрої, що розташовані на діаметрально протилежних сторонах ковша, згідно винаходу, продувку здійснюють по чергово-спочатку через один з пристроїв, що розташований на одній стороні ковша, потім через другий, що знаходиться на іншій стороні ковша, при цьому в продувальному пристрої, через який в даний момент не проводять продувку, підтримують тиск, що виключає затікання в нього металу. Період зміни роботи продувальних пристроїв збільшують із збільшенням маси сталі в ковші, а при переключенні подачі газу або газопорошкової суміші з одного продувального пристрою на інший, об'єм газу, що подається, зберігають незмінним.

Спосіб перемішування металу в ковші, що пропонується, шляхом продувки газом або газопорошковою сумішшю пояснений схематичними кресленнями.

На Фіг.1 показаний ківш з металом, в якому передбачено два продувальних пристрої у вигляді пробок у дні ковша; на Фіг.2 - аналогічний ківш зображений з двома продувальними пристроями у вигляді фурм; на Фіг.3 - вид по А на Фіг.1; на Фіг.4 - вид по А на Фіг.2. При цьому мінімальне число продувальних пристроїв в ковші дорівнює двом.

Сталерозливний ківш 1 наповнений рідинною сталлю 2. В дні ковша (Фіг.1) передбачено принаймні два пристрої 3, діаметрально розташовані по різні сторони ковша 1 (Фіг.3). Число цих пристроїв може бути більшим, але воно парне. В ковші 1 можуть бути встановлені фурми 4, діаметрально розташовані по різні сторони ковша 1. Число фурм може бути й більшим, але воно парне. Газ або газопорошкова суміш 5 подається в ківш відповідно через пробки дні ковша (Фіг.1) або фурми 4 (Фіг.2). Газ та газопорошкова суміш можуть подаватися в ківш окремо, тоді число пристроїв 3 (фурм 4) збільшують до наступного парного числа. На Фіг.1-4 тонкими лініями 6 показані основні потоки металу, що формуються при подачі газу або газопорошкової суміші з однієї сторони ковша, і пунктирними лініями 7-при переключенні продувальних пристроїв. Збільшення числа пробок 1 (фурм 4) в нашому способі не змінює його суттєвості і отримуючого ефекту, але додатково збільшує інтенсивність перемішування сталі, тобто підвищує ефективність (але суттєво ускладнює конструкцію).

Спосіб перемішування сталі в ковші реалізує наступним чином.

В ківш 1 наливають сталь 2. Необхідні для легірування, десульфурзації і дефосфорації сталі елементи вносять в сталь відомим способом або у вигляді порошку через описані пристрої 3 (або 4),

що описані, або тим і другим способом одночасно.

Включають подачу газу (газопорошкової суміші) 5 через пробку 3 (фурму 4), що розташована, наприклад, на малюнках 1-4 ліворуч. Використовують інертний газ, наприклад, аргон. В результаті у ванні метала формують основні потоки, умовно окресленні лініями 6. В цей час в пробці 3 (фурмі 4) на протилежній стороні ковша підтримують тиск газу, що виключає затікання в неї сталі. Через певний час (період) змінюють на протилежний напрямок основних потоків метала в ванні ковша, для чого здійснюють подачу газу (газопорошкової суміші) 5 через пробку 3 (фурму 4), що розташована на протилежній стороні ковша (розташовані на Фіг.1-4 праворуч). Основні потоки метала в ванні починають рухатися приблизно так, як показано пунктиром 7 на Фіг.1-4. Періодичною зміною напрямку руху основних потоків метала 6→7→6 і т.п. суттєво інтенсифікують процес перемішування метала, в результаті протягом більш короткого часу отримують гомогенізовану сполуку сталі в ковші, тобто вирішують поставлену технічну задачу.

Період зміни напрямку подачі газу (газопорошкової суміші) визначають практично. Проте, із збільшенням маси сталі в ковші періодичність вказаної зміни збільшують, так як тільки в цьому випадку потоки металу 6 і 7 мають закінчений вигляд (показаний на Фіг.1 і 2) і реверсування подачі газу (газопорошкової суміші) мінімально буде витрачатися на взаємне гашення.

Існує період зміни напрямку подачі газу, оптимальний для даних умов експлуатації ковша. Зменшення значення цього періоду не рекомендується, так як в об'ємі сталі з'являються зони з неповною гомогенізацією розплаву. Збільшення значення цього періоду допускається і визначається загальним технологічним ритмом виробництва сталі.

Приклад 1.

Холодна модель ковша 1 мала розміри, які показані на Фіг.1. В ківш наливали водопровідну воду 2 висотою 430мм. Ківш був обладнаний трьома платиновими електродами (раніше відтарованими в межах; водопровідна вода-концентрація 0,1% за масою KCl в воді); у нижній частині ковша (відстань 370мм від поверхні води), у середній частині ковша (відстань 220мм від поверхні води) і у верхній частині ковша (відстань 60мм від поверхні води). Всі три електрода відстояли від внутрішньої стінки моделі ковша на відстані 55мм. Крім того, був передбачений пересувний електрод, яким додатково оцінювали гомогенізацію розчину в центрах моделі ковша, його дна і на поверхні води, а також у стиках дна і стінок ковша.

Готували 20% концентрат KCl і в тонкому гумовому шарі опускали його на дно моделі ковша на ділянці біля його стінки, яка розташована на 90° від пристрою 3. Шар розрізали. При цьому 20% концентрат KCl після свого рівномірного розподілу за масою води забезпечував 0,1% за масою концентрацію KCl в воді, на яку були таровані елект-

роди. Застосування шару вносило мінімальне збурення в ванну води.

Газ (повітря) подавали через данні пристрої в кількості 6л/хв. При більшій подачі повітря відбувалося порушення пухирчастого режиму продувки.

При вказаних умовах і продувці повітрям через один з пристроїв 3 без реверсування гомогенний розчин 0,1% за масою концентрації KCl в воді ковша отримали через 84хв, при цьому практично однаковий у всіх додатково вимірних крапках по всій масі розчину.

Приклад 2.

При вказаних в прикладі 1 умовах здійснювали реверсивну подачу повітря з періодом 30сек. При реверсуванні кількість повітря, що подається, зберігали на рівні 6л/хв.

Гомогенний розчин в моделі ковша концентрації, що відмічена, отримали через 35хв, тобто час перемішування у порівнянні з прикладом 1 зменшили в 2,4 рази.

Приклад 3.

При вказаних в прикладах 1 і 2 умовах здійснювали реверсивну подачу повітря з періодом 20сек. Гомогенний розчин в ковші концентрації, що відмічена, отримали через 60хв, тобто у порівнянні з прикладом 1 час перемішування зменшили в 1,4 рази. В об'ємі води 60хв перемішування відмічалися зони з більшою і меншою 0,1% концентрацією KCl в воді, які основні електроди не фіксували.

Приклад 4.

При вказаних в прикладах 1 і 2 умовах здійснювали реверсивну подачу повітря з періодом 10сек. Гомогенний розчин в ковші концентрації, що відмічена, отримали через 84...87хв, тобто у порівнянні з прикладом 1 час перемішування розчину практично зберігся. В кінці перемішування в об'ємі води відмічалися зони з більшою і меншою 0,1% концентрацією KCl в воді, які основні електроди не фіксували.

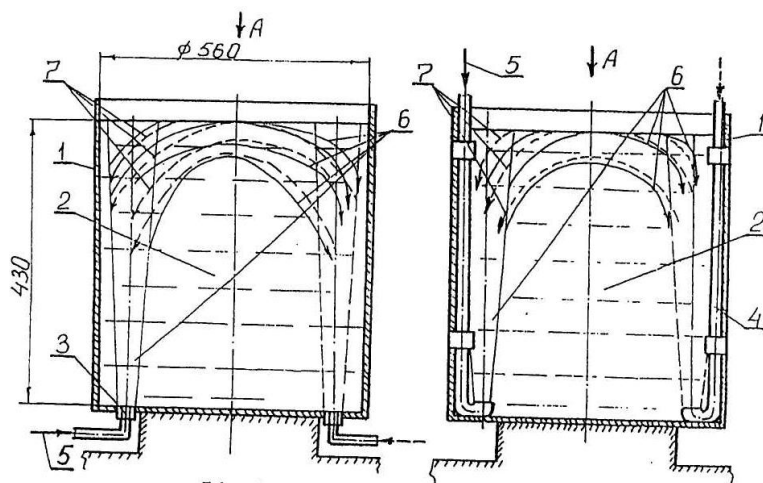
Приклад 5.

При вказаних в прикладах 1 і 2 умовах здійснювали реверсивну подачу повітря з періодом 40сек. Гомогенний розчин в ковші концентрації, що відмічена, отримали через 55хв, тобто у порівнянні з прикладом 1 час перемішування зменшили в 1,5 рази. В об'ємі води були відсутні зони із концентрацією KCl, яка відмітна від 0,1% за масою.

Приклад 6.

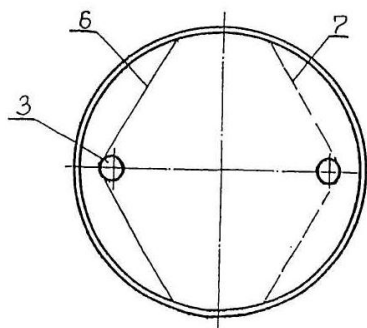
При вказаних в прикладах 1 і 2 умовах здійснювали реверсивну подачу повітря з періодом 50сек. Гомогенний розчин в ковші концентрації, що відмічена, отримали через 60хв, тобто у зрівнянні з прикладом 1 час перемішування зменшили в 1,4 рази. В об'ємі води були відсутні зони з концентрацією KCl, яка відмітна від 0,1% за масою.

Спосіб перемішування сталі в ковші, що пропонується, дозволяє достатньо простою операцією забезпечити суттєву інтенсифікацію процесу перемішування сталі (скорочення часу реалізації) без втрати якості перемішування.

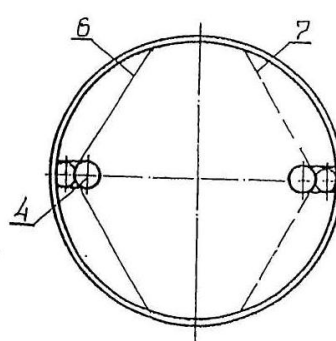


Фиг. 1
Вид по А

Фиг. 2
Вид по А



Фиг. 3



Фиг. 4