



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21242 (13) U
(51) МПК (2006)
C21C 7/00
B22D 11/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ АБО СТРІЧКА

1

(21) u200607718

(22) 10.07.2006

(24) 15.03.2007

(46) 15.03.2007, Бюл. № 3, 2007 р.

(72) Бабанін Анатолій Якович, Паренчук Валерій Васильович, Жуков Володимир Романович, Мажан Анатолій Григорович

(73) Бабанін Анатолій Якович, Паренчук Валерій Васильович, Жуков Володимир Романович, Мажан

(57) 1. Порошковий дріт або стрічка, що складається з оболонки з наповнювачем, причому оболонку виконано зі сталі з низьким вмістом кремнію,

2

який **відрізняється** тим, що як наповнювач використовують у порошкоподібному стані алюмінієвмісний матеріал і Al_2O_3 при наступному співвідношенні компонентів, %:

алюмінієвмісний матеріал	93,0-99,0
Al_2O_3	1,0-7,0.

2. Порошковий дріт або стрічка за п. 1, який **відрізняється** тим, що Al_2O_3 входить до складу алюмінієвмісного матеріалу.

3. Порошковий дріт або стрічка за п. 1, який **відрізняється** тим, що Al_2O_3 вводять у наповнювач у вигляді сполучення Al_2O_3 з металевим алюмінієм.

Запропоноване технічне рішення належить до чорної металургії, зокрема, до процесу розкиснення сталі алюмінієм.

У даний час для розкиснення і коректування в заданих межах залишкового вмісту алюмінію в готовому металі, широко використовують алюмінієві дроти, виготовлені з первинного алюмінію зі змістом останнього 99,0-99,5%. [патент №2092677, Росія, C21C7/00, опубл. 10.10.97., Бюл. №28; патент №2104119. Росія, B22D11/10, опубл. 10.02.98. Бюл. №4].

Використання алюмінієвого дроту для розкиснення сталі, дозволяє забезпечити високий ступінь засвоєння алюмінію, що вводиться, за рахунок його розчинення в нижніх шарах рідкого металу і виключення взаємодії розчиненого алюмінію з киснем повітря й окисним шлаком. Забезпечення високого ступеня засвоєння алюмінію дозволяє знизити його питому витрату і, крім того, використання алюмінієвого дроту дозволяє робити коректування вмісту алюмінію в заданих межах і забезпечити заданий його залишковий вміст у готовому металі.

Однак використання дротів, виготовлених з первинного алюмінію, який є дорогим матеріалом, значно здорожує вироблену металопродукцію, і, отже, обмежує область їх застосування. Використання алюмінієвих дротів економічно доцільно для коректування залишкового вмісту алюмінію в сталях якісних і високоякісних марок.

Відомий порошковий дріт, сталеву оболонку якого заповнено металевим алюмінієм у вигляді порошку, гранул чи січки [див. Освоение промышленного производства порошковых проволок для обработки металлургических расплавов. Титиевский В.М., Дюдкин Д.А., Шевченко Ю.Т. и др. Труды 4-го Конгресса сталеплавильщиков, Москва 7-10 октября 1996. -М. - 1997. - С.279-281]. Оскільки даний порошковий дріт виготовляється з більш дешевих матеріалів (відходів виробництва), його використовують для виробництва широкого сортаменту сталей, включаючи і рядові марки, як для коректування, так і повного розкиснення сталі.

Однак під час розкиснення сталі алюмінієм, у металі утворюються продукти розкиснення, у вигляді неметалічних включень, що забруднюють метал, погіршують його чистоту і, отже, знижують механічні властивості прокату. Як правило, після розкиснення металу для його рафінування від продуктів розкиснення, необхідні додаткові технологічні операції, такі, як продувка сталі інертним газом на установці доведення металу, вакуумування, обробка рафінованими шлаками і т.п., що значно здорожує процес її виробництва і собівартість готової продукції.

Отже, у зв'язку з відсутністю в ряді сталеплавильних цехів необхідних установок для доведення металу, застосування перерахованих технологічних операцій неможливо, що істотно погіршує чистоту і механічні властивості сталі.

(13) U

(11) 21242

(19) UA

Необхідність додаткових операцій для одержання якісної продукції при використанні відомого порошкового дроту, є основним недоліком рішення, визначеного за прототип.

У основу корисної моделі поставлено завдання зі створення порошкового дроту або стрічки, новий склад інгредієнтів яких дозволяє видалити частину неметалічних включень, що утворюються в процесі розкиснення сталі алюмінієм, без додаткових операцій рафінування металу при забезпеченні високого ступеня його засвоєння, що, у кінцевому рахунку, підвищує якість готового продукту.

Поставлене завдання вирішується тим, що порошковий дріт або стрічка, що складається з оболонки з наповнювачем, причому оболонку виконано зі сталі з низьким вмістом кремнію, відповідно з корисною моделлю, як наповнювач використовують у порошкоподібному стані алюмінієвмісний матеріал і Al_2O_3 при наступному співвідношенні компонентів:

алюмінієвмісний матеріал	93,0-99,0%
Al_2O_3	1,0-7,0%

Крім того, у порошковий дріт або стрічку Al_2O_3 входить до складу алюмінієвмісного матеріалу або Al_2O_3 вводять у наповнювач у вигляді сполучення Al_2O_3 з металевим алюмінієм.

При розкисненні сталі алюмінієм, у результаті його взаємодії з розчиненим у розплаві киснем, утворюються продукти розкиснення у вигляді рідких і/чи твердих окислів алюмінію (Al_2O_3), що до кристалізації металу частково видаляються з нього, а частково залишаються у вигляді неметалічних включень, роблячи істотний вплив на якість сталевих виробів. Утворення твердих окислів алюмінію можливо при значному насиченні сталі алюмінієм, що відбувається у результаті його введення в локальний об'єм металу.

Утворення рідких окислів алюмінію в умовах термодинамічної рівноваги можливо при мізерно малому їх вмісті в металі. Це відбувається в початковий період розкиснення, коли введений у сталь алюміній поступово розподіляється в об'єму металу.

Поряд з цим, виникнення рідких продуктів можливо в умовах метастабільної рівноваги, внаслідок труднощів утворення зародків нової фази окислів з більшою енергією міжфазного натягу на межі з металом, тобто, труднощі утворення рідких окислів алюмінію. Отже, при введенні порошкового дроту або стрічки з алюмінієм, процес розкиснення сталі буде проходити переважно з утворенням твердих окислів Al_2O_3 .

Інтенсивність укрупнення і, отже, швидкість спливання окислів алюмінію, що утворюються, у значній мірі залежить від міжфазного натягу на межі неметалічного включення з рідким металом. Причому, чим більше величина міжфазного натягу, тим більше інтенсивність укрупнення, а також швидкість спливання і, як результат, ступінь їх видалення в шлак.

Тверді окисли алюмінію, що мають більший міжфазний натяг, чим рідкі, інтенсивніше укрупнюються і віддаляються в шлак у більшому ступені. Таким чином, тверді окисли Al_2O_3 мають значні переваги перед рідкими, як у можливості їх утво-

рення, так і в укрупненні і видаленні їх з металу. Крім того, серед окислів, що знаходяться в сталі, продуктів розкиснення іншими розкислювачами (Si_2O , MnO , FeO і т.д.), окисли алюмінію, що входять у їх склад, значно збільшують міжфазний натяг складних неметалічних включень. Тому, неметалічні включення, що містять Al_2O_3 , інтенсивніше коагулюють і коалесцирують, спливають і віддаляються в шлак. Отже, тверді частки Al_2O_3 які є поверхнею розділу фаз і вводяться разом з порошком алюмінію, сприяють зародженню на них неметалічних включень, як рідких, так і твердих, їх укрупненню і спливанню в шлак.

При введенні порошкового дроту або стрічки в рідку сталь, у початковий момент часу відбувається її нагрівання до температури розплаву. У процесі нагрівання дроту або стрічки до температури плавлення алюмінію, тому що ця температура значно менше температури рідкої сталі, порошок алюмінію усередині оболонки розплавляється з утворенням рідини - твердої суміші, що складається з рідкого алюмінію і твердих часток Al_2O_3 . Потім, після нагрівання дроту або стрічки до температури плавлення сталі, його оболонка розплавляється з утворенням навколо рідини - твердого наповнювача і прикордонного низьокремністого шару рідкого металу.

Низьокремністий шар рідкого металу, що має підвищений вміст кисню внаслідок малого вмісту кремнію, сприяє тому, що на поверхні розділу фаз «рідкий метал - твердий окисел» чи «рідкий метал - рідкий окисел», як поверхово активний елемент адсорбується кисень, і концентрація його підвищується. Більше усього він концентрується на включеннях, багатих Al_2O_3 і які мають великий міжфазний натяг на межі з металом. До таких включень варто віднести, у першу чергу, введені тверді частки Al_2O_3 , а також ті, що утворюються в процесі розкиснення.

Тому, реакція розкиснення з утворенням твердих окислів Al_2O_3 одержує переважний розвиток і може протікати навіть, якщо вміст алюмінію в сталі менше рівноважного із середнім вмістом кисню у всьому об'ємі.

Тверді окисли Al_2O_3 , що утворюються в процесі розкиснення, коагулюють із уведеними твердими частками Al_2O_3 , укрупнюються, збільшується швидкість їх спливання, і їх більша кількість видаляється в шлак. За рахунок адгезії до спливаючих твердих часток Al_2O_3 прилипають рідкі частки Al_2O_3 , які також видаляються в шлак.

Крім того, тверді частки Al_2O_3 , що спливають, коагулюють і коалесцирують неметалічні включення, які знаходяться в сталі та утворилися в результаті розкиснення сталі кремнієм, марганцем і іншими елементами (оксиди, сульфід, складні неметалічні включення), і також видаляються в шлак.

Тверді Al_2O_3 , що входять до складу наповнювача, впливають на ступінь видалення продуктів розкиснення і неметалічних включень, що знаходяться в сталі. Оптимальним є вміст Al_2O_3 у діапазоні 1,0-7,0%.

Вміст Al_2O_3 у наповнювачі менше за 1,0% є недостатнім, для надання позитивного впливу на утворення в процесі розкиснення сталі твердих

окислів Al_2O_3 , їх укрупнення і спливання в шлак. Вміст Al_2O_3 у наповнювачі більше за 7,0%, призводить до збільшення залишкової кількості Al_2O_3 у сталі в результаті часткового видалення неметалічних включень, що погіршує її якість.

Приклад використання запропонованого дроту або стрічки при виробництві сталі.

Дослідження впливу запропонованого порошкового дроту проводили при виплавці сталі 10Г2Ф в 50-тонній електросталеплавильній печі. Після виплавки сталь випускали в сталерозливний ківш, який подавали на установку доведення металу, де і вводили порошковий дріт з алюмінієвмісним матеріалом і Al_2O_3 .

Спочатку в сталь вводили порошковий дріт діаметром 13мм з алюмінієвою січкою, при вмісті останньої 0,105кг у п. м. дроту. Вміст алюмінію в алюмінієвій січці складав 80,0% (відповідно до прототипу).

На наступній плавці в сталь вводили запропоновану порошкову стрічку, поперечним перерізом

18,0х3,8мм з алюмінієвою стружкою фракції 0,63-3,50мм при вмісті наповнювача в дроті 0,090кг на п. м. Вміст алюмінію в алюмінієвій стружці складав 80,0%. Необхідний вміст Al_2O_3 забезпечували шляхом додавання в наповнювач відсівів алюмінієвої стружки фракцією менше за 0,63мм, тому що дана фракція стружки, в основному, складається з Al_2O_3 , що утворюється в процесі окислювання алюмінію при перебуванні в атмосфері повітря. У наповнювач Al_2O_3 може також уводитися у вигляді порошкоподібних відходів вогнетривкої, абразивної, кольорової промисловості і т.д.

Для аналізу вмісту алюмінію в сталі до і після введення порошкової стрічки, відбирали проби металу зі сталерозливного ковша, у яких і визначали ступінь засвоєння алюмінію.

Механічні властивості сталі, визначали в пробах, відібраних з готового прокату, відповідно до існуючих технологічних вимог. Результати досліджень, представлені в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

№ з/п	Вміст у наповнювачі, %		Вміст алюмінію в матеріалі, %	Кількість введеного порошкового дроту, м	Кількість уведеного алюмінію, кг	Вміст алюмінію в сталі, %		Ступінь засвоєння алюмінію, %
	алюмінієвмісний матеріал	Al ₂ O ₃				до введення	після введення	
Прототип (порошковий дріт діаметром 13мм з алюмінієвою січкою)								
1.	100	0	80	286	24	0,003	0,035	67,0
2.	100	0	80	280	23,5	0,002	0,034	67,1
Запронована порошкова стрічка перерізом 18,0х3,8мм з алюмінієвою стружкою								
1.	100	0	80	326	23,5	0,003	0,035	68,0
2.	99	1	80	327	23,2	0,002	0,034	69,0
3.	96	4	80	331	22,9	0,003	0,035	70,0
4.	93	7	80	348	23,0	0,004	0,036	69,0
5.	92	8	80	350	23,5	0,002	0,034	68,0

Таблиця 2

№ з/п	Вміст неметалічних включень, $\times 10^{-3}$ про. %			Механічні властивості сталі	
	оксиди	сульфіди	силікати	σ_b , МПа	δ , %
прототип					
1.	48,3	59,6	58,9	590	22
2.	48,1	59,2	58,7	589	21
запропонований порошковий дріт					
1.	48,2	59,4	58,3	591	22
2.	46,3	54,5	53,2	603	23
3.	45,2	53,4	52,1	610	24
4.	46,8	54,1	52,9	608	23
5.	49,9	59,3	59,2	592	22

Результати показують, що при використанні запропонованої порошкової стрічки спостерігається зниження вмісту неметалічних включень та під-

вищення механічних властивостей сталі при високому ступені засвоєння алюмінію.