



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55858

(13) A

(51) 7 C22B4/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ РІДКОГО МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ РОЗЛИВАННІ

1

2

(21) 2002075650

(22) 09 07 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Дрьомов Володимир Володимирович, Троцан
Анатолій Іванович, Крейденко Фіра Семенівна,
Белов Борис Федорович, Белоусов Вячеслав Во-
лодимирович, Александров Валерій Димитрович,
Харлашин Петро Степанович, Бродецький Ігор
Леонідович, Карпікова Яна Петрівна, Кашира Ген-
надій Олександрович(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ(57) Спосіб обробки рідкого металу в процесі кри-
сталізації при безперервному розливанні, що
включає підведення електричного струму до
рідкого металу, який відрізняється тим, що
з'єднання металу з позитивним полюсом
здійснюються із зовнішньої сторони безперервноли-
того злитка, який кристалізується, на рівні дна
рідкої лунки, а з негативним - через прошарок
шлаку на основі силікатів кальцію, причому силу
струму встановлюють у такій відповідності, щоб
джоулеве тепло, що виділяється, в області дна
лунки було не менше тепла, яке виділяється при
кристалізації

Винахід відноситься до металургії і може бути
використаний для рафінування металу при безпе-
рервному розливанні і зниження осьової неоднорі-
дності слябу.

Безперервнолитому металу в силу специфіки
його кристалізації властива виражена хімічна і
структурна неоднорідність у його осьовій зоні, що
істотно впливає на якість металу й особливо на
механічні властивості товстолистового прокату в з-
напрямку.

Відомо спосіб обробки рідких металів, здійс-
нюваний у спеціальних апаратах, що включає піді-
грів із підводом електричного струму до металеве-
го розплаву - аноду з напругою постійного
електричного струму, що змінюється, від 10 до
3000В, забезпечуючи йонну емісію 0,01 - 3,00А/см²
домішок із рідкого металу (а с СРСР №530071,
МПК2 С21С7/10, 1974р.)

Цей спосіб сприяє видаленню з металевого
розплаву ряду шкідливих домішок, але здійсню-
ється тільки в спеціальному апараті, що виключає
його застосування при безперервному розливанні
металу і поліпшення структури в осьовій зоні сля-
бу.

Відомо також спосіб обробки рідких металів,
що відрізняється від вищенаведеного тем, що спо-
чатку метал з'єднують із негативним полюсом до
встановлення постійної напруги для обраної емісії,
а потім змінюють напругу і забезпечують йонну

емісію домішок (а с СРСР №658180, МПК2
С22В9/02, 1977р.)

Цей спосіб забезпечує більш високий ступінь
очищення, чим приведений вище, від поверхнево-
активних металевих домішок, але він також не
може бути застосовано для обробки металу при
безперервному розливанні і підвищення якості в
осьовій зоні, тому що проводиться в спеціальному
замкнутому апараті, де метал знаходиться в ста-
ціонарному стані.

Найбільше близьким за технічною суттю і ре-
зультатам, які досягаються, є спосіб обробки рід-
ких металів, у якому негативний електрод підво-
диться до дна спеціальної камери, а позитивний
розміщують під прошарком шлаку з окислів мета-
лу. Додаток позитивного потенціалу постійного
струму до йонного прошарку розплаву, розташован-
ому на поверхні рідкого металу, сприяє видален-
ню шкідливих домішок [патент США №4940486,
НКИ 75/10 19, 1990г.]

Цей спосіб також не можна використати для
безперервного розливання.

У основу запропонованого винаходу постав-
лена задача розробки способу обробки металу при
безперервному розливанні, у якому за рахунок
зміни умов здійснення дій досягається зниження
вмісту водню і запобігання можливості утворення
хімічної неоднорідності й усадочних раковин у
процесі кристалізації, що дозволить підвищити

(13) A

(11) 55858

(19) UA

якість металу й особливо структури в осевій зоні безперервнолитого металу

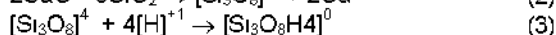
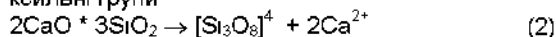
Поставлена задача досягається тим, що підвід електричного струму до рідкого металу здійснюється електродом через прошарок покривного шлаку так, що позитивні електроди розташовують з зовнішньої сторони безперервного злитка на рівні рідкої лунки, негативний електрод опускають в прошарок покривного шлаку на основі силікатів кальцію, а тік пропускають такої сили, щоб Джоулево тепло, що виділяється, в області лунки було не менш тепла, що втрачається при теплоотводі

У запропонованому способі створюються умови для підігріву рідкого металу поблизу дна рідкої лунки і прискорення електричним полем процесів дифузії позитивних іонів водню у верхню частину безперервного злитка, у якій знаходиться прошарок покривного шлаку на основі силікатів кальцію, що сприяє зв'язуванню водню, і підводиться негативний потенціал, що прискорює дифузію атомів водню від фронту кристалізації. Це сприяє перемішуванню металу і розорієнтації дендритів, які ростуть, що знижує хімічну і структурну неоднорідність в осевій зоні слябу. Для управління фронтом кристалізації в дна рідкої лунки позитивні електроди розташовуються з ній на одному рівні, крім того забезпечується така щільність електричного струму, щоб Джоулево тепло, яке виділяється, в області лунки було не менша теплота, що втрачається при теплоотводі. Такий підігрів рідкої лунки сприяє утворенню горизонтальної поверхні дна рідкої лунки, що призводить до поліпшення структури злитка в центральній області і виключає утворення усадочних раковин. Щільність струму вибираємо на основі розрахункових даних по формулі

$$L\rho \frac{ds}{dT} \leq j^2SR, \quad (1)$$

де L - прихована теплота кристалізації, ρ - щільність сталі, $\frac{ds}{dT}$ - швидкість руху фронту кристалізації, S - площа контакту сталь-графіт, R - опір контакту, j - щільність струму

Вибір покривного шлаку на основі силікатів кальцію обґрунтований тим, що їх склад відповідає евтектиці з температурою плавлення 1350°C і при накладенні негативного електричного поля електронейтральні силікатні шлаки перетворюються в іонні розплави, що містять мостикові і вільні іони кисню і катіони кальцію. Вільні зв'язки кисню компенсуються протонами водню, створюючи гідроксильні групи



Запропонований спосіб обробки рідкого металу в процесі кристалізації при безперервному розливанні був випробуваний у промислових умовах при розливанні серії плавок суднової сталі марки

09Г2С на машині безперервного лиття заготівель. Для обробки металу безпосередньо при його кристалізації був використаний пристрій, схема якого приведена на фіг. (1 - негативний електрод, 2 - прошарок покривного шлаку, 3 - кристалізатор, 4 - область рідкого металу, 5 - тверда кірка, 6 - позитивні електроди). Негативний бор-цирконієвий електрод (BZr_2) із температурою плавлення 3000°C і питомим опором 10^6 Ом/м (1) був занурений у прошарок покривного шлаку ШОС-5 (2), складу 25 - 36% SO_2 , 30 - 37% CaO , 7 - 10% Al_2O_3 , 6 - 10% F_2 , 4 - 7% Na_2O (K_2O), 7 - 10% C , $\leq 1,0\%$ S , $\leq 0,5\%$ H_2O (основність 1 - 1,4) відповідно до ТІ 232-44-98. Позитивні графітові електроди (6) розташовувалися на рівні дна рідкої лунки безперервного злитка (слябу) і були залучені до джерела живлення постійної напруги. Потужність джерела струму складала 5кВт і забезпечувала щільність іжу поблизу дна рідкої лунки порядку 640 А/см^2 . Щільність струму розраховувалася по формулі (1), з огляду на те, що $L = 2,72 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, $\rho = 7,31 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $\frac{ds}{dT} = 10^3 \text{ м/сек}$, одержуємо $j = 200 \text{ А/см}^2$

Припускаючи, що струмопідвід здійснюється графітовими щітками перетином 10 см^2 , опір контакту $R = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$, і з огляду на електричні і теплові втрати було обране джерело постійного струму потужністю 5кВт. Зразки стали без і після обробки запропонованим засобом досліджувалися стандартними методами сірчаних відбитків і гарячого травлення і мехіспитів, визначення концентрації водню в рідкій сталі були виконані за допомогою системи «Гидрис», а у твердій сталі методом вакуумного плавлення на установці «LEKO». Результати досліджень, наведені в табл.

Таблиця

Сталь 09Г2С	Вміст [H], Ррп у сталі	Бал неоднорідності в осевій зоні	KCV _{40,2} МДж/м	ψ , %
Без обробки	11	1,5	0,63	47,3
Після обробки	7	0,5	0,80	72,5

З таблиці очевидно, що обробка рідкого металу при безперервному розливанні в процесі кристалізації запропонованим засобом дозволяє знизити вміст водню з 11ррп до 7ррп, осьову неоднорідність на 1 бал, підвищити якість литого металу й одержати економічний ефект за рахунок зниження часу протифпокевної обробки слябів на 24 - 36 часів, а також підвищити механічні властивості товстолистового прокату в z-напрямку.

