



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55471 (13) C2

(51) 7 B22D19/00,19/10,19/16

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

## (54) СЕКЦІЙНИЙ КРИСТАЛІЗАТОР

1

2

(21) 2000021063

(22) 23 02 2000

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Патон Борис Євгенович, Медовар Борис Ізраїльович, Медовар Лев Борисович, Федоровський Борис Борисович, Ланцман Ізраїль Абович, Цикуленко Анатолій Костянтинович, Ус Василь Іванович, Чернець Олександр Владиславович, Шевченко Віталій Юхимович, Саєнко Володимир Якович

(73) ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ЕЛМЕТ-РОЛ-ГРУПА МЕДОВАРА"

(56) UA, 25 607, C2, пріор. 19 03 1998, publ. 15 02 2002, Bul. 2

UA, 25 605, C2, пріор. 22 04 1998, publ. 15 10 2001, Bul. 9

UA, 49 053, C2, пріор. 06 09 1999, publ. 16 09 2002, Bul. 9

US, 4 185 682, A, пріор. 23 06 1977, publ. 29 01 1980

WO 97/49837, пріор. 24 06 1996, publ. 31 12 1997

WO 98/41343, пріор. 18 03 1997, publ. 24 09 1998

EP, 0 800 879, A2, пріор. 11 04 1996, publ. 15 10 1997

RU, 2 139 155, C1, пріор. 03 04 1998, publ. 10 10 1999

RU, 2 026 387, C1, пріор. 24 03 1992, publ. 09 01 1995

(57) 1 Секційний кристалізатор, що містить не менше як три розташовані одна під одною, ізольовані одна від одної, виконані з електропровідного матеріалу водоохолоджувані секції, з яких верхня є струмовідвідною секцією, а інші - проміжними і формуючими секціями, джерело живлення і струмопідвід, що з'єднує згадану струмопідвідну секцію із згаданим джерелом, **який відрізняється тим, що** містить не менше як одне додаткове джерело живлення підмагнічування, згадану струмопідвідну секцію виконано не-

розрізною, а не менше як одну з проміжних і формуючих секцій виконано з наскрізним вертикальним прорізом, який заповнено матеріалом з меншою, ніж у матеріалі самої секції, електропровідністю, і з'єднано струмопідводом з згаданим не менше ніж одним додатковим джерелом живлення підмагнічування

2 Секційний кристалізатор за п. 1, **який відрізняється тим, що** не менше як одну проміжну секцію, розташовану безпосередньо під струмопідвідною секцією, виконано з наскрізним вертикальним прорізом3 Секційний кристалізатор за п. 1, **який відрізняється тим, що** не менше як одну формуючу секцію виконано з наскрізним вертикальним прорізом4 Секційний кристалізатор за п. 1, **який відрізняється тим, що** з наскрізними вертикальними прорізами виконано не менше як одну проміжну і не менше як одну формуючу секції, при цьому згадані не менше як одна проміжна і не менше як одна формуюча секції з прорізами з'єднані струмопідводами з різними додатковими джерелами живлення підмагнічування для створення у кожній струму підмагнічування5 Секційний кристалізатор за п. 4, **який відрізняється тим, що** струми підмагнічування, які створені різними додатковими джерелами живлення підмагнічування у згаданих не менше як одній проміжній і не менше як одній формуючій секціях з наскрізними вертикальними прорізами, мають один напрямок6 Секційний кристалізатор за п. 4, **який відрізняється тим, що** струми підмагнічування, які створені різними додатковими джерелами живлення підмагнічування у згаданих не менше як одній проміжній і не менше як одній формуючій секціях з наскрізними вертикальними прорізами, мають протилежні напрямки

Винахід відноситься до fo/Ш/ спеціальної електрометалургії, а більш конкретно - до конструкцій секційних кристалізаторів для електрошлакової переплавки і наплавки переважно тіл обертанні, зокрема до струмопідвідних кристалізаторів, і може бути використаний при виробництві великото-

нажних зливків з високолегованих сталей і сплавів, а також при виготовленні і ремонті всіляких валків прокатних станів, роликів машин безперервного розливу заготовок, рольгангів прокатних станів, роликів нагрівальних пічей і т.п.

В спеціальній електрометалургії широко роз-

(19) UA (11) 55471 (13) C2

повсюджені кристалізатори, у яких здійснюють розплавлення металу і його кристалізацію. Переважна більшість кристалізаторів виробляється мідними водоохолоджуваними. Деякі кристалізатори є секційними, конструкція їх передбачає роз'єми, в основному у горизонтальній площині, що розділяють кристалізатор на окремі секції, які виконують різні функції. Однією з функцій секції може бути функція невитратного електрода. У цьому випадку такі кристалізатори називають струмопідвідними. Струмопідвідна секція такого кристалізатора конструктивно мало відрізняється від звичайного односекційного кристалізатора. Наприклад, конструкція струмопідвідного кристалізатора, яку описано у патенті США № 4185682 від 29.01.1980, МПК В22Д 27/02, представляє собою кристалізатор, що складається не менше як з двох ізольованих одна від одної водоохолоджуваних секцій з електропровідного матеріалу, причому верхня секція є струмопідвідною. До цієї секції підводять струм від джерела живлення, тому вона грає роль невитратного електрода. В ній зроблено наскрізний вертикальний на всю висоту секції радіально направлений проріз, заповнений електроізоляційним матеріалом. Наявність цього прорізу дозволяє здійснювати обертання шлакової ванни і усереднювати її температуру. Для усунення електроерозії стінки цієї секції вона має внутрішній захисний шар з тугоплавкого електропровідного матеріалу - графітового або вольфрамового змінного кільця. Наявність тільки одного наскрізного прорізу у струмопідвідній секції зумовлює нерівномірність щільності струму по периметру струмопідвідної секції і у прилеглих до неї об'ємах шлакової ванни завдяки концентрації струму у районі токопідводу. Следствием є нерівномірне проварення наплавлюваної заготовки. Конструкція струмопідвідного кристалізатора по патенту України 25607 А, МПК В22Д 19/00 з пріоритетом від 19.03.98, передбачає наявність не менше двох вертикальних прорізів у водоохолоджуваній струмопідвідній секції. Також не менше двох вертикальних прорізів, але вже у неводоохолоджуваній струмопідвідній секції, передбачає Європейська патентна заявка EP 0 800 879 A2 від 5.12.1996, МПК В22Д 11/04, причому сама секція виготовлена з електропровідного тугоплавкого матеріалу графіту, вольфраму, молібдену, ніобію. Наявність неохолоджуваного змінного кільця і тим більш секції з тугоплавкого матеріалу - графіту, вольфраму, і ін. - сприяє попаданню вказаних елементів у наплавлений або переплавлений метал. Якщо невеликі добавки вольфраму у наплавлений або переплавлений метал не викликають, як правило, особливих проблем, то навіть дуже малі добавки графіту (вуглецю) у сталі і сплави з ультранизьким вмістом вуглецю роблять неможливим використання такого кристалізатора. Проблемами ж використання змінного кільця або секції з вольфраму і інших тугоплавких електропровідних металевих матеріалів є їх низька стійкість до окислення при температурах електрошлакового процесу, що приводить до швидкого виходу кільця або секції зі строю, а також надзвичайно висока вартість цих матеріалів.

Найбільш близьким по сукупності ознак і тому взятий за прототип секційний кристалізатор опи-

сано у патенті України 25605 А, МПК В22Д 19/00 з пріоритетом від 22.04.98. Тут розкрито секційний кристалізатор, що містить не менше як три розташовані одна під одною, ізольовані одна від одної, виконані з електропровідного матеріалу водоохолоджувані секції, з яких верхня є струмопідвідною секцією, а інші - проміжними і формуючими секціями, джерело живлення і струмопідвід, що з'єднує згадану струмопідвідну секцію з згаданим джерелом живлення. Струмопідвідна секція представляє собою водоохолоджувану конструкцію з біметалу мідь - переплавлений матеріал, наприклад, сталь, причому сталь контактує із шлаковою ванною. У цьому випадку продукт ерозії стінки цієї секції не забруднює переплавлений метал, а сама секція на випадок необхідності легко піддається ремонту. Струмопідвідна секція цього кристалізатора має не менше як два вертикальні прорізи, заповнені електроізоляційним матеріалом, що дозволяє здійснювати обертання шлакової ванни при проходженні через цю секцію струму плавки. Цей кристалізатор дозволяє переплавити електроди у зливки і здійснювати наплавку тіл обертання у тому числі і за допомогою рідкого присаджувального металу при досить рівномірному проплавленні наплавлюваної заготовки у поперечному перерізі.

Вадою вказаної конструкції є жорсткий зв'язок між технологічним режимом плавки і режимом обертання шлакової ванни, оскільки магнітне поле, що викликає обертання шлакової ванни, збуджується саме технологічним струмом плавки. Інакше кажучи, струм плавки і струм підмагнічування - це один й той ж струм. В результаті неможливо змінити струм плавки без зміни швидкості обертання шлакової ванни. Це не завжди прийнятно, оскільки, наприклад, надмірне збільшення швидкості обертання шлакової ванни призводить до створення воронки у центрі шлакової ванни і підняття рівня шлакової ванни на її периферії, що веде до порушення сталості переплавки витратного електрода. Крім того, у ряді випадків необхідно забезпечити обертання не шлакової, а металевий ванни, причому у визначеному її місці по глибині, наприклад у двофазній області. Існуюча конструкція кристалізатора не дозволяє цього зробити.

Суть винаходу

В основу винаходу, що пропонується, поставлено задачу вдосконалити відомий секційний кристалізатор шляхом змінення його конструкції, що дозволяє усунути жорсткий зв'язок між технологічним режимом плавки і режимом обертання шлакової ванни, а також забезпечити необхідне обертання металевий ванни.

Поставлена задача вирішена тим, що запропоновано секційний кристалізатор, що містить не менше як три, розташовані одна під одною, ізольовані одна від одної, виконані з електропровідного матеріалу водоохолоджувані секції, з яких верхня є струмопідвідною, а інші - проміжними і формуючими секціями, джерело живлення і струмопідвід, що з'єднує згадану струмопідвідну секцію з згаданим джерелом живлення, який, згідно винаходу, містить не менше як одне додаткове джерело живлення підмагнічування, і у якому згадану струмопідвідну секцію виконано нерозрізною, а не менше як одну з проміжних і формуючих секцій

виконано з наскрізним вертикальним прорізом, який заповнено матеріалом з меншою (ніж у матеріалі самої секції) електропровідністю, і з'єднано струмопідвідом зі згаданим не менше як одним додатковим джерелом живлення підмагнічування.

Таке рішення дозволяє поділити функції плавлення металу і обертання шлакової і металевих ванн між струмом плавки, що подається від основного джерела живлення, і струмом підмагнічування, що подається від додаткового джерела живлення. При цьому напрямок і інтенсивність обертання шлакової і металевих ванн залежать від величини струму підмагнічування, що подається від додаткового джерела живлення, а швидкість плавлення металу витратного електрода або підплавлення наплавленого металу залежить від струму плавки, який забезпечують основним джерелом живлення.

Переважно, щоб не менше як одну проміжну секцію, розташовану безпосередньо під струмопідвідною секцією, було виконано з наскрізним вертикальним прорізом.

Таке рішення забезпечує обертання шлакової ванни і усереднення її температури.

Переважно також, щоб не менше як одну проміжну секцію було виконано з наскрізним вертикальним прорізом.

Таке рішення забезпечує обертання рідкої металевих ванни. При цьому для інтенсифікації обертання шарів металевих ванн з температурою вище ліквідусу вертикальні прорізи доцільно виконувати у формуючій секції, яка розташована безпосередньо під проміжною секцією, а для інтенсифікації обертання металу у двофазній області вертикальні прорізи доцільно виконувати у формуючій секції, яка розташована на рівні передбачуваної двофазної зони металевих ванн.

Переважно з наскрізними вертикальними прорізами виконувати не менше як одну проміжну і не менше як одну формуючу секції, при цьому згадані не менше як одну проміжну секцію і не менше як одну формуючу секції з'єднувати струмопідводами з різними джерелами живлення підмагнічування для створення у кожній з них струмів підмагнічування одного напрямку або протилежних напрямків.

При такому рішенні при струмах підмагнічування одного напрямку напрямки обертання шлакової і металевих ванн співпадають і створюються умови для усереднення температури шлакової і металевих ванн. На випадок ж різної спрямованості струмів підмагнічування напрямки обертання шлакової і металевих ванн протилежні і створюються умови для додаткової обробки металу шлаком на межі їх розділу, що сприяє більш глибокому рафінуванню металу.

Короткий опис креслень

Більш докладне пояснення винаходу дано далі на прикладі доданих креслень.

Фіг. 1 зображає чотирисекційний кристалізатор за винаходом у аксонометрії і схему під'єднання секцій до джерел живлення.

Фіг. 2 схематично ілюструє плавлення заготовки у чотирисекційному кристалізаторі (вертикальний переріз).

Докладний опис винаходу

Секційний кристалізатор за винаходом складається (фіг. 1) з декількох водоохолоджуваних секцій з електропровідного матеріалу струмопідвідної 1, проміжної 2, формуючої 3, 4, що розташовані одна під одною через ізоляційні прокладки 5. Проміжну і формуючі секції виконано з вертикальними наскрізними прорізами 6, які заповнені матеріалами з меншою електропровідністю, ніж у матеріалі самої секції. До прорізів примикають струмопідводи 7, за допомогою яких секції з прорізами з'єднують з додатковими джерелами живлення підмагнічування 8, 9, 10 через роз'єднувачі 11, 12, 13. Струмопідвідна секція 1 і опорна плита 14 під'єднані до джерела живлення 15 у вигляді силового трансформатора. За допомогою опорної плити 14 зливки 16 витягують по мірі наплавлення з секційного кристалізатора.

Плавлення заготовки 17 відбувається у шлаковій ванні 18, що контактує з струмопідвідною секцією 1 (фіг. 2). Нагрівання шлакової ванни відбувається у результаті протікання струму від силового трансформатора 15 через шлакову ванну у ланцюзі трансформатор 15 – струмопідвідна секція 1 – шлакова ванна 18 – металева ванна 19 – зливка 16 – опорна плита 14 – трансформатор 15. Розплавлений метал створює металеву ванну 19, що має область двофазного (твердо-рідкого) стану 20. Витягування зливки 16 і плавлення заготовки 17 ведуть таким чином, щоб шлакова ванна 18 розташовувалась у основному у струмопідвідній 1 і проміжній 2 секціях, а металева ванна розташовувалась у формуючій секції 3, причому доцільно, щоб двофазна область металевих ванн розташовувалась в окремій формуючій секції 4. Для забезпечення обертання шлакової ванни 18 до джерела живлення підмагнічування 8 підключають через роз'єднувач 11 проміжну секцію 2. Якщо проміжних секцій у кристалізаторі більше, ніж одна, то до джерела живлення підмагнічування доцільно підключати проміжну секцію, розташовану безпосередньо під струмопідвідною секцією. Величина струму підмагнічування і фазировка джерела живлення 11 визначають швидкість і напрямок обертання шлакової ванни. Для забезпечення обертання металевих ванн 19 до джерела живлення підмагнічування 9 підключають через роз'єднувач 12 формуючу секцію 3. Для забезпечення обертання металу у двофазній області 20 металевих ванн до джерела живлення підмагнічування 10 підключають через роз'єднувач 15 формуючу секцію 4. Для забезпечення одночасного обертання шлакової ванни 18 і металевих ванн 19 до джерел живлення підмагнічування 8 і 9 підключають через роз'єднувачі 11 і 12 проміжну секцію 2 і формуючу секцію 3. При цьому синфазне включення джерел живлення підмагнічування 8 і 9 забезпечує однаковий напрямок струмів підмагнічування у джерелах живлення і відповідно обертання шлакової і металевих ванн у одному напрямку, а при несинфазному під'єднанні цих джерел живлення (показано на фіг. 1) напрямки обертання шлакової і металевих ванн протилежні.

Конкретний приклад здійснення

Далі заявлена конструкція кристалізатора пояснюється конкретним прикладом, у якому дані заявленого секційного кристалізатора такі:

Секційний кристалізатор (фіг 1) складається з чотирьох мідних водоохолоджуваних, ізольованих одна від одної секцій з внутрішнім діаметром 350мм кожна. Струмopідвідна секція 1 кристалізатора має висоту 300мм. Проміжна секція 2 має висоту 20мм. Формуюча секція 3 кристалізатора має висоту 70мм. Формуюча секція 4 кристалізатора має висоту 200мм. Між струмopідвідною 1, проміжною 2 і формуючими 3, 4 секціями кристалізатора встановлені ізоляційні прокладки з азбокартону товщиною 1,2мм. В проміжній 2 і формуючих секціях 3, 4 є вертикальні нескрізні прорізи товщиною 4мм на всю висоту секції.

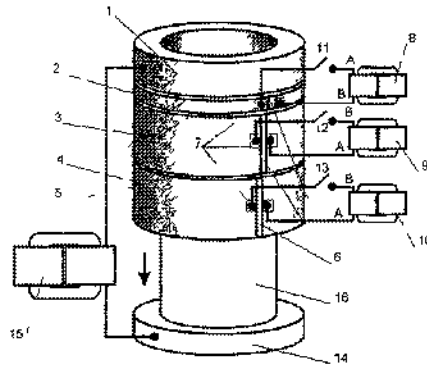
Ці прорізи заповнені азбестом. З обох сторін прорізів до секцій приварено примикаючі до прорізів струмopідводи у вигляді мідних бобишок для під'єднання до них проводів, що йдуть від джерел живлення підмагнічування (трансформаторів) через роз'єднувачі – електромагнітні контактори.

Цей секційний струмopідвідний кристалізатор

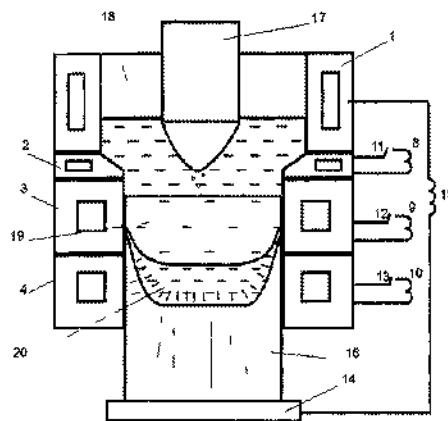
згідно винаходу дозволяє здійснювати електрошлакову наплавку і електрошлакову виплавку сталевих заготовок круглого перерізу з обертанням шлакової ванни, режим якого не залежить від величини і напрямку струму плавки.

Промислова застосованість

Найбільший ефект застосування секційного кристалізатора виражений при виробництві і ремонті електрошлаковою напавкою всіляких валків прокатних станів, роликів машин безперервної розливки заготовок, рольгангів прокатних станів, роликів нагрівальних печей і ін. у випадках, де потрібна висока якість напавленого з'єднання з урахуванням підвищених вимог по концентричності осі і напавленого шару, а також при електрошлаковій виплавці великотоннажних зливків високої якості, особливо з високолегованих сталей і сплавів для всіляких заготовок для хімічної, авіаційної промисловості і енергетики.



Фіг. 1



Фіг. 2