



УКРАЇНА

(19) UA (11) 76368 (13) C2
(51) МПК (2006)
B22D 11/055МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КРИСТАЛІЗАТОР ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО РОЗЛИВАННЯ МЕТАЛІВ

1

2

(21) а200500008

(22) 30.12.2004

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Ларіонов Олександр Олексійович, Климачук Владислав Владиславович, Капланов Василь Ілліч, Кирильченко Петро Миколайович, Фентісов Ігор Миколайович, Сердюк Іван Олексійович, Овсянников Вадим Георгійович, Бочек Анатолій Павлович, Токій Анатолій Миколайович, Нечипуренко Євген Степанович, Лисовський Олександр Іванович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ. ІЛЛІЧА"

(56) SU 561612 A1, 15.06.1977

SU 573924 A1, 15.08.1986

US 20040256080 A1, 23.12.2004

JP 03047654 A, 28.02.1991

EP 0141904 A1, 22.05.1985

(57) 1. Кристалізатор для безперервного розливання металів, що містить вузькі і широкі стінки, які

виконані з мідних сплавів і мають плакований шар із сталі, який розташовано з тильної сторони, водоохолоджуючу систему, яку утворено каналами прямокутної і циліндричної форми перерізу, що з'єднані між собою, а також із вводом та відводом охолоджувача, каналами прямокутної форми перерізу, сталеві кришки, які закривають канали охолоджуючої системи з прямокутною формою перерізу і приварені до плакованого шару, який відрізняється тим, що водоохолоджуючі канали, що мають прямокутну форму перерізу і, відповідно, кришки, які їх закривають, виконані у верхній частині кристалізатора по його периметру на відстані, яка дорівнює 0,1 - 0,3 від загальної довжини каналів.

2. Кристалізатор за п. 1, який відрізняється тим, що відстань між осями прямокутних водоохолоджуючих каналів визначено із співвідношення $(2,0 - 0,5)D$, а їх глибину - $(1,0 - 1,3)D$, де D - діаметр циліндричних каналів охолодження.

Винахід належить до металургії чорних і кольорових металів, зокрема, до безперервного розливання сталі.

Відомі кристалізатори зі стінками для відводу тепла від розплавленого металу, які виконані нероз'ємними з водоохолоджуючими каналами циліндричної форми перетину (виконані свердленням), що забезпечують високу міцність і надійність роботи кристалізатора. Така конструкція стінок широко застосовується в промисловості, найчастіше в кристалізаторах радіальних МБЛЗ для лиття заготовок великого перетину (250-300х1550-1850мм).

Даний тип кристалізатора не дозволяє одержувати рівномірні теплові потоки у всіх точках по його периметру, внаслідок того, що дискретно розташовані циліндричні канали охолодження викликають максимальний тепловідвід навпроти самих каналів і мінімальний - на середині відстані між ними.

Відомий кристалізатор, що містить сталевий

корпус, що утворений широкими і вузькими високотеплопровідними плитами, циліндричні канали, які у верхній їх половині облицьовані пластинами з матеріалу з більш низькою теплопровідністю, чим у матеріалів плит.

При цьому для забезпечення рівномірного тепловідведення по периметру кристалізатора пластини мають конічну форму перетину, при якій поверхня контакту з заготовкою, що формується, виконана плоскої і звужується в напрямку руху заготовки. Поверхня контакту пластин із плитами в поперечному перерізі має хвиляподібну форму і виконана таким чином, що западини хвиль на плиті розташовані проти каналів охолодження, а гребені - на середині відстані між каналами. При такому положенні стовщення пластин розташовуються навпроти каналів, тобто на ділянках з максимальним тепловим потоком. Це створює умови вирівнювання нерівномірності фронту твердіння заготовки по периметру кристалізатора, що сприяє поліпшенню якості її поверхні: [авторсь-

(13) C2

(11) 76368

(19) UA

ке посвідчення СРСР №904879, В22Д11/04, автори: Я.А. Шнеєров, В.В. Лепорський, В.І. Семенов та ін.].

Дана конструкція кристалізатора (з застосуванням пластин з матеріалу, що має знижену теплопровідність), сприяє зниженню тепловідведення від твердіючої оболонки до його стінок. Це практично виключає передбачений авторами винаходу процес підвищення швидкості розливання до 1,0м/хв.

Найбільш близьким пристроєм для вирівнювання потоків від оболонки безперервнолитої заготовки і поліпшення якості її поверхні є кристалізатор для безперервного розливання металів, що містить вузькі і широкі стінки, виконані з мідного сплаву, які мають плакований шар із сталі, що розташований з тильної їх сторони, водоохолоджуючу систему, яка на широких стінках та на 0,6-0,8 верхньої частини вузьких стінок робочих каналів має циліндричну форму перетину, а на ввіді-виводі у нижній частині вузьких стінок канали гідравлічної системи виконані прямокутної форми перетину, з'єднані з циліндричними каналами і сталевими кришками, що закриваються, які приварені до плакованого шару, до якого також приварені пластини, що виконані із зносостійкої сталі по бокових частинах, а також між прямокутними каналами охолодження [патент України на винахід №55984 А, В22Д11/04, автори: Ларіонов А.О., Климанчук В.В., Каштанов В.І., Фентісов І.М. та ін.].

Наявність водоохолоджуючої системи стінок кристалізатора, яка обладнана на ввіді і виводі охолоджувача каналами прямокутної форми перетину, а також каналами циліндричної форми перетину, що з'єднані з ними, забезпечує рівномірний розподіл показників швидкості витікання охолоджувача у всіх робочих каналах, що сприяє вирівнюванню теплових потоків від оболонки безперервнолитої заготовки, що кристалізується.

Недолік відомого кристалізатора полягає в тому, що він не дозволяє одержувати більш інтенсивне і рівномірне тепловідведення від твердіючої оболонки литої заготовки через наявність дискретно розташованих робочих каналів циліндричної форми перетину, що мають знижене тепловідведення між їх осьовими. Це має значний вплив у верхній частині кристалізатора, де твердіюча оболонка щільно прилягає до його стінок. У зв'язку з цим ускладнено можливість підвищення швидкості розливання вище 1,0м/хв.

В основу винаходу поставлена задача розробки такої конструкції кристалізатора для безперервного розливання металів, у якому, за рахунок зміни форми виконання конструктивних елементів, досягається рівномірне та інтенсифіковане тепловідведення від твердіючої оболонки безперервнолитої заготовки до стінок кристалізатора по його периметру, що забезпечує умови підвищення швидкості розливання вище 1,0м/хв у сукупності з підвищенням якості поверхні заготовок, що відливаються.

Для рішення поставленої задачі запропонований кристалізатор для безперервного розливання металів, що містить вузькі і широкі стінки, які виконані з мідних сплавів і мають плакований шар із сталі, який розташований з тильної сторони, водоо-

холоджуючу систему, яку утворено каналами прямокутної і циліндричної форми перетину, що з'єднані між собою, а також із вводом та відводом охолоджувача, каналами прямокутної форми перетину, сталеві кришки, які закривають канали охолоджувача системи з прямокутною формою перетину і приварені до шару, що плаковано, згідно з винаходом, додатково містить водоохолоджувачі канали, що мають прямокутну форму перетину і, відповідно, кришки, які їх закривають, виконані у верхній частині кристалізатора по його периметру на відстані, яка дорівнює 0,1-0,3 від загальної довжини каналів. При цьому відстань між осями прямокутних робочих каналів визначено із співвідношення $(2,0-0,5)D$, а їх глибину - $(1,0-1,3)D$, де D - діаметр циліндричних каналів охолодження.

Наявність прямокутних каналів у верхній частині кристалізатора на встановленій довжині каналів обумовлене тим, що в цій зоні оболонка, що кристалізується з рідкого металу безперервнолитої заготовки знаходиться в безпосередньому контакті з водоохолоджувачими стінками, в результаті чого забезпечується рівномірне та найбільш інтенсивне тепловідведення від оболонки до них. При цьому ефективність охолодження заготовки в цій зоні зростає за рахунок збільшення теплообміну між охолоджувачем і поверхнею порожнини прямокутних каналів, периметр кожного з яких більше, ніж з'єданого з ним циліндричного каналу приблизно на 25-27%. Поряд з цим забезпечується можливість у більшій мірі інтенсифікувати досягнутий теплообмін шляхом збільшення числа прямокутних каналів при відповідному зменшенні відстані між їх осьовими в межах від 2,0 до 0,5 значення діаметра циліндричного каналу охолодження.

При визначенні зазначених границь прийняті основні параметри розрахунку витрат води в кристалізаторі, підведення якої здійснюється по циліндричним каналам по його периметру, а саме кількість та площу перетину кожного з каналів.

На практиці встановлено, що оптимальний показник відстані між осьовими циліндричних каналів, який визначає їх кількість, що прийнятий у кристалізаторах для лиття заготовок більшого перетину в розмірі, близько, $1,75D$ - для вузьких стінок та $2,0D$ - широких стінок, D - діаметр циліндричних каналів охолодження. При цьому найбільша ширина самого прямокутного каналу відповідає діаметру циліндричного каналу, що з'єднаний з ним.

Мінімальна границя значення відстані між осьовими прямокутних каналів (0,5 від значення діаметра) визначена з основної умови, щоб показник витрати охолоджувача, що проходить через них, був вище, ніж у з'єднаних з ними циліндричних каналів охолодження стінок. Виконання цієї умови дозволяє практично цілком виключити втрати швидкості охолоджувача в даних каналах внаслідок гідравлічного опору.

Наприклад, в кристалізаторі з циліндричними каналами, діаметром 20мм кожний, відстань між осьовими прямокутних каналів може бути виконана від 40 до 10мм. При цьому розміри самих прямокутних каналів по їх ширині складуть, відповідно, 20 та 5мм, тобто будуть дорівнювати діаметру

циліндричних каналів, які з'єднані з ними, та будуть в чотири рази менше його. При наявності в кристалізаторі циліндричних каналів в кількості 50шт. найбільше число прямокутних каналів складе 200шт. При цьому співвідношення показників сумарної площі перетинів прямокутних до циліндричних каналів складе 1,25, а їх периметрів - 3,1. Зміна значення отриманого показника співвідношення сумарної площі перетину прямокутних до циліндричних каналів передбачено здійснювати за рахунок зменшення або збільшення ширини прямокутних каналів із збереженням розмірів між них осьовими.

Таким чином, викладені дані показують, що в кристалізаторах з циліндричними каналами прямокутні канали виконані у верхній його частині з встановленими параметрами дозволяють збільшити тепловідводящу поверхню в декілька разів.

Виконання цих каналів у верхній зоні обумовлено також тим, що нижче її, в зоні розташування циліндричних каналів охолодження, твердіюча оболонка відходить від стінок внаслідок усадки, в результаті чого утворюється зазор, що різко знижує ефективність охолодження заготовок. При цьому процес її охолодження здійснюється випромінюванням, або через шар шлаку.

За досвідом роботи промислового кристалізатора з циліндричними каналами також встановлено, що при швидкості розливання, що перевищує 1,0м/хв збільшується кількість поздовжніх тріщин та інших поверхневих дефектів на безперервнолитої заготовках. При швидкості розливання 1,2-1,4м/хв на верхньому горизонті робочої поверхні стінок утворюється зона знеміцненого металу. Середня довжина такої зони досягає порядку 250мм від меніска при довжині кристалізатора, яка дорівнює 1200мм. При цьому може відбуватися прилипання міді до поверхні заготовок, що відливаються. Визначено, що в кристалізаторі з прямокутними (щільними) каналами при зазначених швидкостях розливання зона знеміцненого металу на стінках не утвориться при відсутності також дефектів на поверхні заготовок, що відливаються. [див. Куклев А.В. Оптимізація гідралічних характеристик і теплової роботи слябового кристалізатора для швидкісного безперервного розливання сталі // А.В. Куклев, В.В. Теняков, В.А. Данилов та ін., "Металург", 2001, №1].

На Фіг.1 зображений запропонований кристалізатор (поздовжній розріз); на Фіг.2 - розріз АА; на Фіг.3 - розріз ББ.

Робочу порожнину кристалізатора 1 утворюють двошарові стінки з основним шаром з міді 2 і плакованим шаром 3 із сталі, який розташований з

тильної сторони стінок. У мідному шарі 2 виконані робочі канали, що мають у верхній частині на ділянці 0,1-0,3 їх довжини прямокутну форму перетину 4, а нижче розташовані канали циліндричної форми перетину 5. Перехід між ними, а також ввід і вивід води в робочих каналах виконано за допомогою прямокутних каналів 6. Всі прямокутні канали закупорюються кришками 7, які зварені з шаром 3, що плаковано.

Запропонований кристалізатор працює в такий спосіб. Рідкий метал із проміжного ковша через заглибний стакан подається в робочу порожнину кристалізатора, яка утворена охолоджуваними мідними стінками 2. Під впливом охолоджуючої рідини, яку подають через підведення прямокутних каналів 4, починається процес формування з рідкого металу кірки безперервнолитої заготовки, що у верхній частині кристалізатора щільно контактує з мідними стінками 2.

Прямокутні канали в даній зоні сприяють збільшенню охолоджуваної поверхні стінок і інтенсифікують рівномірний процес тепловідведення від твердіючої оболонки литої заготовки.

Такий стан супроводжується підвищеною швидкістю росту твердіючої кірки, що є істотним показником при застосуванні високої швидкості розливання рідкого металу. Далі відбувається усадка твердіючої оболонки, яка відходить від стінок кристалізатора, утворюючи зазор. Наявність зазору сприяє зниженню тепловідведення, тому що відвід тепла в цій зоні здійснюється випромінюванням та за допомогою зони шлаку. Тепловий потік при цьому сприймається робочою поверхнею нижньої частини мідних стінок, що містять циліндричні канали, і відводиться охолоджуючою водою.

Застосування запропонованої конструкції кристалізатора дозволяє:

- забезпечити рівномірність тепловідведення по його периметру, що сприяє поліпшенню якості заготовок, які відливаються;

- підвищити інтенсивність тепловідведення від заготовки, що кристалізується, до стінок кристалізатора на 20-25% і, в результаті цього, забезпечити на ній більш товсту кірку, а, отже, знизити імовірність її прориву, що створює можливість збільшити швидкість розливання від 0,8-1,0 до 1,1-1,3м/хв та вище;

- використовувати діючі конструкції кристалізаторів радіальних МБЛЗ із циліндричними робочими каналами без заміни вузлів гідралічної системи в їх сталевому корпусі, а також у пристрої, за допомогою якого до нього кріплять широкі і вузькі стінки.

