



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89895 (13) C2
(51) МПК (2009)
B22D 11/124
B22D 11/14
B22D 11/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ

1

(21) а200810225
(22) 28.12.2006
(24) 10.03.2010
(86) PCT/EP2006/012560, 28.12.2006
(31) 10 2006 001 464.2
(32) 11.01.2006
(33) DE
(31) 10 2006 056 683.1
(32) 30.11.2006
(33) DE
(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.
(72) ПЛОЦИННИК УВЕ, DE, КЕМПКЕН ЙЄНС, DE, ИОНЕН ПЕТЕР, DE, ШУСТЕР ІНГО, DE, БЕХЕР ТІЛЬМАНН, DE
(73) СМС ЗІМАГ АКЦІЄНГЕЗЕЛЛЬШАФТ, DE
(56) JP 63112058 A, 17.05.1988
WO 03013763 A1, 20.02.2003
EP 0611610 A1, 24.08.1994
DE 2208928 A1, 26.07.1973
DE 2435495 A1, 13.02.1975
DE 2507971 A1, 04.09.1975
EP 0343103 A1, 23.11.1989
EP 1243343 A1, 25.09.2002
EP 1356868 A1, 29.10.2003
EP 1366838 A1, 03.12.2003
(57) 1. Спосіб безперервного лиття металевих заготовок з рідкого металу в установці (2) безперервного розливання, при якому металеву заготовку виводять з кристалізатора (3) вертикально вниз, потім металеву заготовку (1) направляють вертикально вниз у вертикальній роликовій проводці (4), охолоджуючи її при цьому, після цього її відхиляють із вертикального напрямку (V) у горизонтальний напрям (H) і на кінцевій ділянці відхилення в горизонтальний напрям (H) або після відхилення в горизонтальний напрям (H) піддають механічній деформації (5), який **відрізняється** тим, що після кристалізатора (3) і до механічної деформації (5) металеву заготовку (1) транспортують в напрямку (F), на першій ділянці (6) якого здійснюють охолодження металеві заготовки (1) з коефіцієнтом теплопередачі 3000-10000 Вт/м²К, причому в напрямку (F) транспортування після охолодження на другій ділянці (7) за допомогою теплової компенсації в металевій заготовці (1) без зменшення охолодження її поверхні або разом з ним

2

забезпечують нагрівання поверхні металеві заготовки (1) до температури вище Ас₃, після чого на третій ділянці (8) здійснюють механічну деформацію (5).
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що металеві заготовки є слябом, тонким слябом, блюмом, або заготовкою для фасонних, круглих або трубних профілів, або сортовою заготовкою.
3. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що поверхні металеві заготовки (1) очищують до охолодження.
4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що першу ділянку (6) розділяють на відрізки, причому металеву заготовку (1) охолоджують періодично, на відрізки безпосередньо за кристалізатором (3) її охолоджують інтенсивно, на щонайменше одному наступному відрізку слабше, а потім знову - більш інтенсивно.
5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що механічна деформація (5) на третій ділянці (8) являє собою процес правки або включає в себе такий процес.
6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що механічна деформація (5) на третій ділянці (8) являє собою процес прокатки або включає в себе такий процес.
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що охолодження на першій ділянці (6, 6А, 6В) обмежують зоною вертикальної роликової проводки (4).
8. Установка (2) безперервного лиття металевих заготовок з рідкого металу, що містить кристалізатор (3), виконаний з можливістю виведення заготовки вертикально вниз, розташовану під кристалізатором (3) вертикальну проводку (4) і засоби (9) для відхилення металеві заготовки (1) з вертикального напрямку (V) у горизонтальний напрям (H), причому на кінцевій ділянці відхилення в горизонтальний напрям (H) або після відхилення в горизонтальний напрям (H) розташовані механічні засоби (5) деформації металеві заготовки (1), яка **відрізняється** тим, що виконана з можливістю здійснення способу за будь-яким з пп. 1-7, при цьому включає вертикальну проводку (4), що містить певне число роликів (10), розташованих у напрямку (F) транспортування металеві заготов-

(13) C2

(11) 89895

(19) UA

ки (1) з її обох сторін, причому в зоні роликів (10) розташовані перші охолоджувальні засоби (11), виконані з можливістю подачі охолоджувальної рідини на поверхню металевої заготовки (1) для охолодження металевої заготовки (1) з коефіцієнтом теплопередачі $3000-10000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ і з можливістю переміщення у вертикальному (V) і/або горизонтальному (H) напрямку, а також у зоні вертикальної роликової проводки (4) нерухомо розташовані додаткові другі охолоджувальні засоби (12), при цьому далі в напрямку (F) транспортування перед третьою ділянкою (8) механічної деформації (5) передбачена ділянка (7), яка виконана з засобами теплової компенсації в металевій заготовці (1) без зменшення охолодження її поверхні або разом з ним здійснення нагрівання поверхні металевої заготовки (1) до температури вище A_{c3} .

Винахід належить до способу безперервного лиття слябів, тонких слябів, блюмів, фасонних профілів, круглих профілів, трубних профілів або сортових заготовок і подібного з рідкого металу в установці безперервного розливу, при якому метал виходить з кристалізатора вертикально вниз, потім металева штаба спрямовується вертикально вниз вздовж вертикальної роликової проводки, охолоджуючись при цьому, після чого відхиляється з вертикального напрямку в горизонтальний напрямок і на кінцевій ділянці відхилення в горизонтальний напрямок або після відхилення в горизонтальний напрямок піддається механічній деформації. Крім того, винахід належить до установки безперервного розливу, зокрема, для здійснення способу.

Спосіб безперервного розливу відомий, наприклад, з EP 1108485 A1 або WO 2004/048016 A2. Рідкий метал, зокрема, сталь, надходить з кристалізатора вертикально вниз, при цьому він зміцнюється і утворює штабу, яка поступово відхиляється з вертикального напрямку в горизонтальний напрямок. Безпосередньо під кристалізатором знаходиться вертикальна роликова проводка, яка направляє ще дуже гарячу металеву штабу спочатку вертикально вниз. Потім металева штаба за допомогою відповідних валиків або роликів поступово відхиляється в горизонтальний напрямок. Якщо це сталося, то в більшості випадків за цим йде процес правки, тобто металева штаба проходить через правильний пристрій, в якому відбувається її механічна деформація.

Охолодженню металевої штаби після її виходу з кристалізатора надається велике значення. У EP 1108485 A1 для цього запропонований пристрій для охолодження відливої заготовки в зоні охолодження, де вона спрямовується з підтримкою роликів парами, які розташовані один над одним уперек осі розливу в напрямку витягування заготовки, причому за рахунок подачі охолоджувального засобу заготовка додатково охолоджується. Для ефективного охолодження металевої штаби запропонований пристрій містить

9. Установка за п. 8, яка **відрізняється** тим, що металева заготовка є слябом, тонким слябом, блюмом, або заготовкою для фасонних, круглих або трубних профілів, або сортовою заготовкою.

10. Установка за п. 8 або 9, яка **відрізняється** тим, що охолоджувальні засоби (11) виконані з можливістю осцилювання.

11. Установка за будь-яким з пп. 8-10, яка **відрізняється** тим, що перші (11) і/або другі (12) охолоджувальні засоби містять корпус (13), виконаний з можливістю подачі охолоджувальної рідини через щонайменше одне сопло (14, 15).

12. Установка за п. 11, яка **відрізняється** тим, що корпус (13) виконаний з можливістю подачі охолоджувальної рідини за допомогою двох сопел (14, 15) або рядів сопел.

розташований між кожними двома лежачими один над одним роликми, транспортує охолоджувальний засіб охолоджувальний елемент, який проходить вздовж подовжньої осі роликів і виконаний так, що між відповідним охолоджувальним елементом і роликом, а також між охолоджувальним елементом і заготовкою виникають щілиноподібні простори, причому відповідний охолоджувальний елемент забезпечений щонайменше одним каналом, що транспортує охолоджувальний засіб в щілиноподібний простір.

У WO 2004/048016 A2 для підтримки оптимального температурного режиму відливої металевої штаби передбачено, що за допомогою температури на виході, яка визначається контролем температури поверхні в кінці металургійної довжини відливої заготовки, відбувається керування динамічною розбризкувальною системою у вигляді розподілу води і тиску або розподілу імпульсів по ширині і довжині заготовки функціонально по відношенню до обчисленої для довжини і ширини заготовки кривої температури.

Множина інших рішень стосується у рівній мірі проблеми того, як ефективно і технологічно правильно можна охолодити відлиту металеву заготовку. У цьому відношенні можна послатися на JP 61074763 A, JP 9057412, EP 0650790 B1, US 6374901 B1, US 2002/0129921 A1, EP 0686702 B1, WO 01/91943 A1, JP 63112058, JP 2004167521 і JP 2002079356.

Виявилося, що крім технологічно правильного і ефективного охолодження литої металевої штаби, значну роль відіграє окалиноутворення на ній. Внаслідок дуже високої температури металевої штаби безпосередньо після виходу металу з кристалізатора вона схильна до сильного окалиноутворення, яке, зокрема, негативно впливає на подальші етапи процесу. Тому існує намагання підтримки окалиноутворення мінімально можливим.

В основі винаходу лежить задача удосконалення способу описаного вище роду і відповідного пристрою таким чином, щоб крім оптимального

охладження металевої штаби можна було підтримувати мінімальним окалиноутворенням на її поверхні.

Ця задача вирішується в частині способу за рахунок того, що в напрямку транспортування металевої штаби після кристалізатора і до її механічної деформації на першій ділянці відбувається охолодження металевої штаби з коефіцієнтом теплопередачі 2500-20000 Вт/м К, причому в напрямку транспортування після охолодження на другій ділянці за допомогою теплової компенсації в металевій штабі без зменшення охолодження її поверхні, або з ним здійснюється нагрівання поверхні металевої штаби до температури вище Ac_3 або Ar_3 , після чого на третій ділянці здійснюється механічна деформація.

Переважно передбачено, що на першій ділянці охолодження металевої штаби здійснюється з коефіцієнтом теплопередачі 3000-10000 Вт/м²К.

Якщо, згідно з переважним варіантом здійснення винаходу, поверхні металевої штаби до нанесення охолоджувального середовища очищуються для охолодження, то це дозволяє додатково поліпшити подальше охолодження. Очищення може здійснюватися за допомогою видалення окалини, наприклад, за рахунок того, що розташовані один проти одного в напрямку витягування заготовки або металевої штаби, досягнуті нею першими і, тим самим, найбільш передні або найбільш верхні охолоджувальні засоби (сопла, сопловий брус і т. п.) подають охолоджувальне середовище під високим тиском, в результаті чого відбувається видалення окалини.

Механічна деформація на третій ділянці може являти собою при цьому процес правки металевої штаби або включати в себе такий процес. Як альтернатива або додатково може бути передбачено, що механічна деформація на третій ділянці являє собою процес прокатки або включає в себе такий процес.

Охолодження на першій ділянці, виконане у вигляді інтенсивного охолодження, може бути обмежене зоною вертикальної проводки. У зв'язку з цим потрібно відмітити, що термін «вертикальна проводка» повинен включати в себе також те, що металева штаба спрямовується значною мірою вертикально.

Охолодження на першій ділянці може здійснюватися також періодично, причому металева штаба/заготовка охолоджується навперемінно інтенсивно і слабо, наприклад, за рахунок зміни щільності нанесення охолоджувального середовища (л/хвхм) і/або за рахунок встановлення різних відстаней охолоджувальних засобів до металевої штаби.

Запропонована установка безперервного лиття слябів, тонких слябів, блюмів, фасонних профілів, круглих профілів, трубних профілів або сортових заготовок і подібних з рідкого металу, що містить кристалізатор, з якого метал виходить вертикально вниз, розташовану під кристалізатором вертикальну проводку і засоби для відхилення металевої штаби з вертикального напрямку в горизонтальний напрямок, причому на кінцевій ділянці відхилення в горизонтальний напрямок або

після відхилення в горизонтальний напрямок розташовані механічні засоби деформації металевої штаби, відрізняється, згідно з винаходом, тим, що вертикальна проводка містить певну кількість роликів, розташованих в напрямку транспортування металевої штаби з обох її сторін, в зоні роликів розташовані перші охолоджувальні засоби, за допомогою яких охолоджувальна рідина може наноситися на поверхню металевої штаби, причому охолоджувальні засоби розташовані з можливістю переміщення у вертикальному і/або горизонтальному напрямку. Як альтернатива або додатково охолоджувальні засоби можуть бути виконані переважно з можливістю осцилювання.

Додатково до цього в зоні вертикальної проводки можуть бути розташовані нерухомі другі охолоджувальні засоби.

Перші і/або другі охолоджувальні засоби можуть містити корпус, з якого охолоджувальна рідина випускається через щонайменше одне сопло. Охолоджувальна рідина може випускатися з корпусу через два сопла або ряд соплів.

Згідно з одним варіантом здійснення винаходу, в зоні вторинного охолодження металевої штаби відбувається охолодження певної інтенсивності, яка вибрана так, що, з одного боку, може відливатися високоякісна металева штаба, яка володіє потрібними структурою і складом, а, з іншого боку, ступінь окалиноутворення на поверхні штаби може підтримуватися мінімальним.

Цей варіант дозволяє зменшити також виникнення побічних явищ на поверхні штаби.

Завдяки запропонованому способу виникає достатній термошок, щоб оксидні шари, які знаходяться на поверхні металевої штаби були відділені і змиті. Це приводить до очищення поверхні заготовки, що переважно для рівномірного охолодження металевої штаби і можливого нагрівання в тунельній печі.

Запропонований спосіб зменшує небезпеку виділень або так званої високотемпературної крихкості, так що переваги досягаються і в цьому відношенні. За рахунок необхідного для термошока зниження температури поверхні, яка не повинна бути нижчою за температуру початку мартенситного перетворення, відбувається перетворення аустеніту в металевій штабі в ферит, що пов'язано з подрібненням зерна. При подальшому повторному нагріванні внаслідок великого температурного градієнта між поверхнею заготовки і центральною частиною металевої штаби відбувається зворотне перетворення дрібнозернистого фериту в дрібнозернистий аустеніт. Під час цих перетворень нітриди алюмінію (AlN) або інші виділення переростають, і на межах зерен знаходиться у процентному відношенні менше нітридів алюмінію, ніж у випадку грубозернистого аустеніту до перетворення. Тому більш дрібна структура менш схильна до тріщиноутворення, якщо повинно бути присутнім місце виділення.

У проводці під кристалізатором передбачена зона інтенсивного охолодження, щоб повторне нагрівання могло здійснюватися як можна раніше. Феритне перетворення і подальше перетворення в аустеніт повинні відбуватися до механічного нава-

нтаження поверхні заготовки, наприклад, в згинальних валках. Завдяки цьому зменшується небезпека тріщиноутворення, існуюча внаслідок зниження температури заготовки за рахунок термошока. В одному варіанті способу передбачено, що згадане інтенсивне охолодження включає в себе приблизно від однієї чверті до однієї третини шляху від кристалізатора до механічної деформації, до яких прилягають приблизно від трьох чвертей або двох третин цього шляху, де охолодження більше не здійснюється або здійснюється лише в меншій мірі.

Інтенсивне охолодження може бути передбачене між роликками проводки і проходити в залежності від бажаної охолоджувальної дії по більш довгій ділянці проводки. Як вже сказано, може бути переважним використовувати інтенсивне охолодження періодично, щоб не дуже переохолодити поверхню, зокрема, у разі схильних до розтріскування матеріалів.

Цим можна зменшити також червоноламкість, тобто тріщиноутворення на поверхні злитка, яка може виникнути, зокрема, через високий вміст міді в матеріалі. Це важливо, зокрема, у брукті як вихідному матеріалі, який іноді має відповідно високий вміст міді.

Приклади здійснення винаходу зображені на кресленні, на якому представляють:

- фіг. 1: схематичний вигляд збоку установки безперервного розливу з її деякими компонентами;

- фіг. 2: збільшений фрагмент з фіг. 1, а саме з правою гілкою вертикальної проводки з першими і другими охолоджувальними засобами;

- фіг. 3: збільшений фрагмент з фіг. 2 з двома роликками і розташованим між ними охолоджувальним засобом;

- фіг. 4: охолоджувальний засіб з фіг. 3 докладний.

На фіг. 1 схематично зображена установка 2 безперервного розливу. Рідкий метал у вигляді заготовки або штаби 1 виходить вертикально вниз з кристалізатора 3 в напрямку F транспортування і вздовж криволінійного рольганга поступово відхиляється з вертикального напрямку V в горизонтальний напрямку H. Безпосередньо під кристалізатором 3 знаходиться вертикальна проводка 4, яка містить ролики 10, що направляють штабу 1 вниз. Ролики 9 служать засобами для відхилення штаби 1 з вертикального напрямку V в горизонтальний напрямку H. Після відхилення штаби 1 потрапляє в засоби 5 для механічної деформації. У цьому випадку йдеться про правильно-тягнучий пристрій, який піддає штабу 1 процесу правки за допомогою механічної деформації. Може бути передбачений також процес правки, який в більшості випадків йде за ним.

Зона штаби 1 від виходу з кристалізатора 3 до механічної деформації поділена на три ділянки: на першій ділянці 6 відбувається інтенсивне охолодження гарячої металевої штаби 1, на другій ділянці 7 охолодження практично більше не здійснюється, а тепло, що є в штабі 1 знову нагріває її охолоджену поверхню. Переважно на третій ділянці 8, однак вже на другій ділянці 7 відбува-

ється нарешті механічна деформація. Цей приклад показує, що перша ділянка 6 поділена на два відрізки 6A, 6B. Це більш простим чином забезпечує періодичне охолодження на першій ділянці 6, а саме інтенсивне охолодження на відрізку 6A і більш слабе або зменшене охолодження або навіть його відсутність на щонайменше одному наступному відрізку 6B, до якого, в свою чергу, може прилягати ділянка інтенсивного охолодження, і так далі.

Охолодження металевої штаби 1 відбувається за допомогою перших 11 і других 12 охолоджувальних засобів, як це найкраще видно на фіг. 2. Охолоджувальні засоби 11 діють настільки інтенсивно, що має місце сильне охолодження. У разі охолоджувальних засобів 12 йдеться про звичайні і відомі самі по собі охолоджувальні засоби, використовувані у відомих установках безперервного розливу. Охолоджувальні засоби 11 розраховуються так, щоб охолодження штаби 1 на першій ділянці 6, зокрема, на безпосередньо прилеглому до кристалізатора 3 відрізку 6A, найбільш верхній або найбільш передній в напрямку F витягування, охолоджувальні засоби якого можуть перемикатися на високий тиск для видалення окислини і, тим самим, для очищення поверхонь штаби 1, відбувалося з коефіцієнтом теплопередачі 2500-20000 Вт/м²К. При цьому переважаюча частка охолодження приходить на охолоджувальні засоби 11.

Відносно названого коефіцієнту теплопередачі необхідно відмітити наступне. Коефіцієнт теплопередачі (α), який називається також коефіцієнт теплоперенесення, є коефіцієнтом пропорційності, який визначає інтенсивність теплопередачі на поверхні. Коефіцієнт теплопередачі описує при цьому здатність газу або рідини відводити енергію від поверхні речовини або віддавати її поверхні. Вона залежить, в тому числі, від питомої теплоти, щільності і коефіцієнта теплопровідності тепловідного або теплоподавального середовища. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності здійснюється в більшості випадків за допомогою різниці температур середовищ, які беруть участь. Названі чинники впливу дозволяють відразу ж виявити, що розрахунок інтенсивності охолодження безпосередньо позначається на коефіцієнті теплопередачі. На охолоджувальну здатність може впливати, наприклад, зміна горизонтальної відстані між охолоджувальними засобами 11 або 12 і штабою 1; чим більша відстань, тим вона нижча.

Після охолодження на ділянці 6 або на відрізках 6A, 6B на другій ділянці 7 за рахунок теплової компенсації в штабі 1 без подальшого охолодження її поверхні відбувається нагрівання останньої за рахунок теплової компенсації до температури вище Ac3 або Ar3. Тільки після цього відбувається механічна деформація 5 на ділянці 7 (за допомогою згинання) і на ділянці 8, передусім за допомогою правки на ділянці 8.

Названі охолоджувальні засоби 11 потрібні не для кожного випадку застосування. Тому вони, як впливає з фіг. 2, встановлені з можливістю переміщення у вертикальному напрямку, причому відповідні засоби переміщення не показані.

Охолоджувальні засоби 11 позначені в своєму активному положенні суцільними лініями, причому викинутий струмінь охолоджувальної води позначений в загальних рисах.

Якщо інтенсивного охолодження не потрібно, то охолоджувальні засоби 11 можуть бути вертикально переміщені в позначене штриховими лініями положення, так що охолоджувальними засобами 12 здійснюється класичне, зменшене, тобто менш інтенсивне, охолодження.

Інші заходи по наданню впливу (зниженню або підвищенню) охолоджувальної здатності полягають в зміні відстані між охолоджувальними засобами 11, 12 і штабою 1 за рахунок горизонтального переміщення і/або осцилюючого переміщення охолоджувальних засобів 11, 12.

Не показані відповідні магістралі з клапанами, так що можна регулювати або включати відповідно необхідний потік охолоджувальної води.

На фіг. 3 і 4 більш детально зображений варіант виконання перших охолоджувальних засобів 11. Вони містять корпус 13, на поверненому до штаби 1 боці якого розташовані два сопла 14, 15 або ряди сопел, які проходять перпендикулярно площині креслення упоперек штаби 1. Всередині корпусу 13 виконані відповідно дві камери 16, 17, пов'язані з лініями водопостачання. При цьому сопла 14, 15 виконані по-різному, так що на штабу 1 можуть спрямовуватися водянні потоки різної сили в залежності від технологічної необхідності для досягнення максимальної вільної від окалини і, тим самим, очищеної поверхні штаби 1.

Сопла можуть бути виконані також у вигляді соплового бруса, тобто бруса, який проходить упоперек по ширині штаби 1 і направляє охолоджувальну воду на поверхню штаби із соплових отворів.

Запропонований пристрій для інтенсивного охолодження містить, отже, корпус 13, який може переміщуватися на невеликій відстані між напрямними роликками 10, і утворює охолоджувальний канал. Корпус 13 може бути захищений щитком (не показаний) від руйнування при можливому прориві, так що в цьому випадку він може бути використаний ще раз. Змінюючи відстань між поверхнею заготовки і корпусом 13, можна впливати на охолоджувальну здатність. Інші можливості надання впливу на охолоджувальну дію можуть бути досягнуті за рахунок конструкції корпусу 13 і сопел 14, 15.

Так, існує можливість поділити сопла на декілька груп і передбачити для окремих груп сопел власне водопостачання. За рахунок підключення або відключення окремих груп сопел і/або за рахунок зміни витрат або натиску можна варіювати охолоджувальну дію. У разі стандартного охолодження, тобто у випадку сталей, інтенсивне охолодження яких недоцільне, може бути підключена менша кількість сопел. Іншою можливістю є відкидання або відведення пристроєм інтенсивного охолодження із зони розпилювання пристроєм стандартного охолодження.

Переохолодження кромкової зони металевої штаби можна уникнути також за рахунок підключення або відключення груп сопел.

Для інтенсивного охолодження можуть використовуватися також розпилювальні сопла. Вони повинні бути розподілені близько один до одного по ширині металевої штаби для досягнення необхідного охолодження і пов'язаних з цим подрібнення зерна і окалиновидальної дії. За рахунок підключення і відключення цих груп можна і в цьому випадку уникнути переохолодження кромки. Для розливу, при якому інтенсивне охолодження несприятливе, сопла можуть бути дезактивовані, відкриті, відведені, або можуть бути знижені витрати охолоджувального середовища (води), щоб забезпечити стандартне охолодження.

Може бути також передбачено використання крім вторинного охолодження додаткового пристрою охолодження, що складається із забезпечених декількома розпилювальними соплами розпилювальних брусів з окремим водопостачанням. Додаткові розпилювальні бруси включаються при цьому тільки за необхідністю. Точно так само за рахунок підключення і відключення груп сопел можна і в цьому випадку уникнути переохолодження кромки.

У рівні техніки відомі спеціальні сопла для гідрозбиву окалини, які досягають коефіцієнтів теплопередачі більше $20000 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$. Через свою дуже інтенсивну охолоджувальну дію і пов'язану з цим низьку температуру поверхні металевої штаби такі сопла в даному винаході не використовуються, або вони тут непридатні.

Основну ідею винаходу можна убачати, отже, в тому, що інтенсивне охолодження в зоні вторинного охолодження відбувається, зокрема, в установках для відливання тонких слябів, щоб досягнути очищення поверхні сляба, при якому інтенсивне охолодження починається відразу після кристалізатора, якщо дивитися в напрямку транспортування. Правда, далі передбачено, що охолодження закінчується настільки завчасно, що може статися повторне нагрівання вище температури Ac3 або Ar3 , перш ніж виникнуть механічні навантаження, як, наприклад, в згинально-тягнучому пристрої. Метою при цьому є недопущення або лише невелике виділення фаз на межах зерен.

Запропонований пристрій для інтенсивного охолодження володіє помітно більш високою охолоджувальною дією, ніж це звичайно буває при вторинному охолодженні в установці безперервного розливу. У відомих установках звичайні коефіцієнти теплопередачі становлять $500\text{--}2500 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$. З іншого боку, відомі установки для видалення окалини, в яких використовується охолоджувальний пристрій, що реалізовує коефіцієнти теплопередачі більше $20000 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$.

Як вже сказано, необхідні в цьому випадку коефіцієнти теплоперенесення залежать від матеріалу і швидкості розливу. Вони витікають з максимальної швидкості охолодження, при якій ще не утворюється мартенсит або бейніт. Для низьковуглецевих сталей швидкість охолодження складає близько 2500°C/хв , що при швидкості розливу 5 м/хв відповідає коефіцієнту теплопередачі близько $5500 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$.

За рахунок швидкого перемикання між стандар-

ртним і інтенсивним охолодженням запропонована установка безперервного розливу може використовуватися дуже індивідуально і гнучко.

Якщо запропоновані системи використовуються з описаними охолоджувальними соплами, то внаслідок виникаючої високої турбулентності води між корпусом охолоджувальних засобів і металевою штабою при відносно малій кількості води досягаються більш високі коефіцієнти теплопередачі, ніж при традиційному розпилювальному охолодженні.

Інтенсивність охолодження можна варіювати за рахунок кількості сопел, які розташовані поруч одне з одним. Крім того, крім традиційних пристроїв для розпилювального охолодження можна використовувати додаткові соплові бруси.

Довжина інтенсивного охолодження, якщо дивитися в напрямку F транспортування, визначається структурою кристалізації до 2 мм під поверхнею металевої штаби. При дендритній кристалізації довжина інтенсивного охолодження збільшується на коефіцієнт 2-3 в порівнянні з довжиною при глобулярній кристалізації.

Коефіцієнт теплопередачі виникає з конструкції охолоджувальних засобів, в цьому випадку, зокрема, перших охолоджувальних засобів 11. Цей коефіцієнт вибирається цілеспрямовано в заявленому діапазоні, оскільки тут умови для інте-

нсивного охолодження отриманої металевої штаби 1 оптимальні, і одночасно можна досягнути значною мірою вільної від окалини поверхні штаби.

Перелік посилальних позицій

- 1 - металева штаба
- 2 - установка безперервного розливу
- 3 - кристалізатор
- 4 - вертикальна роликів проводка
- 5 - механічна деформація
- 6 - перша ділянка
- 6A - відрізок
- 6B - наступний відрізок
- 7 - друга ділянка
- 8 - третя ділянка
- 9 - засоби для відхилення металевої штаби
- 10 - ролики
- 11 - перші охолоджувальні засоби
- 12 - другі охолоджувальні засоби
- 13 - корпус
- 14 - сопло
- 15 - сопло
- 16 - камера
- 17 - камера
- V - вертикальний напрям
- H - горизонтальний напрям
- F - напрям транспортування або витягування

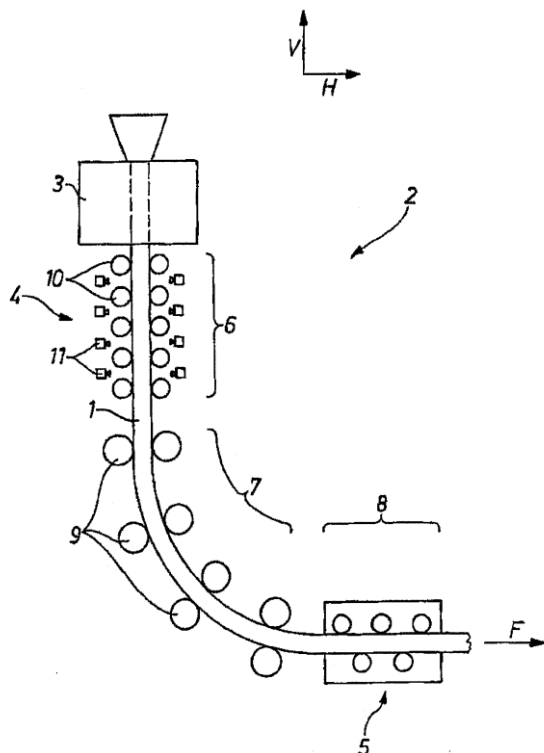


Fig. 1

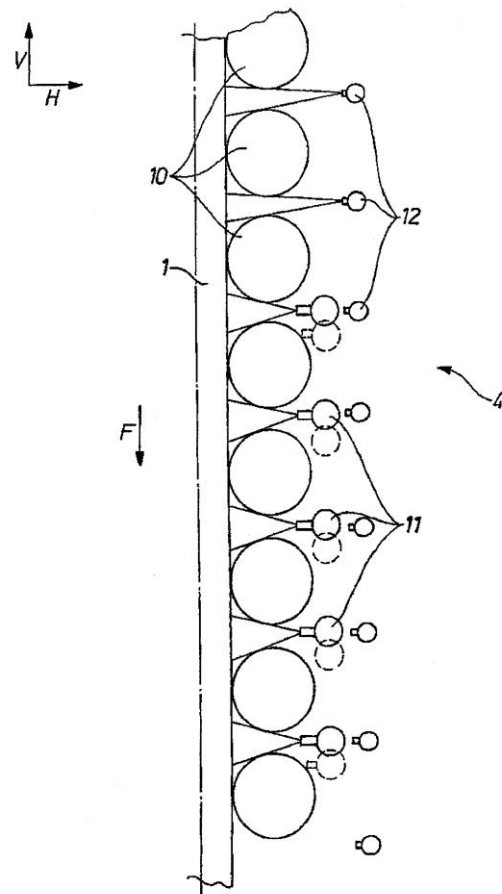


Fig. 2

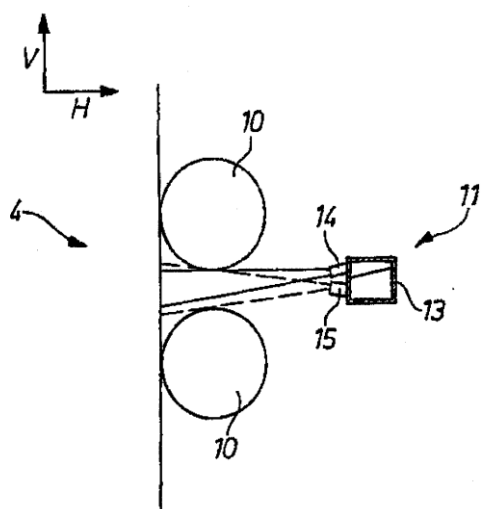


Fig. 3

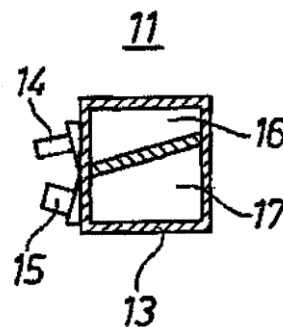


Fig. 4