



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76727** (13) **C2**
(51) **МПК (2006)**
B22D 11/04
B22D 11/055
B22D 11/112 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФОРМИ ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ МЕТАЛУ (ВАРІАНТИ)

1

2

(21) 2003043143

(22) 12.09.2001

(24) 15.09.2006

(86) PCT/US01/28381, 12.09.2001

(31) 09/658,997

(32) 11.09.2000

(33) US

(46) 15.09.2006, Бюл. №9, 2006р.

(72) Сіерс Джеймс Б., US

(73) ЕСЕМЕС ДЕМАГ, ІНК., US

(56) SU, 473 337, A, 05.06.1975

SU, 1 154 033, A, 07.05.1985

SU, 1 708 508, A1, 30.01.1992

US, 3 941 183, A, 02.03.1976

US, 5 526 869, A, 18.06.1996

US, 5 611 390, A, 18.03.1997

US, 5 771 958, A, 30.06.1998

(57) 1. Спосіб експлуатації форми для безперервного лиття металу такого типу, що містить щонайменше один охолоджуючий канал для проходження холодоагенту під час лиття, який включає виконання наступних операцій:

а) здійснюють лиття металу з одночасною примусовою подачею холодоагенту через охолоджуючий канал у першому напрямку, і

б) здійснюють наступне лиття металу з одночасною примусовою подачею холодоагенту через охолоджуючий канал у другому напрямку, що протилежний першому напрямку.

2. Спосіб за п.1, у якому охолоджуючий канал виконаний у вигляді паза, утвореного в облицюванні форми, причому паз має верхній кінець і нижній кінець.

3. Спосіб за п.2, у якому операцію а) виконують шляхом примусової подачі холодоагенту через паз в першому напрямку, що відповідає руху від верхнього кінця паза до його нижнього кінця.

4. Спосіб за п.2, у якому між операцією а) і операцією б) додатково виконують операцію відновлення необхідного стану облицювання форми.

5. Спосіб за п.4, у якому під час операції відновлення необхідного стану облицювання форми видаляють деяку кількість матеріалу з її ливарної поверхні таким чином, щоб відновити необхідний стан ливарної поверхні, а потім визначають тов-

щину облицювання форми, яка залишається між дном зазначеного паза і ливарною поверхнею.

6. Спосіб за п.5, у якому операцію б) виконують безпосередньо після операції а) у тому випадку, коли товщина облицювання форми, яка залишається між дном паза і ливарною поверхнею, менше її заданої мінімальної товщини.

7. Спосіб за п.6, у якому формою для безперервного лиття є лійкова форма, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 9,9 до приблизно 22,1мм.

8. Спосіб за п.7, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить срібловмісний мідний сплав, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 11,9 до приблизно 22,1мм.

9. Спосіб за п.8, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 14,0 до приблизно 20,1мм.

10. Спосіб за п.7, у якому форма має облицювання виконане з матеріалу, що містить хромоцирконієвий мідний сплав, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 9,9 до приблизно 19,0мм.

11. Спосіб за п.10, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 11,9 до приблизно 17,0мм.

12. Спосіб за п.6, у якому формою для безперервного лиття є звичайна форма для лиття плоских заготовок, при цьому задана мінімальна товщина форми знаходиться в межах від приблизно 4,6 до приблизно 30,0мм.

13. Спосіб за п.12, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить срібловмісний мідний сплав, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 5,1 до приблизно 30,0мм.

14. Спосіб за п.13, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 7,6 до приблизно 26,9мм.

15. Спосіб за п.12, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить хромоцирконієвий мідний сплав, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 4,6 до приблизно 25,9мм.

(13) **C2**

(11) **76727**

(19) **UA**

16. Спосіб за п.15, у якому мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 7,1 до приблизно 23,1мм.

17. Спосіб експлуатації форми для безперервного лиття металу такого типу, що містить щонайменше одну ливарну поверхню та щонайменше один охолоджуючий канал, який знаходиться у тепловому взаємозв'язку з ливарною поверхнею, який включає виконання наступних операцій:

а) визначають на основі щонайменше одного фактора, у якому випадку охолодження, забезпечуване охолоджуючим каналом, є найбільш бажаним для процесу лиття: коли холодоагент примусово подають через охолоджуючий канал в першому напрямку або в протилежному - другому напрямку, і

б) експлуатують форму для безперервного лиття при примусовій подачі холодоагенту через охолоджуючий канал у тому напрямку, який був вибраний під час операції а).

18. Спосіб за п.17, у якому фактором, який використовують під час операції а), є товщина облицювання форми для безперервного лиття.

19. Спосіб за п.18, у якому охолоджуючий канал виконаний у вигляді паза, утвореного в облицюванні форми, і в ході операції а) як фактор використовують товщину облицювання форми, що залишається між дном паза і ливарною поверхнею.

20. Спосіб за п.19, у якому під час операції (а) додатково визначають чи є вказана товщина меншою за задану мінімальну товщину.

21. Спосіб за п.20, у якому формою для безперервного лиття є лійкова форма, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 9,9 до приблизно 22,1мм.

22. Спосіб за п.21, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить срібловмісний мідний сплав, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 11,9 до приблизно 22,1мм.

23. Спосіб за п.22, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 14,0 до приблизно 20,1мм.

24. Спосіб за п.20, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить хромоцирконієвий мідний сплав, при цьому її задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 9,9 до приблизно 19,0мм.

25. Спосіб за п.24, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 11,9 до приблизно 17,0мм.

26. Спосіб за п.20, у якому формою для безперервного лиття є звичайна форма для лиття плоских заготовок, при цьому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 4,6 до приблизно 30,0мм.

27. Спосіб за п.26, у якому форма має облицювання, виконане з матеріалу, що містить срібловмісний мідний сплав, при цьому її задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 5,1 до приблизно 30,0мм.

28. Спосіб за п.27, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 7,6 до приблизно 26,9мм.

29. Спосіб за п.26, у якому форма має облицювання виконане з матеріалу, що містить хромоцирконієвий мідний сплав, при цьому її задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 4,6 до приблизно 25,9мм.

30. Спосіб за п.29, у якому задана мінімальна товщина знаходиться в межах від приблизно 7,1 до приблизно 23,1мм.

31. Спосіб за п. 18, у якому товщину вимірюють в області, що наближена до очікуваного місця розташування меніска.

32. Спосіб за п.19, у якому товщину вимірюють в області, що наближена до очікуваного місця розташування меніска.

33. Спосіб за п.17, у якому фактором, який використовують під час операції (а), є необхідний тиск холодоагенту в охолоджуючому каналі.

34. Спосіб за п.33, у якому тиск є необхідним тиском холодоагенту в області охолоджуючого каналу, що максимально наближена до наміченого місця розташування меніска.

35. Спосіб за п.17, у якому фактором, який використовують під час операції а), є очікувана швидкість лиття у формі для безперервного лиття.

36. Спосіб за п.17, у якому фактором, який використовують під час операції а), є очікуваний відсоток корисного терміну служби облицювання форми, який знаходиться у тепловому взаємозв'язку з охолоджуючим каналом.

37. Спосіб за п.17, у якому фактором, який використовують під час операції а), є тип форми для безперервного лиття.

Даний винахід відноситься в цілому до безперервного лиття металів, зокрема сталі. Більш конкретно, цей винахід відноситься до удосконаленої форми для безперервного лиття і до способів функціонування і модернізації форм для безперервного лиття, що забезпечують поліпшене охолодження в ході процесу затвердіння.

В даний час у металургійній промисловості застосовується кілька різних типів форм для безперервного лиття. Основні відмінності між формами відносяться до розміру і конфігурації виробів, які відливають. При виробництві заготовок, наприклад

заготовок з малим поперечним перерізом, які зазвичай використовують для виготовлення так званих "довгих виробів", таких як будівельні сталеві профілі (кутки і швелери), рейки, стрижні і дріт, їх зазвичай відливають за допомогою форми з мідною трубою. Внутрішня поверхня мідної труби служить ливарною поверхнею, що формує продукт, який аналогічний за розміром і конфігурацією внутрішньому простору самої мідної труби. Зовнішня поверхня мідної труби охолоджується водою, зазвичай швидким потоком води, але іноді водою, яку розпорошують.

Більшість пристроїв для лиття заготовок, які використовують для виготовлення довгих виробів, має декілька форм і виготовляє одночасно декілька сталевих заготовок, які розливають з одного розливного пристрою. Розливним пристроєм, що виконує операцію безперервного лиття, є резервуар з вогнетривким футеруванням, який використовують для заповнення форми або, у даному випадку, декількох форм.

Інший тип форми, яку широко використовують при безперервному литті, формує заготовку трохи більшого поперечного перерізу, яку називають блюмом. Блюм може мати круглий переріз, сформований у формі з круглою мідною трубою, але більш поширеним є прямокутний переріз, який застосовують для виготовлення в трубах довгих виробів, а також безшовних пластин. Форма цього типу зазвичай містить у собі певну кількість облицювальних пластин, зазвичай виконаних з міді, і водяні сорочки, що оточують облицювальні пластини. Облицювальні пластини часто називають "міддю", і вони утворюють частину форми, що входить у контакт із розплавленим металом у процесі лиття. Між водяними сорочками і облицювальними пластинами утворені пази або канали, що проходять вертикально і паралельно, для циркуляції води, що забезпечують охолодження облицювальних пластин. Під час роботи воду нагнітають в зазначені пази, причому майже завжди від нижнього кінця форми, з джерела водопостачання через впускну камеру, яка сполучається з усіма пазами в облицювальній пластині. Охолоджуючий ефект, що досягається таким чином, викликає затвердіння зовнішнього шару розплавленого металу, коли він проходить через форму. Потім затвердіння завершується після того, як напівзатверділий відливок залишає форму, за допомогою розпилення додаткового холодоагенту, у типовому випадку - води, безпосередньо на відливки. Цей спосіб виробництва сталевих виробів високоефективний і широко застосовується в Сполучених Штатах і в усьому світі.

У випадку з формою для одержання прямокутного блюма, зазвичай чотири пластини (тобто дві із широкою робочою поверхнею і дві з вузькою робочою поверхнею) формують порожнину ливарної форми. Ці чотири окремі мідні облицювання форми зазвичай стикаються (підганяються) одна до одної, формуючи нерегульований прямокутний короб, що служить ливарною камерою. Зазвичай форма з чотирьох елементів для лиття блюма буде мати скошені кути, на відміну від прямих кутів, що зустрічаються у формі з чотирьох елементів для лиття плоскої заготовки.

Плоскі заготовки, які часто називають слябами, також мають прямокутний переріз, але зазвичай їх ширина значно більша товщини. Лиття плоских заготовок становить велику частку від ~800 мільйонів тонн сталевих виробів, що відливаються безперервно, вироблених щорічно в усьому світі. Більшість форм для лиття плоских заготовок і форм для лиття блюма має чотири мідні пластини, що служать внутрішньою ливарною поверхнею форми. У типовому варіанті ці облицювання форми мають пази на тильній стороні для формування

охолоджуючих каналів, по яких може протікати охолоджуюча вода. У деяких випадках охолоджуючі канали формують за допомогою свердління серії вертикальних круглих отворів, але цей спосіб підвищує витрати і вносить обмеження продуктивності, що зазвичай не властиві конструкції з мідними листами, що мають пази.

Інший тип форми, який називають "формою для лиття заготовки балки", використовують для лиття металевої заготовки в конфігурації Н-подібної балки, переріз якої може бути потім зменшений до розміру, зазвичай використовованого для будівельних цілей, наприклад, при будівництві будинків і мостів. Виробництво заготовки балки зазвичай називають формуванням лиття "майже кінцевої конфігурації", оскільки безперервно конфігурація виробу, що відливається, дуже близька до кінцевої конфігурації і розміру виробу.

Н-подібні балки менших розмірів виготовляють у формах з мідною трубою балкової конфігурації, тоді як вироби великих розмірів виготовляють у формах з чотирма пластинами. Мідні пластини із широкою робочою поверхнею форми з чотирма пластинами для лиття заготовки балки зазвичай виконують з дуже товстих листів міді. У цьому випадку свердлення отворів є нормальним способом, використовуваним для виконання охолоджуючих каналів, оскільки виконання пазів у такому товстому листі міді було б непрактичним. Охолоджуючі канали всіх ливарних форм розташовують так, що вони охоплюють периметр відлитого виробу для вилучення тепла з рідкого металу, розлитого у форму. Таким чином, що охолоджуючі канали, що охоплюють периметр форми для лиття заготовки балки, дуже складні в порівнянні з каналами форм із плоскими пластинами, таких як застосовують для лиття блюмів і плоских заготовок.

Теплова/механічна динаміка форм для безперервного лиття, особливо форм для лиття майже кінцевої конфігурації, ускладнюється з ускладненням конфігурації порожнини ливарної форми. Лійкові форми відносяться до іншого типу форм для лиття майже кінцевої конфігурації, що мають власний набір унікальних динамічних характеристик. Лійкові форми мають збільшену заливальну область і зазвичай є формами з чотирма пластинами, які застосовують для лиття тонких плоских заготовок. Форми для лиття тонких плоских заготовок вимагають застосування лійки, оскільки широкі робочі поверхні розташовані дуже близько одна до одної для формування тонкої плоскої заготовки, що має товщину, що становить усього від двох до трьох дюймів, на противагу більш розповсюдженим плоским заготовкам, які зазвичай мають товщину, що становить 6-12 дюймів. Оскільки сталь зазвичай заливають у форму для безперервного лиття через вогнетривку трубу, яку називають занурюваним розливним стаканом, збільшена заливальна область або лійка забезпечує простір занурюваного розливного стакану і подачі сталі у форму.

Лиття тонких плоских заготовок усе ширше застосовується в даний час з погляду економічності прокатки тонких плоских заготовок з одержанням рулону сталі. Спосіб виготовлення тонких плоских

заготовок також добре пристосований до гарячого завантаження, або інакше кажучи, до подачі заготовки безпосередньо з розливного пристрою на прокатний стан без необхідності повністю повторно нагрівати виріб. Він також добре пристосований до умов мініустановки при виробництві з застосуванням електродугової печі, на противагу способам із застосуванням металургійної кисневої печі, що застосовується на заводах з повним металургійним циклом. Таким чином, лиття плоских заготовок знижує споживання енергії і наносить менше шкоди навколишньому середовищу, що є двома важливими факторами в сучасному світі. У Сполучених Штатах лиття тонких плоских заготовок за допомогою лійкових форм становить близько 20% гарячого виробництва рулонної штабової сталі, і очікується продовження росту цієї частки в майбутньому.

Лійкові форми мають дуже складну теплово/механічну динаміку. Оскільки виріб, що відливається, тонке, наприклад, товщиною, що становить 1/5 товщини нормальної плоскої заготовки, швидкість лиття повинна бути збільшена в п'ять разів для відповідності у масовому вираженні продуктивності, одержуваної при литті більш товстих плоских заготовок. Одночасно з підвищенням швидкості лиття підвищуються поверхневі температури мідних пластин форми, що дуже сильно знижує термін служби форми. Таке підвищення температури приводить до сильного теплового розширення і деформації мідних пластин форми, що також обмежує їх термін служби. У результаті всього цього витрати на обслуговування лійкових форм значно вище витрат на обслуговування звичайних форм для лиття товстих плоских заготовок.

Щоб краще оцінити профілі температур у формі при безперервному литті дослідники і оператори устаткування провели поточний контроль температур мідних облицювань за допомогою встановлення на них серії термопар. Вони визначили, що область, розташована безпосередньо під верхньою поверхнею рідкого металу, яка відома в промисловості як область меніска, зазвичай буває самою гарячою.

При безперервному литті розплавлений метал входить у контакт із верхньою поверхнею охолоджуваної водою форми в області меніска, де він віддає тепло в першу чергу. Ця теплопередача починає процес затвердіння і формування оболонки або кірки відлитого виробу. Коли затвердіваюча оболонка рухається вниз через форму і, нарешті, через захищену область під формою, вона продовжує віддавати тепло і стає більш товстою. Усе це відбувається зі швидкістю, що відповідає теплопровідності металу, який відливають, і інтенсивності подачі холодоагенту на поверхню заготовки. В остаточному підсумку оболонка повністю твердне до досягнення кінця розливного пристрою, і це є основою безперервного лиття.

Коли товщина оболонки збільшується, вона діє як ізолюючий шар між гарячою рідкою серцевиною відлитого виробу і джерелом охолодження незалежно від того, чи є він охолоджуваними водою стінками форми, чи струменями охолоджуючої води в захищеній нижній області. Чим товстіше

стає оболонка, тим більшу ізоляцію вона забезпечує, і тим нижче стає температура поверхні заготовки. Велика кількість тепла вилучається в самій формі, при цьому оболонка наростає до товщини, що становить від 3/8 до 5/8 дюйма до того, як заготовка залишить форму. Таким чином, більш низька область форми зазвичай холодніше, ніж верхня область, оскільки оболонка ізолює форму від рідкої серцевини заготовки.

Унаслідок певних механічних обмежень і вимог до гідравлічного ущільнення, самий верх і самий низ мідних облицювань форми не охолоджуються настільки ефективно, як області, розташовані між ними. Недавні дослідження показали суттєву віддачу тепла поблизу самого низу форми, де вода зазвичай надходить в охолоджуючі канали на тильній стороні мідного облицювання форми. Це відбувається в основному внаслідок падіння швидкості руху охолоджуючої води, що має місце в цих областях. Цей недолік може бути усунутий за допомогою використання динамічних пластин, таких як описані в [патенті США №5526869], опис якого включене у сей опис як викладений повністю.

У ході безперервного лиття повинен бути досягнутий ряд робочих умов для підтримки безперервності процесу, таким чином, максимізуючи кількість виробленої продукції в тоннах. В однаковій мірі важлива оптимізація робочих умов, що можуть впливати на якість виробу. Вартість первинного продукту значно вище вартості вторинного продукту і, таким чином, висока якість продукту є метою кожної операції безперервного лиття.

Характеристики форми є головним чинником при виробництві високоякісного виробу, отриманого при безперервному литті. Фактично, від того, що відбувається в менісковій області форми, зазвичай залежить рівень якості виробу. Для одержання високої якості необхідне рівномірне вилучення тепла у формі. Рівномірна товщина оболонки буде забезпечувати відсутність напружень, що можуть приводити до появи подовжніх тріщин. Також бажано одержувати близькі температури на протилежних поверхнях у формі, а також правильний баланс температур між широкими робочими поверхнями і вузькими робочими поверхнями для мінімізації напружень у кутах виробу.

Через унікальну динаміку лійкових форм для лиття тонких плоских заготовок тонкі мідні облицювання можуть приводити до переохолодження, що приводить до утворення подовжніх тріщин або, інакше кажучи, до того, що при литті тонких плоских заготовок називають ливарними складками чи зморшками. У результаті, мідні облицювання для лиття тонких плоских заготовок з цієї причини зазвичай відбраковують при наявності 15-19мм запасу матеріалу, що залишається між гарячою робочою поверхнею і охолоджувачими каналами. Хоча це дозволяє підтримувати роботу форми в оптимальному температурному діапазоні для одержання найкращої якості виробу, але при цьому вимагає додаткових витрат на поточний ремонт лійкових форм.

Одним логічним підходом для збільшення терміну служби мідних облицювань лійкової форми

було б збільшення товщини нових мідних облицювань. На жаль, чим більш товсте мідне облицювання, тим вище температура поверхні під час роботи. Унаслідок високих швидкостей лиття, які практикують при литті тонких плоских заготовок, форми інколи витримують усього декілька днів, (особливо форми з новими мідними облицюваннями), до того, як вони настільки сильно деформуються від тепла, що якість виробу падає. Перегрівання поверхонь форми може також приводити до формування поверхневих тріщин у самих мідних облицюваннях форми і може також викликати прихвачування розплавленого металу на поверхні форми, що приводить до розриву оболонки, який називають проривом прихваченої заготовки.

Проривом при безперервному литті в металургійній промисловості називають подія, коли в оболонці утворюється отвір і розплавлений метал, що знаходиться усередині оболонки, витікає назовні, коли отвір виявляється відкритим нижче форми. Він може викликати серйозні uszkodження захисного устаткування під формою і позапланове переривання процесу лиття для його очищення. Прориви можуть коштувати виробнику від 50000 доларів до 1 мільйона доларів у залежності від їхньої серйозності і від типу операції лиття. Прориви у відливальному пристрої для лиття тонких плоских заготовок зазвичай викликають менш серйозні наслідки, оскільки обсяг металу у формі менший, ніж у формі для лиття товстих плоских заготовок.

Мідна облицювальна пластина форми має середній термін служби, що починається, коли вона нова і має максимальну товщину. Після багаторазової повторюваної механічної обробки для видалення слідів зносу й uszkodжень поверхні, що виникають у ході роботи відливального пристрою, мідне облицювання форми буде ставати усе тонше і тонше, поки її використання не перестане бути безпечним. Для кожної операції лиття задана нижня межа робочої товщини для забезпечення того, що тріщини в самому мідному облицюванні не приведуть до протікання води крізь гарячу лицьову поверхню. Така подія могла б привести до вибуху, що міг би викликати викид розплавленого металу з форми і нанести uszkodження операторам або іншим людям, що знаходяться поруч. Типовий діапазон запасу безпеки, що залишається між робочою лицьовою поверхнею і каналами для охолоджуючої води в мідному облицюванні нормальної форми в момент, коли неї відбраковують, може становити від 5мм до 10мм.

Охолоджуюча вода у формі для безперервного лиття зазвичай проходить через канали для води або пази на тильній стороні мідного облицювання знизу вгору. Основною перевагою такого руху води є виштовхування повітря з пазів або каналів попереду води, що надходить. Повітря, захоплене і таке, що залишилося усередині каналів для охолоджуючої води, може викликати перегрів мідних облицювальних пластин у формі і нерівномірне вилучення тепла. Однак при швидкостях потоку охолоджуючої води, які практикують у формах у даний час, мало шансів, що повітря могло б протистояти воді, яка протікає зі швидкістю в діа-

пазоні від 6 до 12 метрів за секунду або від 20 до 40 футів за секунду.

Потік води знизу вгору також дає переваги щодо якості виробу за рахунок попереднього нагрівання води в нижній частині форми до того, як вона досягне меніска. Це запобігає переохолодженню виробу в області меніска, де визначається рівень якості виробу, особливо, коли мідне облицювання стає тонше після декількох операцій повторної механічної обробки.

Однак винахідник визначив, що при необхідності відливати швидше, особливо в пристроях для лиття тонких плоских заготовок (слябів), існують певні переваги в зміні на зворотній напрямок потоку води, тобто в примусовій подачі її зверху вниз. Холодна вода, що спочатку входить у контакт з областю меніска, може знижувати температуру мідного облицювання в цій області, що могло б допускати використання більш товстих мідних пластин, коли вони нові. Навіть один міліметр додаткової товщини нового мідного облицювання може забезпечити додаткову кампанію, що може давати дуже реальну економічну перевагу для виробника сталі. Приймаючи в увагу той факт, що облицювання лійкової форми або мідні облицювальні пластини в типовому випадку витримують від чотирьох до шести кампаній до того, як їх відбраковують, додаткова кампанія може принести виробнику сталі від 10000 доларів до 20000 доларів, тобто суму, що значно перевершує додаткові витрати на мідну сировину.

На додаток до цього зниження температури меніска в ході високошвидкісного лиття може запобігати розтріскуванню і деформації мідних облицювань, що продовжує тривалість кампанії між повторними механічними обробками. Це дозволить залишати форму в пристрої протягом збільшеного періоду часу, що підвищує продуктивність пристрою і збільшує сумарну кількість плавів, які може забезпечувати пара мідних облицювань форми протягом терміну їхньої служби.

Оскільки існує тенденція прискорення безперервного лиття, напрямком руху потоку води у формі може відігравати велику роль у забезпеченні можливості збільшення швидкості лиття без збитку для форми і терміну служби мідного облицювання. Нові способи керування напрямком руху потоку можуть також сприяти підтриманню оптимального режиму роботи мідного облицювання для одержання найкращої якості виробу. Подача холодоагенту поблизу верхньої частини охолоджуючого пазу може також підвищити тиск холодоагенту в області поблизу наміченого місця розташування меніска, що, таким чином, підвищує температуру кипіння в цьому місці, стримуючи можливість пухирчастого кипіння, що могло б приводити до нерівномірності охолодження у формі.

Наприклад, можливість реверсування, тобто змінити на зворотний напрямок потоку охолоджуючої води, коли мідні облицювання стають тонше, може давати вигоду в обох випадках. Потік зверху вниз міг би використовуватися, коли мідне облицювання має товщину, що перевищує визначене граничне значення, для інтенсифікації охолодження області меніска. Коли мідне облицювання стає

тонше і ближче до розміру відбраковування, напрямку потоку може бути змінений на зворотній для подачі води знизу вгору таким чином, щоб не переохолоджувати область меніска. Маючи таку можливість, можна продовжити термін служби форми і мідного облицювання, забезпечуючи величезну економічну перевагу для користувача.

Керування реверсуванням потоку може також сприяти контролю подібності температур протилежних робочих поверхонь форми. Якщо одна мідна пластина тонше іншої, температури поверхонь двох мідних пластин можуть більш точно узгоджуватися одна з одною за допомогою напрямку потоку знизу вгору в більш тонкій мідній пластині і напрямку потоку зверху вниз у більш товстій мідній пластині.

Така система керування потоком може також сприяти узгодженню (припасуванню) температур у пристроях з декількома формами, особливо, коли швидкості лиття в них є однакові. Наприклад, пристрій для лиття шести безперервних заготовок може вимагати змушеної передчасної зупинки, оскільки одна або більше з форм містять нові мідні труби, тоді як інші містять більш тонкі. За допомогою приведення у відповідність напрямку потоку в кожній формі товщині її мідного облицювання слабку ланку може бути усунуто, і можуть бути досягнуті збільшені швидкості лиття, тривалість лиття і термін служби форми. У пристрої для лиття блюма, на яке розподіляється загальне керування швидкістю (при комбінації пристроїв для лиття плоскої заготовки і блюма), температура поверхні мідного облицювання форми може пристосовуватися для максимізації продуктивності лиття в двох чи більше формах з різними товщинами мідного облицювання.

Для керування напрямком потоку води у формі для безперервного лиття можуть використовуватися різні способи і системи. Один шлях може полягати в конструкції водяних сорочок форм. Водяна сорочка у формі для безперервного лиття є конструктивним елементом, що забезпечує механічну підтримку для підтримки плоского стану мідних облицювальних пластин у ході роботи. Вона також діє як канал для проходження води до верхньої і нижньої частин мідних облицювань. Внутрішня конструкція може визначати напрямок, у якому могла б протікати охолоджуюча вода. Різні водяні сорочки можуть використовуватися для різних товщин мідного облицювання, або водяна сорочка може бути оснащена внутрішнім перемикаючим механізмом. Можливо, найбільш здійсненним способом керування напрямком потоку охолоджуючої води у формі було б керування в трубопроводі під формою. Для виконання функції переключення в систему водопостачання форми можуть бути включені клапани й інші засоби керування. Система керування потоком цього типу може легко монтуватися в нових пристроях при їх виробництві або може бути включена до складу існуючих пристроїв для одержання перерахованих тут переваг. Окупність такої модернізації розливного пристрою може бути дуже швидкою за рахунок високошвидкісного лиття.

Для досягнення зазначених вище й інших цілей винаходу запропонований спосіб експлуатації форми для безперервного лиття такого типу, що містить щонайменше один охолоджуючий канал для проходження холодоагенту під час лиття, відповідно до першого аспекту виконання наступних операцій: виконують лиття металу з одночасною примусовою подачею холодоагенту через охолоджуючий канал у першому напрямку, і виконують послідовне лиття металу з одночасною примусовою подачею холодоагенту через охолоджуючий канал у другому напрямку, що протилежний першому напрямку.

Відповідно до другого аспекту винаходу, запропонований спосіб експлуатації форми для безперервного лиття такого типу, що містить щонайменше одну ливарну поверхню та щонайменше один охолоджуючий канал, який знаходиться у тепловому взаємозв'язку з ливарною поверхнею, який включає виконання наступних операцій: визначають на основі щонайменше одного фактора, у якому випадку охолодження, забезпечуване охолоджуючим каналом, є найбільш бажаним для процесу лиття: коли холодоагент примусово подають через охолоджуючий канал в першому напрямку чи в протилежному, другому напрямку, і експлуатують форму для безперервного лиття при примусовій подачі холодоагенту через охолоджуючий канал у тому напрямку, який був вибраний.

Ці та різні інші переваги й ознаки новизни, що відрізняють винахід, зазначені конкретно у формулі винаходу, прикладений до опису винаходу і формулює його частину. Однак для кращого розуміння винаходу, його переваг і цілей, що досягаються при його використанні, варто звернутися до креслень, що складають частину опису, і з їх подальшою описовою частиною, що показує і описує кращий варіант здійснення винаходу.

На Фіг.1 показаний вид з частковим перерізом форми для безперервного лиття, виконаної відповідно до кращого варіанта здійснення винаходу;

На Фіг.2 показаний вид у перерізі, виконаний по лінії A-A на Фіг.1, що показує одну область форми для безперервного лиття в початковому стані до видалення матеріалу облицювання форми;

На Фіг.3 показаний вид у перерізі, подібний показаному на Фіг.2, виконаний по лінії A-A на Фіг.1, що ілюструє область форми для безперервного лиття після того, як значна кількість матеріалу облицювання форми була видалена під час тривалого використання і ремонту;

На Фіг.4 показаний схематичну діаграму, що показує систему трубопроводів для подачі холодоагенту у форму для безперервного лиття; і

На Фіг.5 показаний схематичну діаграму, показану на Фіг.4, у другому робочому положенні.

Як показано на кресленнях, на яких однакові номери посилань позначають відповідні деталі на усіх видах, і, зокрема, як показано на Фіг.1, удосконалена форма 10 для безперервного лиття, яка виконана відповідно до кращого варіанта здійснення винаходу, містить в собі чотири зовнішні стінки або водяні сорочки 12, кожна з яких має утворену в ній нижню камеру 14. Як можна бачити на Фіг.1 і 2, кожна з зовнішніх стінок або водяних

сорочок 12 також має утворений у ній нижній канал 16 для сполучення нижньої камери 14 із зовнішнім трубопроводом для холодоагенту, який у кращому варіанті здійснення винаходу є нижньою водяною трубою 18. На Фіг.2 можна бачити, що кожна з водяних сорочок 12 також має сформовану в ній верхню камеру 15, а також має верхній канал 17 для повідомлення верхньої камери 15 із другим зовнішнім трубопроводом для холодоагенту, яким у кращому варіанті здійснення винаходу є верхня водяна труба 19, схематично показана на Фіг.4.

Форма 10 для безперервного лиття також містить у собі чотири облицювання або мідні пластини 20, кожна з яких має гарячу або робочу поверхню, яку називають також ливарною поверхнею, і прикріплена до внутрішньої поверхні відповідної водяної сорочки 12, як найкраще видно на Фіг.1. Робочі поверхні або ливарні поверхні облицювальних стінок 20 спільно утворюють поверхню форми, по якій може проходити розплавлений матеріал, такий як сталь, і яка має конфігурацію, добре відому в цій галузі техніки і докладно описану вище. Кожна мідна пластина 20 чи облицювальна пластина, переважно, виконана з матеріалу, що має високу теплопровідність, переважно - з міді, як добре відомо в даній галузі техніки.

Як можна бачити на Фіг.1, кожна внутрішня стінка 20 має ряд пазів 22, утворених на її внутрішній поверхні, що разом з відповідною водяною сорочкою 12 утворюють ряд каналів 26, показаних на Фіг.2, для транспортування холодоагенту, такого як вода, для охолодження облицювання 20 під час роботи форми 10. Як показано на Фіг.2, у кращому варіанті здійснення винаходу кожний з каналів або пазів 26 для води орієнтований таким чином, що він проходить головним чином вертикально і має верхній кінець, розташований поблизу верхнього кінця 28 водяної сорочки 12, і нижній кінець, розташований поблизу нижнього кінця 30 водяної сорочки 12. Перша динамічна пластина 32 (тобто пластина, що регулює швидкість і обсяг холодоагенту, який подають) розташована між нижньою камерою 14 і нижнім кінцем каналу 26, як показано на Фіг.2, і, подібним же чином, друга динамічна пластина розташована між верхньою камерою 15 і верхнім кінцем каналу 26.

На Фіг.2 показане облицювання або мідна пластина 20 форми, що є по суті новою і має початкову товщину T_c між самою внутрішньою точкою 36 каналу 26, що є дном паза, і робочою чи ливарною поверхнею 38. За такої товщини може бути необхідно забезпечувати посилене охолодження області 34 меніска ливарної поверхні 38. Відповідно, однією важливою перевагою, яка забезпечується винаходом, є операція визначення того, що

бажано направити холодоагент зверху вниз і потім спочатку подавати холодоагент у верхню частину каналу 26 у напрямку нижньої частини каналу 26 таким чином, щоб холодоагент, який входить у контакт із дном 36 паза в області дна 36 паза, що знаходиться поблизу області 34 меніска, був попередньо нагрітий якнайменше.

На Фіг.3 показане облицювання форми або мідна пластина 20, що через знос і механічну обробку, що здійснювалася для відновлення необхідного стану поверхні, стала значно тонше, ніж була спочатку. Зокрема, облицювання форми або мідна пластина 20, показана на Фіг.3, має товщину T_c між дном 36 паза і новою ливарною поверхнею 40, що показує зменшення товщини щодо початкового розміру облицювання форми, що має значення T_r .

Відповідно до одного особливо переважного варіанта здійснення винаходу лиття з новим облицюванням 20 форми буде здійснюватися при напрямку холодоагенту в охолоджуючому каналі 26 зверху вниз. Щораз після відновлення стану облицювання форми буде знову визначено, чи варто направляти холодоагент зверху вниз або знизу вверх. У цьому варіанті здійснення винаходу це визначення ґрунтується на товщині T_c , що залишилася, облицювання форми між дном 36 паза і ливарною поверхнею 38. Конкретне значення T_c , при якому буде прийняте рішення змінити напрямок потоку холодоагенту на зворотній, буде визначатися на основі ряду факторів. Наприклад, визначення такого "реверсивного" значення T_c може базуватися частково або повністю на значеннях вимірюваних температур під час лиття. Визначення може також ґрунтуватися повністю або частково на необхідній швидкості лиття, на складі матеріалу, з якого виготовлене облицювання 20 форми, чи на різних способах обробки поверхні, якої могла піддаватися ливарна поверхня 38. В альтернативному варіанті визначення може бути зроблене просто на основі досягнення передбачуваної половини терміну служби облицювання 20 форми.

У кращому варіанті здійснення винаходу значення T_c , за якого приймають рішення про реверсування напрямку потоку холодоагенту, буде залежати в основному від типу використовуваної форми (тобто від того, чи є форма звичайною формою для лиття плоских заготовок, чи це лійкова форма для швидкісного лиття) і від складу облицювання форми (то від того, чи виготовлене облицювання форми із срібловмісної міді або з хромоцирконієвої міді, які добре відомі в металургійній промисловості). Нижченаведена таблиця показує бажані і більш бажані діапазони значень T_c для всіх комбінацій цих найбільш важливих факторів:

Таблиця

Тип форми	Склад облицювання форми	Бажаний діапазон значень T_c (мм)	Бажаний діапазон значень T_c (дюймів)	Більш бажаний діапазон значень T_c (мм)	Більш бажаний діапазон значень T_c (дюймів)
Лійкова	Срібловмісний мідний сплав	12-22	0,47-0,87	14-20	0,55-0,79
Лійкова	Хромоцирконієвий мідний сплав	10-19	0,39-0,75	12-17	0,47-0,67

Продовження таблиці

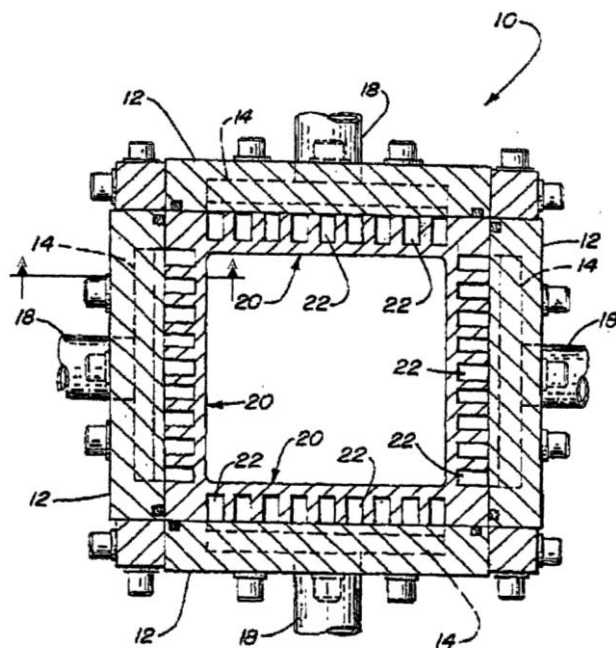
Звичайна для плоских заготовок	Срібловмісний мідний сплав	5-30	0,20-1,18	8-27	0,31-1,06
Звичайна для плоских заготовок	Хромоцирконієвий мідний сплав	4,6-26	0,18-1,02	7-23	0,28-0,91

У кращому варіанті здійснення винаходу, як найкраще показано на Фіг.4, пристрій для вибіркового спрямування холодоагенту зверху вниз, або знизу вверху усередині водяної сорочки включає в себе простий клапанний пристрій 44, який, переважно, розташований у водопровідній трубі під формою для безперервного лиття. Водопровідна труба 40 подає воду під тиском або інший холодоагент у форму для безперервного лиття, тоді як зворотний водопровід 42 утворює зворотний канал для води, що циркулює через форму для безперервного лиття. Водопровідна труба 40 і зворотний канал 42, переважно, як звичайно, практикується в даній галузі техніки, є частиною системи безупинної циркуляції, що включає в себе контур фільтрації і зовнішній контур охолодження, який, у типовому випадку, включає в себе теплообмінник і баштовий охолоджувач для передачі зайвого тепла в навколишнє середовище.

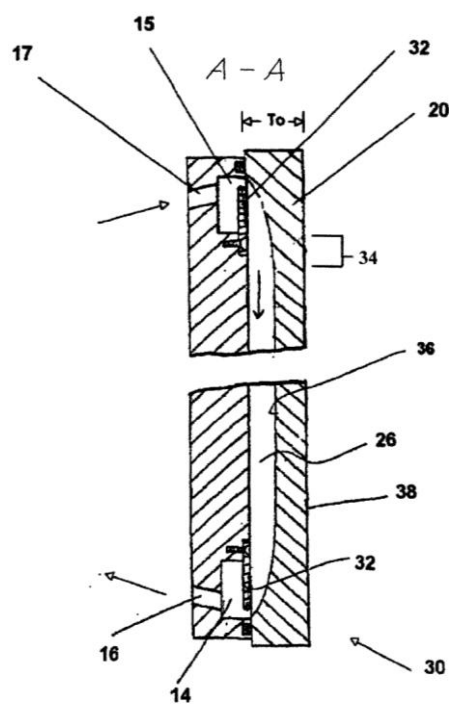
Як можна бачити на Фіг.4, клапанний пристрій 44 сконфігурований в положенні, показаному на Фіг.2, у якому водопровідна труба 40 сполучається з верхньою водопровідною трубою 19, яка забезпечує прохід у верхню камеру 15 через верхній канал 17, як показано на Фіг.2. Охолоджуюча вода тече вниз каналом 26, як показано на Фіг.2, у нижню камеру 14 і назовні через нижній канал 16 і в

нижню водопровідну трубу 18, що сполучається зі зворотним каналом 42. У ситуації, показаній на Фіг.3 і 5, труба 40, що живить, сполучається через клапанний пристрій 44 з нижньою водопровідною трубою 18, що спрямовує охолоджуючу воду в нижній канал 16 через нижню камеру 14 і вгору через канал 26, у якому холодоагент підігрівається до того, як він досягає части дна 36 паза, що розташована поблизу області 34 меніска. Відповідно, охолоджуючий ефект незначно послабляється, що є бажаним через тонкий стан облицювання 20 форми. Холодоагент продовжує рух вгору, у верхню камеру 15, назовні через верхній канал 17 і у верхню водопровідну трубу 19, яка сполучається за допомогою клапанного пристрою 44 зі зворотним каналом 42.

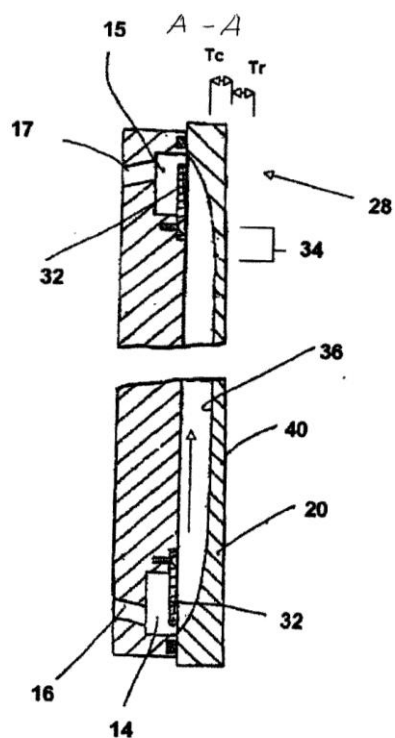
Варто розуміти, що, хоча введеному опису було викладено багато характеристик і переваг даного винаходу разом з деталями конструкції і роботою винаходу, опис має тільки ілюстративний характер, і в деталі можуть бути внесені зміни, зокрема, у відношенні конфігурації, розмірів і розташування деталей, що відповідають принципам винаходу в повному обсязі, позначеному широким загальним значенням термінів, якими викладена прикладена формула винаходу.



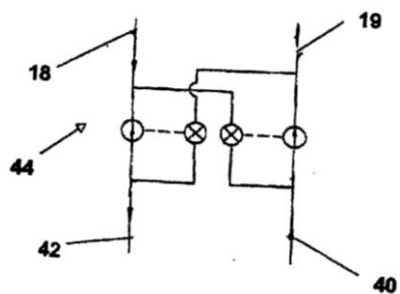
ФІГ. 1



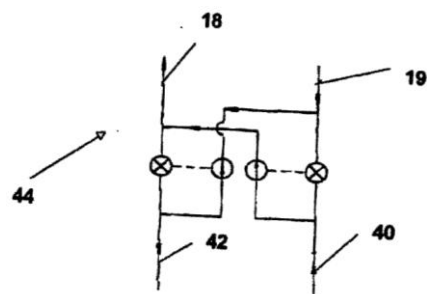
ФІГ. 2



ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5