



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55822

(13) A

(51) 7 B22D7/00,27/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ЗЛИВКА ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

1

2

(21) 2002075427

(22) 02 07 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Малишев Володимир Олександрович, Пустовалов Юрій Пантелейович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ФІРМА УНІКОМ", ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "КАМІТ"

(57) 1 Спосіб одержання зливка, що включає залив у виливницю металу з надлишком, замороження верхньої частини зливка при підживленні через ливникову систему та кристалізацію зливка, який відрізняється тим, що надлишок розплавленого металу Δm визначають за математичним виразом

$$\Delta m = (0,0005 - 0,04) m_3 n,$$

де

 m_3 - маса зливка, n - кількість зливків на піддоні для сифонного розливу, $n=1$ для розливу зверху

2 Пристрій для реалізації способу за п 1, який має піддон з встановленими на ньому однією або декількома виливницями і ливникову систему, який відрізняється тим, що він додатково обладнаний сполученою з виливницею ємністю для розплаву, розташованою вище верхньої точки утворення зливка

3 Спосіб за п 1, який відрізняється тим, що підживлення через ливникову систему здійснюють протягом 0,0002 - 0,099 часу повного затвердіння зливка у виливниці

4 Спосіб за п 1, який відрізняється тим, що через 0,1 - 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву у виливниці зливки прискорено охолоджують

5 Спосіб за пп 1, 4, який відрізняється тим, що через 0,3 - 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву у виливниці зливки повертають навколо

горизонтальної осі на кут не менше 70°

6 Спосіб за п 4, який відрізняється тим, що прискорене охолодження здійснюють шляхом виймання зливка із виливниці, й не пізніше, ніж через 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву, зливки пластично деформують

7 Пристрій за п 2, який відрізняється тим, що при сифонному розливі ємність для розплаву розташована над центральною

8 Пристрій за п 2, який відрізняється тим, що ємність для розплаву розташована над виливницею

9 Пристрій за пп 2, 8, який відрізняється тим, що розмір отвору у виливниці пов'язаний з розміром мінімального перерізу у ливниковій системі співвідношенням

$$D_0 \leq D_c K_0^2 / K_c^2$$

де

 D_0 - діаметр отвору у верху виливниці або в кришці-холодильнику, см, D_c - діаметр отвору у мінімальному перерізі ливникової системи, см, K_0 і K_c - коефіцієнти затвердіння розплаву в матеріалах виливниці та ливникової системи у рівнянні затвердіння металу за законом квадратного кореня, см/хв^{1/2}10 Пристрій за п 2, який відрізняється тим, що ємність має об'єм не менший, ніж потрібно розплаву для компенсації усадочної порожнини за час τ та закристалізованого розплаву, а τ визначається за співвідношенням

$$\tau = R_c^2 / K_c^2 [\text{хв}]$$

де

 R_c - радіус отвору, вписаного у мінімальному перерізі ливникової системи, см, K_c - коефіцієнт затвердіння розплаву у ливниковій системі за законом квадратного кореня, см/хв^{1/2}

Винахід стосується металургії чорних і кольорових металів та може бути використаний при відливанні зливків зверху або сифонним способом

Відомим є спосіб відливання зливка [1], що

включає залив металу в утеплену виливницю, яка ogrивається знизу, замороження верхньої частини зливка з одночасним безперервним підживленням через ливникову систему і кристалізацію зливка із

(13) A

(11) 55822

(19) UA

закупорюванням усадочної раковини через 0,1 - 0,3 тривалості повного затвердіння зливка

Однак спосіб потребує додаткових витрат на огрів чи утеплення піддону при підготовці зливків до розливу

Відомий також спосіб одержання зливка [2], прийнятий за прототип, що включає залив металу у виливницю через ливникову систему, причому метал заливають з надлишком Δm , який визначають за математичним виразом

$$\Delta m = (1,05 \dots 1,07) K m_3 n, \text{ де}$$

K - коефіцієнт, враховуючий частку усадки від маси зливка, $\text{см}^3/\text{хв}^{1/2}$,

m_3 - маса зливка,

n - кількість зливків на піддоні

Центрову використовують з діаметром каналу, рівним

$$D = \sqrt{4(1,05 \dots 1,07) K m_3 n / \rho_{\text{ж}} \pi h} \text{ де}$$

$\rho_{\text{ж}}$ - густина рідкої сталі,

h - висота зливка, см ,

Γ метал у ливниковій системі підігривають з моменту кінця заповнення виливниць до моменту повної кристалізації металу

Цей спосіб потребує додаткових витрат на виготовлення ливникової системи з підгрівом, додаткових енерговитрат на підгрів ливникової системи впродовж кристалізації металу в зливку, знижує продуктивність виробництва та якість металу внаслідок інтенсивного розвивання ліквідаційних і сегрегаційних процесів при тривалому затвердінні зливка

В основі винаходу - завдання створити спосіб одержання зливка і устаткування для його реалізації шляхом дій щодо використання нових режимів одержання зливка і застосування додаткових конструктивних елементів з їх певним взаємним розташуванням та забезпечити поліпшення якості, зменшення собівартості й енерговитрат, а також підвищення продуктивності процесу

Постановлене завдання вирішується так

1 У способі одержання зливка, що включає залив у виливницю металу з надлишком, замороження верхньої частини зливка при підживленні через ливникову систему та кристалізацію зливка згідно з винаходом надлишок розплаву Δm визначають за математичним виразом

$$\Delta m = (0,0005 \dots 0,04) m_3 n, \text{ де}$$

m_3 - маса зливка,

n - кількість зливків на піддоні для сифонного розливу, $n=1$, для розливу зверху

2 Пристрій для реалізації способу, який має піддон з установленими на ньому однією або декількома виливницями (глухондонні чи з холодильником у верхній частині) і ливникову систему, відповідно до винаходу додатково обладнано сполученою з виливницею ємністю для розплаву, розташованою вище верхньої точки утворення зливка Крім того

3 У способі за п 1 відповідно до винаходу підживлення через ливникову систему здійснюють протягом 0,0002 - 0,099 часу повного затвердіння зливка у виливниці

4 У способі за п 1 відповідно до винаходу через 0,1 - 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву у виливниці зливки прискорено охолоджують

ють

5 У способі за п 1, 4 відповідно до винаходу через 0,3 - 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву у виливницю зливки повертають навколо горизонтальної осі на кут не менше 70°

6 У способі за п 4 відповідно до винаходу прискорене охолодження здійснюють шляхом виймання зливка із виливниці, й не пізніше, ніж через 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву, зливки пластично деформують

7 В пристрої за п 2 відповідно до винаходу при сифонному розливі ємність для розплаву розташована над центровою

8 В пристрої за п 2 відповідно до винаходу ємність для розплаву розташована над виливницею

9 В пристрої за п 2, 8 відповідно до винаходу розмір отвору у виливниці пов'язаний з розміром мінімального перетину у ливниковій системі співвідношенням

$$D_0 \leq D_c K_0^2 / K_c^2 \text{ де}$$

D_0 - діаметр отвору у верху виливниці або в кришці-холодильнику, см ,

D_c - діаметр отвору у мінімальному перетині ливникової системи, см ,

K_0 і K_c - коефіцієнти затвердіння розплаву в матеріалах виливниці та ливникової системи у рівнянні затвердіння металу за законом квадратного кореня, $\text{см}^3/\text{хв}^{1/2}$

10 В пристрої за п 2 відповідно до винаходу місткість має об'єм не менший, ніж потрібно розплаву для компенсації усадочної порожнини за час τ та закристалізованого розплаву, а τ визначається із співвідношення

$$\tau \geq R_c^2 / K_c^2 [\text{хв}], \text{ де}$$

R_c - радіус отвору, вписаного у мінімальний перетин ливникової системи, см ,

K_c - коефіцієнт затвердіння розплаву у ливниковій системі за законом квадратного кореня, $\text{см}^3/\text{хв}^{1/2}$

Спосіб здійснюють таким чином

Розплав заливають з надлишком через ливникову систему в установлені на піддоні одну або декілька виливниць, заморожують верхню частину зливка при одночасному подаванні розплаву в тіло зливка через ливникову систему із місткості для розплаву, установлені вище верхньої точки утвореного зливка

Надлишок розплаву є необхідним для компенсації усадки розплаву до його замороження у мінімальному перетині ливникової системи або в отворі у кришці-холодильнику (чи у дні перевернутої глухондонної виливниці), а також для створення металостатичного тиску в зливку, що сприяє утворенню газощільного міцного шару металу у вигляді кірки на його поверхні Ця кірка на поверхні зливка, утворена під металостатичним тиском розплаву в місткості, який завжди знаходиться вище верхньої точки розплаву в зливку, запобігає попаданню кисню повітря усередину зливка в процесі його кристалізації, оскільки вона газощільна Тому в утвореній після припинення підживлення зливка усадочної порожнині стінки не окислені й добре зварюються при подальшій пластичній деформації, а саме при прокатці, куванні тощо

Міцність кірки обумовлює мінімально необхід-

ну її товщину, достатню для пластичної деформації. У свою чергу товщина кірки (товщина металу, що закристалізувався на верхньому торці зливка) залежить від часу живлення зливка розплавом після заповнювання виливниці.

Формула $\Delta m = (0,0005 - 0,04)m_3n$, де

Δm - надлишок маси розплаву,

m_3 - маса зливка,

n - кількість зливків на піддоні для сифонного розливу,

$n=1$, для розливу зверху,

виведена емпірично і підтверджена експериментально.

Δm слід розуміти як додаткову масу розплаву поверх необхідної для первісного 100%-ного заповнення виливниці. Ця маса є необхідною для компенсації усадки зливка в процесі його кристалізації. Згідно із запропонованим винаходом ця маса розплаву компенсує менш 100% усадки зливка при його затвердінні. Вона компенсує усадку до закупорювання усадочної порожнини, тобто до моменту припинення подачі розплаву у виливницю внаслідок перемерзання ливникової системи, що живить зливки.

Мінімальне значення коефіцієнта 0,0005 дозволяє отримати газощільну й достатньо міцну кірку. При меншому значенні цього коефіцієнта, розплаву, що подається після заповнення виливниці, недостатньо для отримання кірки, яка б мала необхідні міцність і газощільність. Така кірка має окислитися при нагрівальні під пластичну деформацію або зруйнуватися при пластичній деформації, що призведе до розшарування та істотного збільшення головної обрізи.

Надлишок розплавленого металу залежить від його кількості у місткості для розплаву і часу перемерзання ливникової системи у будь-якому її перетині.

Застосування коефіцієнта більш 0,04 недоцільно, оскільки для цього потрібно робити сифонний провід занадто великого діаметра і/або утеплювати і/або нагрівати місткість для розплаву та ливникову систему (сифонний провід), що призводить до зниження продуктивності процесу, а також - до збільшення собівартості і енерговитрат при реалізації способу.

При підживленні зливка у ході його кристалізації впродовж 0,0002 - 0,099 часу повного затвердіння зливка у виливниці відбувається нарощування кірки, достатньої для отримання герметичної порожнини у зливку, яка повністю заварюється при пластичній деформації.

Якщо зливки підживлюється менший час, кірка буде неміцною і зруйнується при пластичній деформації, в результаті чого стінки порожнини окислюються і не зварюються.

За 0,099 часу повного затвердіння зливка у виливниці встигає закристалізуватися близько 50% маси зливка. Утворена при цьому усадочна порожнина заварюється при невеликих обтисненнях й до того ж можна отримати прокат необхідної товщини. Подальше нарощування стінок усадочної порожнини є недоцільним, бо не дає примітних переваг, але призводить до зниження продуктивності процесу.

У ході затвердіння зливка у виливниці швид-

кість нарощування шару металу постійно зменшується за законом квадратного кореня. При цьому розвиваються ліквацийні та сегрегаційні процеси, в результаті яких ліквати (розплав з підвищеним вмістом вуглецю, сірки, фосфору та інших) з більш низькою температурою кристалізації твердіють пізніше і разом із сегрегатами (оксиди алюмінію, кремнію, титану та інших) концентруються в середині зливка, сприяючи появі розшарування у виробі. Ці процеси розвиваються у часі, тому будь-яке скорочення часу кристалізації зливка призводить до зменшення лікваций та сегрегації, тобто до покращення якості зливка.

Прискорене охолодження для ліквацийних процесів можна провадити, наприклад, шляхом виймання зливка із виливниці, подачі хладагента (води, газів) на зливки тощо.

Після затвердіння основної маси герметизованого за запропонованим способом зливка усередині його (як і в звичайному зливку накопичується розплав, збагачений лікватами і сегрегатами, які зосереджуються на дні усадочної порожнини на рівні 10 - 30% висоти зливка, їх кількість значно менша, ніж у зливках з нагрівальною доточкою, тому що час кристалізації зливка менший, але у деяких випадках вони можуть утворитися у кількостях, які можна виявити експериментально.

Поворот зливка на кут більш 70° (для тих, що розширюються угору) і на кут більш 90° (для тих, що розширюються униз) сприяє стіканню збагачених лікватами і сегрегатами об'ємів розплаву до голови зливка, де вони розосереджуються у розплав і, прискорено твердіючи, не утворюють розшарувань при пластичній деформації.

Поворот зливка після зняття виливниці можна зробити на 180°. Це дозволяє сконцентрувати збагачені лікватами і сегрегатами об'єми розплаву біля верхнього торця зливка й після пластичної деформації видалити їх з головної обрізю, підвищивши якість металу в зливку. Причому, щоб видалити означені домішки, треба обрізати меншу частку від зливка, ніж при повороті зливка набік. Цей прийом є доцільним при невеликому об'ємі збагаченого лікватами і сегрегатами розплаву, тобто коли більша частина розплаву за кристалізувалася.

Нижня границя часу до повороту зливка - 0,3 тривалості повного затвердіння розплаву у виливниці - обумовлена наступним.

Якщо час до повороту зливка менший, усередині його залишиться значна кількість розплаву, котрий, стікаючи в голову зливка, заповнює більший об'єм, у якому на поверхню розплаву спливають ліквати і сегрегати, заважаючи зварюванню стінок усадочної порожнини при пластичній деформації, що істотно збільшує головну обрізь, знижуючи показники процесу.

Якщо час до повороту зливка більший верхньої границі 0,95 тривалості повного затвердіння розплаву у виливниці, більша частина лікватів і сегрегатів встигне перейти у твердо-рідкий стан, втративши рідинотекучість до повороту зливка, й зазначена операція не призведе до поліпшення якості металу.

Пластична деформація зливка до затвердіння розплаву усередині його має ті ж самі цілі, що й

поворот зливка. Якщо пластична деформація зливка почата до повного затвердіння серцевини, відбувається прискорене замороження залишку розплаву. Збільшення площі контакту зливка з докільям та з металевими інструментами для пластичної деформації (валками, бойками та ін.) прискорює затвердіння серцевини і призводить до більш рівномірного розподілу домішок у виробі, тобто підвищує його якість. Водночас цей прийом дозволяє істотно зменшити витрати на нагрівання зливка під пластичну деформацію і посилити окремі обтіснення у зв'язку з більш високою температурою металу.

Спосіб може застосовуватися як при розливі зверху, так і при сифонному розливі.

Для реалізації способу запропоновано устаткування, показане на фігурах 1, 2, 3, 4.

Фіг 1 - розлив сталі сифоном з підживленням через ливникову систему із ємності, розташованої над центровою.

Фіг 2 - розлив сталі сифоном з підживленням через ливникову систему із ємності, розташованої над виливницею.

Фіг 3 - розлив сталі зверху з підживленням через ливникову систему із ємності, розташованої над виливницею.

Фіг 4 - розлив сталі сифоном з підживленням через ливникову систему за рахунок нагрівальної доточки, установленної на піддоні звичайної виливниці з доточкою.

Пристрій має ємність для розплаву 1, з'єднану через ливникову систему 2 виливницями 4 (без нагрівальної доточки), установленими на піддоні 3. Верх виливниці 5 - глухе дно перевернутої глухондонної виливниці чи кришка-холодильник, установленна на верхньому торці наскрізної виливниці, що розширюється униз. Дно глухондонної виливниці чи кришка-холодильник можуть бути плоскими або вгнутими у нижній частині й мають випір (крізний отвір для виходу газів).

Ємністю для розплаву може бути окрема ємність (футерована або керамічна, бажано - утеплена), установленна на центровій 6 чи виготовлена як одне ціле з центральною (Фіг 1), або розміщена над виливницею (Фіг 2, 3) і з'єднана з виливницею ливниковою системою. Роль ливникової системи, що живить зливки на початку кристалізації, може виконувати сифонний провід при розташуванні місткості над центральною або стакан - при розташуванні місткості над виливницею.

Ємністю для розплаву, живлячого зливки, що одержують за запропонованим способом, при сифонному розливі також може служити частина нагрівальної доточки виливниці (для одержання зливка з доточкою), установленної на тому ж піддоні та з'єднаної з ним сифонним проводом (Фіг 4). При цьому частина нагрівальної доточки, живлячої зливки, що одержують за запропонованим способом, розташована вище верхньої точки зливка.

Розмір отвору у виливниці поєднаний з розміром мінімального перетину в ливниковій системі співвідношенням

$$D_0 \leq D_c K_0^2 / K_c^2, \text{ де}$$

D_0 - діаметр отвору у верху виливниці або в кришці-холодильнику, см,

D_c - діаметр отвору в мінімальному перетині ливникової системи, см,

K_0 і K_c - коефіцієнти затвердіння розплаву в матеріалах виливниці та ливникової системи у рівнянні затвердіння металу за законом квадратного кореня, см/хв^{1/2}.

Ця умова відбиває необхідність того, щоб при підживленні зливка із місткості, розташованої над виливницею, метал у ливнику перемерзав пізніше, ніж у верхній частині зливка (нижче зазначеного ливника) і герметично закупорював після цього порожнину, що утворюється в зливку. Якщо ця умова не виконується, то при відриві місткості для розплаву від зливка може утворитися отвір в усадочній порожнині, котрий окислиться при нагріванні для подальшої обробки та при пластичній деформації дасть розшарування в готовому виробі.

Місткість для розплаву вміщує об'єм розплаву не менший, ніж його потрібно для компенсації усадочної порожнини за час t та закристалізованого розплаву, а t визначається із співвідношення

$$\tau \geq R_c^2 / K_c^2 [\text{хв}], \text{ де}$$

R_c - радіус отвору, вписаного у мінімальний перетин ливникової системи, см,

K_c - коефіцієнт затвердіння розплаву в ливниковій системі за законом квадратного кореня, см/хв^{1/2}.

Теоретичні основи та висновки щодо цієї умови такі ж, як описані вище для визначення діаметра ливникової системи при підживленні із місткості, розташованої над виливницею, тільки виявлена залежність пов'язує час підживлення зливка з радіусом ливникової системи, де розплав, живлячий зливки, замерзає раніш над усе.

Випробування способу і устаткування були проведені в умовах діючого металургійного виробництва.

Із мартенівської печі ємністю 350т були відлиті 56 зливків сталі марки Ст 3сп масою по 8 тонн в розширенні униз глухондонні виливниці з випором у верхній частині (кришці), 9 зливків (№№1 - 9) відлито зверху, а 36 зливків (№№10 - 45) відлито сифоном на чотирьох місцевих піддонах. При відливанні зверху на торці виливниці (кришці) розміщували футеровану місткість з діаметром розливної частини 50мм, співвісним з отвором в кришці 100мм. Після заповнення виливниці заливали у місткість 100кг надлишку розплаву, з якого 70кг пішло на компенсацію усадки до замороження розплаву в отворі в кришці, а 60кг - наморозилося за цей час у місткості і у стакані.

Зливки №№1 - 3 через 0,1, №№4 - 5 через 0,4 і №№7 - 9 через 0,8 часу повного затвердіння розплаву у виливниці виймалися із виливниць і охолоджувалися водою із душируючого пристрою, після чого прокатувалися холодним всадом на блюми перерізом 200х220мм, а потім на сортовий прокат - куток №16, який піддавали 100% контролю УЗК. Прокат із зливків №№4 - 9 мав у нижній частині дрібні дефекти, зафіксовані при хорстокому контролі УЗК, прокат із останніх зливків мав дефекти тільки у зливку №3, а прокат зливків №№1 і 2 дефектів УЗК не мав. Головна обрізь розкатів усіх дев'яти зливків становила 2%, а донна - 3%.

Зливки №№10 - 45 відливалися сифонним способом на чотирьохмісцевих піддонах і підживлювалися із розміщеної над центральною футерованої місткості, що вміщує 400кг розплаву, з них 280кг йшло на компенсацію об'ємної усадки за час затвердіння розплаву в сифонних проводах діаметром 50мм, а 120кг заморозувалося у місткості.

Зливки №№10 - 21 через 0,1 часу повного затвердіння розплаву виймалися із виливниць, охолоджувалися на повітрі та через 0,5 часу повного затвердіння розплаву поверталися навколо горизонтальної осі на 94° (клали на бік). Після повного охолодження ці зливки нагрівалися у колодязях за чинною технологією і прокатувалися на блюми перерізом 200х200мм, а потім на куток №20.

Зливки №№22 - 33 виймалися із виливниць через 0,1 часу повного затвердіння розплаву, а через 0,7 часу повного затвердіння розплаву поміщалися у нагрівальні колодязі і через 0,9 часу повного затвердіння розплаву прокатувалися на блюми перерізом 200х220 мм, а потім на куток №20.

Зливки №№34 - 45 виймалися із виливниць через 0,5 часу повного затвердіння розплаву у виливниці й відразу прокатувалися (обминаючи колодязі) на блюми перерізом 200х220мм, а потім на куток №20.

Увесь прокат зі зливків №№10 - 45 проконтрольований 100% УЗК. Ні в одному з розкатів не зафіксовані дефекти. Головна обрізь розкатів усіх зливків становила 2%, а донна - 3%.

Як приклад виконання способу, прийнятого за прототип, були відлиті 4 зливки з підігрівом розплаву в центровому і сифонному проводах. Розрахунки за наведеною у формулі винаходу залежністю показали, що центрова повинна мати потужну індукційну піч діаметром 600мм і висотою 2 метри. Розплав у виливниці твердіє удовж всіх стінок, і щоб рівень розплаву в центровій був на рівні ледве вище верхньої точки знаходження розплаву усередині зливка (згідно з прототипом) необхідно, щоб центрова мала у верхній частині значно більший перетин ливникового проводу, ніж у нижній частині. Діаметр сифонного проводу становив 600мм у верхній частині й поступово зменшувався до 100мм у нижній. У процесі заповнювання виливниці розплавом і у початковий період після її заповнення відбувається прискорене затвердіння

розплаву на поверхні виливниці, яка не обігривається. По мірі нарощування шару закристалізованого розплаву посилюються ліквідаційні та сегрегаційні процеси, їх продукти переміщуються у верхні горизонти зливка і там накопичуються. Отже уповільнення процесу кристалізації призводить до утворення зони додатної ліквідації, а зосередження сегрегатів по осі зливка - позаосьової зони від'ємної ліквідації, що погіршує якість зливка.

Прокат з відлитої за прототипом зливки мав дефекти, зафіксовані при контролі УЗК. До того ж час отримання зливка за заявленим способом з кристалізацією у виливниці без прискореного охолодження і пластичною деформацією у 2 рази коротший, а маса зливка менша лише на 1 - 3,5%. При використанні прискореного охолодження, а тим більш при прокатці з рідкою серцевиною, час отримання зливка за заявленим способом з подальшою пластичною деформацією скорочується у 2 - 10 разів. Таким чином продуктивність запропонованого способу у 2 - 20 разів більша, ніж прийнятого за прототип.

У зливках, відлитої за заявленим способом, зони від'ємної ліквідації немає, а додатна ліквідація виявляється у вигляді невеликої ліквідаційної плями в нижній третині зливка, котра фіксується при жорсткому контролі. Якщо цієї плями треба позбавитися, спосіб передбачає виймання зливка із виливниці, прискорене охолодження і поворот зливка на кут більш 70° (укладання на бік чи голову) або пластичну деформацію через 0,1 - 0,95 часу повного затвердіння металу.

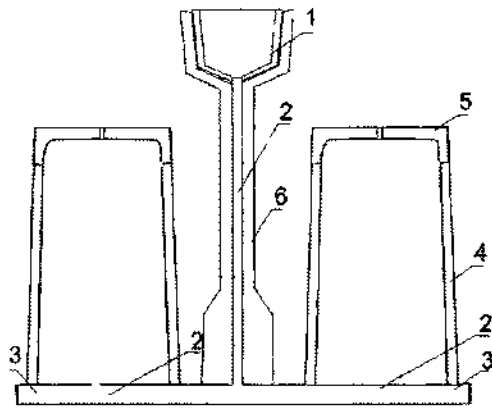
Таким чином, вищенаведена сукупність ознак вирішує поставлене завдання.

Запропонований спосіб і устаткування для його реалізації дозволяють скоротити час кристалізації і зменшити енерговитрати у процесі отримання зливка, виключаючи нагрівання ливникової системи, а також - зменшити додаткові витрати на нагрівання зливка перед пластичною деформацією, не погіршуючи його якості, а покращуючи її що забезпечує зниження собівартості зливка і підвищення продуктивності процесу.

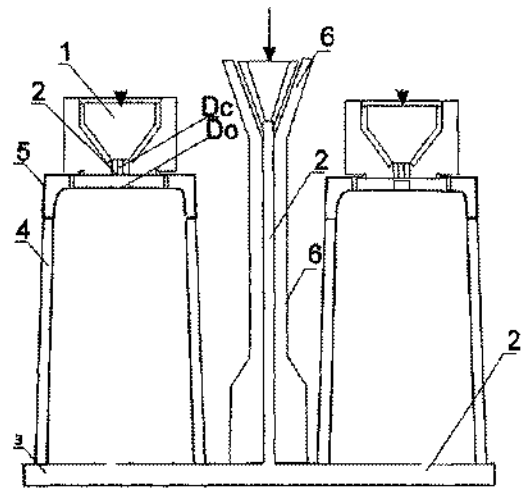
Використана література

1 Патент України №26120, B22D 27/04, 07.06.99 Бюл. №3.

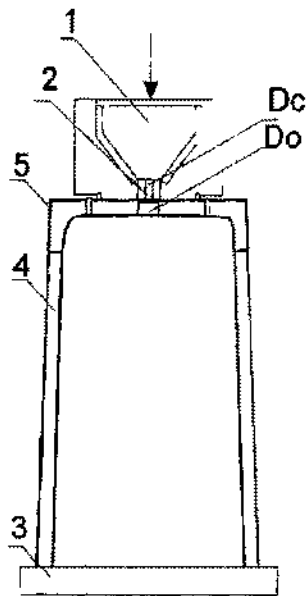
2 Авторське свідоцтво СРСР №1685593, B22D 7/00, 27/04, 23.10.91 Бюл. №39.



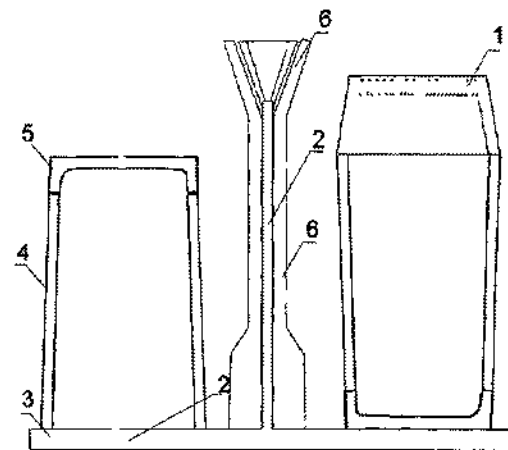
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4