



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12731 (13) U
(51) МПК (2006)
B22D 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТІВОК

1

(21) u200509088

(22) 26.09.2005

(24) 15.02.2006

(46) 30.01.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Хорошилов Олег Миколайович

(73) Хорошилов Олег Миколайович

(57) Спосіб горизонтального безперервного лиття заготовок, що включає заливання рідкого металу з проміжного ковша в металоприймач машини горизонтального безперервного лиття, подачу в кристалізатор газоповітряної суміші, витяг заготовки із кристалізатора горизонтальної машини безперер-

2

вного лиття заготовок (ГМБЛЗ) під кутом до горизонту, який **відрізняється** тим, що в процесі безперервного лиття із ресивера в зазор між заготовкою і графітовою втулкою кристалізатора (ГВК) подають газоповітряну суміш під тиском, що на $0,52-1,9 \text{ МН/м}^2$ перевищує феростатичний тиск розплаву на затвердіваючу кірку заготовки, що діє на рівні нижньої утворюючої лінії ГВК Нф, а для ефективного видалення газів із кристалізатора його вісь виконують під кутом до горизонту в інтервалі від $3,2$ до $8,5^\circ$.

Корисна модель відноситься до металургії, а саме до безперервного лиття металів і сплавів.

Відомий спосіб горизонтального безперервного лиття заготовок [1], що дозволяє одержувати заготовки з кристалізатора, розташованого під кутом від 13 до 15 градусів до горизонту. Це дозволяє виводити з кристалізатора горизонтальної машини безперервного лиття заготовок (ГМБЛЗ) бульбашки газу, що утворюються з розплаву на межі розділу "тверда фаза - розплав" при його затвердінні.

Недоліками відомого способу безперервного лиття є зростання висоти горизонтальної машини безперервного лиття внаслідок надмірного збільшення кута нахилу до горизонту технологічної осі кристалізатора.

Відомий спосіб безперервного лиття металевих заготовок [2], що включає заливання рідкого металу з проміжного ковша в кристалізатор машини вертикального безперервного лиття з центральним водоохолоджувальним статором (стрижнем), подачу в кристалізатор інертного газу, змащувальної рідини, витягання полої заготовки.

Недоліком відомого способу безперервного лиття полої металевої заготовки [2] є неможливість його використання при горизонтальному безперервному литті заготовок із залізо вуглеродистих і кольорових сплавів: при безперервному литті кольорових металів і сплавів графітова втулка кристалізатора є джерелом змащення, тому виконання отворів для подачі газу і змащувальної рідини у

графітовій втулці кристалізатора погіршить якість поверхні заготовок з кольорових сплавів за рахунок появи газових бульбашок на верхній утворюючій лінії заготовки;

- при безперервному литті залізо вуглеродистих металів і сплавів подача через отвір, що розташований ближче до вхідного торця кристалізатора, ніж до вихідного, в зазор між заготовкою і кристалізатором газу і змащувальної рідини є недоцільно, тому що при горизонтально розташованому кристалізаторі ГМНЛЗ це обумовлює появи газових бульбашок або утворення хвилястої поверхні в поверхневих шарах на верхній утворюючій затверділої заготовки з залізо вуглеродистих металів і сплавів;

- існування отворів у кристалізаторі ГМБЛЗ приводить до необхідності строгого погоджування швидкості безперервного лиття та швидкості руху заготовки з кристалізатору.

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованого способу являється спосіб безперервного лиття (3), у якому в зазор між заготовкою і кристалізатором здійснюють подачу газу і змащувальної рідини. Це дозволяє постійно робити змащення поверхні заготовки, що третяся об кристалізатор.

Недоліком відомого способу (3) є те, що даний спосіб безперервного лиття не дозволяє поліпшити якість поверхні заготовки при горизонтальному безперервному литті заготовок із залізо вуглеродистих і кольорових сплавів при використанні графі-

(19) UA (11) 12731 (13) U

тової втулки кристалізатора, тому що:

- виконання отворів у графітовій втулці кристалізатора (ГВК) при литті кольорових сплавів приводить до передчасного її руйнування;

- при горизонтальному безперервному литті кольорових сплавів потрапляння газу в розплав або на ділянку нелінійно-грузлого стану заготовки обумовлює появи в поверхневих шарах затверділої заготовки газових бульбашок або утворення хвилястої поверхні;

- при горизонтальному безперервному литті залізо вуглеродистих сплавів потрапляння газу в розплав обумовлює появи в її поверхневих шарах газових бульбашок або утворення хвилястої поверхні заготовки.

Ціль способу, що заявляється, полягає в підвищенні якості поверхні безперервно литої заготовки з залізо вуглеродистих і кольорових сплавів отриманих на машинах горизонтального безперервного лиття.

Поставлена задача вирішується тим, що процес горизонтального безперервного лиття ведуть у кристалізаторі встановленому у металоприймачу горизонтальної машини безперервного лиття (ГМНБЛЗ) під кутом 3,2-8,5 градусів до горизонту (Фіг.1). У процесі безперервного лиття в зазор між заготовкою і графітовою втулкою кристалізатора (ГВК) подають газоповітряну суміш, під тиском, що на 1.7МН/м² перевищує феростатичний тиск розплаву на твердіючу кірку заготовки, діюче на рівні нижньої утворюючої ГВК, а для ефективного видалення газів із кристалізатора його вісь виконують під кутом до горизонту в інтервалі від 3.2 до 8.5град.

Газоповітряна суміш постійно проходить між кіркою заготовки і поверхнею графітової втулки кристалізатора, постійно розділяючи поверхні твердіючої заготовки і поверхні ГВК, що не дозволяє поверхням заготовки і ГВК входити в адгезійну взаємодію, що дає змогу підвищити якість поверхні безперервно литої заготовки.

Корисна модель ілюструється малюнками.

На Фіг.1, показано вузол кристалізації ГМНБЛЗ.

На Фіг.2. показаний зазор 6 між заготовкою 7 і поверхнею графітової втулки кристалізатора 3.

Спосіб здійснюється таким чином.

У металоприймач 1 подають розплав 2, що надходить у кристалізатор 3, встановлений під кутом α (альфа) до горизонталі таким чином, щоб бульбашки газу 4, що з'являються на верхній утворюючій лінії 5 графітової втулки кристалізатора

ра 3 переміщувалися у бік металоприймача 1 і виходили з розплаву 2 в атмосферу. В процесі безперервного лиття в зазор 6, розташований між заготовкою 7 і поверхнею графітової втулки кристалізатора 3, з ресивера 8 подають газоповітряну суміш під тиском який на 0.52-1.9МН/м² перевищує тиск феростатичного тиску розплаву на нижній утворюючій лінії 9 графітової втулки кристалізатора 3. Мідний водоохолоджуємий кожух кристалізатора 10 прилягає до графітової втулки кристалізатора 3. У каналах мідного водоохолоджуємого кожуха кристалізатора 10 циркулює охолоджуюча рідина 11. У ресивері заданий тиск підтримується за рахунок подачі в нього через штуцер 12 газоповітряної суміші.

Для запобігання адгезійної взаємодії між поверхнями ділянки графітової втулки кристалізатора перевищуючої феростатичний тиск на нижню утворюючу лінію ГВК. Феростатичний тиск визначають по виразу:

$$P_{\Phi} = H_{\Phi} \cdot \gamma \quad (1)$$

де:

P_{Φ} - питомий феростатичний тиск на поверхню графітової втулки кристалізатора, МПа;

γ - щільність розплаву, кг/м³;

H_{Φ} - відстань від поверхні розплаву в металоприймачу до міста на нижньої утворюючої лінії ГВК, де утворюється вихід бульбашок, м.

Газоповітряну суміш, яка виходить з ресивера в зазор між поверхністю заготовки та ГВК необхідно подавати під тиском:

$$P_p = P_{\Phi} + P_{ГВК} + P_3 + P_d \quad (2)$$

де:

P_p - тиск газоповітряної суміші у ресивері

$P_{ГВК}$ - тиск, який компенсує витрати газоповітряної суміші скрізь пори в ГВК, МПа,

P_3 - тиск, який компенсує витрати газоповітряної суміші скрізь зазор 13 між заготовкою та ресивером, МПа,

P_d - тиск, що дозволяє газоповітряній суміші подолати опір при проході між поверхнями заготовки та ГВК на ділянці нелінійно-грузлого стану заготовки.

Як показали розрахунки сумарні витрати газоповітряної суміші на вихід її скрізь пори в ГВК та скрізь зазор між заготовкою та ресивером складають не більш ніж 10% від феростатичного тиску на поверхню графітової втулки кристалізатора на рівні H_{Φ} .

Таблиця 1

Визначення оптимальних значень величини тиску газоповітряної суміші в ресивері й у зазорі між заготовкою і графітовою втулкою кристалізатора, що перевищує феростатичний тиск, що діє на рівні нижньої утворюючої ГВК

№	Матеріал заготовки	Щільність сплаву, ρ , кг/м ³	Тиск у ресивері P , МН/м ²	Якість поверхні заготовки
1	Бр. 05Ц5С5	8600	Менш 1.5	Більша частина поверхні вкрита шорсткістями
2	Бр. 05Ц5С5	8600	1.7	Залишки шорсткості
3	Бр. 05Ц5С5	8600	1.8	Шорсткість відсутня
4	Бр. 05Ц5С5	8600	1.9	Залишки шорсткості
5	Бр. 05Ц5С5	8600	Більш 2.0	Більша частина поверхні вкрита шорсткістями
6	АК5М2	2700	Менш 0.35	Більша частина поверхні вкрита шорсткістями
7	АК5М2	2700	0.52	Залишки шорсткості

Продовження таблиці 1

8	AK5M2	2700	0.56	Шорсткість відсутня
9	AK5M2	2700	0.67	Залишки шорсткості
10	AK5M2	2700	Більш 0.79	Нерівності на поверхні заготовки
11	Ст. 3	7800	Менш 1.3	Більша частина поверхні вкрита шорсткістями
12	Ст. 3	7800	1.5	Залишки шорсткості
13	Ст. 3	7800	1.6	Шорсткість відсутня
14	Ст. 3	7800	1.74	Залишки шорсткості
15	Ст. 3	7800	Більш 1.91	Більша частина поверхні вкрита шорсткістями

З таблиці 1 випливає, що:

- для кожного з наведених сплавів існує оптимальний тиск у ресивері, при якому на поверхні заготовки відсутні шорсткості, що за звичай утворюються при адгезійній взаємодії ділянки заготовки, що знаходиться в нелінійно-грузлому стані, з мінімальними міцністними характеристиками, так, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей тиск складає 1.8 МН/м^2 для алюмінієвого сплаву - 0.56 МН/м^2 для сталі - 1.6 МН/м^2 ;

- для кожного з сплавів визначена нижня гранично припустима величина тиску (Р) у ресивері, при якому на поверхні заготовки з'являються сліди шорсткості, так, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей тиск складає 1.7 МН/м^2 для алюмінієвого сплаву - 0.47 МН/м^2 для сталі - 1.5 МН/м^2 ;

- для кожного зі сплавів визначена верхня гранично припустима величина тиску (Р) у ресивері, при якому на поверхні заготовки з'являються нерівності, так, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей тиск складає 1.9 МН/м^2 для алюмінієвого сплаву - 0.67 МН/м^2 для сталі - 1.7 МН/м^2 ;

- була визначена нижня величина тиску в ресивері,

при якій на більшій частині поверхні заготовки з'являються шорсткості, при яких зникає позитивний ефект від даного впливу, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей тиск складає 1.5 МН/м^2 для алюмінієвого сплаву - 0.35 МН/м^2 для сталі - 1.3 МН/м^2 ;

- була визначено верхня величина тиску в ресивері, при якому більша частина поверхні вкрита шорсткістями, викликані інтенсивним рухом газоповітряної суміші між зазначеними поверхнями, при яких зникає позитивний ефект від даного впливу, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей тиск складає 2.0 МН/м^2 для алюмінієвого сплаву - 0.79 МН/м^2 для сталі - 1.91 МН/м^2 ;

Таким чином, газоповітряна суміш, яка виходить із ресивера під тиском $P_p = P_f + (0.52 - 1.9) \text{ МН/м}^2$, дозволяє отримати технічний результат: забезпечити запобігання проходженню процесу адгезійної взаємодії між поверхнями заготовки і графітової втулки кристалізатора, що обумовлює підвищення якості поверхні безперервно литої заготовки.

Таблиця 2

Визначення оптимальних кутів ухилу вісі кристалізатора до горизонту з метою ефективного видалення газів від фронту затвердіння та з кристалізатора ГМНЛЗ в процесі горизонтального безперервного лиття

№	Матеріал заготовки	Кут ухилу осі заготовки до горизонту, град.	Якість поверхні заготовки
1	Бр. 05Ц5С5	5.0	Утворення газових бульбашок на верхній утворюючій кристалізатора.
2	Бр. 05Ц5С5	5.5	Залишки газових бульбашок
3	Бр. 05Ц5С5	6.3	Газові бульбашки відсутні
4	Бр. 05Ц5С5	6.9	Подальше зростання кута ухилу недоцільне з-за збільшення висоти металоприймача
5	Бр. 05Ц5С5	7.6	Неприпустимо внаслідок недоцільного збільшення висоти ГМБЛЗ
6	AK5M2	3.2	Утворення газових бульбашок на верхній утворюючій кристалізатора.
7	AK5M2	3.5	Залишки газових бульбашок
8	AK5M2	5.0	Газові бульбашки відсутні
8	AK5M2	6.0	Подальше зростання кута ухилу недоцільне з-за збільшення висоти металоприймача
10	AK5M2	7.0	Неприпустимо внаслідок недоцільного збільшення висоти ГМБЛЗ
11	Ст. 3	7.0	Утворення газових бульбашок на верхній утворюючій кристалізатора.
12	Ст. 3	7.5	Залишки газових бульбашок
13	Ст. 3	8.0	Газові бульбашки відсутні
14	Ст. 3	8.5	Подальше зростання кута ухилу недоцільне із-за збільшення висоти металоприймача
15	Ст. 3	9.0	Неприпустимо внаслідок недоцільного збільшення висоти ГМБЛЗ

З таблиці 2 випливає, що:

- для кожного з наведених сплавів існує оптимальний кут нахилу осі кристалізатора до горизонту в процесі горизонтального безперервного лиття,

так, наприклад, для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей кут складає 6.3 град. для алюмінієвого сплаву - 5.0 град. для сталі - 8.0 град.;

- для кожного зі сплавів визначений нижній

гранично припустимий кут, при якому на верхній утворюючій графітової втулки кристалізатора з'являються сліди газових бульбашків:- для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей кут складає 5.5град. для алюмінієвого сплаву - 3.5град. для сталі - 7.5град.:

- для кожного зі сплавів визначений верхній гранично припустимий кут, після якого подальше збільшення кута нахилу осі заготовки до горизонту не доцільно через збільшення висоти ГМНЛЗ: - для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей кут складає 6.9град. для алюмінієвого сплаву - 6.0град. для сталі - 8.5град.;

- була визначена величина мінімального значення кута, під яким нахилена ось заготовки до горизонту, при якому на верхній утворюючій графітової втулки кристалізатора з'являються газові бульбашки і зникає позитивний ефект нахилу:- для

бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей кут складає 5.0град. для алюмінієвого сплаву - 3.2град. для сталі - 7.0град.;

- була визначена величина мінімального значення кута, під яким нахилена ось заготовки до горизонту, що уже не доцільно використовувати, тому що бульбашки при даному куті нахилу на верхній утворюючій кристалізатора не утворюються, а збільшується висота ГМНЛЗ: - для бронзи марки бр. ОБ5Ц5С5 цей кут складає 7.6град. для алюмінієвого сплаву - 7.0град. для сталі - 9.0град.;

Таким чином, для ефективного видалення газових бульбашок від фронту затвердіння і з кристалізатора ГМНЛЗ необхідно кристалізатор нахилити під кутом до горизонту в інтервалі від 3.2 до 8.5град, що дозволяє отримати технічний результат.

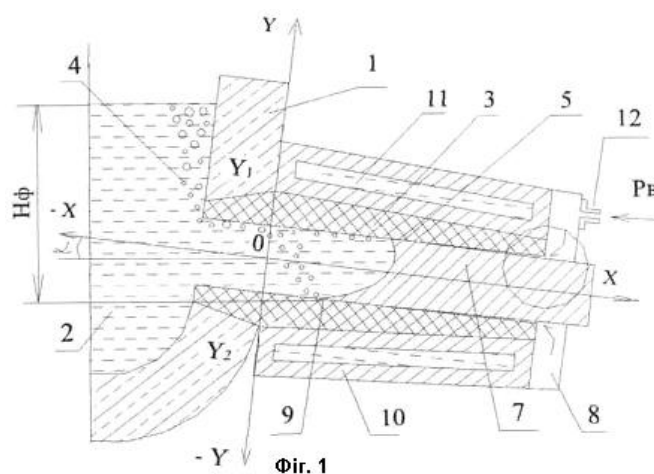


Fig. 1

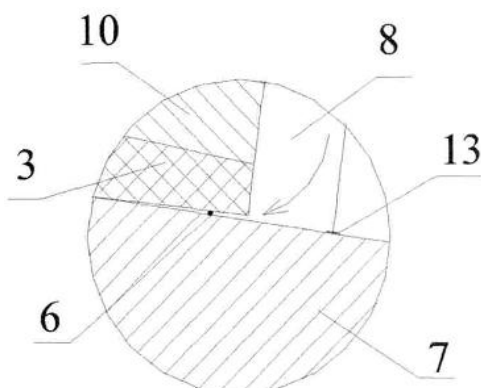


Fig. 2