



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41339 (13) C2

(51) 7 B22D11/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ РОЗЛИВАННЯМ МЕТАЛУ НА БАГАТОСТРУМКОВІЙ МАШИНІ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК

(21) 95052553

(22) 29.05.1995

(24) 17.09.2001

(33) UA

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Каплан Володимир Нусійович

(73) Колективне підприємство "Система" при науково-дослідному і проектному інституті систем автоматизації та управління

(56) SU № 1696117, B22D11/16, 1991, БИ № 45

(57) Способ управления разливкой металла на многоручьеовой машине непрерывного литья заготовок, включающий определение массы металла в промежуточном ковше, измерение длины слитка по каждому ручью и пересчет ее в массу в соответствии с сечением кристаллизатора, управление посредством стопоров окончанием выпуска металла из промежуточного ковша в зависимости от массы металла в промежуточном ковше и длин отливаемых слитков по ручьям, отличающийся тем, что после окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша определяют количество заготовок, получаемых с этого момента из следующего соотношения:

$$M_{\text{ост}} = \min_{n_1, n_2} \left[M_{\text{пк}} + \sum_{i=1}^N (M_{\text{слит}}^i - M_{\text{мерн}}^i) - N \cdot M_{\text{обр}} - n_1 M_{\text{осн}} - n_2 M_{\text{доп}} \right] \quad (1)$$

где:

$M_{\text{ост}}$ - масса немерного остатка металла;

$M_{\text{пк}}$ - масса металла в промежуточном ковше;

N - количество работающих ручьев;

$M_{\text{слит}}^i$ - масса слитка от мениска кристаллизатора до переднего торца слитка для i -того ручья;

$M_{\text{мерн}}^i$ - масса текущей заготовки заданной длины для i -того ручья;

$M_{\text{обр}}$ - масса заданной хвостовой обрезки;

$M_{\text{осн}}$ - масса заготовки основной мерной длины;

$M_{\text{доп}}$ - масса заготовки дополнительной мерной длины;

n_1 - количество заготовок основной мерной длины, получаемых в конце разливки;

n_2 - количество заготовок дополнительной мерной длины, получаемых в конце разливки,

а массу слитка, отливаемого на каждом ручье с момента окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша, определяют пропорционально скорости разливки по ручьям с соблюдением следующих соотношений:

$$\sum_{i=1}^N M_1 = M_{\text{пк}} \quad (2)$$

$$(M_i + M_{\text{слит}}^i - M_{\text{мерн}}^i - M_{\text{обр}}) \geq (n_1^i \cdot M_{\text{осн}} + n_2^i M_{\text{доп}}) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N n_1^i = n_1; \sum_{i=1}^N n_2^i = n_2, \quad (4)$$

где:

M_i - масса слитка, отливаемого на i -том ручье с момента окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша;

n_1^i - количество заготовок основной мерной длины, получаемых в конце разливки на i -том ручье;

n_2^i - количество заготовок дополнительной мерной длины, получаемых в конце разливки на i -том ручье.

Предполагаемое изобретение относится к металлургии, конкретнее к непрерывной разливке металлов.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является способ управления разливкой металла на многоручьеовой машине непрерывного литья заготовок [1], включающий определение количества металла в промежуточном ков-

ше и управление посредством стопоров выпуском металла из промежуточного ковша в зависимости от указанной величины и длин отлитых непрерывных слитков в каждом ручье, в котором после того, как в промежуточном ковше остается металла меньше, чем его необходимо для получения мерных заготовок во всех ручьях, остаток металла, не вошедший в мерные заготовки, разливают в ру-

(19) UA (11) 41339 (13) C2

чей, в который необходимо подать наибольшее количество металла для получения мерной заготовки, после чего ручьи перекрывают, а остальные ручьи перекрывают при достижении кратности длины слитка на ручье.

Однако указанный способ не обеспечивает минимизацию отходов в виде немерных остатков слитка и не обеспечивает максимальную производительность машины непрерывного литья в конце разливки, так как не учитывает возможность получения заготовок основной и дополнительной мерной длины и не обеспечивает максимально близкое к одновременному, в условиях получения заданного количества мерных заготовок, время окончания разливки на всех ручьях.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ управления разливкой металла на многоручьеовой машине непрерывного литья заготовок путем учета возможности получения заготовок основной и дополнительной мерных длин и обеспечения максимально близкого к одновременному времени окончания разливки на всех ручьях, что приведет к увеличению выхода годного и повышению производительности машин непрерывного литья заготовок в конце разливки.

Решение поставленной задачи достигается тем, что согласно способу управления разливкой металла на многоручьеовой машине непрерывного литья заготовок, включающему определение массы металла в промежуточном ковше, измерение длины слитка по каждому ручью и пересчет ее в массу в соответствии с сечением кристаллизатора, управление посредством стопоров окончанием выпуска металла из промежуточного ковша в зависимости от массы металла в промежуточном ковше и длин отливаемых слитков по ручьям, после окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша определяют количество заготовок, получаемых с этого момента из следующего соотношения:

$$M_{\text{ост}} = \min_{n_1, n_2} \left[M_{\text{пк}} + \sum_{i=1}^N (M_{\text{слит}}^i - M_{\text{мерн}}^i) - N \cdot M_{\text{обр}} - n_1 M_{\text{осн}} - n_2 M_{\text{доп}} \right] \quad (1)$$

где:

$M_{\text{ост}}$ - масса немерного остатка металла;

$M_{\text{пк}}$ - масса металла в промежуточном ковше;

N - количество работающих ручьев;

$M_{\text{слит}}^i$ - масса слитка от мениска кристаллизатора до переднего торца слитка для i -того ручья;

$M_{\text{мерн}}^i$ - масса текущей заготовки заданной длины для i -того ручья;

$M_{\text{обр}}$ - масса заданной хвостовой обрезки;

$M_{\text{осн}}$ - масса заготовки основной мерной длины;

$M_{\text{доп}}$ - масса заготовки дополнительной мерной длины;

n_1 - количество заготовок основной мерной длины, получаемых в конце разливки;

n_2 - количество заготовок дополнительной мерной длины, получаемых в конце разливки.

Причем, если существует несколько значений n_1 и n_2 , удовлетворяющих соотношению (1), то предпочтение при порезке слитка отдают варианту, соответствующему большему количеству заготовок основной мерной длины.

А массу слитка, отливаемого на каждом ручье с момента окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша, определяют пропорционально скорости разливки по ручьям с соблюдением следующих соотношений:

$$\sum_{i=1}^N M_1 = M_{\text{пк}} \quad (2)$$

$$(M_i + M_{\text{слит}}^i - M_{\text{мерн}}^i - M_{\text{обр}}) \geq (n_1^i \cdot M_{\text{осн}} + n_2^i M_{\text{доп}}) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N n_1^i = n_1; \quad \sum_{i=1}^N n_2^i = n_2, \quad (4)$$

где:

M_i - масса слитка, отливаемого на i -том ручье с момента окончания выпуска металла из сталеразливочного ковша;

n_1^i - количество заготовок основной мерной длины, получаемых в конце разливки на i -том ручье;

n_2^i - количество заготовок дополнительной мерной длины, получаемых в конце разливки на i -том ручье.

При этом, в зависимости от длины немерного остатка металла и конструктивных особенностей конкретной машины, остаток либо сливают в один из ручьев, либо распределяют между несколькими ручьями.

Преимущество предлагаемого способа по отношению к прототипу покажем на следующем примере.

Пусть на четырехручьеовой машине непрерывного литья заготовок разливка выполняется на трех ручьях: первом, втором и третьем. Пусть сечение кристаллизаторов на всех ручьях одинаковое, и такое, что масса 1 м слитка равна 1 т. Пусть на всех ручьях задана только одна мерная длина – 8 м (8 т) и заданная длина хвостовой обрезки равна 1 м (1 т).

Пусть на первом ручье масса слитка равна 20 т, длина 20 м и скорость разливки 0,5 м/мин.

Пусть на втором ручье масса слитка равна 21 т, длина 21 м и скорость разливки 1,0 м/мин.

Пусть на третьем ручье масса слитка равна 20 т, длина 20 м и скорость разливки 1,0 м/мин.

В принятых в выражении (1) обозначениях имеем:

$$M_{\text{пк}} = 34 \text{ т}$$

$$N = 3$$

$$M_{\text{слит}}^1 = 20 \text{ т} \quad M_{\text{слит}}^2 = 21 \text{ т} \quad M_{\text{слит}}^3 = 20 \text{ т}$$

$$M_{\text{мерн}}^1 = 8 \text{ т} \quad M_{\text{мерн}}^2 = 8 \text{ т} \quad M_{\text{мерн}}^3 = 8 \text{ т}$$

$$M_{\text{обр}} = 1 \text{ т}$$

$$M_{\text{осн}} = 8 \text{ т}$$

Из соотношения (1) получаем:

$$M_{\text{ост}} = \min[34 + (20 - 8) + (21 - 8) + (20 - 8) - 3 \cdot 1] \\ n = 8 \quad M_{\text{ост}} = 4$$

Таким образом минимальные отходы будут при получении еще 8 заготовок длиной 8 м, а остаток будет 4 м, т.е. 4 т массы слитков, отливается

мых в конце разливки на каждом ручье, с учетом скоростей разливки составят:

$$M_1=6,8 \text{ т}, M_2=13,6 \text{ т}, M_3=13,6 \text{ т}$$

Полученные массы удовлетворяют соотношениям (2), (3) и (4), и обеспечивают получение на первом ручье двух заготовок, хвостовой обрезки и 1,8 т остатка, на втором ручье трех заготовок, хвостовой обрезки и 1,6 т остатка и на третьем ручье трех заготовок, хвостовой обрезки и 0,6 т остатка. При этом разливка на всех ручьях будет окончена через 13,6 мин.

Если использовать способ, предлагаемый в прототипе, то остаток надо сливать в первый ручей, в котором раньше всего будет окончена разливка последней мерной заготовки. Таким образом на первом ручье придется отлить 9 т (9 м) слитка и разливка окончится через 18 минут.

Реализацию предлагаемого способа проиллюстрируем следующим числовым примером.

Пусть на четырехручьева машине непрерывного литья заготовок разливка выполняется на четырех ручьях: первом, втором, третьем и четвертом. Пусть сечение кристаллизаторов на всех ручьях одинаковое и такое, что масса 1 м слитка равна 1 т.

Пусть в момент окончания разливки сталеразливочного ковша в промежуточном ковше осталось 49 т металла.

Пусть основная мерная длина заготовки по всем ручьям равна 10 м, дополнительная мерная длина – 6 м, заданная длина хвостовой обрезки – 1 м (1 т).

Пусть на первом ручье масса слитка равна 31,0 т, длина 31 м, длина текущей заготовки 10 м, ее масса 10 т и скорость разливки 0,5 м/мин.

На втором ручье масса слитка 35 т, длина 35 м, длина текущей заготовки 10 м, ее масса 10 т и скорость разливки 0,6 м/мин.

На третьем ручье масса слитка 33 т, длина 33 м, длина текущей заготовки 6 м, ее масса 6 т и скорость разливки 0,7 м/мин.

На четвертом ручье масса слитка 37 т, длина 37 м, длина текущей заготовки 10 м, ее масса 10 т и скорость разливки 0,8 м/мин.

В принятых в выражении (1) обозначениях имеем:

$$M_{\text{пк}}=49 \text{ т}$$

$$N=4$$

$$M_{\text{слит}}^1=31 \text{ т} \quad M_{\text{слит}}^2=35 \text{ т} \quad M_{\text{слит}}^3=33 \text{ т}$$

$$M_{\text{мерн}}^1=10 \text{ т} \quad M_{\text{мерн}}^2=10 \text{ т} \quad M_{\text{мерн}}^3=6 \text{ т}$$

$$M_{\text{обр}}=1 \text{ т} \quad M_{\text{слит}}^4=37 \text{ т}$$

$$M_{\text{осн}}=10 \text{ т} \quad M_{\text{мерн}}^4=10 \text{ т}$$

$$M_{\text{доп}}=6 \text{ т}$$

Из соотношения (1) находим $M_{\text{ост}}$ и n_1 и n_2

$$\begin{aligned} M_{\text{ост}} &= \min_{n_1, n_2} [49 + (31 - 10) + (35 - 10) + (33 - 6) + \\ &\quad + (37 - 10) - 4 \cdot 1 - n_1 \cdot 10 - n_2 \cdot 6] = \\ &= \min_{n_1, n_2} [145 - 10n_1 - 6n_2] \\ n_1 &= 12, n_2 = 4, M_{\text{ост}} = 1 \end{aligned}$$

Таким образом, минимальные отходы будут при получении еще 12 заготовок основной мерной длины – 10 м (10 т) и 4 заготовки дополнительной мерной длины – 6 м (6 т). Массы слитков, отливаемых на каждом ручье после окончания разливки металла из сталеразливочного ковша, с учетом только скоростей разливки на ручьях составят:

$$M_1=9,42 \text{ т} \quad M_2=11,31 \text{ т} \quad M_3=13,19 \text{ т} \quad M_4=15,08 \text{ т}$$

А с учетом соотношений (2), (3) и (4) получим:

$$\bar{M}_1=10 \text{ т} \quad \bar{M}_2=10 \text{ т} \quad \bar{M}_3=14 \text{ т} \quad \bar{M}_4=14 \text{ т}$$

Это позволит, кроме текущей заготовки и хвостовой обрезки, на каждом ручье получить следующее количество заготовок:

На первом ручье 3 заготовки по 10 м.

На втором ручье 1 заготовку 10 м и 4 заготовки по 6 м.

На третьем ручье 4 заготовки по 10 м.

На четвертом ручье 4 заготовки по 10 м.

Остаток, массой 1 т (длиной 1 м), можно слить либо во второй, либо в четвертый ручей, так как время разливки по ручьям будет следующее:

по первому ручью ~20 мин.

по второму ручью ~17 мин.

по третьему ручью ~20 мин.

по четвертому ручью ~18 мин.

То есть, при сливе остатка либо во второй, либо в четвертый ручей время окончания разливки по всей машине не изменится.

Реализовать предлагаемый способ можно с помощью устройства, блок-схема которого представлена на чертеже (фиг.).

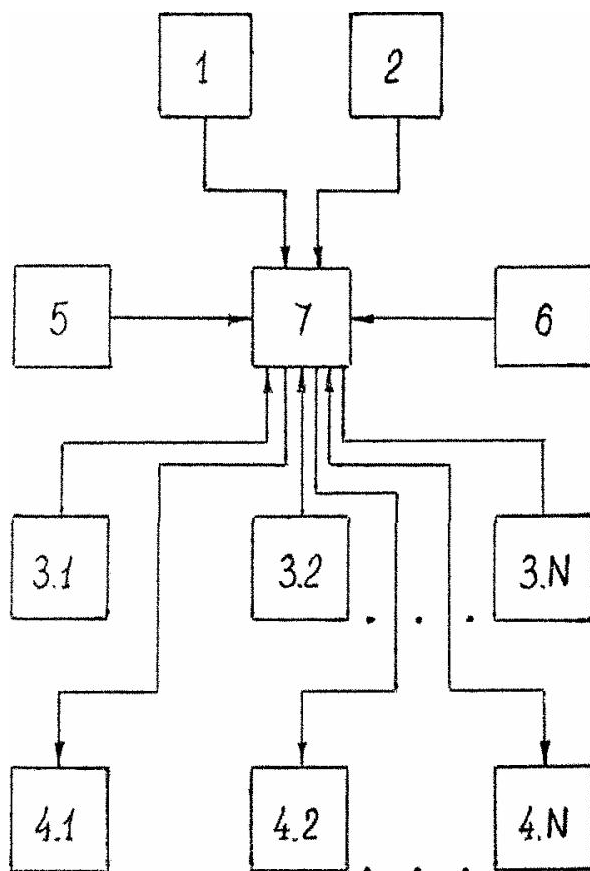
Устройство содержит блок 1 задания мерных длин, блок 2 задания исходных данных плавки, блоки 3.1, ..., 3.N измерения длины слитков по ручьям, блоки 4.1, ..., 4.N управления стопорами промежуточного ковша по ручьям, блок 5 определения веса металла в промежуточном ковше, блок 6 сигнализации окончания разливки сталеразливочного ковша и блок 7 выполнения вычислений.

Перед началом разливки в блок 7 выполнения вычислений с помощью блока 1 задания мерных длин вводится основная и дополнительная мерная длина заготовки, с помощью блока 2 задания исходных данных плавки в блок 7 вводится сечение кристаллизаторов по ручьям и марка разливаемой стали. В процессе разливки с блоков 3.1, ..., 3.N измерения длины слитков по ручьям в блок 7 вводится информация о длине отливаемых слитков и с блока 5 определения веса металла в промежуточном ковше вводится информация о текущей массе металла в промежуточном ковше.

После поступления от блока 6 сигнализации окончания разливки сталеразливочного ковша сигнала 1 (при разливке методом "плавка на плавку" сигнал поступает только в момент окончания разливки металла из последнего ковша в серии плавки) в блоке 7 определяется количество заготовок, минимизирующих остаток металла с помощью соотношения (1) и массы слитков, отливаемых с этого момента по ручьям, с помощью соотношений (2), (3) и (4). После отливки на ручье слитка заданной массы по любому из ручьев из блока 7 в соответствующий блок 4.i управления стопором промковша поступает сигнал о прекращении разливки на данном ручье.

Предлагаемый способ управления разливкой металла на многоручьевой машине непрерывного литья заготовок позволяет увеличить выход год-

ного и повысить производительность машин непрерывного литья заготовок.



Фиг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22