

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 22232

(13) С1

(46) 2018.10.30

(51) МПК

B 22D 11/00 (2006.01)

(54)

МАШИНА НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

(21) Номер заявки: а 20150689

(22) 2015.12.30

(43) 2017.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

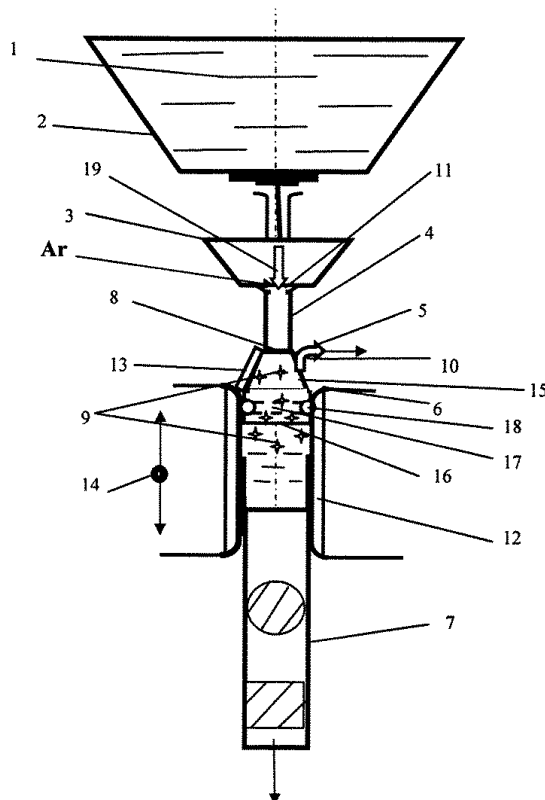
(72) Авторы: Кабишов Сергей Михайлович; Ратников Павел Энгелевич; Трусова Ирина Александровна; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2048247 С1, 1995.
RU 2048248 С1, 1995.
RU 2017569 С1, 1994.
RU 2052311 С1, 1996.
SU 1748922 А1, 1992.
SU 1813025 А3, 1993.
SU 1073297 А, 1984.

(57)

Машина непрерывного литья заготовок, включающая сталеразливочный ковш, соединенный с ним промежуточный ковш с погружным стаканом, выполненным с возможностью подачи расплава в вакуум-камеру, выполненную с возможностью подачи расплава в кристаллизатор, соединенный с приводом вертикального качания, при этом вакуум-камера



ВУ 22232 С1 2018.10.30

выполнена в виде прямого усеченного конуса, к большему, обращенному вниз основанию которого присоединена цилиндрическая обечайка, на внешней цилиндрической поверхности которой выполнена кольцевая желобообразная проточка, в которой установлен уплотнительный элемент, создающий контакт с верхней частью внутренней поверхности кристаллизатора при его качании, при этом цилиндрическая обечайка выполнена и установлена таким образом, чтобы при нахождении кристаллизатора в верхней точке нижняя кромка цилиндрической обечайки не касалась зеркала расплава, а при нахождении кристаллизатора в нижней точке уплотнительный элемент не выходил за пределы верхней кромки кристаллизатора.

Изобретение относится к металлургии, к непрерывной разливке стали, с применением машины непрерывного литья заготовок.

Известна технология поточного вакуумирования стали при непрерывной разливке стали и машина непрерывного литья заготовок для его осуществления, включающая подачу жидкого металла из разливочного ковша в вакуум-камеру, создание в ней разрежения до необходимого по технологии остаточного давления, подачу металла из вакуум-камеры непосредственно в кристаллизаторы под уровень металла.

Машина непрерывного литья заготовок - МНЛЗ - содержит вакуум-камеру с вакуум-проводом, соединенным с вакуум-насосом, и патрубки, входящие непосредственно в кристаллизаторы. В этих условиях вакуум-камера служит герметически закрытым промежуточным ковшом, соединенным с вакуум-насосом [1].

Известная технология характеризуется недостаточной производительностью и стабильностью процесса непрерывной разливки металла. В случае нарушения герметичности вакуум-камеры происходит переполнение кристаллизаторов. В этих условиях прекращается процесс непрерывной разливки. Кроме того, по известной технологии невозможна на МНЛЗ регулировка расхода металла в кристаллизаторы в зависимости от изменяющихся технологических параметров процесса разливки.

Известна конструкция машины непрерывного литья заготовок - МНЛЗ, реализующая способ поточного вакуумирования стали при непрерывной разливке, включающие подачу жидкого металла из сталеразливочного ковша в вакуум-камеру, создание в ней разрежения до необходимого по технологии остаточного давления, подачу металла в промежуточный ковш через отдельный патрубок и далее в кристаллизаторы. Расход металла из промежуточного ковша регулируют при помощи стопор-моноблоков. После подъема уровня металла в промежуточном ковше выше нижних торцов патрубков и герметизации вакуум-камеры жидким металлом начинают производить уменьшение остаточного давления в вакуум-камере.

Вакуум-камера включает вакуум-провод, соединенный с вакуум-насосом, и патрубок в днище вакуум-камеры, входящий в промежуточный ковш [2].

Недостаток характеризуется тем, что в процессе поточного вакуумирования капли жидкого металла из его струи налипают и навариваются на футерованные боковые стенки рабочей полости вакуум-камеры, образуя наплывы. Вследствие этого в процессе разливки разливочного ковша с течением времени уменьшается объем внутренней рабочей полости вакуум-камеры, что приводит к снижению эффективности и производительности процесса поточного вакуумирования металла.

В качестве прототипа известна машина непрерывного литья заготовок-МНЛЗ для поточного вакуумирования металла при непрерывной разливке стали, которая включает технологически взаимосвязанные сталеразливочный ковш, вакуум-камеру с вакуум-проводом, соединенным с вакуум-насосом, стопор-моноблок, промежуточный ковш, огнеупорный погружной стакан, кристаллизатор с приводом вертикальной осцилляции, средства вытяжки слитка непрерывнолитой заготовки [3].

Способ поточного вакуумирования металла на известной машине непрерывного литья заготовок - МНЛЗ - включает подачу жидкого металла из разливочного ковша в вакуум-камеру с патрубком, создание необходимого разрежения в ней, подачу металла в промежуточный ковш и далее через погружной стакан в кристаллизаторы, из которых средствами вытяжки слитка получают непрерывно-литую заготовку

Машина непрерывного литья заготовок для поточного вакуумирования стали и реализуемый ею способ поточного вакуумирования стали позволяют не прекращать процесс разлива при смене сталеразливочных ковшей, сохранять стабильность вытягивания непрерывнолитых заготовок и устранить необходимость смены вакуумных камер при последовательной смене сталеразливочных ковшей

Недостаток прототипа и известного уровня техники непрерывной разлива стали характеризует невысокая эффективность рафинирования расплава от газовых включений непосредственно перед кристаллизацией.

Отсутствие реализации в потоке расплава, подаваемого в кристаллизатор МНЛЗ дополнительных центров кристаллизации, имеющих состав разливаемого сплава, снижает скорость затвердевания расплава и, как следствие, снижает производительности МНЛЗ.

Технический результат изобретения заключается в реализации в зоне выходного сечения погружного стакана образования из стального расплава жидкокристаллической фазы в качестве дополнительных центров кристаллизации.

Указанный технический эффект достигают тем, что в машине непрерывного литья заготовок, включающей сталеразливочный ковш, соединенный с ним промежуточный ковш с погружным стаканом, выполненный с возможностью подачи расплава в вакуум-камеру, выполненную с возможностью подачи расплава в кристаллизатор, соединенный с приводом вертикального качания, при этом вакуум-камера выполнена в виде прямого усеченного конуса, к большему, обращенному вниз основанию присоединена цилиндрическая обечайка, на внешней цилиндрической поверхности которой выполнена кольцевая желобообразная проточка, в которой установлен уплотнительный элемент, создающий контакт с верхней частью внутренней поверхностью кристаллизатора при его качании, при этом цилиндрическая обечайка выполнена и установлена таким образом, чтобы при нахождении кристаллизатора в верхней точке нижняя кромка цилиндрической обечайки не касалась зеркала расплава, а при нахождении кристаллизатора в нижней точке уплотнительный элемент не выходил за пределы верхней кромки кристаллизатора.

Анализ научно-технической и патентной литературы показывает неочевидность и новизну совокупности отличительных признаков заявляемого способа и устройства с признаками известного уровня техники. На основании этого делается вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию "изобретательский уровень".

Для лучшего понимания осуществления изобретения приведен вариант реализации МНЛЗ, не исключающий другие варианты, в пределах формулы изобретения, со ссылкой на фигуру, где изображена схема машины непрерывной разлива заготовок при поточном вакуумировании стали.

Машина непрерывного литья заготовок (фигура) при поточном вакуумировании стали, включает технологически взаимосвязанные сталеразливочный ковш 1, заполненный стальным расплавом 2, промежуточный ковш 3, погружной разливочный стакан 4 для подачи стального расплава 2 в вакуум-камеру 5 для обработки стального расплава 2 и подачи стального расплава 2 в кристаллизатор 6 вертикальной осцилляции с приводом вертикальной осцилляции и средства вытяжки из кристаллизатора 6 непрерывнолитой заготовки 7 круглого или многоугольного сортамента.

Для обработки стального расплава 2 вакуум-камера 5 присоединена к зоне выходного сечения 8 погружного разливочного стакана 4.

Технология работы машины непрерывного литья заготовок при поточном вакуумировании стали включает подачу стального расплава 2 из сталеразливочного ковша 1 в про-

межуточный ковш 3, обработку стального расплава 2 в вакуум-камере 5. Подачу стального расплава 1 через разливочный стакан 4 в кристаллизатор 6 с приводом вертикальной осцилляции и вытяжку из кристаллизатора 6 непрерывнолитой заготовки 7. Средства вытяжки слитка из кристаллизатора 6 непрерывнолитой заготовки 7 на фигуре условно не показаны. Обработку стального расплава 2 в вакуум-камере 5 осуществляют в зоне выходного сечения 8 разливочного стакана 4 путем капельного диспергирования стального расплава 2 до образования жидкокристаллической фазы 9 за счет вакуумирования в водоохлаждаемой вакуум-камере 5 вакуум-проводом 10, присоединенным к вакуумному насосу, с одновременной дегазацией стального расплава 2, с последующим консолидированием жидко-кристаллической фазы 9 стального расплава 2 в монообъем стального расплава 2 в кристаллизаторе 6.

В зоне выходного сечения 11 промежуточного ковша 3 расплав 2 продувают аргоном - Ar.

Кристаллизатор 6 и вакуум-камера 5 оснащены, соответственно, водоохлаждаемой рубашкой-радиатором 12 и 13. Вертикальная осцилляция кристаллизатора 6 с расчетной амплитудой качания осуществляется приводом 14.

Вакуум-камера 5 смонтирована в зоне выходного сечения 8 погружного стакана 4 и выполнена в виде диспергатора расплава до жидкокристаллической фазы 9, представляющая собой расширяющийся книзу прямой усеченный конус 15 с присоединенной к большому сечению цилиндрической обечайкой-ползуном 16, образующей с внутренней поверхностью кристаллизатора 5 кинематическую пару осциллирующего трения-скольжения.

На внешней поверхности цилиндрической части обечайки-ползуна 16 выполнена кольцевая желобообразная проточка 17 с установленным в ней уплотнительным элементом 18, например, в виде кольца. Длина цилиндрической обечайки-ползуна 16 экспериментально выбирается таким образом, чтобы в процессе разлива обеспечивался постоянный контакт уплотнительного элемента 18 с внутренней поверхностью верхней части кристаллизатора 6 при возвратно-поступательных движениях-осцилляции в режиме трения-скольжения последнего.

Диаметр нижней цилиндрической части обечайки-ползуна 16 меньше внутреннего диаметра кристаллизатора 6 и соразмерен по посадке осциллирующего трения скольжения с внутренним диаметром кристаллизатора 6 МНЛЗ.

Существенным и неочевидным признаком новой конструкции и технологии является вакуумирование расплава 2 стали при истечении из разливочного стакана 5 непосредственно перед литьем в кристаллизатор 6. Для решения данной задачи непосредственно на разливочном стакане 4 МНЛЗ закреплена вакуум-камера 5, представляющая собой расширяющийся книзу конус, заканчивающийся цилиндрической частью обечайкой-ползуном 16.

Когда кристаллизатор 6 при возвратно-поступательных движениях осцилляции находится в верхней "мертвой" точке, нижняя кромка цилиндрической обечайки-ползуна 16 не должна касаться зеркала расплава, когда кристаллизатор 6 опускается в нижнюю "мертвую" точку, уплотнительный элемент 18 не должен выходить за пределы верхней кромки кристаллизатора 6. Верхняя часть кристаллизатора 6 выполняется цилиндрической по аналогии, например, с конструкцией гильзы поршневой машины, преимущественно, конструкцией гильзы цилиндра двигателя внутреннего сгорания - ДВС. В целом конструкция кристаллизатора 6 имеет размеры, рекомендованные фирмой-производителем.

В конусной части вакуум-камеры 5 сделан переходник, к которому герметично присоединен вакуум-провод 10 от вакуумного насоса. В процессе непрерывной разлива стальной расплав 2 из промежуточного ковша 3 через разливочный стакан 4 попадает в вакуум-камеру 5, где за счет выделения газовых включений поток диспергируется, выделяющиеся газы удаляются вакуумным насосом, а капли жидкого металла в виде жидкокристаллической фазы 9 под действием силы тяжести падают на зеркало расплава в кристаллизаторе 6. В процессе падения капли жидкого металла частично охлаждаются за счет лучистого теплообмена с водоохлаждаемыми стенками вакуум-камеры 5. При этом

наиболее мелкие капли жидкого металла могут затвердевать и, попадая в стальной расплав 2 в кристаллизаторе 6, служат зародышами дальнейшего роста твердой фазы. Для исключения локального приваривания корочки вытягиваемой непрерывнолитой заготовки 7 к стенкам кристаллизатора 6 и уменьшения усилия вытяжки последние смазываются, например, рапсовым маслом или другим смазочным заменителем.

Для усиления эффекта рафинирования целесообразно через полый стопор-моноблок 19 вдувать в поток расплава, истекающего в разливочный стакан из промежуточного ковша 3, инертный газ, например аргон - Ar или азот, в соответствии с требованиями действующей технологии. Это обеспечит более глубокое рафинирование расплава и образование более мелких капель в вакуум-камере 5.

Кинетика формирования непрерывнолитой заготовки 7 характеризуется высокими скоростями охлаждения затвердевающего металла и наличием разнородных физических явлений - зарождения и роста кристаллов различной модификации, перемещения кристаллов в жидком ядре (незатвердевшей части непрерывнолитой заготовки 7) при формировании кристаллической структуры, конвективного движения расплава и др. Для разработки рациональных режимов охлаждения непрерывнолитых заготовок 7 в кристаллизаторе 6 необходимо учитывать характер кристаллической структуры литой заготовки - столбчатой или глобулярной.

Новая технология непрерывной разливки стали обеспечивает улучшение качества макроструктуры слитка непрерывнолитой заготовки при разливке качественных и легированных марок стали. За счет увеличения скорости кристаллизации расплава увеличится скорость разливки и производительность МНЛЗ. Это особенно актуально для легированных сталей, имеющих широкий интервал кристаллизации и сложный химический состав, включающий элементы, склонные к ликвации.

На основании новой технологии предложены рабочие режимы разливки для кордовой стали марок 70K, 75K, 80K, 85K и сталей 40X, 45, которые позволяют увеличить скорость непрерывного литья до $v = 0,9-1,1$ м/мин для заготовок $0,250 \times 0,300$ м; $v = 0,8-1,0$ м/мин для заготовок $0,300 \times 0,400$ м без прорывов жидкого металла и образования внутренних дефектов в виде горячих трещин и рыхлостей, по сравнению с известной при скорости разливки $0,58-0,6$ м/мин.

Достоинством новой технологии по сравнению с известным уровнем является:

- высокая эффективность рафинирования расплава от газовых включений за счет вакуумирования непосредственно перед кристаллизацией;

- создание в потоке расплава, подаваемого в кристаллизатор МНЛЗ большого количества дополнительных центров кристаллизации, имеющих состав разливаемого сплава;

- обеспечение более высокой скорости затвердевания расплава и, как следствие, повышение производительности МНЛЗ;

- получение более равномерной и мелкодисперсной структуры металла по сечению непрерывнолитой заготовки за счет сокращения времени снятия теплоты перегрева и создания условий для объемной кристаллизации по всему сечению заготовки практически с первых моментов попадания расплава в кристаллизатор;

- подавление дендритной и зональной ликвации за счет роста скорости кристаллизации практически по всему объему разливаемой заготовки;

- уменьшение или полное исключение осевой пористости за счет удаления газовых включений из расплава непосредственно перед затвердеванием, а также за счет создания условий для объемной кристаллизации;

- улучшение качества поверхности непрерывнолитой заготовки за счет стабилизации условий смазки стенок кристаллизатора;

- исключение загрязнения металла включениями шлакообразующей смеси (ШОС), которые могут затягиваться в расплав при использовании систем электромагнитного пере-

BY 22232 C1 2018.10.30

мешивания либо налипать на поверхности затвердевающей заготовки при возвратно-поступательных движениях кристаллизатора;

исключение вторичного окисления расплава при оголении зеркала металла при нестабильной подаче ШОС либо при неравномерном распределении ШОС по поверхности зеркала металла в кристаллизаторе.

Промышленное освоение заявленного объекта предполагается на металлургических предприятиях Беларуси.

Источники информации:

1. <http://patents.su/4-1073297-ustrojstvo-dlya-vakuumirovaniya-metalla-v-strue.html> (вакуумирование в ковше).
2. <http://www.findpatent.ru/patent/204/2048247.html> (аналог, вакуумирование при НР).
3. RU 2048248, <http://www.fndpatent.ru/patent/204/2048248.html> © FindPatent.ru - патентный поиск, 2012-2015.