

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **62 047** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[B22D 11/10 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)
Пошлина: учтена за 1 год с 20.10.2006 по 20.10.2007

(21)(22) Заявка: [2006137337/22](#), 20.10.2006(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.10.2006(45) Опубликовано: [27.03.2007](#) Бюл. № 9

Адрес для переписки:
622031, Свердловская обл., г. Нижний
Тагил, ул. Красногвардейская, 59,
Нижнетагильский технологический
институт УГТУ-УПИ(ф), директору В.Ф.
Пегашкину

(72) Автор(ы):

Астафьев Геннадий Иванович (RU),
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),
Пегашкин Владимир Федорович (RU),
Пилипенко Василий Францевич (RU),
Киричков Анатолий Александрович (RU),
Данилин Юрий Анатольевич (RU),
Веселов Александр Сергеевич (RU),
Рышков Василий Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (ГОУ
УГТУ-УПИ) (RU)

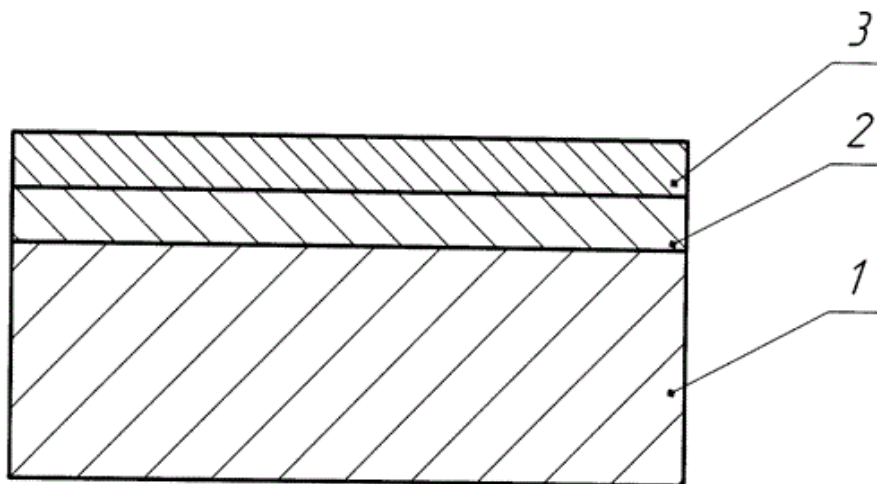
(54) КРИСТАЛЛИЗАТОР МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

(57) Реферат:

1. Кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок, содержащий рабочие стенки, выполненные из меди с нанесенным защитным покрытием из сплава на основе никеля, отличающийся тем, что покрытие выполнено в виде 2-х электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем первый легирующий слой выполнен в виде Ni-Cr покрытия, а второй слой выполнен из покрытия на основе сплавов ВК6 или ВК8.

2. Кристаллизатор по пп.1-3, отличающийся тем, что твердость первого легирующего слоя составляет 35-45 HRC, а твердость второго слоя составляет более 45 HRC.

3. Кристаллизатор по пп.1-3, отличающийся тем, что общая толщина упрочняющего покрытия не превышает 0,5 мм.



Полезная модель относится к области металлургии и может быть использована при восстановлении рабочих стенок кристаллизатора.

При непрерывной разливке стали на МНЛЗ используются кристаллизаторы с медными стенками. Медь, имеющая высокую теплопроводность, обеспечивает быстрое образование корочки металла на поверхности образующегося слитка.

Вместе с тем, при движении слитка через кристаллизатор в зоне взаимодействия поверхностей образовавшегося слитка и медной стенки идет значительный абразивный износ меди, причем неравномерный на различных участках поверхности стенок. Наиболее подвержены износу боковые стенки. Это приводит к тому, что со временем нарушается исходная геометрия кристаллизатора.

После разливки определенного количества металла изношенные кристаллизаторы отправляют на ремонт, который заключается в механической обработке поверхности - острожке. Пройдя 4-8 циклов использования, медные стенки утилизируются.

В связи с тем, что медь является дорогостоящим металлом, металлурги предпринимают меры для сокращения ее удельного расхода в расчете на тонну выплавленной стали путем повышения стойкости стенок. Это и использование износостойких марок медных сплавов (специальных видов бронз вроде БрХ1Цр, МН2.5КоКрХ и др.), и нанесение износостойких покрытий на поверхность стенок, и другие способы.

Однако такие способы обладают рядом существенных недостатков: теплопроводность таких сплавов ниже чем у меди и, кроме того, изготовление специальных сплавов весьма дорого и трудоемко; значительное число металлургических заводов не имеет возможности для самостоятельного нанесения износостойкого покрытия после острожки стенок, для чего они должны отправлять их сторонним организациям, что удорожает и увеличивает сроки ремонта, заставляя расширять парк кристаллизаторов.

Эффективным способом увеличения износостойкости является упрочнение металла, достигаемое в процессе его холодной деформации. Однако, при тех температурах, которые имеют медные стенки в процессе разливки (а это 300-400°C) в меди происходит процесс рекристаллизации, т.е. укрупнение зерен. Крупные зерна имеют меньшую твердость, из-за чего металл разупрочняется.

Известно, что добавление в медь небольшого количества серебра (в пределах до 0,1%) увеличивает температуру начала рекристаллизации до 350-400°C без снижения теплопроводности.

Сочетание этих двух факторов приводит к тому, что холоднодеформированные медные стенки, изготовленные из меди легированной серебром (МС), имеют высокую износостойкость ["Металлы и цены", №20, 2002]

Недостатком таких кристаллизаторов является его высокая стоимость.

Известен способ восстановления рабочих стенок кристаллизатора, изготовленных из меди или ее сплавов, включающий механическую обработку под нанесение покрытия изношенных участков, примыкающих к углам кристаллизатора и расположенных в нижней части рабочих поверхностей, и нанесение на них износостойкого покрытия на основе медно- никелевых сплавов [заявка 2108025, Великобритания, 28.10.81, МКИ В 22 Д 11/04, НКИ В 3 F].

Однако данный способ отличается технологической сложностью, поскольку подготовку поверхности под нанесение покрытия и снятие лишнего покрытия выполняют шлифованием, а нанесение покрытия - гальванопластикой.

Известен способ восстановления рабочих стенок кристаллизатора, включающий механическую обработку изношенных участков, примыкающих к углам кристаллизатора и расположенных в нижней части рабочих поверхностей стенок, изготовленных из меди или ее сплавов, и нанесение на них износостойкого покрытия, причем в качестве механической обработки используют дробеструйную обработку, при этом обработке подвергают участки шириной, превышающей размеры изношенных участков не менее чем на 0,5 ширины полосы напыления, а на изношенные участки напыляют газотермическое покрытие толщиной не более 3,0 мм. [П-2119404, В 22 D 11/04, опубл. 27.09.1998].

Недостатком данного способа является невысокая стойкость отремонтированных кристаллизаторов.

Наиболее близким к предлагаемому является кристаллизатор непрерывного литья заготовок, содержащий рабочие стенки, выполненные из меди с нанесенным защитным покрытием из сплава на основе никеля с твердостью HRC>50, включающего хром, напыленный на поверхность стенок газотермическим методом, кроме того покрытие дополнительно включает в себя бор, кремний, добавки оксидов, например оксида алюминия, а также добавки карбидов, например карбида хрома [П.мод. №53193, В 22 D 11/10, опубл. 10.05.2006 в бюл. №13].

Основными недостатками таких покрытий, нанесенных на медные стенки кристаллизаторов, является то, что упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к основному материалу, имеют относительно низкую твердость и уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с основой кристаллизатора.

В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость кристаллизаторов.

Наибольший интерес при этом представляют методы, с помощью которых достигается значительное упрочнение поверхностных слоев медных пластин кристаллизаторов. Основным достоинством поверхностной обработки медных пластин является сочетание высокой твердости и прочности поверхностного слоя с вязкостью и высокой пластичностью основы медных кристаллизаторов.

Значительный эффект поверхностного упрочнения достигается за счет повышения не только твердости, но и износо- и коррозионной стойкости рабочей поверхности кристаллизаторов.

Для реализации указанных достоинств в промышленных условиях представляют интерес методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроискрового легирования. Электроискровое легирование особенно эффективно для повышения стойкости медных кристаллизаторов в условиях их большой стоимости и дефицита.

Технической задачей полезной модели является упрощение технологии восстановления рабочих стенок кристаллизатора.

При этом техническим результатом изобретения является сокращение расхода меди на 1 т разливаемой стали.

Технический результат достигается за счет того, что после механической обработки - острожке на рабочие стенки кристаллизатора наносят электроэрозионное покрытие твердосплавными электродами в виде двух слоев, причем первый легирующий слой выполнен в виде Ni

-Cr покрытия, а второй слой в виде покрытия из сплава ВК6 или ВК8, кроме того твердость первого слоя составляет 35-45 HRC, а твердость второго слоя более 45 HRC, при этом общая толщина обоих слоев составляет не более 0,5 мм.

Полезная модель поясняется чертежом, на котором показана медная пластина кристаллизатора с электроэрозионным покрытием.

Пластина кристаллизатора состоит из основного материала 1, выполненного из меди и наносимого электроэрозионного покрытия в виде двух слоев 2 и 3, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемые пластины кристаллизатора подвергают электроэрозионной обработке известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала-электрода.

В процессе легирования материал электрода переносится на обрабатываемую поверхность медных пластин, образуя слой высокопрочного покрытия из легирующего материала.

Преимущество заявляемого технического решения заключается в том, что качественный и количественный состав жаростойкого, теплопроводного материала, используемого в качестве первого слоя, обеспечивает образование неограниченного твердого раствора с материалом кристаллизатора, а состав износостойкого второго слоя образует неограниченный твердый раствор с материалом первого слоя, что в первом и во втором случае обеспечивает хорошую сцепляемость.

В результате исследований на опытно- экспериментальных образцах были отработаны режимы упрочнения электроискровым легированием с использованием в качестве электродов тугоплавких материалов.

В качестве легирующих материалов были опробованы твердые сплавы: ВК 15, ВК6, Т15К6, ВК8, Cr, Ni и др.

Электроискровое легирование пластин проводили при следующих параметрах:

- технологический ток, А	- 90
- напряжение холостого хода,	- 110
- емкость конденсаторов, мкф.	- 1150
- охлаждение электрода	сжатый воздух
- скорость обработки, мм ² / мин.	- до 350
- сплошность покрытия за один проход, %	- до 92
- твердость 1-го слоя покрытия, HRC	- 40
- твердость 2-го слоя покрытия, HRC	- 52
- толщина 1-го (нижнего) слоя покрытия, мм	- 0,20
- толщина 2-го (верхнего) слоя покрытия, мм	- 0,25

При подборе материала электродов учитывали, чтобы теплопроводность легирующих материалов должна быть близкой к теплопроводности чистой меди.

С этим жестким условием связано и ограничение по толщине наносимого упрочняющего покрытия, а именно при толщине покрытия более 0,5 мм уменьшается теплопроводность отремонтированных пластин, что отрицательно сказывается на работе кристаллизатора.

Первый слой покрытия - (Ni-Cr), имеющий высокую жаростойкость до 1000°С и теплопроводность, соответствующую материалу кристаллизатора, обеспечивает изменение внутренних напряжений растяжения и напряжения сжатия, а также равномерность распределения толщины слоя покрытия.

Материал второго слоя - сплавы ВК6 или ВК8 обеспечивают повышенную износостойкость, локализацию пор покрытия, улучшают сплошность покрытия и способствуют быстрому периоду приработки.

В момент соприкосновения электрода с деталью возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждение, электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала-электрода на деталь, для устранения данного недостатка используют охлаждение электрода. В качестве охладителя используют сжатый газ.

Пример конкретной реализации способа

Восстанавливали медные стенки кристаллизатора с размерами: длина 700 мм, ширина 200 мм. Медные пластины выполнены из стали МН 2. Пластины после острожки на глубину 2 мм подвергали электроискровому легированию, при этом наносили два слоя упрочняющего покрытия. Первый упрочняющий слой наносили электродом из сплава Ni-Cr, толщина 1-го слоя составила 0,20 мм, затем наносили второй упрочняющий слой электродом из сплава ВК8, толщиной 0,25 мм.

- Используя микроскоп типа МПБ-2 с 24 кратным увеличением установили, что вся поверхность имела равномерное электроэрозионное покрытие, между отдельными участками разрывов не наблюдалось.

При необходимости легирование можно повторить методом наложения дополнительного упрочняющего слоя.

В результате использования электроискрового легирования удалось достичь межремонтную стойкость стенок слябовых кристаллизаторов до 112 плавков (объем плавки 155 т). Для сравнения стойкость стенок из обычной меди 50-65 плавков. Средняя стойкость кристаллизаторов, отремонтированных по способу - прототипу составляла 88 - 90 плавков. Кроме того коэффициент износостойкости стенок кристаллизатора составил 1,27 в сравнении с 1,1 упрочненными по методу прототипа и 1,0 в сравнении с неупрочненными пластинами кристаллизатора (см. таблицы 1 и 2).

Исследование поверхности стенок, на которые ранее были нанесены покрытия, после разборки кристаллизаторов во время очередного ремонта показало, что почти на всей зоне электроискрового легирования покрытие сохранилось, кроме участков на

ее границе, где оно было наиболее тонким. Это свидетельствует о достаточно высокой прочности сцепления покрытия с медной основой стенки.

Достигнутые показатели стойкости показывают, что стенки кристаллизаторов, отремонтированные электроискровым легированием, это наиболее простой и дешевый способ уменьшения удельного расхода дорогостоящей меди при разливке стали, а следовательно уменьшения затрат и увеличения экономической эффективности металлургического производства.

Таким образом, заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является:

- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с медной основой за счет взаимного диффузионного механического перемешивания;
- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико-механических свойств медных пластин.

Заявляемое техническое решение не известно в Российской Федерации и за рубежом и отвечает требованиям критерия "новизна".

Техническое решение может быть реализовано промышленным способом в условиях серийного производства с использованием известных технических средств, технологий и материалов и отвечает требованиям критерия "промышленная применимость".

Оценка эффективности работы опытной партии кристаллизаторов							Таблица №1
Кол-во плавков опытных кристаллизаторов			Кол-во плавков отлитых по способу - прототипу			Отношение Показателей опытных и Отлитых	
Общее	Среднее	Кол-во	Общее	Среднее	Кол-во	По	
	между	ремонт		между	ремонт	прототипу	
	ремонта	тов		ремонта	тов		
	ми			ми			
675	112,5	6	632	90,2	7	1,24	
755	94,3	8	622	88,8	7	1,06	
688	98,3	7	660	82,5	8	1,19	
696	99,4	7	590	98,3	6	1,01	
740	92,5	8	605	86,4	7	1,07	

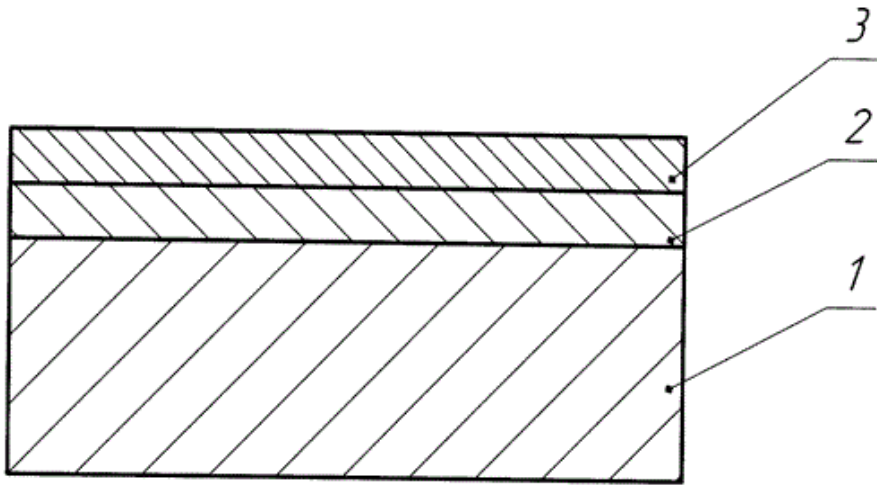
Таблица №2			
Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы кристаллизатора (кол-во отлитых плавков)	Коэффициент износостойкости
2-х слойное электроэрозионное	ВК8 - верхний слой	690	1,27
однослойное электроэрозионное	Ni-Cr - нижний слой	635	1,17
газотермическое покрытие (по прототипу)	Ni с добавлением оксида Al	595	1,10
контрольные без упрочнения	-	540	1,00

Формула полезной модели

1. Кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок, содержащий рабочие стенки, выполненные из меди с нанесенным защитным покрытием из сплава на основе никеля, отличающийся тем, что покрытие выполнено в виде 2-х электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем первый легирующий слой выполнен в виде Ni-Cr покрытия, а второй слой выполнен из покрытия на основе сплавов ВК6 или ВК8.

2. Кристаллизатор по пп.1-3, отличающийся тем, что твердость первого легирующего слоя составляет 35-45 HRC, а твердость второго слоя составляет более 45 HRC.

3. Кристаллизатор по пп.1-3, отличающийся тем, что общая толщина упрочняющего покрытия не превышает 0,5 мм.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

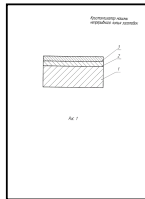
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К - Досрочное прекращение действия патента (свидетельства) Российской Федерации на полезную модель из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента (свидетельства) в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2006137337](#)

Дата прекращения действия патента: **21.10.2007**

Извещение опубликовано: [10.05.2009](#) БИ: 13/2009