

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038247**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.29

(51) Int. Cl. **C21B 7/16 (2006.01)**
F27D 1/12 (2006.01)

(21) Номер заявки
201891232

(22) Дата подачи заявки
2018.06.21

(54) ФУРМА ДЛЯ ДОННОЙ И БОКОВОЙ ПРОДУВКИ И СПОСОБ ЕЁ ОХЛАЖДЕНИЯ

(31) **2017132288**

(56) RU-C1-2299243
RU-C1-2167204
SU-A1-1350178
SU-A1-1245600
RU-A-95104141
US-A-4572487

(32) **2017.09.15**

(33) **RU**

(43) **2019.03.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"МЕДНОГОРСКИЙ МЕДНО-
СЕРНЫЙ КОМБИНАТ" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Барсуков Николай Михайлович,
Булатов Константин Валерьевич,
Ибрагимов Андрей Фаритович,
Исхаков Ильфат Ильдусович, Лепин
Сергей Александрович, Рузанов
Артем Николаевич, Кириченко
Александр Николаевич (RU)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к металлургии, в частности к устройствам для продувки окислительным дутьем сульфидного медного расплава или полиметаллического сырья и способам охлаждения этих устройств, и может быть использовано в цветной и черной металлургии. Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение эксплуатационных характеристик фурмы для донной и боковой продувки, заключающихся в том числе в повышении надежности и срока эксплуатации фурмы, повышении эффективности охлаждения фурмы при высоких тепловых нагрузках. Фурма для донной и боковой продувки содержит тело фурмы с каналом, трубу для основного дутья, трубу для защитного дутья, рьяльную часть фурмы, охлаждаемый элемент и керамометаллическую насадку. Труба для основного дутья и труба для защитного дутья расположены коаксиально относительно друг друга. Керамометаллическая насадка расположена с рьяльной части фурмы и выполнена из материала со средней теплопроводностью не менее 30 Вт/м°C и скрытой теплотой фазового перехода не менее 1000 кДж/кг. В способе охлаждения фурмы рьяльную часть фурмы охлаждают при расходе теплоносителя на 1 м² площади поверхности рьяльной части не менее 25·10⁻³ м³/с и внутри охлаждаемых элементов поддерживают давление ниже атмосферного.

038247 B1

038247 B1

Изобретение относится к металлургии, в частности к устройствам для продувки окислительным дутьем сульфидного медного расплава или полиметаллического сырья и способам охлаждения этих устройств, и может быть использовано в цветной и черной металлургии.

При продувке сульфидного медного расплава в области факела дутья развиваются высокие температуры и вследствие этого высокие тепловые нагрузки, что приводит к прогару охлаждаемого элемента. Поэтому при продувке сульфидного расплава (штейна) охлаждаемые фурмы не используются, так как их использование может привести к прогару и вследствие этого - к взрыву.

Известно из авторского свидетельства SU 1667920 и патента RU 2152441, что для снижения теплового воздействия на рьяльную (торцевую) часть фурмы используют фурмы с коаксиальными трубами (фурма с защитной оболочкой). По основному каналу подают окислительное дутье, а по защитному - слабо окислительное, инертное или восстановительное дутье.

Однако фурма с защитной оболочкой снижает уровень теплового воздействия на рьяльную поверхность фурмы, но не защищает ее от прогара.

Известно также, что для защиты торцевой поверхности фурмы от прогара используют насадки, описанные в патенте RU 2235789. Насадки на торцевую поверхность защищают рьяльную часть фурмы в течение определенного времени.

Однако из-за низкой теплопроводности насадки не обеспечивают образование на насадке устойчивого слоя гарнисажа, что приводит к прогару насадки и рьяльной поверхности фурмы.

Наиболее близким аналогом заявляемого устройства является решение фурмы доменной печи, известное из патента RU 2299243. Каналы для охлаждения образованы залитой трубой, при этом интенсивность охлаждения достигается путем использования в рьяльной части змеевика с заданным сечением канала охлаждения. Основным параметром интенсивности охлаждения является скорость движения теплоносителя, т.е. расход теплоносителя и поддержание заданного расхода на должном уровне.

Однако при отсутствии обеспечения заданного расхода сохранение стенки рьяльной части в целостности невозможно при тепловых нагрузках $>1000 \text{ кВт/м}^2$.

Наиболее близким аналогом заявляемого способа является техническое решение из патентной заявки US 5989488, в котором для защиты торцевой поверхности фурмы используют охлаждение торцевой поверхности.

Однако нерегламентация расхода теплоносителя на площадь рьяльной поверхности не может защитить ее при зависании факела дутья у поверхности фурмы, что приводит к ее прогару несмотря на то, что боковая поверхность защищена керамической вставкой.

Техническая проблема, на решение которой направлено заявляемое изобретение, заключается в создании фурмы для донной и боковой продувки сульфидного медного расплава окислительным дутьем в защитной оболочке при высоких тепловых нагрузках в области факела дутья и возможность длительной эксплуатации фурмы.

Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение эксплуатационных характеристик фурмы для донной и боковой продувки, заключающихся в том числе в повышении надежности и срока эксплуатации фурмы, повышении эффективности охлаждения фурмы при высоких тепловых нагрузках.

Указанный технический результат достигается за счет того, что фурма для донной и боковой продувки содержит тело фурмы с каналом, трубу для основного дутья, трубу для защитного дутья, рьяльную часть фурмы, охлаждаемый элемент и керамометаллическую насадку, причем труба для основного дутья и труба для защитного дутья расположены коаксиально относительно друг друга, керамометаллическая насадка расположена с рьяльной части фурмы и выполнена из материала со средней теплопроводностью не менее $30 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ и скрытой теплотой фазового перехода не менее 1000 кДж/кг .

Длина керамометаллической насадки может быть определена по формуле

$$L=0,862 \cdot (P_{O_2})^{-0,992},$$

где L - длина насадки в миллиметрах,

P_{O_2} - парциальное давление кислорода основного дутья в МПа.

Указанный технический результат достигается также за счет того, что в способе охлаждения фурмы рьяльную часть фурмы охлаждают при расходе теплоносителя на 1 м^2 площади поверхности рьяльной части не менее $25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ и внутри охлаждаемых элементов поддерживают давление ниже атмосферного.

Заявляемое изобретение предусматривает охлаждаемую от взрывобезопасной системы охлаждения фурму с защитной оболочкой из воздушного или других видов дутья, а торцевая поверхность (рьяная часть) фурмы и коаксиальных труб защищена насадкой, соприкасающейся со взрывоопасным в отношении воды расплавом.

Раскрытие заявляемого изобретения показано с помощью чертежа, на котором изображен продольный разрез фурмы и позициями 1-7 обозначены:

- 1 - тело фурмы;
- 2 - канал;
- 3 - труба для основного дутья;

- 4 - труба для защитного дутья;
- 5 - рьяльная часть фурмы;
- 6 - охлаждаемый элемент;
- 7 - керамометаллическая насадка.

Фурма для донной и боковой продувки содержит тело фурмы 1 с каналом 2 для охлаждения, трубу 3 для основного дутья, трубу 4 для защитного дутья, рьяльную часть 5 фурмы, охлаждаемый элемент 6 и керамометаллическую насадку 7.

Труба 3 для основного дутья и труба 4 для защитного дутья расположены коаксиально относительно друг друга.

Охлаждаемый элемент 6 выполнен в виде залитых труб или канала щелевидного вида.

Керамометаллическая насадка 7 расположена с рьяльной части 5 фурмы для защиты поверхности рьяльной части 5 фурмы и носок труб 3-4 и выполнена из материала со средней теплопроводностью не менее 30 Вт/м°C и скрытой теплотой фазового перехода не менее 1000 кДж/кг.

Уменьшение теплопроводности насадки 7 приводит к невозможности образования защитного гарнисажа и к износу насадки 7 и фурмы. Уменьшение скрытой теплоты фазового перехода насадки 7 приводит к снижению времени теплового воздействия факела дутья на насадку 7, что обуславливает расплавление защитного гарнисажа, перегрев насадки 7 и фурмы. Керамометаллическая насадка 7 выполнена из слоев различного материала: с низкой теплопроводностью и высокой температурой плавления; и высокой теплопроводностью и температурой плавления около 1100°C.

Длина керамометаллической насадки определяется парциальным давлением кислорода основного дутья по формуле:

$$L=086,2 \cdot (P_{O_2})^{-0,992},$$

где L - длина керамометаллической насадки в миллиметрах,

P_{O_2} - парциальное давление кислорода в МПа.

Теплопроводность керамометаллической насадки определяется как среднее суммы произведений массовой доли слоя на теплопроводность для поперечного сечения керамометаллической насадки. Теплота фазового перехода или скрытая теплота плавления определяется для конкретной керамометаллической насадки. Для определения параметров керамометаллической насадки в ее рабочую поверхность со стороны сульфидного расплава зачеканивают термомпары. За момент расплавления защитного гарнисажа принимается температура 960°C, эквивалентная температуре плавления гарнисажа. Коэффициент теплоотдачи от стенки охлаждаемого элемента к теплоносителю составил около 3700 кВт/м²°C. Эксперименты показали, что снижение средней теплопроводности керамометаллической насадки менее 30 Вт/м°C приводит к повышению температуры поверхности насадки более 980°C, что свидетельствует о расплавлении гарнисажа. На основании данных температуры поверхности насадки отводимого теплового потока и подводимого количества тепла к поверхности насадки математически определяют влияние скрытой теплоты фазового перехода в сравнении с опытными данными на время затухания теплового потока на поверхность насадки. Математическим моделированием установлено, что использование насадки с величиной скрытой теплоты фазового перехода более 1000 кДж/кг обуславливает увеличение времени воздействия теплового потока на гарнисаж насадки от 0 до 60 с, и за это время не происходит расплавление гарнисажа.

Способ осуществляют следующим образом.

Фурму устанавливают в зоне сульфидного расплава. По трубе 3 для основного дутья подают кислород, а по трубе 4 для защитного дутья - воздух. На поверхности керамометаллической насадки 7 образуется слой гарнисажа, защищающий насадку 7 и фурму от износа. На поверхности рьяльной части 5 фурмы подают водяное охлаждение, а в полости охлаждаемого элемента 6 создают давление ниже атмосферного. Давление ниже атмосферного достигается за счет установки фурмы в определенном месте взрывобезопасной системы охлаждения. При неконтролируемом разрушении (прогаре) насадки и торцевой стенки фурмы сульфидный расплав проникает внутрь охлаждаемого элемента, кристаллизуется, прекращается течение воды внутри элемента и взрыва не происходит. Расход воды на поверхность рьяльной части 5 не должен быть менее 25·10⁻³ м³/с. При снижении расхода уменьшается интенсивность охлаждения, происходит расплавление гарнисажа на поверхности насадки, износ насадки, и, как следствие, возможен прогар фурмы.

Проверка работоспособности фурмы проводилась на агрегате типа "Норанда". Указанная фурма была установлена в фурменном поясе агрегата и в донной части агрегата. Поверхность насадки соприкасалась с медным сульфидным расплавом. На поверхности насадки фурмы образовывался слой защитного гарнисажа. По центральному каналу подавалось кислородное основное дутье. По защитной оболочке подавалось воздушное дутье. Фурмы в донной и боковой части агрегата эксплуатировались длительное время. Износ и перегрев фурмы не происходил, что подтвердили полученные параметры фурмы.

Приведенные примеры являются частными случаями и не исчерпывают всех возможных реализаций заявляемого изобретения.

Специалисту в данной области техники должно быть понятно, что различные вариации заявляемых устройства и способа не изменяют сущность изобретения, а лишь определяют его конкретные воплощения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фурма для донной и боковой продувки, характеризующаяся тем, что содержит тело фурмы с каналом, трубу для основного дутья, трубу для защитного дутья, рьльную часть фурмы, охлаждаемый элемент и керамометаллическую насадку, причем труба для основного дутья и труба для защитного дутья расположены коаксиально относительно друг друга, керамометаллическая насадка расположена с рьльной части фурмы и выполнена из материала со средней теплопроводностью не менее 30 Вт/м°C и скрытой теплотой фазового перехода не менее 1000 кДж/кг.

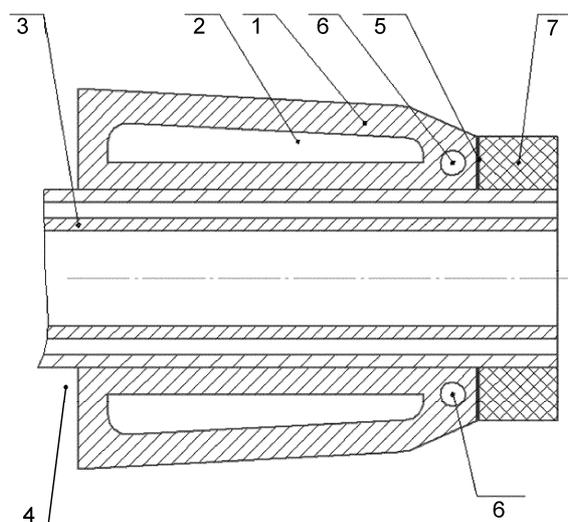
2. Фурма по п. 1, характеризующаяся тем, что длина керамометаллической насадки определяется по формуле

$$L=0,862 \cdot (P_{O_2})^{-0,992},$$

где L - длина насадки в миллиметрах,

P_{O_2} - парциальное давление кислорода основного дутья в МПа.

3. Способ охлаждения фурмы по п. 1, характеризующийся тем, что рьльную часть фурмы охлаждают при расходе теплоносителя на 1 м² площади поверхности рьльной части не менее 25·10⁻³ м³/с и внутри охлаждаемых элементов поддерживают давление ниже атмосферного.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2