

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035449**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.17

(21) Номер заявки
201792271

(22) Дата подачи заявки
2016.05.03

(51) Int. Cl. **C22B 1/04** (2006.01)
C22B 15/00 (2006.01)
C22B 9/05 (2006.01)

(54) **ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ РАФИНИРОВАНИЕ ЧЕРНОВОЙ МЕДИ**

(31) **20155329**

(32) **2015.05.06**

(33) **FI**

(43) **2018.05.31**

(86) **PCT/FI2016/050281**

(87) **WO 2016/177936 2016.11.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
**Ягинен Акусти, Тальвенсаари Харри
(FI)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)**

(56) **WO-A2-9946414
WO-A1-2011103132
DE-A1-3809477**

(57) Предложен способ пирометаллургического рафинирования черновой меди, включающий следующие стадии: (а) подача расплавленной черновой меди в анодную печь; (b) если концентрация серы в расплавленной черновой меди, подаваемой на стадии (а), выше первого заданного значения, окисление серы в расплавленной черновой меди путем вдувания содержащего кислород газа в расплавленную черновую медь до достижения первого заданного значения; (с) последующее снижение содержания серы и кислорода в черновой меди путем вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения, при этом инертную фазу (с) продолжают до тех пор, пока второе заданное значение концентрации кислорода не составит ниже 4000 млн ч., а второе заданное значение концентрации серы не составит ниже 500 млн ч.; (d) если концентрация серы и/или кислорода в расплавленной черновой меди, полученной на стадии (с), выше третьего заданного значения, последующее восстановление кислорода в черновой меди путем подачи в расплавленную черновую медь восстанавливающего агента до достижения третьего заданного значения и получения анодной меди, и (е) возможно, разливка полученной анодной меди.

B1

035449

035449

B1

Область техники

Изобретение относится к пирометаллургическому рафинированию черновой меди, а более конкретно к трехфазному способу пирометаллургического рафинирования черновой меди.

Уровень техники

Черновую медь, получаемую в конвертерах или печах прямой выплавки черновой меди, следует очистить от серы и кислорода перед тем, как из нее можно будет отливать аноды. Это осуществляют в анодных печах (АП) в ходе процесса, известного как пирометаллургическое рафинирование.

Обычно пирометаллургическое рафинирование черновой меди осуществляют в две фазы: фазу окисления и фазу восстановления. В фазе окисления через черновую медь продувают воздух, при этом кислород, находящийся в воздухе, окисляет серу до газообразного диоксида серы. Также в фазе окисления в расплавленной черновой меди растворяется некоторое количество кислорода. Растворенный кислород удаляют в фазе восстановления, в которой через окисленную черновую медь продувают восстановитель, например природный газ.

Чтобы получить анодную медь хорошего качества для отливки анодов, следует понизить концентрацию серы в черновой меди ниже 50 млн ч. Однако для достижения необходимой концентрации серы в конце фазы окисления вызывают быстрое увеличение концентрации растворенного кислорода в черновой меди. Это приводит к потерям меди в виде шлака и увеличенному времени фазы восстановления, что способствует высокому потреблению восстановителя.

В CN 101314819 В предлагается однофазный процесс пирометаллургического рафинирования, в котором через медь продувают аргон, промышленный азот, насыщенный пар или их смесь, а фазы окисления и восстановления исключают.

Краткое описание изобретения

Цель данного изобретения - обеспечить способ пирометаллургического рафинирования черновой меди, позволяющий преодолеть вышеупомянутые проблемы, связанные с чрезмерным окислением черновой меди в ходе пирометаллургического рафинирования. Цели данного изобретения достигают посредством способа, который отличается тем, что указано в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные воплощения данного изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы изобретения.

Данное изобретение основано на осознании того факта, что вдувание инертного газа, например азота, позволяет избежать чрезмерного окисления черновой меди и минимизирует применение восстановителя при рафинировании черновой меди, имеющей пониженную концентрацию серы. Данный способ повышает энергетическую эффективность пирометаллургического рафинирования черновой меди и снижает потери меди в виде шлака анодной печи, что приводит к более низкой внутренней циркуляции меди в плавильной печи. Также уменьшается общее загрязнение, связанное с фазой восстановления.

Краткое описание чертежей

Ниже предлагаемое изобретение описано более подробно посредством предпочтительных примеров воплощения со ссылкой на прилагаемые чертежи, в которых

фиг. 1 представляет технологическую схему первого примера данного способа;

фиг. 2 - технологическую схему второго примера данного способа и

фиг. 3 - технологическую схему третьего примера данного способа.

Подробное описание изобретения

Данное изобретение обеспечивает способ пирометаллургического рафинирования черновой меди, включающий стадии:

(a) подача расплавленной черновой меди в анодную печь;

(b) если концентрация серы в расплавленной черновой меди, подаваемой на стадии (a), выше первого заданного значения, окисление серы в расплавленной черновой меди посредством вдувания содержащего кислород газа в расплавленную черновую медь до достижения первого заданного значения;

(c) затем снижение содержания серы и кислорода в черновой меди путем вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения; при этом инертную фазу (c) продолжают до тех пор, пока второе заданное значение концентрации кислорода не станет ниже 4000 млн ч., а второе заданное значение концентрации серы не станет ниже 500 млн ч.;

(d) если концентрация серы и/или кислорода, особенно кислорода, в расплавленной черновой меди, полученной на стадии (c), выше третьего заданного значения, затем восстановление кислорода в черновой меди путем подачи восстанавливающего агента в расплавленную черновую медь до достижения третьего заданного значения и получения анодной меди, и

(e) возможно, разливка полученной анодной меди.

Со ссылкой на фиг. 1, 2 и 3, иллюстрирующие альтернативные, приведенные в качестве примера технологические схемы способа по данному изобретению, расплавленную черновую медь 1 подают в анодную печь (100), где ее подвергают пирометаллургическому рафинированию. Фиг. 1 иллюстрирует в качестве первого примера полностью трехфазный способ, включающий окислительную фазу 30 стадии (b), инертную фазу 40 стадии (c) и восстановительную фазу 40 стадии (d). В соответствии с данным способом осуществление всех трех фаз стадий (b), (c) и (d) данного способа может не являться необходимым

и/или оптимальным. В конкретных случаях достаточно проведения лишь двух фаз, и можно осуществить лишь две из стадий (b), (c) и (d). Однако в соответствии с данным изобретением стадию (c) проводят всегда. Фиг. 2 иллюстрирует в качестве второго примера способ, в котором восстановительная фаза 40 стадии (d) устранена, а фиг. 3 иллюстрирует в качестве третьего примера альтернативный способ, в котором устранена окислительная фаза 20 стадии (b). Все фазы стадий (b), (c) и (d), включенные в соответствующие процессы, проводят в одной и той же анодной печи, изменяя условия процесса.

На стадии (b) 20 данного способа в загрязненный жидкий металл - расплавленную черновую медь - вводят содержащий кислород газ 21, например кислород, обогащенный кислородом воздух или воздух. Примеси, в частности сера, окисляются раньше, чем металл, и их удаляют в виде оксидного шлака или летучего оксидного газа.

В этой первой фазе на стадии (b) - фазе 20 окисления - удаляют большую часть серы, содержащейся в расплавленной черновой меди. Черновая медь, полученная в процессе прямой выплавки или в конвертере взвешенной плавки, обычно содержит от 1000 до 5000 млн ч. серы. Фаза окисления продолжается в течение заданного периода времени, что вызывает приближение концентрации серы в черновой меди к первому заданному значению. Полученная в результате фазы 20 окисления стадии (b) черновая медь 2a обычно содержит при запуске фазы вдувания инертного газа от 2000 до 5000 млн ч., в частности от 2100 до 3100 млн ч., растворенного кислорода.

После фазы окисления желательнее снизить концентрацию серы в черновой меди 2a до заданного уровня 200-2000 млн ч., предпочтительно 400-1000 млн ч. серы.

После достижения первого заданного значения для черновой меди 2a, начинают стадию (c) данного способа. При запуске стадии (c) начинают вдувание инертного газа 31, такого как аргон, пар, азот или гелий, а вдувание содержащего кислород газа прекращают. Предпочтительно инертным газом 31 является азот. Инертный газ 31 можно вдувать в черновую медь с применением такого же оборудования, как и для содержащего кислород газа.

В этой второй фазе стадии (c) - инертной фазе 30 - удаляют как серу, так и кислород, содержащиеся в расплавленной черновой меди. Инертную фазу 30 продолжают в течение заданного периода времени, что приводит к приближению концентрации кислорода и серы в черновой меди ко второму заданному значению. После инертной фазы концентрацию кислорода в черновой меди 2b желательнее снизить до заданного уровня ниже 4000 млн ч., обычно от 1500 до 2500 млн ч., предпочтительно от 2000 до 2300 млн ч. кислорода. После инертной фазы концентрацию серы в черновой меди 2b желательнее снизить до уровня ниже 500 млн ч., обычно ниже 200 млн ч., предпочтительно от 75 до 150 млн ч. серы.

В ходе фазы окисления и инертной фазы образуется некоторое количество шлака, и удаление 50 шлака обычно проводят в конце фазы (b) окисления и/или инертной фазы (c), предпочтительно после инертной фазы (c). При удалении шлака анодную печь 100 обычно вращают вокруг ее продольной оси, так что шлак 51 можно удалить через горловину печи, в то время как черновая медь 2c остается в анодной печи 100.

Для получения черновой меди 3 анодной чистоты при достижении второго заданного значения начинают стадию (d) путем введения восстанавливающего агента 41 и прекращения вдувания инертного газа 31. Восстанавливающим агентом 41 может быть любой обычный восстанавливающий агент, применяемый в фазе восстановления обычных процессов пирометаллургического рафинирования, включающих восстанавливающий газ, например водород, природный газ, какой-либо углеводород, сжиженный нефтяной газ, тяжелую нефть, дизельное топливо, угольную пыль, монооксид углерода и аммиак или любая их смесь. Восстанавливающий агент 41 также может представлять собой смесь, включающую углеводород и воздух. В результате черновую медь обескислороживают.

В третьей фазе стадии (d) - фазе 40 восстановления - уровень кислорода в черновой меди регулируют до уровня, являющегося оптимальным для электролитического рафинирования; таким образом, получая анодную медь 3. Фазу восстановления продолжают в течение заданного периода времени, что вызывает приближение концентрации кислорода в черновой меди к третьему заданному значению. После восстановления заданный уровень кислорода в анодной меди 3 составляет ниже 3000 млн ч., обычно ниже 2300 млн ч., предпочтительно от 500 до 1500 млн ч. В ходе восстановления концентрацию серы в анодной меди 3 также снижают до заданного уровня ниже 50 млн ч.

Как показано в качестве примера на фиг. 2, если концентрация серы и/или кислорода, в частности кислорода, в расплавленной черновой меди 2b, полученной на стадии (c), составляет ниже третьего заданного значения, предпочтительно ниже 3500 млн ч., более предпочтительно ниже 3000 млн ч., фазу 40 восстановления стадии (d) можно устранить и проводить только фазу 20 окисления стадии (b) и инертную фазу 30 стадии (c).

Альтернативно, если концентрация серы в расплавленной черновой меди 1, подаваемой на стадии (a), ниже первого заданного значения, предпочтительно ниже 2000 млн ч., более предпочтительно ниже 1000 млн ч., фазу 20 окисления стадии (b) можно опустить и проводить только инертную фазу 30 стадии (c) и фазу 40 восстановления стадии (d). Проведение отдельных последовательных фаз 20 и 30 (инертной и восстановления) позволяет легче отделить шлак. Дополнительно можно лучше контролировать удаление серы, так как уровень кислорода в черновой меди не понижается слишком рано. К тому же, при

использовании жидкого восстанавливающего агента целесообразно проводить отдельные последовательные фазы - инертную и восстановления. Кроме того, устранение фазы 20 окисления стадии (b) сокращает время, необходимое для фазы 40 восстановления стадии (d).

Соответственно, как указано в данном описании, предложен способ, включающий стадии:

- (a) подача расплавленной черновой меди в анодную печь;
 - (b) окисление серы в расплавленной черновой меди путем вдувания содержащего кислород газа в расплавленную черновую медь до достижения первого заданного значения;
 - (c) затем снижение содержания серы и кислорода в черновой меди путем вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения и до получения анодной меди, и
 - (e) непосредственно после стадии (c) возможно разливка полученной анодной меди.
- Также предложен способ, как указано в данном описании, включающий стадии:
- (a) подача расплавленной черновой меди в анодную печь;
 - (c) непосредственно после стадии (a) снижение содержания серы и кислорода в черновой меди путем вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения;
 - (d) затем восстановление кислорода в черновой меди путем подачи восстанавливающего агента в расплавленную черновую медь до достижения третьего заданного значения и получения анодной меди, и
 - (e) возможно, разливка полученной анодной меди.

В частности, способ, как указано в данном описании, включающий стадии:

- (a) подача расплавленной черновой меди в анодную печь;
- (b) окисление серы в расплавленной черновой меди путем вдувания содержащего кислород газа в расплавленную черновую медь до достижения первого заданного значения;
- (c) затем снижение содержания серы и кислорода в черновой меди путем вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения;
- (d) затем восстановление кислорода в черновой меди путем подачи восстанавливающего агента в расплавленную черновую медь до достижения третьего заданного значения и получения анодной меди, и
- (e) возможно, разливка полученной анодной меди.

Со ссылкой на фиг. 1-3 в результате способа по данному изобретению черновую медь 1, полученную из конверсионной печи, рафинируют в анодной печи до меди более высокой чистоты, т.е. анодной меди 3. Затем расплавленную анодную медь 3 выгружают из анодной печи 100, перемещают по сливному желобу анодной печи к форме для отливки анодов и проводят разливку 60.

Можно проводить мониторинг состава черновой и анодной меди 1, 2а-2с и/или 3 в ходе пирометаллургического рафинирования с помощью способов, известных специалистам, при этом моменты переключения с одной фазы на другую можно определить путем измерения одного или более параметров, выбранных из группы, состоящей из концентрации серы и/или кислорода в черновой меди, концентрации SO_2 в линии отходящего газа и оптического мониторинга состава отходящего газа, предпочтительно концентрации кислорода, сравнения измеренного значения(ий) параметра(ов) с заданным эталонным значением для соответствующего параметра, и после достижения заданного эталонного значения подачи сигнала, что можно начать следующую фазу, и/или запуска следующей фазы.

Для специалиста очевидно, что по мере развития технологии концепцию данного изобретения можно будет осуществить различными путями. Данное изобретение и его воплощения не ограничены вышеописанными примерами, но могут изменяться в пределах сущности и объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ пирометаллургического рафинирования черновой меди, включающий стадии:

- (a) подача расплавленной черновой меди в анодную печь;
- (b) окисление серы в расплавленной черновой меди путем вдувания содержащего кислород газа в расплавленную черновую медь до достижения первого заданного значения;
- (c) затем прекращение вдувания содержащего кислород газа и снижение содержания серы и кислорода в черновой меди посредством вдувания инертного газа в расплавленную черновую медь до достижения второго заданного значения, причем инертную фазу (c) продолжают до тех пор, пока второе заданное значение концентрации кислорода не станет ниже 4000 млн ч., а второе заданное значение концентрации серы не станет ниже 500 млн ч.;
- (d) затем прекращение вдувания инертного газа и восстановление кислорода в черновой меди посредством подачи восстанавливающего агента в расплавленную черновую медь до достижения третьего заданного значения и получения анодной меди, и
- (e) возможно, разливка полученной анодной меди.

2. Способ по п.1, в котором фазу (b) окисления продолжают до тех пор, пока первое заданное значение концентрации серы в черновой меди не составит от 400 до 1000 млн ч.

3. Способ по п.1 или 2, в котором фазу (b) окисления продолжают до тех пор, пока первое заданное

значение концентрации кислорода в расплавленной черновой меди не составит от 2000 до 5000 млн ч., предпочтительно от 2100 до 3100 млн ч.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором инертный газ представляет собой азот.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором инертную фазу (с) продолжают до тех пор, пока второе заданное значение концентрации кислорода не составит от 1500 до 2500 млн ч., предпочтительно от 2000 до 2300 млн ч.

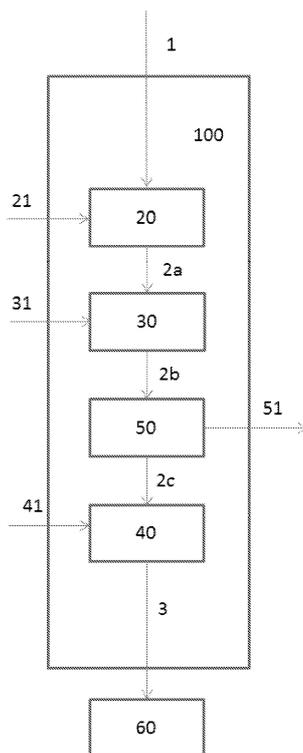
6. Способ по любому из пп.1-5, в котором инертную фазу (с) продолжают до тех пор, пока второе заданное значение концентрации серы не составит ниже 200 млн ч., предпочтительно от 75 до 150 млн ч.

7. Способ по любому из пп.1-6, в котором удаление шлака проводят в конце фазы (b) окисления и/или инертной фазы (с), предпочтительно после инертной фазы (с).

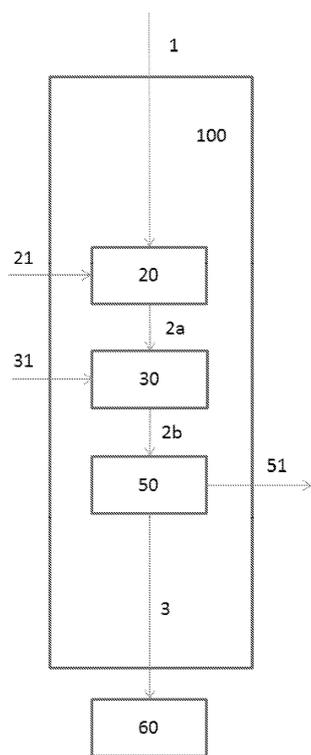
8. Способ по любому из пп.1-7, в котором фазу (d) восстановления продолжают до тех пор, пока третье заданное значение концентрации кислорода не станет ниже 3000 млн ч., обычно ниже 2300 млн ч., предпочтительно от 500 до 1500 млн ч.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором фазу (d) восстановления продолжают до тех пор, пока третье заданное значение концентрации серы не станет ниже 50 млн ч.

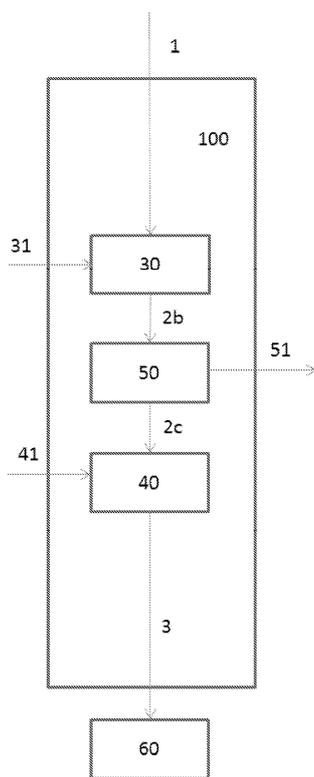
10. Способ по любому из пп.1-9, в котором проводят мониторинг состава черновой меди в ходе пи-рометаллургического рафинирования и моменты переключения от одной фазы к другой определяют путем измерения одного или более параметров, выбранных из группы, состоящей из концентрации серы и кислорода в черновой меди, концентрации SO₂ в линии отходящего газа и оптического мониторинга состава отходящего газа, сравнения измеренного(ых) значения(ий) параметра(ов) с заданной эталонной величиной для соответствующего параметра, и после достижения заданного эталонного значения подачи сигнала, что можно начать следующую фазу, и/или запуска следующей фазы.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3