

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035697**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.07.28

(51) Int. Cl. **C22B 15/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201990161

(22) Дата подачи заявки
2017.07.20

(54) **СПОСОБ ОЧИСТКИ СУЛЬФИДНОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА**

(31) **PCT/FI2016/050537**

(56) **WO-A1-2009077651
US-A1-2013269481
WO-A1-2015158963**

(32) **2016.07.22**

(33) **FI**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/FI2017/050543**

(87) **WO 2018/015617 2018.01.25**

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

(72) Изобретатель:
Ятинен Акусти (FI)

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

(57) Изобретение относится к способу очистки сульфидного медного концентрата (1). Способ включает подачу сульфидного медного концентрата (1), кислородсодержащего реакционного газа (2) и шлакообразующего материала (3) в реакционную шахту (4) печи (5) взвешенной плавки, сбор шлака (7) и черновой меди (8) в отстойнике (9) печи (5) взвешенной плавки с образованием слоя (10) черновой меди, содержащего черновую медь (8), и слоя (11) шлака, и выгрузку шлака (7) и черновой меди (8) по отдельности из отстойника (9) печи (5) взвешенной плавки, так что шлак (7) подают в электрическую печь (12). Способ включает подачу части сульфидного медного концентрата (1) в электрическую печь (12).

B1

035697

035697

B1

Область техники

Изобретение относится к способу очистки сульфидного медного концентрата, как это определено в ограничительной части независимого п.1 формулы изобретения.

В данном контексте черновая медь означает расплавленный неочищенный медный продукт, состоящий в основном из металлической меди (> 96%), предназначенный для дальнейшей очистки в анодных печах.

Под медным штейном в данном контексте подразумевают неочищенный медный продукт, состоящий в основном из сульфидов меди и железа.

На фиг. 1 показана блок-схема одного воплощения способа прямого получения черновой меди для очистки медного концентрата в анодную медь.

В способе прямого получения черновой меди сульфидный медный концентрат 1, кислородсодержащий реакционный газ 2 и шлакообразующий материал 3 подают в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки с помощью горелки 6, которая расположена в верхней части реакционной шахты 4 печи 5 взвешенной плавки, в результате чего сульфидный медный концентрат 1, кислородсодержащий реакционный газ 2 и шлакообразующий материал 3 реагируют в реакционной шахте 4 печи 5 взвешенной плавки с образованием черновой меди 8 и шлака 7. Шлак 7 и черновая медь 8 собираются в отстойнике 9 печи 5 взвешенной плавки с образованием в отстойнике 9 печи 5 взвешенной плавки слоя 10 черновой меди, содержащего черновую медь 8, и слоя 11 шлака, содержащего шлак 7, поверх слоя 10 черновой меди.

Шлак 7 и черновую медь 8 по отдельности выгружают из отстойника 9 печи 5 взвешенной плавки, так что шлак 7 подают в электрическую печь 12, а черновую медь 8, в которой содержание меди может составлять 98 мас.%, подают в анодные печи 13. Технологические газы 16, образующиеся при реакциях в печи 5 взвешенной плавки, выводят из печи 5 взвешенной плавки через вертикальный канал 14 печи 5 взвешенной плавки в устройство 15 для обработки технологических газов, которое обычно включает котел-утилизатор отработанного тепла (не показан на чертежах) и электрический фильтр (не показан на чертежах).

Шлак 7, подаваемый из отстойника 9 печи 5 взвешенной плавки в электрическую печь 12, в данной электрической печи 12 восстанавливают за счет дополнительной подачи в электрическую печь углеродсодержащего восстановителя 17, такого как кокс, так что в электрической печи 12 образуются слой 18 электропечной черновой меди, содержащий электропечную черновую медь 19, и слой 20 электропечного шлака, содержащий электропечной шлак 21, поверх слоя 18 электропечной черновой меди.

Электропечной шлак 21 и электропечную черновую медь 19 по отдельности выгружают из электрической печи 12, так что электропечную черновую медь 19, в которой содержание меди может составлять 97 мас.%, подают в анодные печи 13, где получают анодную медь 22, а электропечной шлак 21, в котором содержание меди может составлять 4 мас.%, подвергают процессу 23 окончательной очистки шлака. После процесса 23 окончательной очистки шлака, который может быть выполнен, например, путем флотации во флотационной установке (не показана на чертежах) или в дополнительной электрической печи (не показана на чертежах), шлаковый концентрат или другой медьсодержащий продукт 25 можно направить в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки, а отходы 24 можно отбрасывать в виде хвостов.

Проблема, связанная со способом прямого получения черновой меди при обработке концентратов с низким содержанием меди, заключается в том, что в данном способе вырабатывается много тепловой энергии, а это означает, что устройство для обработки технологических газов, образующихся в данном способе в печи взвешенной плавки, должно иметь большую емкость.

Другая проблема состоит в том, что черновая медь, которую подают в анодную печь, обычно имеет другой состав, например другое содержание меди в массовом процентном отношении, чем электропечная черновая медь, которую подают из электрической печи в анодную печь. Содержание многих примесей (таких как мышьяк) в электропечной черновой меди может быть высоким, что создает трудности в поддержании высокого качества анодного медного продукта.

Извлечение меди из электропечного шлака с использованием флотации также является сложной задачей, поскольку медь, содержащаяся в шлаке, в основном находится не в сульфидной форме.

В публикации US 8771396 представлен способ получения черновой меди непосредственно из медного концентрата, отличающийся тем, что он включает следующие стадии: а) совместную подачу медного концентрата, медного штейна, шлакообразующего материала, обогащенного кислородом воздуха и эндотермического материала в реакционную печь в верхний сегмент реакционной печи; б) подачу восстановителя в реакционную печь в нижний сегмент реакционной печи, где топочный газ, слой горячего кокса в твердом состоянии, слой шлака в жидком состоянии и слой черновой меди в жидком состоянии образуются в расплавленной ванне на дне реакционной печи; в) подачу горячего кокса и шлака в жидком состоянии в электрическую печь при подаче сульфидирующего агента в электрическую печь с получением электропечного шлака и медного штейна в электрической печи; г) гранулирование медного штейна и повторную подачу его в реакционную печь в верхний сегмент реакционной печи, где сульфидирующим агентом на стадии (с) является сульфидный медный концентрат с содержанием влаги от 4 до 10 мас.%, причем массовое отношение указанного сульфидного медного концентрата к указанному шлаку в жид-

ком состоянии составляет от 4:1 до 6:1. Проблема в данном способе заключается в том, что поскольку восстановитель в форме кокса подают в реакционную печь, а горячий кокс и шлак в жидком состоянии подают в электрическую печь, то для реакционной печи могут потребоваться модификации или специальные устройства. Причина этого состоит в том, что кокс плавает на поверхности слоя шлака, и поэтому нелегко направить кокс вместе со шлаком в жидком состоянии из реакционной печи в электрическую печь.

Задача изобретения

Задачей изобретения является создание способа очистки сульфидного медного концентрата, в котором решены вышеупомянутые проблемы.

Краткое описание изобретения

Способ очистки сульфидного медного концентрата по изобретению охарактеризован в независимом п.1 формулы изобретения.

Предпочтительные воплощения способа определены в зависимых пунктах формулы изобретения.

Изобретение основано на использовании сульфидного медного концентрата в качестве восстанавливающего агента в электрической печи для восстановления шлака, который подают в невосстановленном состоянии из печи взвешенной плавки в электрическую печь, путем подачи части сульфидного медного концентрата, который должен быть очищен, в электрическую печь, а не в печь взвешенной плавки. Сульфидный концентрат вступает в реакцию с кислородом, содержащимся в шлаке печи прямого получения черновой меди, в результате чего образуются несмешивающиеся медный штейн и шлаковые продукты. Поскольку кислород из шлака расходуется в реакции, то медь, содержащаяся в шлаке, восстанавливается. Медный штейн, образовавшийся в данном процессе, затвердевает, и его обрабатывают и подают в печь прямого получения черновой меди в качестве исходного материала. Это уменьшает количество технологических газов, образующихся в печи взвешенной плавки, поскольку в печи взвешенной плавки обрабатывают меньшее количество сульфидного медного концентрата и поскольку для плавки твердого штейна требуется высокообогащенный кислородом технологический газ.

Поскольку черновую медь подают в анодные печи исключительно из печи взвешенной плавки, то черновая медь, которую обрабатывают в анодной печи, имеет однородный состав и качество. Содержание некоторых примесей, таких как мышьяк, в черновой меди ниже, потому что (i) в электрической печи, когда примеси могут попасть в черновую медь из-за восстановительных условий, это происходит в меньшей степени, поскольку их коэффициент химической активности выше в штейне, чем в черновой меди, (ii) всю черновую медь, подаваемую в анодные печи, выгружают из печи прямого получения черновой меди, где черновая медь контактирует с большим количеством сильно окисленного шлака, который растворяет примеси.

Если в процессе окончательной очистки шлака используют флотацию для извлечения меди из электропечного шлака, то извлечение меди происходит лучше, чем в способе прямого получения черновой меди, поскольку медь, содержащаяся в шлаке, в основном находится в сульфидной форме, что означает, что частицы, содержащие медь, легче флотируются.

Преимущество выгрузки шлака в невосстановленном виде из печи взвешенной плавки в электрическую печь и отсутствия подачи восстановителя в печь взвешенной плавки, как в способе, описанном в публикации US 8771396, состоит в том, что в настоящем способе примеси, такие как мышьяк, свинец, висмут и сурьма, будут выгружаться из печи взвешенной плавки как компоненты шлака, и по причине протекания реакции восстановления примеси не будут мигрировать из слоя шлака в слой черновой меди в печи взвешенной плавки, как это может иметь место в способе, описанном в публикации US 8771396. В настоящем способе слой черновой меди, следовательно, будет содержать меньше примесей, чем слой черновой меди, который образуется в способе, описанном в публикации US 8771396.

Преимущество выгрузки шлака в невосстановленном виде из печи взвешенной плавки в электрическую печь и отсутствия подачи восстановителя в печь взвешенной плавки, как в способе, описанном в публикации US 8771396, состоит в том, что в настоящем способе шлак, который подают в невосстановленном виде из печи взвешенной плавки, будет более эффективно реагировать с сульфидным медным концентратом в электрической печи, чем в способе, описанном в публикации US 8771396. Точнее, сера в сульфидном медном концентрате будет реагировать с кислородом в шлаке. Поскольку в настоящем способе шлак будет эффективно реагировать с сульфидным медным концентратом в электрической печи, это снижает потребность в использовании других восстановителей, таких как кокс, в электрической печи. При экзотермической реакции между серой в сульфидном медном концентрате и кислородом в шлаке выделяется энергия, что также снижает потребность электрической печи в электроэнергии.

В одном воплощении способа в электрическую печь подают от 5 до 50% сульфидного медного концентрата от общего количества сульфидного медного концентрата, который подают в печь взвешенной плавки и в электрическую печь. В этом воплощении массовое отношение сульфидного медного концентрата, который подают в электрическую печь, и шлака, который подают в электрическую печь, составляет предпочтительно менее 1:1, более предпочтительно между 0,25:1 и 0,7:1, еще более предпочтительно между 0,45:1 и 0,5:1. Преимущество данного воплощения по сравнению со способом, описанным в публикации US 8771396, где массовое отношение указанного сульфидного медного концентрата к указан-

ному шлаку в жидком состоянии составляет от 4:1 до 6:1, состоит в том, что в данном воплощении способ требует меньше электрической энергии, поскольку основную часть сульфидного медного концентрата плавят в печи взвешенной плавки посредством экзотермической реакции с реакционным газом, вместо плавления большей части сульфидного медного концентрата в электрической печи с использованием электрической энергии, как в способе, описанном в публикации US 8771396.

В одном воплощении способа содержание влаги в сульфидном медном концентрате, который подают в электрическую печь, составляет менее 1 мас.%, предпочтительно менее 0,5 мас.%. Преимущество данного воплощения способа по сравнению со способом, описанным в публикации US 8771396, где содержание влаги в сульфидном медном концентрате составляет от 4 до 10 мас.%, состоит в том, что в данном воплощении способа в электрической печи образуется меньшее количество газообразного водяного пара и уменьшается потребность в электроэнергии для испарения воды.

Список чертежей

Далее изобретение будет описано более подробно со ссылкой на чертежи, где:

на фиг. 1 показана блок-схема способа прямого получения черновой меди;

на фиг. 2 показана блок-схема первого воплощения способа,

на фиг. 3 показана блок-схема второго воплощения способа.

Подробное описание изобретения

На фиг. 2 показана блок-схема первого воплощения способа очистки сульфидного медного концентрата 1, а на фиг. 3 показана блок-схема второго воплощения способа очистки сульфидного медного концентрата 1.

Способ включает подачу сульфидного медного концентрата 1, кислородсодержащего реакционного газа 2 и шлакообразующего материала 3 в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки с помощью горелки 6, которая расположена в верхней части реакционной шахты 4 печи 5 взвешенной плавки, в результате чего сульфидный медный концентрат 1 и кислородсодержащий реакционный газ 2 и шлакообразующий материал 3 реагируют в реакционной шахте 4 печи 5 взвешенной плавки с образованием черновой меди 8 и шлака 7.

Способ включает сбор шлака 7 и черновой меди 8 в отстойнике 9 печи 5 взвешенной плавки с образованием в отстойнике 9 печи 5 взвешенной плавки слоя 10 черновой меди, содержащего черновую медь 8, и слоя 11 шлака, содержащего шлак 7, поверх слоя 10 черновой меди.

Способ включает выгрузку шлака 7 в невосстановленном состоянии и черновой меди 8 по отдельности из отстойника 9 печи 5 взвешенной плавки, так что шлак 7 в невосстановленном состоянии подают в электрическую печь 12.

Способ включает подачу части сульфидного медного концентрата 1 в электрическую печь 12.

Способ включает восстановление шлака 7, который подают в невосстановленном состоянии из печи 5 взвешенной плавки, в электрической печи 12, по меньшей мере, частично сульфидным медным концентратом 1, который подают в электрическую печь 12, с образованием в электрической печи 12 слоя 26 штейна, содержащего медный штейн 27, и слоя 20 электропечного шлака, содержащего электропечной шлак 21, поверх слоя 26 штейна.

Способ включает выгрузку электропечного шлака 21 и медного штейна по отдельности из электрической печи 12.

Способ включает гранулирование и обработку 28 медного штейна 27, который выгружают из электрической печи 12, с получением медно-штейнового исходного материала 29.

Способ включает подачу по меньшей мере части указанного медно-штейнового исходного материала 29 в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки с помощью горелки 6.

Способ может включать, как показано на фиг. 2 и 3, подачу черновой меди 8 из отстойника 9 печи 5 взвешенной плавки в анодную печь 13 или в анодные печи 13, и огневое рафинирование черновой меди в анодной печи (анодных печах) 13.

Способ может включать, как показано на фиг. 2, подвергание электропечного шлака 21 процессу 23 окончательной очистки шлака, который можно выполнять, например, путем флотации во флотационном устройстве (не показано на чертежах) или в дополнительной электрической печи (не показана на чертежах). После процесса 23 окончательной очистки шлака концентрат шлака или другой медьсодержащий продукт 25 можно направить в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки с помощью горелки 6 печи 5 взвешенной плавки, а отходы 24 можно отбросить в виде хвостов.

Способ может включать, как показано на фиг. 3, дополнительную подачу углеродсодержащего восстановителя 17, такого как кокс, в электрическую печь 12.

Способ может включать, как показано на фиг. 2 и 3, подачу технологических газов 16 из вертикального канала 14 печи 5 взвешенной плавки в устройство 15 для обработки технологических газов.

Способ может включать подачу технологических газов из электрической печи 12 в устройство 15 для обработки технологических газов.

Способ может включать подачу от 5 до 50%, предпочтительно от 10 до 40%, более предпочтительно от 25 до 35%, например около 33%, сульфидного медного концентрата 1 в электрическую печь 12.

Массовое отношение сульфидного медного концентрата 1, который подают в электрическую печь

12, к шлаку 7, который подают в электрическую печь 12, предпочтительно составляет менее 1:1, более предпочтительно находится между 0,25:1 и 0,7:1, еще более предпочтительно между 0,45:1 и 0,5:1.

Содержание влаги в сульфидном медном концентрате 1, который подают в электрическую печь 12, предпочтительно составляет менее 1 мас.%, более предпочтительно менее 0,5 мас.%.

Содержание влаги в сульфидном медном концентрате 1, который подают в реакционную шахту 4 печи 5 взвешенной плавки, предпочтительно составляет менее 1 мас.%, более предпочтительно менее 0,5 мас.%.

Пример 1.

70% сульфидного медного концентрата (содержащего 25 мас.% Cu) подавали в печь взвешенной плавки со скоростью подачи 76 т/ч, а 30% сульфидного медного концентрата (содержащего 25 мас.% Cu) подавали в электрическую печь со скоростью подачи 33 т/ч. Из печи взвешенной плавки выгружали черновую медь (содержащую 98,4 мас.% Cu) со скоростью 26 т/ч и шлак, содержащий 24 мас.% Cu, со скоростью 73 т/ч в электрическую печь. Из электрической печи выгружали медный штейн (содержащий 65 мас.% Cu) со скоростью 37 т/ч и электропечной шлак (содержащий 2 мас.% Cu) со скоростью 65 т/ч в процесс очистки шлака, включающего флотацию шлака. Медный штейн, выгруженный из электрической печи, гранулировали, измельчали и подавали в печь взвешенной плавки. После процесса очистки шлака шлаковый концентрат (содержащий 20 мас.% Cu) рециркулировали в печь взвешенной плавки со скоростью подачи 5 т/ч, а отходы (содержащие 0,5 мас.% Cu) выгружали.

Пример 2.

65% сульфидного медного концентрата (содержащего 25 мас.% Cu) подавали в печь взвешенной плавки со скоростью подачи 70 т/ч, а 35% сульфидного медного концентрата (содержащего 25 мас.% Cu) подавали в электрическую печь со скоростью подачи 42 т/ч. Из печи взвешенной плавки выгружали черновую медь (содержащую 98,4 мас.% Cu) со скоростью 26 т/ч и шлак, содержащий 24 мас.% Cu, со скоростью 83 т/ч в электрическую печь. Восстановитель в виде кокса также подавали в электрическую печь со скоростью подачи 2 т/ч. Из электрической печи выгружали медный штейн (содержащий 55 мас.% Cu) со скоростью 51 т/ч и электропечной шлак (содержащий <1 мас.% Cu) со скоростью 70 т/ч. Медный штейн, выгруженный из электрической печи, гранулировали, измельчали и подавали в печь взвешенной плавки.

Специалисту в данной области техники будет очевидно, что по мере развития технологии основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Следовательно, изобретение и его воплощения не ограничены приведенными выше примерами, но они могут варьироваться в пределах формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки сульфидного медного концентрата (1), включающий подачу сульфидного медного концентрата (1), кислородсодержащего реакционного газа (2) и шлакообразующего материала (3) в реакционную шахту (4) печи (5) взвешенной плавки с помощью горелки (6), расположенной в верхней части реакционной шахты (4) печи (5) взвешенной плавки, в результате чего сульфидный медный концентрат (1), кислородсодержащий реакционный газ (2) и шлакообразующий материал (3) реагируют в реакционной шахте (4) печи (5) взвешенной плавки с образованием черновой меди (8) и шлака (7),

сбор шлака (7) и черновой меди (8) в отстойнике (9) печи (5) взвешенной плавки с образованием в отстойнике (9) печи (5) взвешенной плавки слоя (10) черновой меди, содержащего черновую медь (8), и слоя (11) шлака, содержащего шлак (7), поверх слоя (11) черновой меди, и

выгрузку шлака (7) в невосстановленном состоянии и черновой меди (8) по отдельности из отстойника (9) печи (5) взвешенной плавки, так что шлак (7) в невосстановленном состоянии подают в электрическую печь (12),

отличающийся тем, что

часть сульфидного медного концентрата (1) подают в электрическую печь (12),

шлак (7), который подают в невосстановленном состоянии из печи (5) взвешенной плавки, восстанавливают в электрической печи (12), по меньшей мере, частично сульфидным медным концентратом (1), который подают в электрическую печь (12), с образованием в электрической печи (12) слоя (26) штейна, содержащего медный штейн (27), и слоя (20) электропечного шлака, содержащего электропечной шлак (21), поверх слоя (26) штейна,

электропечной шлак (21) и медный штейн выгружают по отдельности из электрической печи (12),

медный штейн (27), который выгружают из электрической печи (12), гранулируют и обрабатывают (28) для получения медно-штейнового исходного материала (29), и

по меньшей мере часть указанного медно-штейнового исходного материала (29) подают в реакционную шахту (4) печи (5) взвешенной плавки с помощью горелки (6).

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что черновую медь (8) из отстойника (9) печи (5) взвешенной плавки подают в анодную печь (13) и осуществляют огневое рафинирование черновой меди в анодной

печи (13).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что электропечной шлак (21) подвергают процессу (23) окончательной обработки шлака с образованием отходов (24) и шлакового концентрата или другого медьсодержащего продукта (25), и шлаковый концентрат или другой медьсодержащий продукт (25) подают с помощью горелки (6) в реакционную шахту (4) печи (5) взвешенной плавки.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в электрическую печь (12) дополнительно подают углеродсодержащий восстановитель (17), такой как кокс.

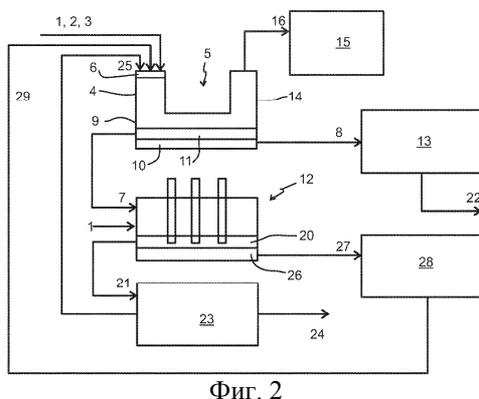
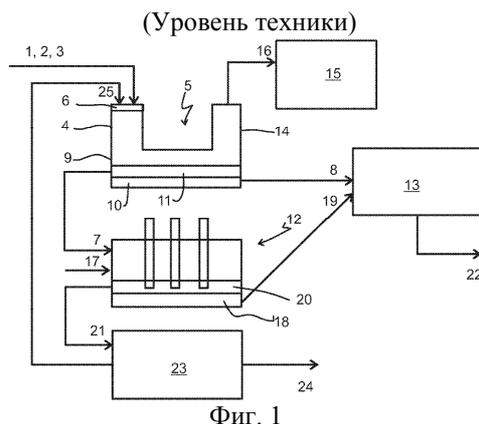
5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что технологические газы (16) из вертикального канала (14) печи (5) взвешенной плавки подают в устройство (15) для обработки технологических газов.

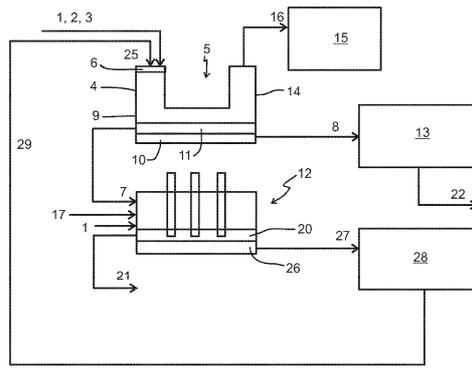
6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что технологические газы из электрической печи (12) подают в устройство (15) для обработки технологических газов.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что в электрическую печь (12) подают от 5 до 50%, предпочтительно от 10 до 40%, более предпочтительно от 25 до 35%, например приблизительно 33%, сульфидного медного концентрата (1).

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что отношение массы сульфидного медного концентрата (1), который подают в электрическую печь (12), к массе шлака (7), который подают в электрическую печь (12), составляет менее 1:1, предпочтительно находится между 0,25:1 и 0,7:1, более предпочтительно между 0,45:1 и 0,5:1.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что содержание влаги в сульфидном медном концентрате (1), который подают в электрическую печь (12), составляет менее 1 мас.%, предпочтительно менее 0,5 мас.%.
10. Способ по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что содержание влаги в сульфидном медном концентрате (1), который подают в реакционную шахту (4) печи (5) взвешенной плавки, составляет менее 1 мас.%, предпочтительно менее 0,5 мас.%.





Фиг. 3