

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201991914** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.02.21

(51) Int. Cl. **C22B 1/10** (2006.01)
C22B 1/24 (2006.01)
C22B 11/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.06.02

**(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЖИГА КОНЦЕНТРАТОВ СУЛЬФИДОВ
МЕТАЛЛОВ И/ИЛИ ОСТАТКОВ**

(31) РСТ/ЕР2017/055336

(32) 2017.03.07

(33) ЕР

(86) РСТ/ЕР2017/063519

(87) WO 2018/162089 2018.09.13

(71) Заявитель:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:

**Гюнтнер Йохен, Харитос
Александрос, Хаммершмидт Инг.
Йёрг (DE)**

(74) Представитель:

**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(57) Изобретение описывает способ обжига металлического концентрата. Частицы концентрата подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температуре от 500 до 1200°C в псевдооживленном слое с образованием продукта обжига. По меньшей мере части продукта обжига отводят из устройства для обжига вместе с газовым потоком в виде твердой фракции. Частицы концентрата с диаметром, который по меньшей мере на 50% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, отделяют в качестве мелких частиц, и/или частицы из фракции газа и твердых веществ отделяют по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига, и/или частицы отбирают из другой гидрометаллургической стадии в качестве других частиц. Мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере части других частиц преобразуют в окатыши, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеет диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата. Окатыши подают в устройство для обжига.

A1

201991914

201991914

A1

Способ и устройство для обжига концентратов сульфидов металлов и/или остатков

Изобретение относится к способу и соответствующему устройству для обжига концентрата сульфида металла, где частицы концентрата подают в устройство для обжига, в котором их термически обрабатывают при температурах от 500 до 1200°C в псевдоожиженном слое с образованием продукта обжига, и по меньшей мере части продукта обжига отводят из устройства для обжига вместе с газовым потоком в качестве твердой фракции.

Обычно процессы обжига связаны с обжигом золота, пирита, цинка, меди, кобальта, никеля и МПГ (металлы платиновой группы). Процессы обжига можно реализовать, используя сухой подаваемый материал или подаваемый материал в суспензии. В случае подаваемого материала в суспензии суспензию подают из бака для суспензии в распределительную камеру для суспензии. Внутри распределительной камеры для суспензии добавляют воду для регулирования температуры устройства для обжига. Альтернативно, подаваемую суспензию, поступающую в устройство для обжига, обезвоживают. Обычные типы аппаратов, используемых в качестве устройства для обжига, представляют собой реактор с псевдоожиженным слоем, вращающуюся обжиговую печь или многоподовую печь.

В случае реактора с псевдоожиженным слоем, газы и по меньшей мере мелкие частицы обожженного концентрата (продукта обжига) отводят через верхнюю часть устройства для обжига и подают в по меньшей мере одно устройство разделения для отделения твердых частиц. По меньшей мере одно устройство разделения газа и твердых веществ может быть выполнено в виде испарительного охладителя и/или котла-утилизатора тепла отходящих газов (в сочетании называемые охладителем), циклона(ов), соединенных параллельно или последовательно. Далее, ниже по потоку от устройства разделения предусмотрен электростатический осадитель (ЭСО), из-за которого охлаждение смеси газа и твердых веществ является особенно важным. Использование котла-утилизатора тепла отходящих газов имеет дополнительное преимущество в том, что вырабатывают насыщенный/перегретый пар для внутренних нужд или для производства электроэнергии.

Объединенные потоки продукта обжига, отведенные непосредственно из псевдоожиженного слоя, из охладителя, из циклонов и/или из электростатического осадителя, в итоге поступают на стадию выщелачивания. Альтернативно, например, в

случае меди, частицы продукта обжига могут направлять в операционный блок плавильной печи или электрической печи.

Общая тенденция уменьшения размера сульфидных концентратов в настоящее время оказывает значительное влияние на работу устройств для обжига. Это подтверждено на основе уменьшающихся сортов руды по всему миру, что допускает производство концентрата с требуемым выходом металла при малом размере частиц. Во время обжига сталкиваются со следующими типичными проблемами. Во время работы устройств для обжига с кипящим псевдоожиженным слоем (обычно для цинка, пирита, меди, никеля, кобальта и металлов МПГ) происходит окисление мелких частиц концентрата в верхней части устройства для обжига, таким образом приводя к проблеме значительной разницы температур между нижней частью устройства для обжига (слой устройства для обжига) и его верхней частью (свободное пространство). В результате производительность обжиговой печи ограничена, поскольку температура в свободном пространстве может превышать 1000°C и выходить за пределы температуры, допустимой для футеровки. Более того, количество мелких частиц продукта обжига, отводимых из верхней части устройства для обжига, возрастает, что, как поясняется ниже, является неблагоприятным в отношении состава по сере в виде сульфидов и сульфатов по сравнению с частицами продукта обжига, удаляемыми из нижней части реактора (через выход нижнего потока или переливного потока). В случае циркулирующих псевдоожиженных слоев, мелкие частицы концентрата (продукта обжига) нельзя селективно отделить с помощью рециркуляционного циклона, и это приводит к неоптимальному химическому составу, что выражается в виде повышенного содержания органического углерода в продукте обжига, и дополнительным проблемам на стадии выщелачивания ниже по потоку.

Разница температур, поясняемая выше, также приводит к ухудшению частиц, которые не отводят через верхнюю часть устройства для обжига, т.е. тех, которые удаляют через выходы переливного или нижнего потока. Это можно понять, поскольку разница температур между верхней частью и нижней частью устройства для обжига может приводить к более низкой, чем установленная техническими условиями, температуре в нижней части устройства для обжига, таким образом приводя к повышенному содержанию серы в форме сульфидов.

Проблемы, отмеченные выше, напрямую отражаются на стадии выщелачивания. В случае обжига сульфида цинка, сера, присутствующая в форме сульфатов (в частности, в связи с мелкими частицами продукта обжига, т.е. теми, которые отводят в виде фракции газа и твердых веществ из верхней части устройства для обжига и направляют в

охладитель, циклон(ы) и электростатический осадитель) приводит к большему сливаемому потоку из электролитического контура, который должен быть нейтрализован, и это связано с затратами. Более того, образование феррита цинка, которое связано с температурой, и следовательно, с недостаточным регулированием температуры, приводит к повышенным энергетическим потребностям в контуре выщелачивания. Еще хуже, непревращенный сульфид цинка приводит к снижению степени извлечения цинка.

На этой стадии выщелачивания, в случае дважды упорных золотосодержащих концентратов, содержащийся в них органический углерод приведет к проблемам в отношении извлечения золота из-за явления, названного «прег-роббинг». Хорошо известно, что растворенные цианидные комплексы золота поглощаются органическим углеродом, что таким образом приводит к потере золота. Описанный выше механизм аналогичен тому, что происходит в случае активированного угля, однако активированный уголь можно удерживать посредством соответствующих сит.

Обычно от 10 до 100 масс.% общей загрузки устройства для обжига отводят через верхнюю часть устройства для обжига с псевдоожиженным слоем. Однако состав частиц, отводимых из слоя, значительно отличается от частиц, удаляемых из верхней части устройства для обжига. В этой связи основными аспектами являются содержание серы в форме сульфидов и сульфатов. Частицы, отводимые из слоя (вблизи дна через выход переливного потока или нижнего потока), показывают содержание серы в форме сульфидов менее 0,1 масс.% и/или содержание серы в форме сульфатов менее 0,5 масс.%, в то время как частицы из верхней части устройства для обжига характеризуются содержанием серы в форме сульфидов 0,3-8 масс.% и/или содержанием серы в форме сульфатов вплоть до 40 масс.%. Это обусловлено тем фактом, что частицы из псевдоожиженного слоя имеют более длительное время пребывания, из-за чего сера в форме сульфидов и/или углерод могут окисляться в устройстве для обжига, и тем, что температуры обжига внутри устройства для обжига не допускают сульфатации ряда компонентов, например, железа, из-за чего количество в них серы в форме сульфатов сводится к минимуму.

В существующем уровне техники частицы рециркулируют из устройства разделения газа и твердых веществ, чтобы увеличить время пребывания, и следовательно, гарантировать более высокую степень обжига, так же как и более низкое содержание углерода и/или серы в форме сульфидов, и/или серы в форме сульфатов.

Однако, фракция частиц очень малого диаметра, в особенности, менее 15 мкм, является настолько мелкой, что частицы селективно не отделяются в устройстве разделения и не проходят обратно в реактор, но отводятся вместе с газовым потоком в

последующие технологические стадии. К тому же, рециркуляция вышеуказанным образом также даже не затрагивает ни проблем разницы температур между верхней частью и нижней частью устройства для обжига, ни проблемы образования феррита.

В итоге, особенно мелкие частицы поднимаются кверху и очень быстро отводятся оттуда на стадии, которые способствуют нежелательной сульфатации, и это подразумевает, что степень превращения при обжиге, так же как и более низкое содержание серы в форме сульфидов и/или в форме сульфатов, и/или содержание углерода связано с размером частиц. Связь между содержанием серы в форме сульфатов и размером частиц можно понимать так, что сульфатация в большой степени происходит при охлаждении потока газа и твердых веществ внутри охладителя (испарительного охладителя или котла-рекуператора тепла отходящих газов). Для частиц с очень малым диаметром по сравнению со средним диаметром рециркуляция также покажет очень небольшие эффекты в отношении превращения. Более того, мелкие частицы, поднимающиеся кверху устройства для обжига, вызовут локальное выделение тепла в результате их окисления в этом месте, таким образом приводя к слишком большой разнице температур между верхней частью и нижней частью устройства для обжига, что приводит к снижению производительности устройства для обжига, возможным ограничениям срока службы футеровки, а также образованию феррита.

Поэтому предпосылкой настоящего изобретения является поиск возможности обжига, не сталкиваясь с проблемами при обжиге и на последующих технологических стадиях, таких как выщелачивание, вызываемыми разницей температур внутри устройства для обжига, неполным обжигом, образованием феррита и сульфатацией ниже по потоку, приводящими к продукту обжига, имеющему высокое содержание сульфидов, и/или сульфатов, и/или углерода.

Эту задачу решают способом, включающим признаки, изложенные в пункте 1 формулы изобретения.

Более конкретно, в изобретении предложено разделение частиц концентрата перед подачей их в устройство для обжига, где их аналогичным образом обрабатывают при температурах от 500 до 1200°C в псевдоожиженном слое с получением продукта обжига. Частицы концентрата, имеющие диаметр по меньшей мере на 50% меньше, чем средний размер частиц концентрата, отделяют в качестве мелких частиц. Мелкие частицы можно использовать непосредственно после отделения, или их можно временно хранить в пруде или запруде в качестве хвостовых фракций. Такие «хвосты» можно использовать после некоторой дополнительной обработки, как также предложено в этом документе.

Дополнительно или альтернативно, частицы, отводимые из устройства для обжига вместе с газовым потоком в виде фракции газа и твердых веществ, отделяют на по меньшей мере одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига. Затем, отделенные от концентрата мелкие частицы и/или отделенные от фракции газа и твердых веществ мелкие частицы продукта обжига подвергают окатыванию посредством их перемешивания, возможно с использованием жидкого увлажнителя/связующего. По меньшей мере 80 масс.% окатышей имеет диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата.

Предпочтительно 80 масс.% окатышей имеют размер менее 3 мм для хорошего псевдооживления в устройстве для обжига. Еще более предпочтительно 40-80% окатышей должны быть менее 0,5 мм, чтобы улучшить циркуляцию, если используют устройство для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем. Посредством этого достигают очень равномерного времени пребывания. В результате достигают более длительного/надлежащего времени пребывания окатышей и поэтому минимизации содержания сульфидов, и/или сульфатов, и/или углерода. Кроме того, содержание серы в форме сульфатов также сводят к минимуму, в связи с тем, что сульфатация происходит в меньшей степени в результате того, что меньшее количество частиц увлекается в охладитель, более низкие температуры которого, в сочетании с концентрацией газообразного диоксида/триоксида серы, обеспечивают возможность дополнительной сульфатации нескольких компонентов, например, железа, что не является благоприятным в устройстве для обжига. К тому же, уменьшение потока мелких частиц концентрата, вовлекаемых в верхнюю часть устройства для обжига, благодаря окатыванию, приводит к существенному снижению разницы температур между нижней и верхней частью устройства для обжига, и таким образом дает возможность сохранить проектную производительность, продлить срок службы футеровки и свести к минимуму образование ферритов, при обеспечении почти полного окисления/выгорания содержащейся серы и/или углерода.

Суммируя вышесказанное, частицы концентрата подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температурах от 500 до 1200°C, предпочтительно от 600 до 950°C в псевдооживленном слое с получением продукта обжига. По меньшей мере части продуктов обжига отводят из устройства для обжига вместе с газовым потоком в качестве твердой фракции. Частицы концентрата, которые имеют диаметр по меньшей мере на 50%, предпочтительно на 75% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, отделяют в качестве мелких частиц, которые можно использовать непосредственно или хранить в качестве хвостов, и/или частицы из фракции газа и твердых веществ отделяют

по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига. Дополнительно или альтернативно, возможно использовать частицы из другого гидрометаллургического процесса в качестве других частиц, которые можно использовать непосредственно или хранить в качестве хвостов, и которые можно использовать в сочетании с другими частицами. Мелкие частицы, и/или мелкие частицы продукта обжига, и/или другие частицы, возможно в сочетании с дополнительными частицами, окатывают, возможно смешивая с жидким связующим, с образованием окатышей, посредством чего по меньшей мере 80 масс.% окатышей показывают диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, в то время как 80 масс. % частиц имеют размер менее 3 мм, для хорошего псевдоожижения, и еще более предпочтительно, 40-80% имеют размер менее 0,5 мм для хорошей рециркуляции в циркулирующем псевдоожиженном слое, и окатыши подают в устройство для обжига.

Следует пояснить, что другие частицы, поступающие из гидрометаллургического процесса, могут быть подвернуты окатыванию совместно с дополнительными частицами, которые могут отличаться от мелких частиц или мелких частиц продукта обжига. Например, производитель цинка может использовать полный поток концентрата в качестве дополнительных частиц.

Предпочтительно мелкие частицы продукта обжига отделяют в котле-утилизаторе тепла отходящих газов и/или в испарительном охладителе, и/или циклоне, электростатическом осадителе, чтобы отделить мелкие частицы продукта обжига стационарным и надежным образом.

Предпочтительно металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, по меньшей мере 60 масс.% пирита, по меньшей мере 2 г/т золота, по меньшей мере 15 масс.% меди, по меньшей мере 40 масс.% никеля, по меньшей мере 1 масс.% кобальта или по меньшей мере 100 г/т МППГ (металлов платиновой группы, включающих рутений, родий, палладий, осмий, иридий и платину), чтобы обеспечить высокий выход металла.

Еще более предпочтительно металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, металлический концентрат содержит по меньшей мере 60 масс.% пирита, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 90 мкм, металлический концентрат содержит по меньшей мере 2 г/т золота, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 100 мкм, металлический концентрат содержит по меньшей мере 15 масс.% меди, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 10 до

50 мкм, или металлический концентрат содержит по меньшей мере 40 масс.% никеля, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, металлический концентрат содержит по меньшей мере 1 масс.% кобальта, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, или металлический концентрат содержит по меньшей мере 100 г/т МПГ, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет 20-100 мкм. Приведенные значения являются типичными для соответствующего металла.

В одном воплощении изобретения, предпочтительно относящемся к золотосодержащему концентрату, частицы концентраты подают на обжиг из суспензии, что облегчает обращение с частицами. Предпочтительно содержание воды в суспензии составляет от 20 до 70 масс.%.

Предпочтительно мелкие частицы, и/или по меньшей мере часть частиц продукта обжига, и/или другие частицы подвергают окатыванию, так что по меньшей мере 70 масс.% являются крупнее 500 мкм. С частицами этого размера можно обращаться гораздо проще. В псевдоожиженном слое частицы размером 200 мкм разлагаются до частиц среднего диаметра.

С другой стороны, также предпочтительно окатывать мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига, и/или другие частицы с получением окатышей с максимальным размером 90 мкм, предпочтительно с размером окатышей от нижнего предела, составляющего средний размер частиц (соответственно, цинк: 5-90 мкм; пирит: 5-90 мкм; медь: 10-90 мкм; никель: 5-90 мкм; кобальт: цинк: 5-90 мкм и МПГ: 20-90 мкм) для формирования псевдоожиженного слоя с очень однородным размером частиц.

Еще более предпочтительно количество органического углерода и/или количество серы в форме сульфидов, содержащейся в соединениях (также включая элементарную серу), в частицах концентрата составляет от 0,5 до 60, предпочтительно от 30 до 50 масс.%. При содержании углерода в этом диапазоне изобретение является особенно важным в случае обжига золотосодержащих концентратов, из-за явления прег-роббинга, происходящего в течение стадии выщелачивания, как пояснено выше. Более того, что касается содержания серы в форме сульфидов в вышеуказанном интервале, изобретение имеет особенное значение по отношению к применениям ниже по потоку в показателях снижения содержащейся теплотворной способности (в случае плавки) или достижения высокого выхода по металлу и экономичных операций (в случае выщелачивания), не сталкиваясь с обнаруженными проблемами в отношении серы в форме сульфидов и сульфатов.

Кроме того, количество органического углерода и/или количество серы, содержащейся в соединениях (также включая элементарную серу) в мелких частицах,

составляет, предпочтительно, более чем на 20 масс.%, предпочтительно на 30% больше, чем среднее содержание серы, содержащейся в соединениях (также включая элементарную серу), во всех частицах концентрата. Для этих частиц только способ по настоящему изобретению обеспечивает последующую технологическую стадию без обсужденных выше проблем, связанных с высоким содержанием углерода и/или серы.

Независимо от этих причин, изобретение также является особенно важным в отношении количества органического углерода, и/или количества серы в форме сульфидов, и/или серы в форме сульфатов, содержащейся в соединениях (также включая элементарную серу), которое более чем на 15 масс.% больше, чем среднее содержание серы в форме сульфидов, и/или серы в форме сульфатов, и/или содержание углерода, и/или содержание мышьяка во всех частицах продукта обжига.

В другом предпочтительном воплощении изобретения мелкие частицы продукта обжига содержат по меньшей мере 2 масс.%, предпочтительно 5 масс.% серы в форме сульфатов, что является особенно критическим на последующей стадии выщелачивания.

Более того, другие частицы, отобранные из другой гидрометаллургической стадии, имеют содержание серы по меньшей мере 0,5 масс.%, предпочтительно по меньшей мере 5 масс.%. Более того, предпочтительным является максимальное содержание серы 60 масс.%. В связи с этим, избегают отправления в отходы серосодержащих остатков, часто также содержащих тяжелые металлы, такие как свинец, или особо ценные металлы, такие как серебро или золото. Более того, содержание серы является дополнительным источником энергии в устройстве для обжига, и содержащиеся металлы могут быть извлечены из указанных частиц.

Типичные пирометаллургические процессы подразделяют на три основные области, а именно, выщелачивание, концентрирование раствора и очистка и извлечение металла или соединения металла. Подробнее, выщелачивание включает выщелачивание по месту, кучное выщелачивание, чановое выщелачивание, выщелачивание в баках и автоклавное выщелачивание. Концентрирование раствора в основном направлено на экстрагирование растворителем, тогда как очистка главным образом направлена на осаждение примесей, а извлечение металлов включает электролиз и осаждение. Следовательно, другие частицы, упомянутые выше, можно получать из нескольких прикладных областей, включая прямое выщелачивание (ПВ), процесс PureJarosite, процесс Альбион, окисление под давлением (ОКД) или биологическое окисление (БОК), перед или после цианидного выщелачивания в случае золота. Вышеуказанные процессы нацелены на проведение реакции концентрата таким образом, что не требуется гидрометаллургическая обработка посредством обжига и применения кислотной

установки. Тем не менее, они производят гидрометаллургический остаток, как обсуждалось выше, который подлежит обработке.

В зависимости от содержания серы в полученных частицах из вышеуказанных гидрометаллургических процессов, можно выбрать их обработку, как предложено в этом документе, отдельно или в сочетании с мелкими частицами, мелкими частицами продукта обжига или дополнительными частицами. Примером дополнительных частиц могут быть частицы подаваемого концентрата, или частицы продукта обжига, или инертные частицы, такие как песок. В особенности, для содержания серы в других частицах, полученных из гидрометаллургической обработки, более 10%, предпочтительно сочетать их при обработке с мелкими частицами, и/или мелкими частицами продукта обжига, и/или дополнительными частицами. Это приводит к более равномерному распределению содержащейся серы, и посредством этого избегают таких явлений, как сублимация/испарение серы и неконтролируемое горение в псевдоожиженном слое устройства для обжига.

В другом предпочтительном воплощении изобретения устанавливают среднее время пребывания в устройстве для обжига с циркулирующим псевдоожиженным слоем на значении от 1 секунды до 10 часов, еще более предпочтительно от 10 мин до 1 часа. Такое среднее время пребывания обеспечивает полное превращение при обжиге в способе согласно изобретению. Среднего времени пребывания более 1 ч обычно достигают при использовании кипящего слоя в качестве устройства для обжига при расходах на большую площадь, занимаемую реактором, тогда как среднего времени пребывания менее 1 мин достигают при использовании реакторов мгновенного действия в режиме пневмотранспорта.

Предпочтительно в устройство для обжига вводят вторичный воздух, который нагревают до температуры 200°C. Посредством этого достигают лучшего перемешивания псевдоожижающего газа и вторичного воздуха, и следовательно, также более гомогенной реакции.

Еще более предпочтительным является случай, когда по меньшей мере части продукта обжига охлаждают в охладителе с псевдоожиженным слоем, при этом наиболее эффективно, когда воздух, используемый в качестве охлаждающей среды, используют в качестве вторичного воздуха и/или псевдоожижающего воздуха в устройстве для обжига.

Дополнительно или альтернативно, отделенные мелкие частицы концентрата могут присутствовать в форме хвостов. Как обсуждалось, хвосты в этом документе определяют как мелкие частицы (т.е. мелкие частицы концентрата), которые хранят в накопителе, таком как пруд/запруда или в другой зоне хранения, и которые получены в результате

ранее проведенного отделения от всех частиц концентрата без дополнительной обработки. Более того, определение хвостов распространяется в этом документе на другие частицы, полученные из предшествующей операции гидрометаллургического процесса, которые хранят в накопителе, таком как пруд/запруда, без дополнительной обработки. Хвосты обычно доступны в виде перекачиваемой суспензии/пасты или в виде не поддающейся перекачке пасты, в зависимости от степени высыхания в накопителе. Если хвосты хранят в форме перекачиваемой суспензии/пасты, то их перекачивают на дальнейшую обработку, предложенную в этом документе, перед стадией окатывания.

В случае, когда хвосты (полученные из сульфидного концентрата или из гидрометаллургического процесса) высушены, по меньшей мере частично, например, в результате естественного испарения, и доступны не в виде перекачиваемой суспензии/пасты, а в виде полусухой, не поддающейся перекачке пасты (например, в виде фильтровального осадка), существуют следующие варианты.

Во-первых, полусухие хвосты можно репульпировать с получением перекачиваемой суспензии/пасты, используя, например, вращающийся барабанный репульпатор, смеситель с высоким усилием сдвига или другое оборудование для репульпации. Впоследствии их перекачивают на дальнейшую обработку, предложенную в этом документе, перед стадией окатывания.

Альтернативно, полусухие хвосты можно дополнительно обезвоживать/сушить с использованием любой технологии сушки, с помощью которой можно распределить хвосты на сушильной подкладке и использовать солнечный свет в качестве источника тепла, или используя замкнутое пространство, в которое вдувают предварительно нагретый и возможно предварительно высушенный воздух. Такой подход также облегчает транспортировку материала непосредственно на последующую стадию окатывания, которую тогда можно осуществлять посредством традиционной конвейерной системы.

Более того, предпочтительно отделенные мелкие частицы (включая те, которые доступны в виде хвостов в форме перекачиваемой суспензии/пасты) или другие частицы (включая те, которые доступны в виде хвостов в форме перекачиваемой суспензии/пасты) обезвоживают до содержания воды менее 20 масс.%. Эту стадию обезвоживания можно выполнять с использованием фильтр-пресса или любого другого удаляющего воду оборудования, включая сушилки. Типичным фильтр-прессом может быть фильтр OutotecLarox®. Целью этой стадии для мелких частиц или других частиц, если они доступны в виде суспензии, является снижение содержания в них воды, которое составляет от 20 до 70 масс.%, до уровня, подходящего для стадии увеличения размеров (стадии окатывания) ниже по потоку, т.е. менее 20 масс.% и более предпочтительно менее

15 масс.%. Таким образом, мелкие частицы и/или другие частицы могут быть преобразованы в окатыши, также без смешивания с мелкими частицами продукта обжига, тогда как образованные на последующей стадии окатыwania окатыши являются стабильными. В случае использования фильтр-пресса, полученный фильтрат можно использовать в качестве увлажняющего средства/связующего на отдельной стадии окатыwania. Кроме того, эту воду можно использовать в качестве воды для технических нужд, например, в испарительном охладителе (если его используют) или для других потребителей. Альтернативой фильтр-прессу может быть использование центрифуги или сгустителя для материала в сочетании с использованием флокулянтов и химических добавок.

Другой альтернативой обезвоживанию мелких частиц (т.е. мелких частиц концентрата и/или других частиц) или других частиц для достижения содержания влаги менее 20 масс.%, предпочтительно менее 15 масс.%, является использование сушилки. В качестве источника тепла можно использовать топочный газ, в то время как теплоперенос может происходить при прямом контакте с топочным газом или непрямым контакте через поверхность теплообмена. Нагретый газ может также поступать из охладителя продукта обжига или любого другого теплообменного устройства в очистке газового потока.

В предпочтительном воплощении этого изобретения использования обезвоживания можно избежать путем получения требуемого содержания влаги для последующего окатыwania, составляющего менее 20 масс.% и еще более предпочтительно менее 15 масс.%, посредством смешивания. Этого можно достичь путем смешивания мелких частиц (которые могут быть доступны в виде хвостов) или других частиц (которые могут быть доступны в виде хвостов) в форме суспензии или пасты с влажностью 20-70 масс.%, более предпочтительно 20-35 масс.% с мелкими частицами продукта обжига, которые могут присутствовать в виде пыли и которые имеют содержание воды от 0 до 3 масс.%, поскольку они были термически обработаны в устройстве для обжига. Альтернативно, для этой цели можно использовать дополнительные частицы, предпочтительно имеющие низкий уровень влажности от 0 до 3 масс.%, например, песок, чтобы избежать использования обезвоживающего оборудования. Тем самым достигают образования стабильных окатышей без использования обезвоживающего оборудования. Более предпочтительного диапазона влажности 10-35 масс.% потока мелких частиц и/или потока других частиц легче достичь в случае репульпации хвостов, присутствующих в виде полусухих твердых веществ, поскольку конечную влажность можно регулировать в течение процесса репульпации путем добавления воды.

Смешивание мелких частиц концентрата и/или других частиц с мелкими частицами продукта обжига и/или дополнительными частицами может происходить в самом окатывателе или в отдельном смесительном оборудовании. В вышеуказанном случае степень смешивания между мелкими частицами или соответствующими хвостами (т.е. мелкими частицами концентрата) и/или другими частицами или их соответствующими хвостами (т.е., получаемыми из гидрометаллургической обработки) с мелкими частицами продукта обжига определяет (i) влажность смеси для окатывания, т.е. влажность, которая позволяет образовать окатыши (гранулы), составляющая обычно менее 20 масс.% и более предпочтительно менее 15 масс.%, как обсуждалось выше, и (ii) тепловой баланс устройства для обжига, при учете, что мелкие частицы продукта обжига представляют собой по существу инертное твердое вещество.

Однако даже в случае, описанном в абзаце выше, т.е. когда мелкие частицы (или их соответствующие хвосты) и/или другие частицы (или их соответствующие хвосты) поставляют в форме суспензии/смеси, чтобы смешивать с мелкими частицами продукта обжига и/или дополнительными частицами, возможна любая из вышеуказанных стадий обезвоживания (включая фильтр-пресс, центрифугу, сгуститель или сушилку), чтобы уменьшить влажность вышеупомянутых мелких частиц или других частиц. Это может быть в том случае, если влажность мелких частиц (или их соответствующих хвостов) и/или других частиц (или их соответствующих хвостов) слишком высока для смешивания с мелкими частицами продукта обжига и/или дополнительными частицами с получением допустимой смеси. Слишком высокая влажность мелких частиц (или их соответствующих хвостов) и/или других частиц (или их соответствующих хвостов) приведет к слишком большому количеству мелких частиц продукта обжига и/или дополнительных частиц, которое потребуется для достижения влажности смеси для стадии окатывания, составляющей менее 20 масс.% и предпочтительно менее 15 масс.%. Это приведет к проблемам, связанным с доступностью и тепловым балансом устройства для обжига. Предпочтительно соотношение смешивания между количеством мелких частиц и количеством мелких частиц продукта обжига составляет от 0,1 до 10 и более предпочтительно от 1 до 2.

Как отмечено, для стадии окатывания требуется уровень влажности от 8 до 20 масс.%, и более часто от 10 до 15 масс.%. Во время окатывания мелких частиц концентрата и/или других частиц, имеющий типичный уровень влажности 6-10 масс.%, может потребоваться добавление воды или любой другой жидкости для достижения требуемых уровней окатывания. С другой стороны, поскольку частицы продукта обжига присутствуют в виде пыли (т.е. имеют значение влажности 0-3 масс.%), значения

влажности менее 20 масс.% можно достичь посредством добавления воды или любой другой жидкости. Кроме того, возможно подвергать окатыванию смесь мелких частиц концентрата и/или других частиц и мелких частиц продукта обжига подобным образом.

Более того, в случае подачи суспензии концентрата, что является типичным в случае обжига золотосодержащих руд, окатывание может происходить с добавлением части потока частиц концентрата, подаваемого в устройство для обжига, который как отмечено выше, имеет значение влажности 20-70%. Следовательно, такой поток можно объединить для окатывания мелких частиц продукта обжига, и/или других частиц (включая их хвосты), и/или дополнительных частиц при надлежащей влажности. Использование частиц концентрата таким путем дает дополнительные преимущества в том, что водопотребление сводят к минимуму, поскольку для окатывания не требуется добавления дополнительной жидкости (что оказывает отрицательное влияние на тепловой баланс устройства для обжига), помимо той, что содержится в суспензии, и в том, что образование мелких частиц продукта обжига также сводят к минимуму, поскольку часть частиц концентрата преобразована в окатыши.

Другой возможностью в случае подачи суспензии концентрата является обработка мелких частиц хвостов, а также других частиц (включая их хвосты) в виде суспензии, значение влажности которой может быть доведено (например, в течение репульпации) до значения, которое облегчает транспортировку материала. Затем хвосты можно смешать с частицами концентрата в сгустителе концентрата, откуда их направляют в бак для суспензии и устройство для обжига. Альтернативно, если дополнительный поток хвостов оказывает отрицательное влияние на рабочие характеристики сгустителя в показателях, например, прозрачности переливного потока сгустителя, поток репульпированных хвостов можно добавлять прямо в бак для суспензии в соотношении, которое не повышает содержание воды в суспензии, так что не возникают проблемы с тепловым балансом устройства для обжига, связанные с поддержанием надлежащей температуры процесса.

Кроме того, предпочтительно осуществлять процесс окатывания в периодическом режиме. Это требует по меньшей мере одной буферной емкости и одной дозирующей системы. Периодический режим приведет к более высокому качеству продукта. Это обосновано, поскольку в периодическом режиме можно достичь более узкого распределения частиц по размерам (т.е. 80% окатышей менее 3 мм для обеспечения возможности псевдооживления окатышей и еще более предпочтительно 80% окатышей менее 0,5 мм для хорошей циркуляции твердых веществ при использовании устройства для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем) и более высокой плотности (что связано со стабильностью окатышей) получаемых окатышей. Это обосновано, поскольку

при периодическом режиме все частицы остаются в оборудовании для окатывания на одно и то же время и проходят однородную обработку, тогда как при непрерывной работе существует распределение времени пребывания. Тем самым, непрерывная обработка приводит к тому, что некоторые частицы обрабатываются в течение слишком короткого периода времени, что приводит к слишком мелким и слишком непрочным окатышам, тогда как некоторые окатыши превышают требуемые размеры.

Исходя из вопросов размещения, буферная система может состоять из одного или более буферных бункеров, за которыми расположены один или более дозирующих бункеров. Можно также использовать буферные/дозировочные бункеры с отсеками, чтобы избежать сооружения многочисленных бункеров. Количество буферных/дозировочных бункеров и их отсеков также зависит от количества материалов, поступающих на стадию окатывания в виде сухих твердых веществ или влажных твердых веществ с влажностью менее 20 масс.%, более часто менее 15 масс.%. Исходя из описания воплощений изобретения, представленного в данном документе, такие твердые вещества могут представлять собой (i) мелкие частицы концентрата (мелкие частицы); (ii) другие частицы, получаемые из гидрометаллургической обработки (например, из прямого выщелачивания (ПВ), или процесса PureJarosite, или процесса Альбион, или окисления под давлением (ОКД), или биологического окисления (БОК) перед или после цианидного выщелачивания в случае золота, или другие остатки); (iii) мелкие частицы продукта обжига; (iv) твердые связующие или (v) дополнительные частицы, например, использование любого типа частиц продукта обжига и/или песка для регулирования влажности при окатывании и/или использование неотделенных частиц концентрата, чтобы лучше распределить серу, содержащуюся в других частицах, и таким образом избежать неконтролируемого окисления серы, как описано выше. Буферный(е) бункер(ы) обеспечивает(ют) то, что подаваемый материал остается доступным, тогда как отсек(и) дозирующего бункера имеет(ют) целью высвободить предварительное отмеренное количество подаваемого материала в требуемый момент времени на стадию окатывания. Разгрузке твердых веществ из буферного бункера можно способствовать посредством разгрузочного устройства, служащего для механического перемешивания, для которого можно использовать, а можно и не использовать вращающиеся шнеки или вращающееся оборудование. Разгрузку буферного бункера можно облегчить посредством нагнетателя сжатого воздуха, опрокидывающихся молотков или вибраторов.

Более того, количество дозирующих бункеров или отсеков дозирующих бункеров также зависит от способа подачи вышеупомянутых твердых веществ в окатыватель, например, при перемешивании подаваемой суспензии (в некоторых случаях, пасты) с

мелкими частицами продукта обжига, может потребоваться добавление более чем одной загрузки мелких частиц продукта обжига для усиления процесса перемешивания. Дозирующий(е) бункер(ы) служит(ат) в качестве дозирующей емкости для последующего оборудования окатывания. Поэтому материал, помещенный в дозирующий(е) бункер(ы), следует контролировать. Следовательно, для дозирующего(их) бункера(ов) следует использовать соответствующий измерительный метод для учета твердых веществ (кг), например, помещать дозирующий(е) бункер(ы) на датчики массы. Ниже по потоку от дозирующего бункера расположен клапан, выполненный с возможностью выгрузки содержимого отсека(ов) емкости в течение секунд, чтобы облегчить работу оборудования окатывания. Операция дозирования облегчается, когда дозирующий бункер загружают через расположенный выше по потоку высокоскоростной питатель, который может включать высокоскоростной конвейер или высокоскоростной шнековый конвейер. Разгрузку буферного бункера можно облегчить посредством нагнетателя сжатого воздуха, опрокидывающихся молотков или вибраторов.

Как отмечено в абзаце выше, загрузка суспензии/пасты в оборудование для окатывания может включать (i) мелкие частицы, включая хвостовые остатки (хвосты), (ii) мелкие частицы продукта обжига; (iii) другие частицы, получаемые из гидрометаллургической обработки и (iv) их смесь. Загрузку суспензии/пасты подают на стадию окатывания через предназначенные для этого форсунки, и она эффективно действует в качестве жидкости, увлажняющего средства/связующего.

Более того, согласно изобретению, в оборудовании для окатывания используют жидкое связующее, которое включает воду или водный раствор, содержащий сульфаты и/или кислоту низкой концентрации. Такое добавление повышает стабильность получаемых окатышей посредством дополнительных химических связей, таким образом повышая стабильность окатышей. Примером такой жидкости в производстве цинка является слабая кислота из электролитического контура.

Дополнительно можно добавлять твердое связующее, которое предпочтительно включает твердые вещества из устройства разделения жидкости и твердых веществ, т.е. испарительного охладителя, или котла-утилизатора отходящих газов, или электростатического осадителя. Эти твердые вещества обычно показывают высокое содержание серы в форме сульфатов, составляющее 1-5 масс.% и имеют средний размер частиц 5-100 мкм, причем сульфаты образуются из-за благоприятных условий процесса в этом оборудовании в показателях парциального давления кислорода и температуры. Другими словами, обработка мелких частиц продукта обжига, предложенная в этом

документе, повышает стабильность окатышей, поскольку обработанные твердые вещества сами по себе являются связующим.

Более того, предпочтительно добавлять дополнительные частицы, такие как частицы продукта обжига и/или песок для регулирования влажности окатывания. Дополнительно или альтернативно, можно использовать неотделенные частицы концентрата в качестве дополнительных частиц для лучшего распределения серы, содержащейся в других частицах, и таким образом избежать неконтролируемого окисления серы, как описано выше.

Фазы периодического режима имеют продолжительность менее 1 часа, более предпочтительно от 3 до 15 минут.

Кроме того, предпочтительно подавать окатыши в устройство для обжига в виде влажных твердых веществ с влажностью менее 20 масс.% и без приготовления суспензии. Таковую подачу называют «сухой загрузкой». Подача окатышей в суспензии в устройство для обжига повредит их стабильности, поскольку они будут частично распадаться до первичных зерен.

Ниже по потоку от устройства для обжига по меньшей мере части продукта для обжига обычно выщелачивают посредством выщелачивания с использованием раствора с содержанием кислоты, приводящим к значению pH 2 или менее, предпочтительно 1 или менее, и/или выщелачивают в цианидном растворе, или плавят, или они поступают в электрическую печь.

По сути, выщелачивание представляет собой процесс, в котором продукт обжига руды является растворимым, а примеси являются нерастворимыми. Выщелачивание используют в экстракционной металлургии в качестве технологии, с помощью которой металлы превращают в растворимые соли в водной среде. При выщелачивании высокое содержание серы в форме сульфидов и/или углерода, в случае золота, приводит к пониженному извлечению металла, тогда как сера в форме сульфатов приводит к трудностям обработки, как пояснено выше, например, в случае цинка, к большому сливаемому потоку из электролитического контура, который нужно нейтрализовать, причем последнее связано с затратами. При использовании печи высокое содержание серы в форме сульфидов, и/или серы в форме сульфатов, и/или углерода может привести к проблемам с тепловым балансом в плавильном устройстве, при использовании также дополнительных загрузок концентрата.

Более того, предпочтительным воплощением изобретения является размол или дробление по меньшей мере части частиц продукта обжига, направляемых на находящиеся ниже по потоку технологические стадии. Это связано с тем фактом, что для

последующих технологических стадий, и в особенности, в течение выщелачивания, предпочтительным является меньший средний диаметр. Таким образом, увеличение среднего диаметра, достигнутое при окатывании, является обратимым.

Более того, изобретение также направлено на установку, имеющую признаки, указанные в пункте 14 формулы изобретения, предпочтительно для выполнения способа по пунктам 1-13 формулы изобретения.

Такая установка содержит устройство для обжига с псевдоожиженным слоем для соответствующей обработки частиц концентрата при температурах от 500 до 1200°C, предпочтительно от 600 до 900°C, с образованием продукта обжига. Кроме того, такая установка содержит по меньшей мере один трубопровод для твердой фракции, предназначенный для отведения твердой фракции из устройства для обжига, и трубопровод для фракции газа и твердых веществ, предназначенный для отведения фракции газа и твердых веществ из устройства для обжига.

Предпочтительно установка также содержит устройство для отделения частиц, предназначенное для отделения частиц концентрата, с диаметром, который по меньшей мере на 50% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, в качестве мелких частиц, и/или по меньшей мере одно газовое разделительное устройство для отделения от газового потока частиц из фракции газа и твердых веществ в качестве мелких частиц продукта обжига с намерением рециркулировать их в устройство для обжига после обработки, описанной в данном документе. Кроме того, предпочтительно установка содержит гидрометаллургическое устройство для получения частиц в качестве других частиц с намерением направлять их в устройство для обжига после обработки, описанной в данном документе.

Кроме того, установка по изобретению содержит окатыватель, в котором мелкие частицы, и/или мелкие частицы продукта обжига, и/или другие частицы, и/или дополнительные частицы смешивают с жидким связующим с образованием окатышей. Посредством этого, по меньшей мере 80% окатышей имеют диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и 80% окатышей имеют размер менее 3 мм, и еще более предпочтительно 40-80% имеет размер менее 0,5 мм для хорошей рециркуляции, в особенности в устройство для обжига с циркулирующим псевдоожиженным слоем. Более того, предусмотрен рециркуляционный трубопровод из окатывателя в устройство для обжига. Тем самым возможно обеспечить подачу на последующую технологическую стадию, такую как выщелачивание, частиц, содержащих меньшее количество серы в форме сульфидов, и/или серы в форме сульфатов, и/или углерода.

В предпочтительном воплощении установка по изобретению включает кипящий псевдоожигенный слой в качестве устройства для обжига для очень однородного тепло- и массопереноса. Однако также возможен реактор с циркулирующим псевдоожигенным слоем.

В случае реактора с кипящим псевдоожигенным слоем, часть получаемого продукта обжига выходит из устройства для обжига через выход для переливного потока и/или выход для нижнего потока. В обоих случаях, через разгрузочное устройство, расположенное возле нижней части реактора. В случае устройства для обжига с циркулирующим псевдоожигенным слоем, выход расположен в герметичной емкости, которая также снабжена разгрузочным устройством. После этого продукт (продукт обжига) поступает в охладитель, который может представлять собой псевдоожигенный слой и может иметь, а может и не иметь пучки труб для непрямого удаления тепла, и в котором можно использовать, а можно и не использовать прямое охлаждение посредством впрыска воды. Вышеупомянутое разгрузочное устройство может включать конфигурацию, в которой используют конический клапан, поворотный клапан или шнековый питатель. Охладитель по указанному выше определению может включать охладитель с псевдоожигенным слоем, секционный охладитель, охладитель с вращающимся барабаном, но не ограничен этими устройствами.

Окатыватель как таковой содержит смеситель с низким или высоким сдвиговым усилием, поворотный дисковый гранулятор или гранулятор с псевдоожигенным слоем, или любое другое оборудование, увеличивающее размеры.

В предпочтительном воплощении изобретения предусмотрен смеситель с высоким усилием сдвига в качестве окатывателя. Смеситель с высоким усилием сдвига, работающий в периодическом режиме, является наиболее предпочтительным, из-за качества продукта, в особенности, очень узкого распределения получаемого диаметра окатышей и высокой плотности окатышей, приводящей к высокой стабильности окатышей.

Кроме того, устройство для разделения газа и твердых веществ представляет собой испарительный охладитель, и/или котел-утилизатор тепла отходящих газов, и/или циклон(ы), соединенные параллельно или последовательно, и/или электростатический осадитель. Также можно использовать рукавный фильтр или батарейный циклон (батарейный циклон) в качестве устройства для разделения газа и твердых веществ.

Крупные окатыши продукта обжига и крупные частицы продукта обжига удаляют из псевдоожигенного слоя через выход для нижнего потока. Это является предпочтительным, поскольку некоторые окатыши или частицы в псевдоожигенном слое

могут быть слишком большими, чтобы подвергаться псевдоожигению надлежащим образом. Значение выхода для нижнего потока еще более проявляется в случае циркулирующего псевдоожигенного слоя, где окатыши, которые являются слишком большими для внутренней циркуляции, могут привести к невозможности выгрузить получаемый продукт обжига. В любом случае, без выхода для нижнего потока устройство для обжига в наихудшем случае может быть повреждено в результате накопления материала.

Кроме того, изобретение можно расширить до обжига сульфидных руд, т.е. обжига руды, которая не прошла контур флотации, с целью извлечения желаемого металла. Более того, изобретение можно расширить до двухстадийного процесса обжига, т.е. оно может быть дополнительно направлено на извлечение мышьяка, помимо извлечения желаемого металла. Такой случай является особенно типичным при производстве золота.

Более того, изобретение также охватывает обработку продукта обжига из процесса прямого выщелачивания (ПВ), процесса Pure Jarosite (PJ), процесса Альбион, установки окисления под давлением (ОКД), установки биологического окисления (БОК), перед или после цианидного выщелачивания в случае золота, или в качестве других частиц, упомянутых выше, которые могут все же содержать органический углерод, и/или серу, и/или мышьяк в форме арсенатов железа (скородит), которые могут значительно понизить количество извлекаемого металла. Следовательно, целью этого является удаление органического углерода, и/или мышьяка, и/или серы. Целью этого является дополнительное извлечение требуемого металла из вышеуказанных материалов, например, золота, цинка.

Дополнительные разработки, преимущества и возможные применения также раскрыты в последующем описании приведенных в качестве примера воплощений и на чертежах. Все признаки предмета изобретения описаны и/или проиллюстрированы сами по себе или в любом сочетании, независимо от их включения в формулу изобретения или отсылки на них.

На чертежах:

Фиг. 1 показывает первое воплощение изобретения, включающее отделение мелких частиц от частиц концентрата, включающее оборудование для обезвоживания мелких частиц (т.е. мелких частиц концентрата) и системы сухой подачи в устройство для обжига для окатышей и не подвергнутой окатыванию загрузки.

Фиг. 2 показывает второе воплощение изобретения, включающее отделение мелких частиц продукта обжига от фракции газа и твердых частиц и системы сухой подачи в устройство для обжига для окатышей и не подвергнутой окатыванию загрузки.

Фиг. 3 показывает третье воплощение изобретения, включающее добавление частиц, полученных в гидрометаллургических процессах, и дополнительных частиц, и системы сухой подачи в устройство для обжига для окатышей и не подвергнутой окатыванию загрузки.

Фиг. 4 показывает четвертое воплощение изобретения с сочетанием обоих отделений частиц, а также с добавлением других частиц, и системы сухой подачи в устройство для обжига для окатышей и не подвергнутой окатыванию загрузки.

Фиг. 5 показывает пятое воплощение изобретения с сочетанием обоих отделений частиц, где мелкие частицы отделяют от частиц концентрата и мелкие частицы продукта обжига отделяют от фракции газа и твердых частиц, а также с добавлением других частиц, и системы сухой подачи в устройство для обжига для окатышей и не подвергнутой окатыванию загрузки.

На Фиг. 1 загрузку частиц концентрата, выходящих из флотационного контура, или репульпированного концентрата подают через трубопровод 1 в устройство 2 для отделения частиц, более конкретно, в оборудование для отделения, которое может включать комплект многочисленных гидроциклонов, позволяющих отделять более крупные частицы посредством приложения соответствующей центробежной силы. Оттуда более крупные частицы направляют через трубопровод 3 в устройство 4 для обезвоживания, такое как фильтр-пресс. Оттуда загрузка проходит трубопровод 6, буферную емкость 7 и трубопровод 9.

Через трубопровод 9 сухую загрузку подают в реактор 10, который сконструирован в виде реактора с псевдоожиженным слоем. Отходящий газ, выходящий из устройства 10 для обжига, содержит твердую фракцию, состоящую из мелких частиц продукта обжига.

Фракцию газа и твердых веществ пропускают через трубопровод 21 в охладитель 26, который может представлять собой котел-утилизатор тепла отходящих газов или испарительный охладитель. В случае испарительного охладителя, охлаждающую среду подают через трубопровод 27. Оттуда фракция газа и твердых веществ дальше проходит через трубопровод 23 в два вторичных циклона 22, соединенных параллельно, где отделяют часть мелких частиц продукта обжига (более крупная фракция) от газового потока. После этого газовый поток пропускают через трубопровод 28 в электростатический осадитель 30, куда подают воздух для защиты изоляторов через трубопровод 31. Отобранные частицы из охладителя 26 можно пропускать через охладитель 60 продукта обжига через трубопроводы 24, 25 и оттуда направлять в мельницу 46 через трубопровод 64.

Альтернативно, продукт обжига из охладителя 26, продукт обжига из вторичных циклонов 22 и/или электростатического осадителя транспортируют в назначенную установку (т.е. на выщелачивание) через трубопроводы 24, 25', 35, 29, 35', 35'', 36', 35* и 37. Через трубопровод 38 возможно смешивать эти частицы с частицами из трубопровода 42 и пропускать их на дальнейшую технологическую стадию через трубопровод 45.

Полученную газовую фракцию пропускают через трубопровод 32 через промежуточный вентилятор 33 и трубопровод 34 на дополнительную очистку газа (не показана) и возможно в секцию установки для производства серной кислоты.

Устройство 10 для обжига сконструировано в виде реактора с псевдоожиженным слоем. Поэтому псевдоожижающие газы, такие как воздух для окисления серы в форме сульфидов и органического углерода пропускают через трубопровод 13, нагнетатель воздуха 14, трубопровод 15 и 16 в устройство 10 для обжига в качестве псевдоожижающего газа. Газ возможно также вводят через трубопровод 17 в качестве вторичного газа.

Также возможно иметь дополнительные входы для газа (не показаны), для которых используют нагнетатель воздуха 14 или дополнительные нагнетатели. Через трубопровод 18, 19 также возможно отводить части частиц продукта обжига из псевдоожижающего слоя в устройстве 10 для обжига. Трубопровод 18 известен как выход для переливного потока в случае устройства для обжига с кипящим псевдоожижающим слоем, тогда как трубопровод 19 известен как выход для нижнего потока. Предпочтительно отведение происходит через трубопроводы 18, 19, которые расположены на дне и сбоку реактора, соответственно. Также трубопровод 18 (выход для нижнего потока) предпочтительно расположен вблизи распределительной решетки с форсунками, используемой для однородного распределения газового потока 16, однако размещен на таком расстоянии, которое обеспечивает возможность поступления в слой устройства для обжига достаточного количества твердых веществ. Расположение трубопровода 18 в особенности отмечает, в устройстве для обжига с кипящим псевдоожиженным слоем, границу раздела между плотной фазой устройства для обжига (кипящий слой), которая обогащена твердыми веществами, и свободным пространством, которое обеднено по концентрации твердых веществ. Назначением трубопровода 19 (выход для нижнего потока) является обеспечение разгрузки из устройства для обжига окатышей или других крупных частиц продукта обжига, которые являются слишком большими, чтобы увлекаться с газовым потоком в трубопровод 21, или выходить через выход 18 для переливного потока в случае устройства для обжига с кипящим псевдоожиженным слоем. Трубопроводы 18 и 19 возможно выполнены в качестве трубопроводов для переливного потока или нижнего

потока, соответственно, и снабжены разгрузочным устройством для разгрузки в оборудование ниже по потоку. Превышающие надлежащий размер частицы и частицы, которые выходят через выход для переливного потока проходят в охладитель 60 продукта обжига через трубопроводы 19 и 18, соответственно. Охладитель 60 может быть сконструирован в виде охладителя с псевдоожиженным слоем. В этом случае, псевдоожижающий газ, такой как воздух, вводят через нагнетатель 62 и соответствующие трубопроводы 61 и 63. Кроме того, также возможно после этого использовать псевдоожижающий газ в качестве вторичного газа, который тогда пропускают через изображенный пунктирной линией трубопровод 17' в трубопровод 17 и оттуда в реактор 10.

Из охладителя 60 частицы далее подают через трубопровод 64 в мельницу 46, с целью снижения среднего диаметра частиц для последующей технологической стадии, например, стадии выщелачивания.

Существенным обстоятельством является то, что в устройстве 2 для отделения частиц мелкие частицы отделяют и пропускают через трубопровод 81, 82 в суспензионный насос 80. В отсутствие оборудования ниже по потоку мелкие частицы можно транспортировать в форме суспензии, называемой «хвостами», как обсуждалось выше, в пруд/запруду для хвостов или зону 120 через трубопроводы 81, 82'. В случае нормальной работы, мелкие частицы пропускают из суспензионного насоса 80 через трубопроводы 83, 83' в обезвоживающее устройство 84. Оттуда обезвоженные твердые вещества пропускают в буферную емкость 86 через трубопровод 85. Оттуда трубопровод 87 ведет в дозирующую систему 88. После этого через трубопровод 90 частицы подают в окатыватель 91 и из него через трубопровод 92 в дополнительную буферную емкость 93. Оттуда трубопровод 94 поставляет окатыши в подающее устройство 95 и из него через трубопровод 96 в устройство для обжига 10, а более конкретно, в нижнюю часть, центр или в верхнюю часть реактора.

Воду из обезвоживающего устройства 84 подают через трубопровод 111 в насос 112. Оттуда воду подают в окатыватель 91 через трубопроводы 113, 114 и 115, где ее используют в качестве увлажняющего средства/связующего. Далее воду отводят через трубопроводы 113, 114 и 116. Альтернативно, фильтрат можно использовать в качестве охлаждающей среды в испарительном охладителе (если его применяют) через трубопроводы 113, 117 и 119. Также воду фильтрата можно подавать через трубопроводы 113, 117 и 118 в пруд/запруду для хвостов или в зону 120 хранения. Такое соединение возмещает воду, испаренную из вышеупомянутого пруда, запруды или зоны хранения, таким образом поддерживая содержащиеся там хвосты в виде перекачиваемой

суспензии/пасты. Дополнительное количество жидкого связующего/увлажняющего средства можно добавлять в окатыватель через трубопровод 115' для установления требуемого значения влажности окатышей.

Пруд/запруда или зона 120 для хвостов служит для хранения хвостов в том случае, когда оборудование 84, 86, 88, 91, 93, 95 временно не работает или еще не установлено.

Из пруда/запруды или зоны 120 для хвостов частицы проходят через трубопровод 121 возможно в репульпатор 122, который может потребоваться, а может и не потребоваться, в зависимости от условий хвостов (таким образом представленный пунктирной линией), т.е., доступны ли они в виде перекачиваемой суспензии/пасты или в виде не поддающейся перекачке пасты. Последнее связано со свойствами материала хвостов, временем хранения в пруду, запруде или зоне 120 для хвостов и скоростью испарения воды, которая также зависит от местных погодных условий. Для репульпации хвостов с получением перекачиваемой суспензии/пасты требуется жидкая фаза, например, вода, которую добавляют через трубопровод 123. Репульпированную перекачиваемую суспензию/пасту затем перемещают в суспензионный насос 125 посредством трубопровода 124 и оттуда в трубопровод 83' через трубопровод 126. Следовательно, работу можно выполнять со «свежей загрузкой» мелких частиц, полученных в устройстве 2 для отделения частиц или с уже отделенными мелкими частицами, поступающими из пруда, запруды или зоны 120 для хвостов.

Фиг. 2 показывает идентичную конструкцию реактора 10 и его окружения, но без отделения мелких частиц. Вместо этого, частицы из охладителя 26 (возможно), циклона(ов) 22 и/или электростатического осадителя 30 пропускают из трубопроводов 24, 25', 35, 29, 35', 36, 35'', 36' и 35* через трубопровод 131 во вращающийся барабанный охладитель 130 (или охладитель другого типа).

Следует отметить, что обычно мелкие частицы продукта обжига, отделенные из охладителя 26, крупнее, чем остальные мелкие частицы продукта обжига и поэтому имеют более благоприятный химический состав, таким образом потенциально позволяющий разгружать их в поток продукта через трубопроводы 24, 25. Твердые вещества из вторичных циклонов 22 перемещают через трубопроводы 29, 35', 35'', 35*, 131. Твердые вещества из электростатического осадителя перемещают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или охладитель другого типа) через трубопроводы 36, 36', 35'', 35*, 131.

Оттуда частицы перемещают в конвейерную систему 133 через трубопровод 132 и впоследствии через трубопровод 134 в буферную емкость 86. Трубопровод 87 доставляет частицы в дозирующую систему 88. После этого частицы подают через трубопровод 90 в

окатыватель 91 и из него через трубопровод 92 в дополнительную буферную емкость 93. Поскольку мелкие частицы продукта обжига имеют низкое содержание воды или не содержат воды, в окатыватель 91 добавляют жидкое увлажняющее средство/связующее через трубопровод 115'. Из окатывателя 91 окатыши транспортируют через трубопровод 94 в подающее устройство 95 и из него через трубопровод 96 в устройство 10 для обжига, и более конкретно, в нижнюю часть, центр или в верхнюю часть реактора. Так, также возможно часть или все частицы, полученные из охладителя 26 (который может представлять собой котел-утилизатор тепла отходящих газов или испарительный охладитель), вторичных циклонов 22 и электростатического осадителя 30 могут не рециркулировать в устройство 10 для обжига через трубопроводы 25, или 37, или 38, 45, например, из соображений теплового баланса устройства для обжига, вызываемого например, более низкой, чем ожидается теплотворной способностью подаваемых частиц концентрата, поступающих в систему через трубопровод 6.

Фиг. 3 показывает, что также возможно добавлять частицы с другой технологической стадии 140, такой как прямое выщелачивание (ПВ), процесс Pure Jarosite (PJ), процесс Альбион, окисление под давлением (ОКД), биологическое окисление (БОК), перед или после цианидного выщелачивания в случае золота, через трубопровод 135 в буферную емкость 86.

Более того, показана компоновка, при которой другие частицы из гидрометаллургического устройства 140 смешивают в буферном бункере с дополнительными частицами, т.е. с частицами концентрата, не прошедшими отделения, через трубопровод 136 или другими частицами, таким как песок или частицы продукта обжига, через трубопровод 137.

К тому же, другие частицы можно также использовать отдельно, например, в зависимости содержания в них серы. Следовательно, может потребоваться дополнительный источник тепла для достижения температур обжига, отличный от получаемого в результате окисления серы и углерода, содержащихся в других частицах. Следовательно, в систему можно вводить любой вид топлива, либо непосредственно в устройство 10 для обжига через трубопровод, либо в поток входящего воздуха, т.е. через трубопровод 139.

Компоновка, изображенная на Фиг. 3, соответствует системе, в которой частицы, добавляемые из проведенной ранее технологической стадии (т.е. из гидрометаллургического устройства 140) легко доступны в виде влажных частиц, имеющих влажность менее надлежащей влажности окатывания. Если эти частицы доступны в виде суспензии/пасты или в виде хвостов в форме перекачиваемой или не

поддающейся перекачке суспензии/пасты, то можно применять компоновку, аналогичную показанной на Фиг. 1 для обезвоживания мелких частиц и для хранения и репульпации мелких частиц хвостов.

На Фиг. 4 показано сочетание всех источников частиц для окатывания, а именно, отделения мелких частиц концентрата, по меньшей мере частичного рециркулирования мелких частиц продукта обжига и добавления частиц из другого источника.

Также компоновка, изображенная на Фиг. 4, соответствует системе, в которой частицы, поступающие из гидрометаллургической технологической стадии (т.е. из гидрометаллургического устройства 140) легко доступны в виде влажных частиц, имеющих влажность менее надлежащей влажности окатывания. Если эти частицы доступны в виде суспензии/пасты или в виде хвостов в форме перекачиваемой или не поддающейся перекачке суспензии/пасты, то можно применять компоновку, аналогичную показанной на Фиг. 2 для обезвоживания мелких частиц и для хранения и репульпации мелких частиц хвостов.

Фиг. 5 показывает компоновку для отделения, окатывания и подачи в устройство для обжига мелких частиц продукта обжига в виде суспензии, что является особенно важным для обжига золота.

Суспензия частиц концентрата поступает в устройство 2 для отделения. Более крупные частицы поступают в сгуститель 4 через трубопровод 3. Из сгустителя 4 переливной поток сгустителя (трубопровод 5) можно использовать для потребителей технологической воды (например, испарительный охладитель 26, соединение не показано). Через трубопровод 6 сгущенный концентрат направляют в блок 7 с баком для суспензии/распределительной камерой для суспензии, где содержание воды в суспензии регулируют, чтобы обеспечить возможность контроля температуры в устройстве 10 для обжига. Добавление воды осуществляют через трубопровод 8, тогда как суспензия поступает в устройство 10 для обжига через трубопровод 9. Отделенные мелкие частицы, выходящие из устройства 2 для отделения через трубопровод 81, или соответствующие хвосты, обрабатывают подобным образом, как описано для Фиг. 1, и следовательно, подробное описание здесь опущено.

Более того, мелкие частицы продукта обжига возможно отделяют во вторичных циклонах 22, в испарительном охладителе 26, а также отбирают частицы, собранные в горячем электростатическом осадителе 30. Полученные твердые вещества из вторичных циклонов 22 транспортируют во вращающийся барабанный охладитель 130 (или в охладитель другого типа) через трубопроводы 24, 25', 35, 35', 35'', 35*, 131.

Следует отметить, что обычно мелкие частицы продукта обжига, отделенные из вторичных циклонов 22, в компоновке, показанной на Фиг. 5, крупнее чем остальные мелкие частицы продукта обжига и содержат меньше органического углерода, что потенциально дает возможность их загрузки в поток продукта через трубопроводы 24, 25. Твердые частицы из испарительного охладителя 26 перемещают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или в охладитель другого типа) через трубопроводы 29, 35', 35'', 35*, 35**, 131. Твердые частицы из электростатического осадителя перемещают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или в охладитель другого типа) через трубопроводы 36, 36', 35'', 35*, 35**, 131. Однако, в зависимости от компоновки, трубопровод 19 может быть направлен прямо на быстрое охлаждение 40 или на отдельное быстрое охлаждение (не показано). Через трубопровод 41 добавляют воду для быстрого охлаждения, чтобы охладить твердые вещества и получить перекачиваемую суспензию.

Из вращающегося барабанного охладителя охлажденные частицы перемещают в конвейерную систему 133 через трубопровод 132 и затем в буферную емкость 86. Трубопровод 87 направляет частицы в дозирующую систему 88. После этого частицы подают через трубопровод 90 в окатыватель 91 и оттуда через трубопровод 92 в дополнительную буферную емкость 93. Если влажность смешанных мелких частиц и мелких частиц продукта обжига меньше, чем требуется для окатывания, в окатыватель 91 добавляют жидкое увлажняющее средство/связующее через трубопровод 115'. Из буферной емкости 93 окатыши транспортируют через трубопровод 94 в подающее устройство 95 и оттуда через трубопровод 96 в систему 50 транспортировки твердых веществ устройства для обжига (герметичный контур) или альтернативно напрямую в устройство 10 для обжига, и более конкретно, в нижнюю, центральную или верхнюю часть реактора. Таким образом, также возможно часть или все твердые вещества, полученные из вторичных циклонов 22, испарительного охладителя 26 и электростатического осадителя 30 могут не направлять рециклом в устройство 10 для обжига через трубопроводы 25, 37 или 38, например, из соображений, связанных с тепловым балансом, например, из-за того, что теплотворная способность подаваемых частиц концентрата, поступающих в систему через трубопровод 1, ниже ожидаемой.

Трубопроводы 35*, 35**, показанный пунктирной линией трубопровод 38 иллюстрируют возможность направлять продукт обжига из оросительного охладителя и электростатического осадителя на отдельное быстрое охлаждение 43. Воду для быстрого охлаждения добавляют через трубопровод 44, чтобы охладить твердые вещества и получить перекачиваемую суспензию. Подвергнутые быстрому охлаждению частицы

подают через трубопровод 45 на дальнейшие технологические стадии, например, на цианидное выщелачивание.

Дополнительные показанные пунктирной линией трубопроводы 71, 72 иллюстрируют возможность пропускать частицы в мельницу 70 сухого размола для продукта обжига. Затем частицы подают обратно в трубопровод 64 через трубопровод 72.

Другие показанные пунктирной линией трубопроводы 73 и 75 иллюстрируют вариант подачи частиц через трубопровод 73 в устройство 74 мокрого измельчения и обратно через трубопровод 75 в трубопровод 42. Оттуда частицы направляют в процессы ниже по потоку, например, на цианидное выщелачивание. Если требуется (не показано), аналогичные устройства сухого измельчения и мокрого измельчения можно использовать перед и после дополнительного быстрого охлаждения 43, соответственно.

Также и в случае Фиг. 5, изображенная компоновка соответствует системе, в которой частицы, добавляемые из предшествующей технологической стадии (т.е. из гидрометаллургического устройства 140), легко доступны в виде мокрых частиц, имеющих влажность ниже подходящей влажности для окатывания. Если эти частицы доступны в виде суспензии/пасты или в виде хвостов в форме перекачиваемой или не поддающейся перекачке суспензии/пасты, то можно использовать устройства, аналогичные показанным на Фиг. 1, для обезвоживания мелких частиц и хранения и репульпации мелких частиц хвостов.

Пример 1

Здесь представлен первый пример. Производитель цинка может объединить установку прямого выщелачивания и/или установку для процесса Pure Jarosite (PJ) и устройство для обжига с получением части его технологического процесса производства цинка. Объединение этих операций является предпочтительным, чтобы избежать утилизации остатка процесса прямого выщелачивания и/или процесса Pure Jarosite (PJ) и извлечь содержащиеся в нем свинец и серебро. Кроме того, следует избегать сублимации и испарения, а также неконтролируемого горения серы, содержащейся в остатке. В данном случае используют вариант способа, показанный на Фиг. 3. Гидрометаллургическое устройство 140 соответствует установке прямого выщелачивания (ПВ) и/или установке для процесса Pure Jarosite (PJ). Остатки прямого выщелачивания (ПВ) и/или остатки процесса Pure Jarosite (PJ) соответствуют другим частицам, определенным в данном документе. Они имеют среднее содержание серы 50 масс.% и содержат 4 масс.% свинца и 400 г/т серебра. Частицы получают после пропускания через фильтр-пресс, встроенный в установку прямого выщелачивания (ПВ) и/или установку для процесса Pure Jarosite (PJ), и они показывают влажность 20%, следовательно, их можно

непосредственно добавлять в буферный бункер 86 через трубопровод 135. Во избежание вышеупомянутых проблем в отношении серы, содержащейся в серном остатке, проводят окатывание остатков прямого выщелачивания (ПВ) и/или процесса Pure Jarosite (PJ) с дополнительными частицами, т.е. частицами концентрата, подаваемыми через трубопровод 136. Посредством этого сера, содержащаяся в остатке выщелачивания, распределяется равномерно и инкапсулируется, что приводит к оптимальному поведению при окислении в слое. Следовательно, частицы остатка выщелачивания в качестве других частиц и частицы цинкового концентрата, не подвергшиеся разделению, в качестве дополнительных частиц, имеющие средний размер 40 мкм и содержание серы 40 масс.% подвергают окатыванию в окатывателе 91 и затем реакции в устройстве 10 для обжига, в соответствии со схемой, показанной на Фиг. 3. Посредством этого избегают проблем с горением/превращением серы, связанных с другими частицами.

Пример 2

В качестве второго примера, производитель золота, который может использовать установку биологического окисления для обработки концентратов упорного золота, может посчитать сложной проблемой повышение концентрации органического углерода и мышьяка в материале, направляемом на цианидное выщелачивание. Типичный состав такого материала может включать 2-5 масс.% серы в форме сульфидов, 1-3 масс.% органического углерода и 0,5-1,5 масс.% мышьяка, и 15-25 г/т золота, и средний размер частиц составляет приблизительно 20 мкм. Альтернативно, производитель может решить утилизировать материал, который прошел обработку как на стадии биологического окисления, так и на стадии цианидного выщелачивания. Такой материал может иметь следующий состав: 2-5 масс.% серы в форме сульфидов, 1-3 масс.% органического углерода и 0,5-1,5 масс.% мышьяка, и 5-15 г/т золота, и средний размер частиц составляет приблизительно 20 мкм. В обоих случаях частицы, обработанные БИОК, перед или после стадии цианидного выщелачивания, окатывают, поскольку распределение их по размерам может привести к отмеченным проблемам превращения (из-за ограниченного времени пребывания) в отношении превращения серы, углерода и мышьяка, обсуждаемым выше, а затем подают в устройство для обжига. Это можно реализовать в соответствии со схемой, показанной на Фиг. 3. Другие частицы, обсуждаемые в этом изобретении, тогда соответствуют частицам, обработанным БИОК, перед или после стадии цианидного выщелачивания. Эти другие частицы можно подвергать обжигу отдельно, однако, при добавлении топлива через трубопровод 138, т.е. непосредственно в устройство для обжига, или через трубопровод 139, т.е. в воздухопровод 15, через который направляют

воздух в устройство для обжига. Конечно, целью является окисление серы, углерода и возможно мышьяка, чтобы достичь высокой степени извлечения золота. Благодаря окатыванию можно достичь достаточного времени пребывания, чтобы обеспечить возможность превращения вышеупомянутых элементов в устройстве для обжига. Может быть необходимо удаление мышьяка дополнительно или перед обработкой в восстановительной или нейтральной атмосфере.

Пример 3

Третий пример может быть представлен для меди, например при частичном обжиге, т.е. при обжиге в субстехиометрических условиях по отношению к кислороду. Мелкие частицы продукта обжига могут содержать значительное количество мышьяка, т.е. около 6 масс.%. Следовательно, их можно подавать рециклом в устройство для обжига, согласно схеме, показанной на Фиг.2 (после пропускания через охладитель 130, буферный бункер 86 и окатыватель 91). В устройстве для обжига можно достичь остаточной степени превращения мышьяка менее 0,3 масс.% для окатышей мелких частиц продукта обжига.

Пример 4

Четвертый пример обсуждается ниже. Производитель цинка, производитель кислоты через обжиг пирита, производитель меди и/или кобальта, производитель никеля, производитель МПГ, использующие устройство для обжига с кипящим псевдоожиженным слоем для своих операций обжига, т.е. для того, чтобы окислить серу, часто сталкиваются со следующими проблемами. Содержание серы в форме сульфатов в отделенных мелких частицах продукта обжига часто составляет 3-4 масс.% при обработке, более того, присутствующие мелкие частицы концентрата имеют средний диаметр примерно 25 мкм. Вышеописанные проблемы приводят к значительным расходам в контуре выщелачивания, как пояснено выше.

Эту проблему можно решить с технологической схемой, показанной на Фиг. 2. Рециркуляция всех мелких частиц продукта обжига через охладитель 130 и в итоге превращение их в окатыши в окатывателе 91 перед добавлением их в устройство для обжига эффективно обеспечивает то, что мелкие частицы продукта обжига не попадают на выщелачивание. Посредством этого только материал, выходящий из выходов для переливного потока и нижнего потока, направляют на выщелачивание, причем указанный материал имеет низкое содержание сульфатов (например, приблизительно 0,3 масс.%, в зависимости от примесей) из-за того, что сульфатация нескольких компонентов,

например, железа, является термодинамически неблагоприятной. Следовательно, расходы в контуре выщелачивания сводят к минимуму.

Пример 5

Пятый пример обсуждается ниже. Он относится к тем же производителям, что и обсуждаемые в третьем примере выше. В результате обработки мелких частиц концентрата, имеющих средний диаметр 25 мкм, возникает значительная разница температур между верхней и нижней частью устройства для обжига (примерно 200°C). В результате возникают ограничения по загрузке, сроку службы футеровки, и сталкиваются с проблемой образования феррита.

Решение представлено в варианте способа по Фиг.1 настоящего изобретения. Путем отделения частиц размером менее 12 мкм в устройстве 2 для отделения частиц, обезвоживания их в фильтр-прессе 84 перед превращением их в итоге в окатыши в окатышателе 91 и ввода их в устройство 10 для обжига, проблему решают, поскольку образующиеся окатыши (< 1 мм) окисляются не в верхней части печи, а вблизи дна, как и следует. В результате можно достичь 100% загрузки установки и срок службы футеровки остается соответствующим техническим характеристикам в течение всего срока эксплуатации устройства для обжига. Наконец, контроль температуры становится гораздо проще, таким образом сводя к минимуму образование феррита.

Пример 6

Шестой пример можно рассмотреть для случая производителя цинка. Когда необходимо объединить процесс прямого выщелачивания (ПВ) и/или процесс Pure Jarosite (PJ) с устройством для обжига, как пояснялось в первом примере, когда также необходимо решить проблемы с высокой концентрацией сульфатов в мелких частицах продукта обжига, как пояснялось в четвертом примере, и когда также необходимо решить проблему разницы температур в устройстве для обжига, как пояснялось в пятом примере, наиболее подходящим является способ согласно Фиг. 4. Тем самым можно достичь утилизации остатков прямого выщелачивания (ПВ) и/или процесса Pure Jarosite (PJ) и получить продукт обжига с низким содержанием серы в форме сульфидов, ниже 0,1 масс.%, и низким содержанием серы в форме сульфатов, ниже 0,5 масс.%.

Пример 7

Наконец, в случае обжига золота, наиболее подходящей является технологическая схема, показанная на Фиг. 5. Посредством этого варианта способа сводят к минимуму

содержание органического углерода в продукте обжига. Это максимизирует степень извлечения золота на стадии выщелачивания. Это реализуют посредством рециркуляции мелких частиц продукта обжига из вторичных циклонов, оросительного охладителя 26 и электростатического осадителя 30 в устройство 10 для обжига после пропускания через охладитель 130 и окатыватель 91. Тем самым достигают необходимого времени пребывания в устройстве 10 для обжига. Это дополнительно улучшается, если частицы концентрата, имеющие средний диаметр 50 мкм, подвергают разделению в устройстве 2 для отделения.

В результате можно получить поток мелких частиц со средним диаметром 20 мкм, который можно подвергнуть обезвоживанию в фильтр-прессе и превратить в окатыши в окатывателе вместе с мелкими частицами продукта обжига. В результате содержащие углерод частицы получают время пребывания, необходимое для максимизации выгорания углерода, посредством его максимизируют степень извлечения золота. Можно достичь содержания органического углерода в продукте обжига менее 0,2 масс.%

Список обозначений

1	трубопровод
2	устройство для отделения частиц
3	трубопровод
4	обезвоживающее устройство
5, 6	трубопровод
7	буферная емкость
8, 9	трубопровод
10	устройство для обжига
11-13	трубопровод
14	нагнетатель воздуха
15-19	трубопровод
20	циклон
21	трубопровод
22	вторичный(е) циклон(ы)
23-25	трубопровод
26	охладитель
27-29	трубопровод
30	электростатический осадитель
31, 32	трубопровод

33	вентилятор
34-38	трубопровод
40	устройство для быстрого охлаждения
41, 42	трубопровод
44, 45	трубопровод
46	мельница/устройство для измельчения
50	система транспортировки твердых веществ
51	трубопровод
52	нагнетатель воздуха
53-55	трубопровод
60	охладитель
61	трубопровод
62	нагнетатель воздуха
63, 64	трубопровод
70	мельница сухого размола
71-73	трубопровод
74	устройство мокрого измельчения
75	трубопровод
80	насос
81-83	трубопровод
84	обезвоживающее устройство
85	трубопровод
86	буферная емкость
87	трубопровод
88	дозировующий(е) бункер(ы)
90	трубопровод
91	окатыватель
92	трубопровод
93	буферная емкость
94	трубопровод
95	подающее устройство
96	трубопровод
111	трубопровод
112	насос
113-119	трубопровод

120	пруд/запруда или зона для хвостов
121	трубопровод
122	репульпатор
123, 124	трубопровод
125	насос
126	трубопровод
130	охладитель
131, 132	трубопровод
133	конвейерная система
134	трубопровод
135-139	трубопровод
140	гидрометаллургическое устройство

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обжига металлического концентрата, в котором частицы концентрата подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температуре от 500 до 1200°C в псевдоожиженном слое с образованием продукта обжига, и по меньшей мере части продукта обжига отводят из устройства для обжига вместе с газовым потоком в виде твердой фракции, отличающийся тем, что частицы концентрата с диаметром, который по меньшей мере на 50% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, отделяют в качестве мелких частиц, и/или частицы из фракции газа и твердых веществ отделяют по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига, и/или частицы отбирают из другой гидрометаллургической стадии в качестве других частиц, и мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере части других частиц преобразуют в окатыши, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеет диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и окатыши подают в устройство для обжига.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что мелкие частицы продукта обжига отделяют в котле-утилизаторе тепла отходящих газов, и/или испарительном охладителе, и/или циклоне, электростатическом осадителе.

3. Способ по п.1 или п.2, отличающийся тем, что металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, и/или по меньшей мере 60% пирита, и/или по меньшей мере 2 г/т золота, и/или по меньшей мере 15 масс.% меди, и/или по меньшей мере 40 масс.% никеля, и/или по меньшей мере 1 масс.% кобальта, и/или по меньшей мере 100 г/т металлов платиновой группы (МППГ).

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 60 масс.% цинка, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 90 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 2 г/т золота, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 100 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 15 масс.% меди, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 10 до 50 мкм, или металлический концентрат содержит по меньшей мере 40 масс.% никеля, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 1 масс.% кобальта, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, или металлический концентрат содержит

по меньшей мере 100 г/т МПГ, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 20 до 100 мкм.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере части других частиц преобразуют в окатыши так, что по меньшей мере 70 масс.% крупнее 500 мкм или по меньшей мере 70 масс.% мельче 90 мкм.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что количество серы и/или углерода в частицах концентрата составляет от 0,5 до 60 масс.%, и/или количество серы и/или углерода в мелких частицах более чем на 20% больше, чем в частицах концентрата, и/или количество серы и/или мышьяка в мелких частицах продукта обжига более чем на 15% больше, чем среднее количество в частицах продукта обжига, и/или мелкие частицы продукта обжига содержат по меньшей мере 2 масс.% серы.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что другие частицы отбирают из стадии прямого выщелачивания (ПВ), и/или стадии процесса Альбион, и/или со стадии окисления под давлением (ОКД), и/или со стадии биологического окисления (БОК), и/или из процесса PureJarosite.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в устройство для обжига вводят вторичный воздух, который нагревают до температуры по меньшей мере 200°C.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что по меньшей мере части продукта обжига охлаждают в охладителе с псевдооживленным слоем, при этом воздух, используемый в качестве среды прямого и/или непрямого охлаждения, используют в качестве вторичного воздуха и/или псевдооживающей среды в устройстве для обжига.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере часть других частиц и/или дополнительные частицы преобразуют в окатыши посредством смешивания с жидким связующим, включающим воду или водный раствор, содержащий сульфаты и/или кислоту в низкой концентрации.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере часть других частиц и/или дополнительные частицы преобразуют в окатыши посредством смешивания с дополнительными частицами.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что ниже по потоку от устройства для обжига по меньшей мере части продукта обжига выщелачивают в выщелачивающем растворе с содержанием кислоты, приводящим к

значению рН 2 или менее, и/или выщелачивают в растворе цианида, или плавят, или направляют в электрическую печь.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что частицы продукта обжига, которые не рециркулируют, размалывают и/или дробят.

14. Установка для обжига металлического концентрата, включающая устройство (10) для обжига для термической обработки частиц концентрата при температурах от 500 до 1200°C в псевдоожиженном слое с образованием продукта обжига и трубопровод (11) для отведения фракции газа и твердых веществ из устройства (10) для обжига, отличающаяся тем, что она содержит устройство (2) отделения частиц для отделения частиц концентрата с диаметром, который по меньшей мере на 50% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, в качестве мелких частиц, и/или по меньшей мере одно газовое разделительное устройство (22, 26, 30) для отделения частиц от фракции газа и твердых веществ в качестве мелких частиц продукта обжига, и/или гидрометаллургическое устройство (140) для получения частиц в качестве других частиц, окатыватель (91), в котором мелкие частицы и/или по меньшей мере части мелких частиц продукта обжига и/или частицы из дополнительного гидрометаллургического устройства (140) смешивают с жидким связующим с образованием окатышей, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеют диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и окатыши подают через рециркуляционный трубопровод (96) из окатывателя (91) в устройство (10) для обжига.

15. Установка по п.14, отличающаяся тем, что ниже по потоку от устройства (10) для обжига расположен охладитель с псевдоожиженным слоем.

16. Установка по п.14 или п.15, отличающаяся тем, что устройство (10) для обжига имеет выпускной трубопровод (19) для нижнего потока, чтобы отводить агломераты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

(измененная на международной стадии)

1. Способ обжига металлического концентрата, в котором частицы концентрата подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температуре от 500 до 1200°C в псевдоожиженном слое с образованием продукта обжига, и по меньшей мере части продукта обжига отводят из устройства для обжига вместе с газовым потоком в виде твердой фракции, отличающийся тем, что частицы отбирают из другой гидрометаллургической стадии в качестве других частиц, и по меньшей мере части других частиц преобразуют в окатыши, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеет диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и окатыши подают в устройство для обжига, металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 60 масс.% пирита, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 90 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 2 г/т золота, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 100 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 15 масс.% меди, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 10 до 50 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 1 масс.% кобальта, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, или металлический концентрат содержит по меньшей мере 100 г/т МПГ, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 20 до 100 мкм, и другие частицы отбирают из стадии прямого выщелачивания (ПВ), или стадии процесса Альбион, или со стадии окисления под давлением (ОКД), или со стадии биологического окисления (БОК), или из процесса PureJarosite.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что частицы концентрата с диаметром, который по меньшей мере на 50% меньше, чем средний диаметр частиц концентрата, отделяют в качестве мелких частиц и превращают в окатыши вместе с другими частицами, и/или мелкие частицы продукта обжига отделяют в котле-утилизаторе тепла отходящих газов, и/или испарительном охладителе, и/или циклоне, электростатическом осадителе.

3. Способ по п.1 или п.2, отличающийся тем, что частицы из фракции газа и твердых веществ отделяют по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига и превращают в окатыши вместе с другими частицами.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере части других частиц преобразуют в окатыши так, что по меньшей мере 70 масс.% крупнее 500 мкм или по меньшей мере 70 масс.% мельче 90 мкм.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что количество серы и/или углерода в частицах концентрата составляет от 0,5 до 60 масс.%, и/или количество серы и/или углерода в мелких частицах более чем на 20% больше, чем в частицах концентрата, и/или количество серы и/или мышьяка в мелких частицах продукта обжига более чем на 15% больше, чем среднее количество в частицах продукта обжига, и/или мелкие частицы продукта обжига содержат по меньшей мере 2 масс.% серы.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в устройство для отжига вводят вторичный воздух, который нагревают до температуры по меньшей мере 200°C.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что по меньшей мере части продукта обжига охлаждают в охладителе с псевдооживленным слоем, при этом воздух, используемый в качестве среды прямого и/или непрямого охлаждения, используют в качестве вторичного воздуха и/или псевдооживляющей среды в устройстве для обжига.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере часть других частиц и/или дополнительные частицы преобразуют в окатыши посредством смешивания с жидким связующим, включающим воду или водный раствор, содержащий сульфаты и/или кислоту в низкой концентрации.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига и/или по меньшей мере часть других частиц и/или дополнительные частицы преобразуют в окатыши посредством смешивания с дополнительными частицами.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что ниже по потоку от устройства для обжига по меньшей мере части продукта обжига выщелачивают в выщелачивающем растворе с содержанием кислоты, приводящим к значению pH 2 или менее, и/или выщелачивают в растворе цианида, или плавят, или направляют в электрическую печь.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что частицы продукта обжига, которые не рециркулируют, размалывают и/или дробят.

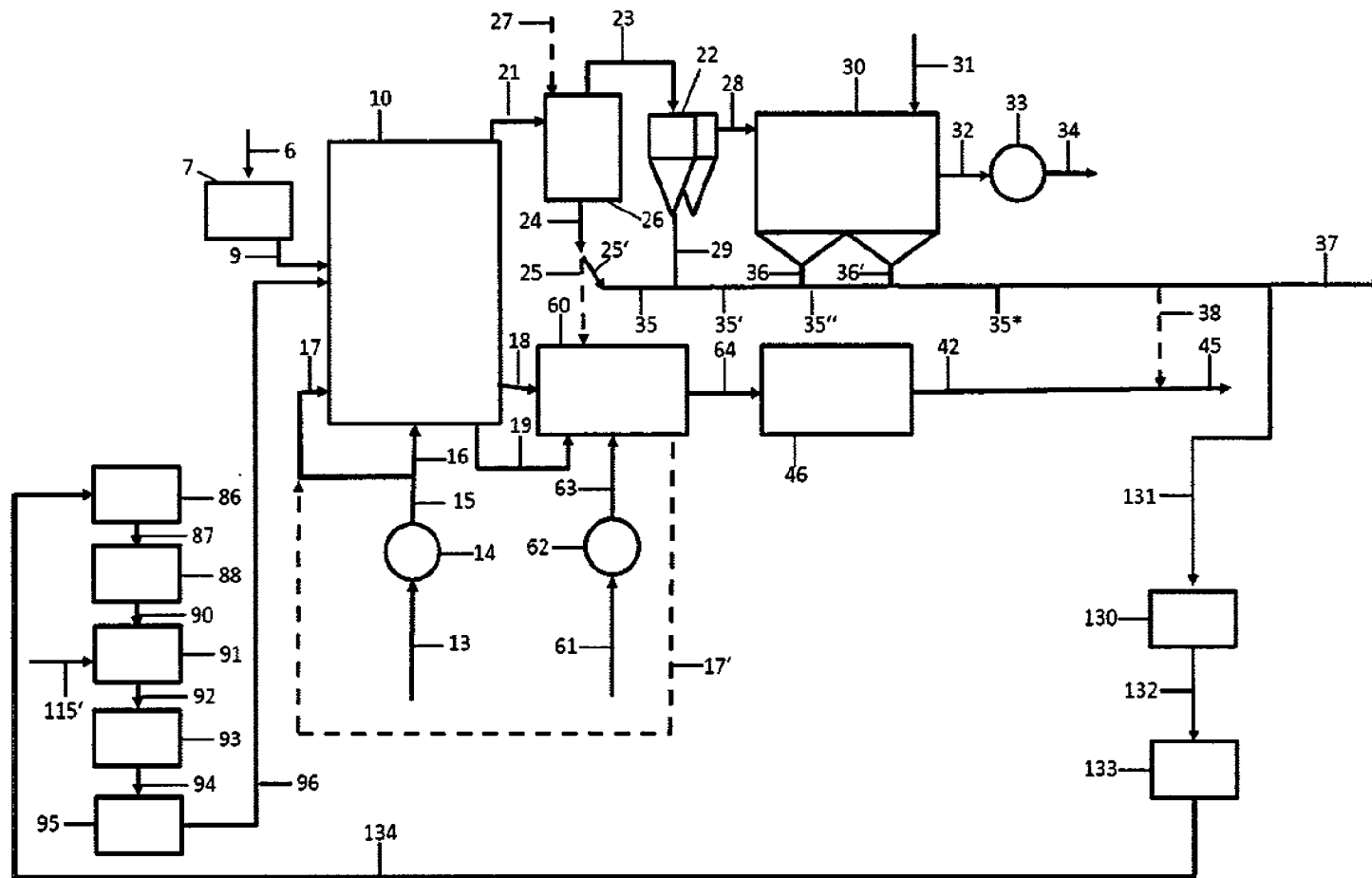
12. Установка для обжига металлического концентрата, включающая устройство (10) для обжига для термической обработки частиц концентрата при температурах от 500 до 1200°C в псевдооживленном слое с образованием продукта обжига и трубопровод (11) для отведения фракции газа и твердых веществ из устройства (10) для обжига, отличающаяся тем, что она содержит гидрометаллургическое устройство (140) для получения частиц в качестве других частиц, окатыватель (91), в котором частицы из дополнительного гидрометаллургического устройства (140) смешивают с жидким связующим с образованием окатышей, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеют диаметр, составляющий по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и окатыши подают через рециркуляционный трубопровод (96) из окатывателя (91) в устройство (10) для обжига, металлический концентрат содержит по меньшей мере 45 масс.% цинка, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 60 масс.% пирита, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 90 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 2 г/т золота, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 100 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 15 масс.% меди, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 10 до 50 мкм; металлический концентрат содержит по меньшей мере 1 масс.% кобальта, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 5 до 40 мкм, или металлический концентрат содержит по меньшей мере 100 г/т МППГ, при этом средний диаметр частиц концентрата составляет от 20 до 100 мкм, и другие частицы отбирают из стадии прямого выщелачивания (ПВ), или стадии процесса Альбион, или со стадии окисления под давлением (ОКД), или со стадии биологического окисления (БОК), или из процесса PureJarosite.

13. Установка по п.12, отличающаяся тем, что ниже по потоку от устройства (10) для обжига расположен охладитель с псевдооживленным слоем.

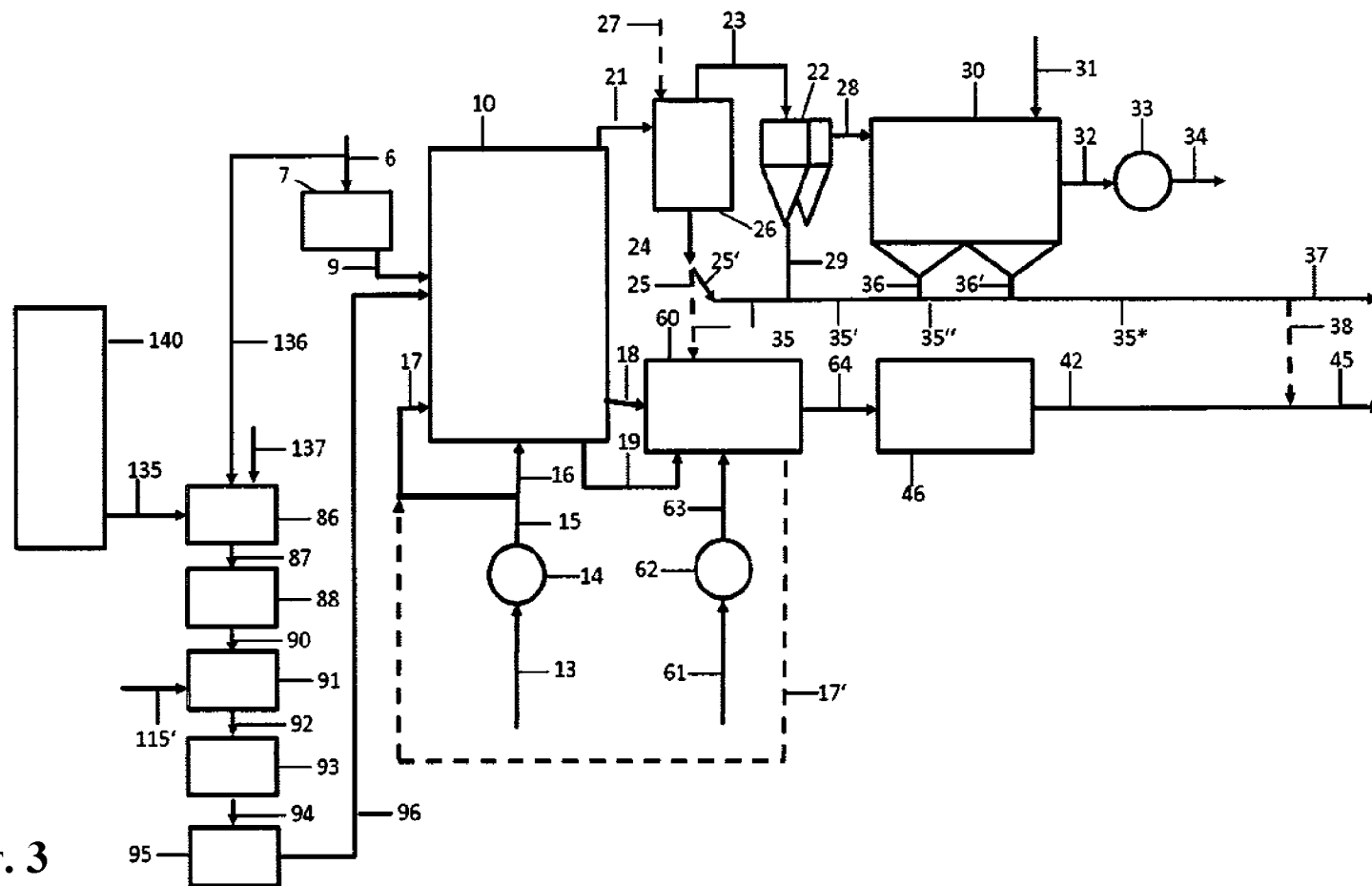
14. Установка по п.12 или п.13, отличающаяся тем, что устройство (10) для обжига имеет выпускной трубопровод (19) для нижнего потока, чтобы отводить агломераты.

15. Установка по любому из пп.12-14, отличающаяся тем, что она содержит по меньшей мере одно газовое разделительное устройство (22, 26, 30) для отделения частиц от фракции газа и твердых веществ в качестве мелких частиц продукта обжига, чтобы преобразовывать их в окатыши в окатывателе (91) вместе с мелкими частицами или другими частицами.

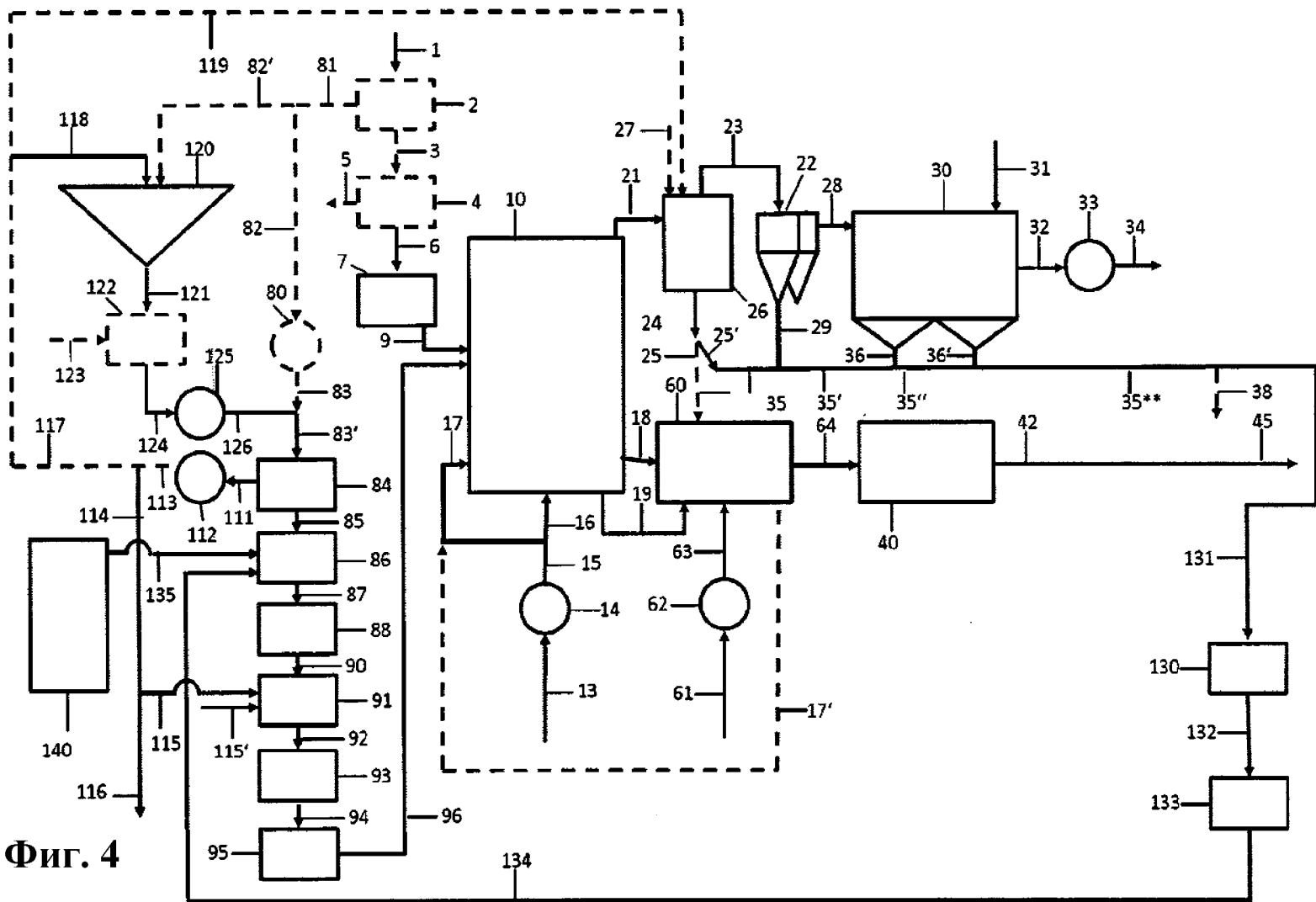




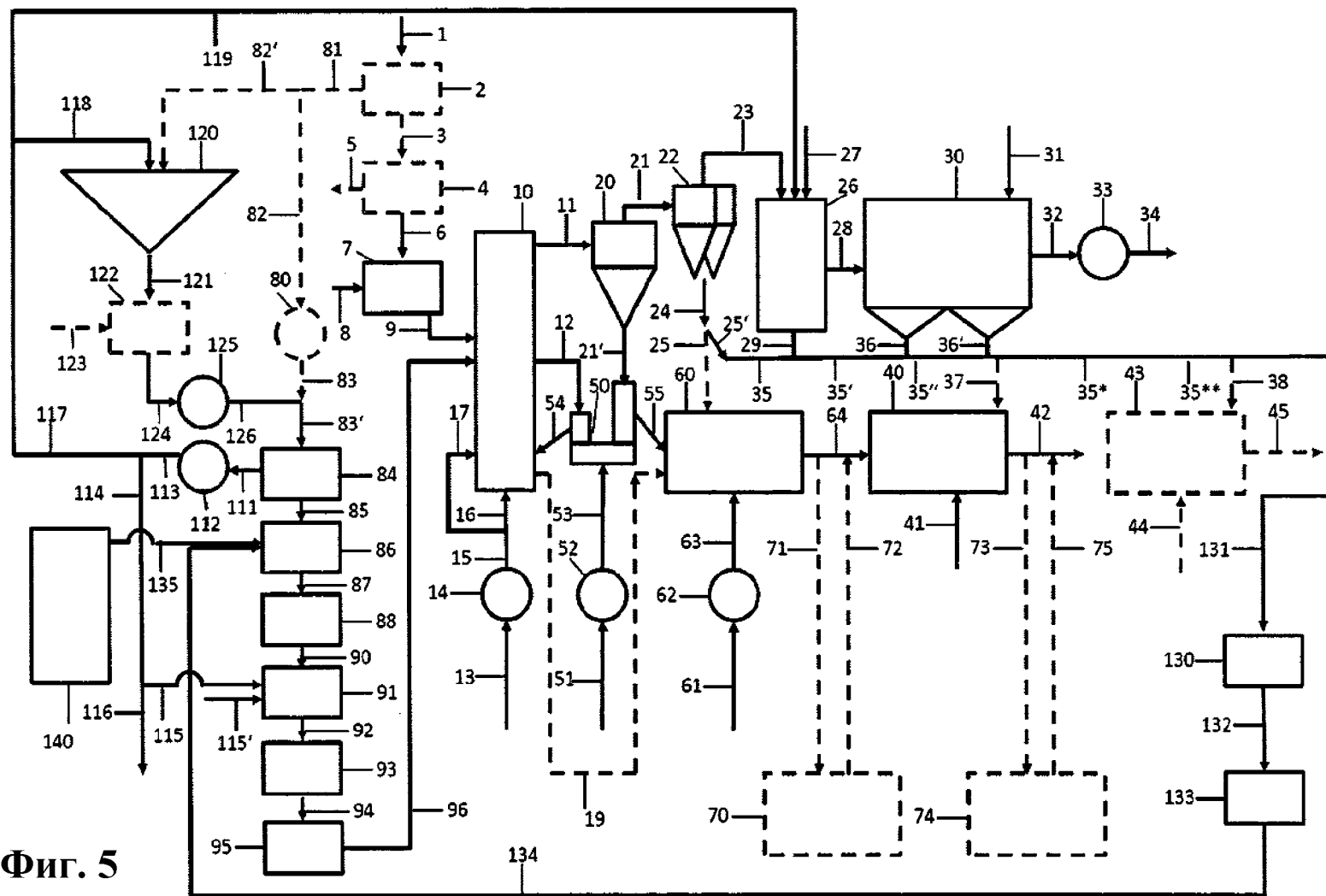
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5