

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038634**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.09.27**

(21) Номер заявки  
**201991926**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.03.07**

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

---

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЖИГА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО СУЛЬФИДНОГО КОНЦЕНТРАТА**

---

(43) **2020.02.29**

(86) **PCT/EP2017/055336**

(87) **WO 2018/162043 2018.09.13**

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

(56) **US-A-5380504**  
**EP-A1-0622467**  
**DE-A1-19609284**  
**US-A-3094409**  
**WO-A1-2012113980**

(72) Изобретатель:  
**Харитос Александрос, Гюнтнер  
Йохен, Хаммершмидт Йёрг, Шульц  
Франц, Вробель Маций, Маттих  
Кристиан, Шмидт Эберхард,  
Хатцилампроу Иоаннис (DE)**

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

---

(57) Изобретение относится к способу и соответствующему устройству для обжига золотосодержащего концентрата. Частицы концентрата с содержанием углерода более 0,5 мас.% подают в устройство для обжига, в котором их термически обрабатывают при температурах от 500 до 1000°C в псевдооживленном 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. Частицы концентрата с диаметром по меньшей мере на 50% меньше среднего диаметра 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. Мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц обжига окатывают, при этом по меньшей мере 80% окатышей имеют диаметр по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, и окатыши подают в устройство для обжига.

---

**038634**  
**B1**

**038634**  
**B1**

Изобретение относится к способу и соответствующему устройству для обжига золотосодержащего концентрата, где частицы концентрата с содержанием углерода более 0,5 мас.% подают в устройство для обжига, в котором их термически обрабатывают при температурах от 500 до 1000°C в псевдооживленном 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 или меди. 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. Внутрь распределительной камеры для суспензии добавляют воду для регулирования температуры устройства для обжига. Альтернативно подаваемую суспензию, поступающую в устройство для обжига, сушат. В обоих случаях загрузки присутствующая сера в виде сульфидов и органический углерод окисляются в устройстве для обжига, поэтому устройство для обжига часто конструируют как реактор с псевдооживленным слоем. Также можно использовать вращающуюся обжиговую печь или многоподовую печь.

Кроме того, газы и, по меньшей мере, мелкие частицы обожженного концентрата (продукта обжига) отводят из верхней части устройства для обжига и подают в циклон. Газ, выходящий из рециркулирующего циклона, несет значительное количество продукта обжига, которое может составлять от 10 до 90% от всего продукта обжига, в зависимости от нескольких факторов, таких как конструкция циклона, поступающий в циклон поток газа и гранулометрический состав твердых частиц, поступающих в циклон.

Газ и соответствующее количество пыли поступают по меньшей мере в одно устройство разделения газа и твердых веществ, такое как вторичный циклон или циклоны, соединенные параллельно или последовательно, испарительный охладитель или котел-утилизатор (вместе называемыми охладителем), где их охлаждают до температуры ниже 400°C, обычно 350°C, для защиты электростатического осадителя (ЭСО), при этом оставляя выше точки росы газа. Применение котла-утилизатора обладает дополнительным преимуществом получения насыщенного/перегретого пара для внутреннего использования или для выработки электричества. Пыль, выходящую из рециркулирующего циклона, отделяют от потока газа по меньшей мере в одном устройстве разделения газа и твердых веществ, например вторичном циклоне или циклонах, испарительном охладителе или котле-утилизаторе, а также в электростатическом осадителе.

Объединенные потоки продукта обжига, отведенные непосредственно из псевдооживленного слоя, из охладителя и/или из электростатического осадителя, поступают в один или более баков быстрого охлаждения, в которые добавляют воду. Количество используемых баков быстрого охлаждения зависит от типа выщелачивания ниже по потоку. Получаемую суспензию откачивают из обжиговой установки на дальнейшие технологические стадии, например выщелачивание.

Продукт обжига, выходящий из устройства для обжига через разгрузочное устройство после псевдооживленного слоя, в общем показывает содержание органического углерода ниже 0,1 мас.% и чаще близкое к нулю. Это обусловлено тем, что эти частицы имеют размер, который позволяет отделять их много раз в первичном циклоне. Следовательно, их подают обратно в устройство для обжига много раз, что приводит к относительно длительному времени пребывания в устройстве для обжига. В свою очередь, длительное время пребывания обеспечивает эффективное превращение органического углерода в показатели окисления. Время пребывания этих частиц зависит от конструкции установки и соответствующих технологических параметров. Дополнительной причиной, объясняющей, что содержание органического углерода в продукте обжига, выходящем через разгрузочное устройство, близко к нулю, является то, что рециркулирующий циклон действует как классификатор, обеспечивающий удаление мелких частиц органического углерода.

Напротив, все потоки частиц, собранные, например, в охладителе и электростатическом осадителе, в газопроводе являются более мелкими по размеру, следовательно, по существу являются неотделяемыми в циклоне. Учитывая, что органический углерод связан с мелкими частицами, продукт обжига, находящийся в охладителе, имеет содержание органического углерода 0,3-5 мас.% (чаще 0,3-1,5 мас.%), при этом продукт обжига, находящийся в электростатическом осадителе, имеет содержание органического углерода 0,3-8 мас.% (чаще в интервале 0,3-2 мас.%).

Необходимо направление таких частиц в объединенный поток продукта обжига, так как количество частиц, отделенных во вторичном циклоне или циклонах, охладителе, электростатическом осадителе, составляет от 10 до 90% от всего продукта обжига.

Однако указанное выше приводит к проблемам на более поздней стадии выщелачивания продукта обжига.

При производстве золота щелочь или суспензию объединяют с раствором цианида натрия, цианида калия или цианида кальция. Посредством этого образуют комплекс цианоаурита. Растворенное золото затем извлекают из раствора с помощью способа "уголь в пульпе", электролиза или процесса Меррилл-Кроу (Merrill-Crowe).

На этой стадии выщелачивания присутствующий органический углерод приводит к проблемам, касающимся извлечения золота, посредством явления, называемого "прег-роббинг". Хорошо известно, что растворенные комплексы золота и цианида поглощаются органическим углеродом, что приводит к поте-

ре золота. Указанный выше механизм является таким же, как в случае активированного угля, однако активированный уголь можно задержать посредством соответствующих сит.

Органический углерод может быть связан с мелкими частицами концентрата, которые также могут содержать пирит и свободное золото. Органический углерод может дополнительно присутствовать в виде отдельных мелких частиц. Связь органического углерода с мелкими частицами также является результатом характеристик сырьевой руды и контура измельчения, в котором измельчают руду перед загрузкой ее обычно в контур флотации.

Следовательно, конкретное время пребывания в реакторе меньше для частиц с пониженным диаметром, так как они выносятся потоком газа из псевдооживленного слоя, и эти частицы также являются настолько малыми, что их не отделяют селективно в циклоне и не пропускают обратно в реактор, но их отводят вместе с газовым потоком на последующие технологические стадии. В результате содержащийся в них углерод в значительной степени не выгорает, так как соответствующее время пребывания меньше нескольких минут, чаще меньше минуты.

Поэтому задачей, лежащей в основе настоящего изобретения, является поиск возможности обжига без привнесения проблем на последующие технологические стадии, такие как выщелачивание, вызванных содержащимся органическим углеродом.

Этой цели достигают с помощью способа с признаками п.1 формулы изобретения.

Более конкретно, в изобретении предложено отделение частиц концентрата перед загрузкой их в устройство для обжига, где их обрабатывают аналогичным образом при температурах от 500 до 1000°C в псевдооживленном слое с образованием продукта обжига. Частицы концентрата с диаметром по меньшей мере на 50% меньше среднего диаметра частиц концентрата отделяют в качестве мелких частиц. Мелкие частицы можно использовать непосредственно после отделения или можно временно хранить в пруду или запруде в качестве хвостов. Такие "хвосты" можно использовать посредством некоторых дополнительных обработок, как также предлагают в данном документе.

Дополнительно или альтернативно частицы, отводимые из устройства для обжига вместе с газовым потоком в виде фракции газа и твердых веществ, отделяют по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига. Затем отделенные мелкие частицы концентрата и/или мелкие частицы продукта обжига фракции газа и твердых веществ преобразуют в окатыши путем их смешивания, при необходимости с использованием жидкого увлажнителя/связующего. По меньшей мере 80 мас.% окатышей имеют диаметр по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата.

Предпочтительно 80 мас.% окатышей должны иметь размер частиц ниже 3 мм для хорошего псевдооживления в устройстве для обжига. Еще более предпочтительно 40-80% окатышей должны быть меньше 0,5 мм для улучшения циркуляции, если используют устройство для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем. Посредством этого достигают очень однородного времени пребывания. В результате достигают больших/надлежащих времен пребывания для окатышей и поэтому почти полного выгорания содержащегося в них углерода.

Таким образом, частицы концентрата с содержанием углерода более 0,5 мас.% подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температурах от 500 до 1000°C, предпочтительно от 600 до 800°C, в псевдооживленном слое с образованием продукта обжига. По меньшей мере части продукта обжига отводят из устройства для обжига вместе с потоком газа в виде твердой фракции. Частицы концентрата с диаметром по меньшей мере на 50% меньше среднего диаметра частиц концентрата отделяют в качестве мелких частиц, которые можно использовать непосредственно или хранить в виде хвостов, и/или частицы из фракции газа и твердых веществ отделяют по меньшей мере на одной стадии в качестве мелких частиц продукта обжига. Мелкие частицы и/или мелкие частицы продукта обжига преобразуют в окатыши, при необходимости смешивая с жидким связующим, с образованием окатышей, посредством чего по меньшей мере 80 мас.% окатышей имеют диаметр по меньшей мере 80% от среднего диаметра частиц концентрата, при этом 80 мас.% частиц предпочтительно имеют размер менее 3 мм для хорошего псевдооживления и еще более предпочтительно 40-80% имеют размер частиц менее 0,5 мм для хорошей рециркуляции в циркулирующем псевдооживленном слое, и окатыши подают в устройство для обжига.

Кроме того, мелкие частицы, отделенные от частиц концентрата, как определено выше, могут составлять 5-100%, предпочтительно 5-70% от частиц концентрата в показателях массового расхода.

Также надлежащий избыток кислорода, составляющий от 1 до 5 об.%, на выходе устройства для обжига, является предпочтительным для обеспечения полного сгорания.

Предпочтительно упорная руда содержит по меньшей мере 0,5-25 г/т золота, обычный интервал составляет 1,5-2 г/т. Получаемый концентрат после стадии флотации содержит 10-100 г/т, чаще 30-60 г/т и показывает содержание органического углерода 0,5-15 мас.%. Также предпочтительно средний диаметр частиц концентрата должен составлять 5-200 мкм и еще более предпочтительно 30-100 мкм.

В предпочтительном воплощении изобретения частицы сульфидного концентрата подают на обжиг в виде суспензии, что упрощает перемещение частиц. Предпочтительно содержание воды в суспензии составляет от 20 до 75 мас.%. Альтернативно частицы сульфидного концентрата подают в виде влажного твердого вещества, обычно имеющего содержание воды ниже 20 мас.%, что называют "сухой загрузкой".

Еще более предпочтительно количество органического углерода составляет от 0,5 до 15 мас.%, предпочтительно от 0,5 до 10 мас.%. Для содержания углерода в этом интервале изобретение является особенно важным, так как из-за него проблемы, связанные с выгорающим углеродом, являются особенно высокими.

Кроме того, количество органического углерода в мелких частицах концентрата предпочтительно составляет от 0,25 до 20 от среднего содержания углерода во всех частицах концентрата. Для этих частиц только способ по настоящему изобретению обеспечивает последующее выщелачивание без обсуждаемых проблем, связанных с высоким содержанием углерода.

По этой причине изобретение также особенно важно при учете количества органического углерода в мелких частицах продукта обжига, которые содержат остаточный органический углерод в количестве более 0,3 мас.%, предпочтительно от 6 до 9 мас.%, наиболее предпочтительно 8 мас.%.

В предпочтительном воплощении мелкие частицы и/или мелкие частицы продукта обжига после обработки в устройстве для обжига обеспечивают получаемый поток или потоки продукта (продукта обжига), который направляют на дальнейшие технологические стадии, например выщелачивание, и который содержит в среднем очень малое количество органического углерода, составляющее менее 0,3 мас.% и более предпочтительно менее 0,1 мас.%.

В другом предпочтительном воплощении изобретения устанавливают время пребывания в устройстве для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем на значении от 1 с до 10 ч, еще более предпочтительно от 10 мин до 1 ч. Такое время пребывания обеспечивает полное сгорание присутствующего углерода в способе по изобретению. Времени пребывания более 1 ч обычно достигают при использовании стационарного кипящего слоя в качестве устройства для обжига при высокой стоимости реакторной площадки, при этом менее 1 мин достигают при использовании реактора с мгновенным испарением, работающего в режиме пневматического транспорта.

Дополнительно или альтернативно отделенные мелкие частицы сульфидного концентрата могут находиться в форме хвостов. Как обсуждали, хвосты определяют в данном документе как мелкие частицы (то есть мелкие частицы концентрата), которые хранят в устройстве для хранения, таком как пруд/запруда, или в другой зоне хранения, полученные из предшествующего отделения от всех частиц концентрата без дополнительной обработки. Хвосты, полученные из потока сульфидного концентрата, например суспензии, обычно доступны в виде перекачиваемой суспензии/пасты или в виде не поддающейся перекачке пасты, в зависимости от степени высушивания в устройстве для хранения. Если хвосты необходимо хранить в форме перекачиваемой суспензии/пасты, тогда их закачивают на дальнейшую обработку, предложенную в данном документе, перед стадией окатывания.

В случае когда хвосты (полученные из сульфидного концентрата) высушены, по меньшей мере частично, например в результате естественного испарения, они не доступны в виде перекачиваемой суспензии/пасты, но доступны в виде полусухой, не поддающейся перекачке пасты (например, в виде осадка на фильтре). Поэтому существуют следующие варианты.

Во-первых, полусухие хвосты можно подвергнуть репульсации до перекачиваемой суспензии/пасты, используя, например, вращающийся барабанный репульпатор, смеситель с большими сдвиговыми усилиями или другое оборудование для репульсации.

Затем их можно закачать на дальнейшую обработку, предложенную в данном документе, перед стадией окатывания.

Альтернативно полусухие хвосты можно дополнительно обезвоживать/высушить с использованием технологии сушки любого типа, при которой можно распределять хвосты на сушильной подкладке и использовать солнечный свет в качестве источника тепла или при которой используют замкнутое пространство, в которое нагнетают предварительно нагретый и, возможно, предварительно высушенный воздух. Такой подход также облегчает перемещение материала непосредственно на последующую стадию окатывания, которое может затем происходить посредством обычной системы ленточного транспортера.

Более того, предпочтительно обезвоживать отделенные мелкие частицы (включая хвосты в перекачиваемой форме суспензии/пасты) до содержания воды менее 20 мас.%. Эту стадию обезвоживания можно осуществить с использованием фильтр-пресса или любого другого оборудования для удаления воды, включая сушилки. Обычным фильтр-прессом для этого применения может быть фильтр Outotec Lagox®. Цель этой стадии состоит в уменьшении влагосодержания поступающей суспензии мелких частиц с содержанием воды в интервале от 20 до 70 мас.%, до подходящего для стадии укрупнения размера ниже по потоку (стадии окатывания), то есть обычно менее 20 мас.%, и более предпочтительно менее 15 мас.%. Посредством этого мелкие частицы можно преобразовать в окатыши, также без смешивания с мелкими частицами продукта обжига, при этом образованные окатыши в течение последующей стадии окатывания являются стабильными. В случае фильтр-пресса полученный фильтрат можно использовать как увлажнитель/связующее на отдельной стадии окатывания. Кроме того, эту воду можно использовать в качестве технологической воды, то есть в испарительном охладителе или в других потребителях. Альтернативой фильтр-прессу может быть использование центрифуги для материала или сгустителя в сочетании с использованием флокулянта и химических добавок.

Другой альтернативой обезвоживания мелких частиц (то есть мелких частиц концентрата) для дос-

тижения влагосодержания менее 20 мас.%, предпочтительно менее 15 мас.%, является использование сушилки. В качестве источника тепла можно использовать газообразные продукты сгорания, при этом перенос тепла может происходить путем непосредственного контакта с газообразными продуктами сгорания или косвенно через поверхность теплообменника. Нагретый газ также может поступать из охладителя продукта обжига или из любого другого теплообменника в очистке газового потока.

В предпочтительном воплощении этого изобретения использования обезвоживания можно избежать путем получения требуемой влажности для последующего окатывания, составляющей менее 20 мас.% и еще более предпочтительно менее 15 мас.%, посредством смешивания. Этого можно достичь путем смешивания мелких частиц или хвостов в форме суспензии или пасты с влажностью 20-70 мас.%, более предпочтительно 20-35 мас.%, с мелкими частицами продукта обжига, которые, возможно, присутствуют в виде пыли и имеют содержание воды от 0 до 3 мас.%, так как они были термически обработаны в устройстве для обжига. Посредством этого достигают стабильного образования окатышей без использования оборудования для обезвоживания. Более предпочтительного интервала влажности, составляющего 20-35 мас.%, для потока мелких частиц легче достигают в случае репульсации хвостов, присутствующих в виде полусухого твердого вещества, так как конечную влажность можно регулировать в течение способа репульсации посредством добавления воды.

Смешивание мелких частиц концентрата и мелких частиц продукта обжига может происходить в самом окатывателе или в отдельном смесительном оборудовании. В указанном выше случае степень смешивания мелких частиц или хвостов (то есть мелких частиц концентрата) с мелкими частицами продукта обжига определяет (i) влажность смеси для окатывания, то есть влажности, которая обеспечивает образование окатышей (гранул), которая обычно ниже 20 мас.% и чаще ниже 15 мас.%, как обсуждено выше, и (ii) тепловой баланс устройства для обжига, с учетом того, что мелкие частицы продукта обжига по существу являются инертным твердым веществом.

Однако, даже в случае, описанном в выше приведенном абзаце, то есть когда мелкие частицы или хвосты подают в форме суспензии/пасты, чтобы смешать с мелкими частицами продукта обжига, возможны любые из указанных выше стадий обезвоживания (включая фильтр-пресс, центрифугу, сгуститель или сушилку), чтобы уменьшить влажность потока мелких частиц или хвостов (то есть мелких частиц концентрата/руды). Это может иметь место, если влажность мелких частиц или хвостов (то есть мелких частиц концентрата) является слишком высокой для смешивания с мелкими частицами продукта обжига с приемлемой степенью смешивания. Слишком высокая влажность мелких частиц или хвостов (то есть мелких частиц концентрата) должна привести к слишком большому количеству мелких частиц продуктов обжига, требуемых для достижения влажности смеси для стадии образования окатышей, составляющей ниже 20 мас.% и предпочтительно ниже 15 мас.%. Это должно привести к проблемам, относящимся к доступности и тепловому балансу устройства для обжига. Предпочтительно коэффициент смешивания мелких частиц и мелких частиц продукта обжига составляет 0,1-10 и более предпочтительно от 1 до 2.

В дополнительном воплощении изобретения предусматривают смешивание доступных хвостов или обработанной до перекачиваемой суспензии с потоком частиц концентрата в качестве суспензии. Более того, для этого воплощения не предусматривают никакого отделения частиц концентрата, не производя таким образом никаких мелких частиц. Смесь получают до сгущения концентрата или в отстойнике ниже по потоку в зависимости от требуемого влагосодержания суспензии, подаваемой в устройство для обжига.

Если стадию отделения для частиц концентрата пропускают, мелкие частицы с высоким содержанием органического углерода поступают в устройство для обжига в не окатанной форме, таким образом, значительная часть их покидает устройство для обжига с газом, поступающим в рециркулирующий циклон. Их затем отделяют от газа по меньшей мере на одной стадии, и они поступают в охладитель и электростатический осадитель в виде мелких частиц продукта обжига, которые показывают высокое количество органического углерода. Направление мелких частиц продукта обжига в устройство для обжига после стадии окатывания приводит к времени пребывания, достаточно высокому для полного выгорания органического углерода.

Как обсуждали, стадия окатывания требует влажности от 10 до 20 мас.% и чаще обычно от 10 до 15 мас.%. Так как частицы продукта обжига присутствуют в виде пыли (то есть имеют значение влажности 0,3 мас.%), значения влажности ниже 20 мас.% можно достичь посредством добавления воды или любой другой жидкости или с помощью добавления части потока частиц концентрата, подаваемого в устройство для обжига, который, как обсуждали, имеет значение влажности 20-70%. Следовательно, такой поток можно объединить для окатывания мелких частиц продукта обжига при соответствующей влажности. Использование частиц концентрата, таким образом, обладает дополнительными выгодами, состоящими в том, что минимизируют расход воды, так как не требуется дополнительного добавления жидкости (которое оказывает негативное воздействие на тепловой баланс устройства для обжига) для окатывания, помимо той, которая содержится в суспензии, и что также минимизируют образование мелких частиц продукта обжига, так как часть частиц концентрата окатывают. Дополнительное преимущество состоит в том, что значение влажности суспензии хвостов можно выбрать так, чтобы облегчить перемещение материала в случае репульсации хвостов. Хвосты затем можно смешать с частицами

концентрата в сгустителе концентрата, из которого их направляют в отстойник и устройство для обжига. Загрузка в сгуститель является преимуществом, так как оба потока можно обезводить до устройства для обжига, таким образом, оказывая положительное влияние на баланс устройства для обжига.

Альтернативно в случае если дополнительный поток хвостов оказывает отрицательное воздействие на характеристику сгустителя концентрата в показателях, например очищения слива сгустителя, поток подвергнутых репульсации хвостов можно добавлять в отстойник непосредственно в отношении, которое не увеличивает содержание воды в суспензии так, чтобы нарушить тепловой баланс устройства для обжига.

Кроме того, предпочтительно, чтобы способ окатывания работал в периодическом режиме. Это требует по меньшей мере одной буферной емкости и одной системы дозирования. Периодический режим приводит к более высокому качеству продукта. Это обоснованно, так как в периодическом режиме можно достичь более узкого распределения размеров частиц (то есть 80% окатышей ниже 3 мм для обеспечения псевдооживления окатышей и даже более предпочтительно 80% окатышей ниже 0,5 мм для хорошей циркуляции твердого вещества при использовании устройства для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем) и более высокой плотности полученных окатышей (связанной со стабильностью окатышей). Это обоснованно, так как в течение периодического режима все частицы остаются в оборудовании для окатывания одинаковое время и подвергаются однородной обработке, в то время как в течение непрерывной работы существует распределение времени пребывания. Таким образом, непрерывная обработка приводит к обработке некоторых частиц в течение слишком короткого периода, что приводит к слишком мелким и слишком слабым окатышам, а также к некоторым окатышам избыточного размера.

Исходя из вопросов размещения, буферная система может состоять из одного или более буферных бункеров, за которыми следуют один или более дозирующих бункеров. Буферные/дозировочные бункеры с отделениями также можно использовать для того, чтобы избежать строительства многочисленных бункеров. Количество буферных/дозировочных бункеров и их отделений также зависит от количества материалов, поступающих на стадию окатывания в виде сухих твердых веществ или влажных твердых веществ с влажностью менее 20 мас.%, чаще менее 15 мас.%. Исходя из описания представленных в данном документе воплощений изобретения, такие твердые вещества могут быть (i) мелкими частицами концентрата (мелкими частицами), возможно, включающими хвосты, (ii) мелкими частицами продукта обжига, (iii) твердыми связующими или (iv) другими твердыми веществами, например, для регулирования влажности окатывания. Буферный бункер или бункеры обеспечивают доступность подаваемого материала, при этом отделение или отделения дозирующего бункера предназначены для высвобождения предварительно отмеренного количества подаваемого материала в требуемое время применительно к стадии окатывания. Выгрузке твердых веществ из буферного бункера можно способствовать посредством разгрузочного устройства, действующего при механическом перемешивании, в котором можно применять или можно не применять ряд вращающихся шнеков или вращательное оборудование. Разгрузку буферного бункера можно облегчить с помощью нагнетателя сжатого воздуха, опрокидывающихся молотков или вибраторов.

Более того, количество дозирующих бункеров или отделений дозирующих бункеров также зависит от способа загрузки вышеуказанных твердых веществ в окатыватель, например, при смешивании подаваемой суспензии/пасты с мелкими частицами продукта обжига добавление мелких частиц продукта обжига может потребовать более одной загрузки для усиления процесса перемешивания. Дозирующий бункер или бункеры действуют как дозирующий сосуд для последующего оборудования окатывания. Таким образом, необходимо регулировать материал, заключенный в дозирующий бункер или бункеры. Следовательно, в дозирующем бункере или бункерах необходимо использовать соответствующий метод измерения твердого вещества по изобретению (кг), такой как помещение дозирующего бункера или бункеров на датчики массы. За дозирующим бункером ниже по потоку следует клапан, способный выгружать содержимое отделения или отделений сосуда за секунды, чтобы облегчить работу оборудования окатывания. Операция дозирования облегчается, когда дозирующий бункер заполняют через расположенный выше по потоку высокоскоростной питатель, который может включать высокоскоростной ленточный транспортер или высокоскоростной шнековый транспортер. Разгрузку буферного бункера можно облегчить с помощью нагнетателя сжатого воздуха, опрокидывающихся молотков или вибраторов.

Как упоминали в абзацах выше, загрузка суспензии/пасты в оборудование окатывания может включать (i) мелкие частицы, включая хвосты, или (ii) частицы концентрата, или (iii) их смесь. Загрузку суспензии/пасты подают на стадию окатывания через предназначенные для этого форсунки, и она эффективно действует как жидкий увлажнитель/связующее.

Более того, согласно изобретению жидкое связующее, используемое в оборудовании окатывания, содержит воду или водный раствор, содержащий сульфаты и/или кислоту низкой концентрации. Такое добавление повышает стабильность получаемых окатышей с помощью дополнительных химических связей, повышая, таким образом, стабильность окатышей.

Дополнительно можно добавлять твердое связующее, которое предпочтительно включает твердые вещества из устройства разделения газа и твердых веществ, то есть испарительного охладителя, или котла-утилизатора, или электростатического осадителя. Эти твердые вещества обычно имеют высокое со-

держание серы в виде сульфатов, составляющее 1-5 мас.%, и имеют средний размер частиц 5-100 мкм, причем сульфаты образуются в силу благоприятных технологических условий в этом оборудовании в показателях парциального давления кислорода и температуры. Другими словами, предложенная здесь обработка мелких частиц продукта обжига повышает стабильность окатышей, так как обрабатываемое твердое вещество само по себе является связующим.

Периодические фазы имеют продолжительность менее 1 ч, более предпочтительно от 3 до 15 мин.

Кроме того, предпочтительно подавать окатыши в устройство для обжига в виде влажного твердого вещества с влажностью менее 20 мас.% и без приготовления суспензии. Такую загрузку называют "сухой загрузкой". Суспензионная загрузка окатышей в устройство для обжига будет вредить их стабильности, так как они будут частично распадаться на свои первичные зерна.

Более того, предпочтительным воплощением изобретения является размалывание и/или измельчение частиц продукта обжига. Это обусловлено тем, что на более поздних стадиях и в особенности в течение выщелачивания предпочтительны более мелкие средние диаметры. Таким образом, избегают повышения среднего диаметра, вызванного окатыванием.

Более того, изобретение также направлено на установку, имеющую признаки, указанные в п.13 формулы изобретения, предпочтительно для выполнения способа по п.1-12 формулы изобретения.

Такая установка содержит устройство для обжига с псевдооживленным слоем для аналогичной обработки частиц концентрата при температурах от 500 до 1000°C, предпочтительно от 600 до 800°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 отделения частиц, предназначенное для отделения частиц концентрата с диаметром по меньшей мере на 50% меньше среднего диаметра частиц концентрата 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, установка по изобретению содержит окатыватель, в котором мелкие частицы и/или мелкие частицы продукта обжига 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 предпочтительно имеют размер менее 3 мм, и еще более предпочтительно 40-80% имеют размер менее 0,5 мм для хорошей рециркуляции, в особенности в устройстве для обжига с циркулирующим псевдооживленным слоем. Более того, предусмотрен рециркуляционный трубопровод из окатывателя в устройство для обжига. Тем самым можно избежать подачи содержащих углерод частиц на последующую технологическую стадию, такую как выщелачивание.

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

В случае реактора с циркулирующим псевдооживленным слоем часть получаемого продукта обжига выходит из устройства для обжига через уравнительную емкость и/или выход для нижнего потока (в обоих случаях через разгрузочное устройство), расположенные у нижней части реактора, и поступает в охладитель продукта (продукта обжига), который может быть псевдооживленным слоем и может иметь или может не иметь пучки труб для косвенного удаления тепла и может использовать или может не использовать прямое охлаждение посредством впрыскивания воды. Вышеупомянутое разгрузочное устройство может включать конфигурацию, в которой используют конический клапан, поворотный клапан или шнековый питатель.

Окатыватель как таковой содержит смеситель с низким или высоким сдвиговым усилием, поворотный дисковый гранулятор, или гранулятор с псевдооживленным 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 разделения газа и твердых веществ представляет собой испарительный охладитель, и/или котел-утилизатор, и/или электростатический осадитель. Также можно использовать рукавный фильтр или батарейный циклон (блок циклонов) в качестве устройства разделения газа и твердых веществ. Также можно использовать один или более дополнительных циклонов, соединенных параллельно или последовательно, предпочтительно после рециркулирующего (первичного) циклона. Материал из нижнего потока из дополнительного циклона или циклонов может иметь низкое или высокое содержание органического углерода, в зависимости от связывания органического углерода, что связано с распределением частиц по размерам для твердых веществ, поступающих в дополнительный циклон или

циклоны. Следовательно, продукт обжига, получаемый из нижнего потока дополнительного циклона или циклонов, можно перенаправить в окатыватель и устройство для обжига или выгрузить в виде продукта, в зависимости от содержания в нем органического углерода.

Крупные окатыши продукта обжига и крупные частицы продукта обжига удаляют из псевдооживленного слоя через выход для нижнего потока. Это является предпочтительным, поскольку некоторые окатыши или частицы в циркулирующем псевдооживленном слое могут быть слишком большими, чтобы подвергаться обжигу, при этом другие могут быть слишком большими, чтобы подвергаться псевдооживлению надлежащим образом. Следовательно, без выхода для нижнего потока устройство для обжига может повреждаться в результате накопления материала.

Кроме того, изобретение можно расширить до обжига сульфидных руд, т.е. обжига руды, которая не прошла через контур флотации, с целью извлечения золота.

Более того, изобретение можно расширить до двухстадийного процесса обжига, то есть оно может быть дополнительно направлено на удаление мышьяка с целью извлечения золота.

Более того, изобретение также можно расширить до обработки продукта обжига из установки биологического окисления (БОК) или установки окисления под давлением (ОКД), который все еще может содержать органический углерод, в котором также может содержаться мышьяк в форме арсенатов железа (скородит), что может значительно затруднить извлечение золота. Следовательно, целью изобретения может быть удаление органического углерода, мышьяка и любой остаточной серы. Целью изобретения является дополнительное извлечение золота из указанных выше материалов.

Дополнительные разработки, преимущества и возможные применения также раскрыты в последующем описании приведенных в качестве примера воплощений и на чертежах. Все признаки 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

на фиг. 1 показано первое воплощение изобретения, включающее отделение мелких частиц от частиц концентрата, включающее оборудование для обезвоживания мелких частиц (т.е. мелких частиц концентрата);

на фиг. 2 показано отделение мелких частиц продукта обжига от фракции газа и твердых веществ;

на фиг. 3 показано сочетание обоих видов отделения частиц, где мелкие частицы обезвоживают до смешивания с мелкими частицами продукта обжига;

на фиг. 4 показано альтернативное сочетание обоих видов отделения, где мелкие частицы, отделенные от частиц концентрата, и мелкие частицы продукта обжига, отделенные от фракции газа и твердых веществ, смешивают в окатывателе; и

на фиг. 5 показано отделение мелких частиц продукта обжига от фракции газа и твердых веществ, при этом смешивание мелких частиц, присутствующих в виде хвостов (то есть получаемых из предшествующего отделения от частиц концентрата и хранимых в пруду/запруде или в зоне хранения), с частицами концентрата.

На фиг. 1 загрузку частиц концентрата, выходящих из флотационного контура, подают через трубопровод 1 в устройство 2 для отделения частиц, которое может включать комплект многочисленных гидроциклонов, позволяющий отделять более крупные частицы посредством приложения соответствующей центробежной силы. Оттуда более крупные частицы направляют через трубопровод 3 в сгуститель 4. Переливной поток сгустителя (трубопровод 5) можно использовать для потребителей технологической воды (например, испарительного охладителя 26, соединение не показано). Через трубопровод 6 сгущенный концентрат направляют в отстойник/распределительную камеру 7 для суспензии, где содержание воды в суспензии регулируют так, чтобы обеспечить регулирование температуры в устройстве 10 для обжига. Добавление воды выполняют через трубопровод 8.

Через трубопровод 9 суспензию подают в реактор 10, который выполнен в виде реактора с псевдооживленным слоем. Обожженные частицы, по меньшей мере частично, отводят через трубопровод 11 вместе с потоком отходящего газа и проводят в циклон 20. В нем более крупные частицы отделяют от потока газа и твердых веществ. Отходящий газ, выходящий из устройства 10 для обжига, содержит твердую фракцию, состоящую из мелких частиц продукта обжига.

Фракция газа и твердых веществ проходит через трубопровод 21 в два вторичных циклона 22, соединенных параллельно, где часть мелких частиц продукта обжига отделяют (более крупная фракция) от потока газа. Далее остающийся поток газа и твердых веществ проходит в испарительный охладитель 26 через трубопровод 23. В него подают охлаждающую среду через трубопровод 27. После этого поток газа проходит через трубопровод 28 в электростатический осадитель 30, куда для защиты изоляторов добавляют воздух через трубопровод 31. Отобранные частицы из вторичных циклонов 22 можно при необходимости пропускать через охладитель 60 продукта обжига через трубопроводы 24, 25 и оттуда направлять в бак 40 быстрого охлаждения через трубопровод 64. В случае когда вопросы размещения не позволяют, чтобы указанное выше соединение имело место, вторичные циклоны можно соединить с баком 40 быстрого охлаждения через трубопроводы 24, 25', 35, 35', 35" и 37, таким образом, обходя охладитель 60.

Альтернативно, в зависимости от содержания органического углерода в сливе вторичных циклонов

(трубопровод 24), вторичные циклоны можно соединить с дополнительным баком 43 быстрого охлаждения (показано пунктирной линией) через трубопроводы 24, 25', 35, 35', 35", 35\*, 35\*\* и 38. Отобранные частицы проходят через трубопровод 29, 35', 35", 37 из испарительного охладителя 26 в бак 40 быстрого охлаждения или через 29, 35', 35", 35\*, 35\*\*, 38 в дополнительный бак 43 быстрого охлаждения. Более того, частицы проходят через трубопроводы 36, 36' из электростатического осадителя 30 через трубопроводы 35", 37 в бак 40 быстрого охлаждения или в дополнительный бак 43 быстрого охлаждения через трубопроводы 35", 35\*, 35\*\*, в зависимости от типа выщелачивания ниже по потоку.

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 выполнено 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 14 воздуха, 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 14 воздуха или дополнительные нагнетатели. Пунктирная линия 18 показывает, что также можно отводить части частиц продукта обжига из псевдоожиженного слоя в устройство 10 для обжига. Предпочтительно отведение происходит через трубопровод на дне или сбоку реактора, более предпочтительно вблизи распределительной решетки с форсунками, используемой для однородного распределения газового потока 16. Назначением трубопровода 18 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 11, и, следовательно, должны разгружаться через трубопровод 18, который, возможно, выполнен в виде трубопровода нижнего потока, оборудованного устройством для разгрузки, в оборудовании ниже по потоку. Превышающие надлежащий размер частицы проходят в охладитель 60 продукта обжига через трубопровод 18. Однако, в зависимости от вопросов размещения, трубопровод 18 можно направить непосредственно в бак 40 быстрого охлаждения или в отдельный бак быстрого охлаждения (не показан).

Частицы, отделенные в циклоне 20, проводят через трубопровод 22 в систему 50 транспортировки твердых веществ, такую как уравнивательная емкость. Через трубопровод 51, нагнетатель 52 и трубопровод 53 воздух вводят на псевдоожижение по меньшей мере части частиц системы транспортировки твердых веществ. Твердые частицы транспортируют частично через трубопровод 54 обратно в устройство 10 для обжига, при этом другую часть частиц подают через трубопровод 55 в охладитель 60. В случае когда охладитель 60 выполнен в виде охладителя с псевдоожиженным слоем, воздух подают через трубопровод 61, нагнетатель 62 и трубопровод 63. Однако возможны другие конструкции охладителя.

Через трубопровод 64 частицы дополнительно подают в бак 40 быстрого охлаждения, в который также проходит трубопровод 37. Через трубопровод 41 добавляют охлаждающую воду так, чтобы охладить твердые вещества и получить перекачиваемую суспензию. Охлажденные частицы подают через трубопровод 42 в последующие технологические стадии, такие как выщелачивание цианидами.

Трубопровод 35\*, 35\*\*, показанный пунктирной линией трубопровод 38 показывают возможность направлять продукт обжига из оросительного охладителя и электростатического осадителя в отдельный бак 43 быстрого охлаждения. Через трубопровод 44 добавляют охлаждающую воду так, чтобы охладить твердые вещества и получить перекачиваемую суспензию. Охлажденные частицы подают через трубопровод 45 на последующие технологические стадии, такие как выщелачивание цианидами.

Дополнительные, показанные пунктирными линиями трубопроводы 71, 72 показывают возможность проводить частицы в мельницу 70 сухого размола продукта обжига. Частицы затем подают обратно в трубопровод 64 через трубопровод 72.

Дополнительные, показанные пунктирными линиями трубопроводы 73 и 75 показывают вариант проведения частиц через трубопровод 73 в устройство 74 мокрого измельчения и обратно через трубопровод 75 в трубопровод 42.

Если требуется (не показано), аналогичное устройство сухого измельчения и мокрого измельчения можно использовать до и после дополнительного бака 43 быстрого охлаждения соответственно.

Существенным является то, что в устройстве 2 отделения частиц более 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 окатышатель 91 и из него через трубопровод 92 в дополнительную буферную емкость 93. Оттуда трубопровод 94 поставляет окатыши в питающее устройство 95 и из него через трубопровод в систему 50 транспортировки твердых веществ устройства для обжига (гидравлический

затвор) или, альтернативно, непосредственно в устройство 10 для обжига, и более конкретно в нижнюю часть, в центр или 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 можно использовать фильтрат в качестве охлаждающей среды в испарительном охладителе через трубопроводы 113, 117 и 119. Также воду фильтрата можно подавать через трубопроводы 113, 117 и 118 в пруд/запруды 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/запруды или зона 120 для хвостов служат 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), то есть если они доступны 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 перемешают в суспензионный насос 125 через трубопровод 124 и оттуда в трубопровод 83' через трубопровод 126. Следовательно, работу можно выполнять со "свежей загрузкой" мелких частиц, полученных в устройстве 2 отделения частиц или с уже отделенными мелкими частицами, поступающими из пруда, запруды или зоны 120 для хвостов.

На фиг. 1 показано отделение частиц перед подачей их в устройство для обжига на соответствующей стадии только в качестве мелких частиц. Также показано использование мелких частиц, присутствующих в виде хвостов. Однако этот вариант требует оборудования для обезвоживания мелких частиц.

На фиг. 2 показана аналогичная конструкция для отделения, окатывания и подачи в устройство для обжига мелких частиц продукта обжига, которые отделяют, возможно, из вторичных циклонов 22, из испарительного охладителя 26, а также частиц, собранных горячим электростатическим осадителем 30. Частицы концентрата, которые не подвергаются отделению, поступают в систему через трубопровод 3 и ступитель 4. Отобранные твердые вещества из вторичных циклонов 22 перемешают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или другой тип охладителя) через трубопроводы 24, 25', 35, 35', 35", 35\*, 35\*\*, 131.

Следует отметить, что обычно мелкие частицы продукта обжига, отделенные из вторичных циклонов, являются более крупными, чем остаток мелких частиц продукта обжига, и содержат меньше органического углерода, таким образом, потенциально обеспечивая разгрузку потока продукта через трубопроводы 24, 25. Твердые вещества из испарительного охладителя 26 перемешают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или другой тип охладителя) через трубопроводы 29, 35', 35", 35\*, 35\*\*, 131. Твердые вещества электростатического осадителя перемешают во вращающийся барабанный охладитель 130 (или другой тип охладителя) через трубопроводы 36, 36', 35\*, 35\*\*, 131.

Оттуда частицы перемешают в конвейерную систему 133 через трубопровод 132 и затем 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 питающее устройство 95 и из него через трубопровод 96 в систему 50 транспортировки твердых веществ устройства для обжига (гидравлический затвор) или, альтернативно, непосредственно в устройство 10 для обжига, и более конкретно в нижнюю часть, центр или в верхнюю часть реактора. Так, также возможно, что часть или все частицы, полученные из вторичных циклонов 22, испарительного охладителя 26 и электростатического осадителя 30, можно не рециркулировать в устройство 10 для обжига через трубопроводы 25, 37, или 38, например, из соображений, связанных с тепловым балансом, например из-за того, что тепловорная способность подаваемых частиц концентрата, поступающих в систему через трубопровод 3, ниже ожидаемой.

На фиг. 3 представлено сочетание отделения частиц концентрата перед подачей их в устройство для обжига на соответствующую стадию в качестве мелких частиц и сбора мелких частиц из отходящего потока газа в качестве мелких частиц продукта обжига. Оба типа частиц окатывают в окатывателе 91. Однако здесь, в этом воплощении также используют обезвоживающее устройство 84. Как мелкие частицы, так и мелкие частицы продукта обжига из вторичных циклонов 22, испарительного охладителя 26 и электростатического осадителя 30 поступают в буферную емкость 86 после того, как их обрабатывают в обо-

рудования 130, 133, как обсуждали в случае воплощения фиг. 2. Смешивание мелких частиц и мелких частиц продукта обжига может происходить в буферной емкости 86 или, если их хранят в отдельных отделениях буферной емкости 86, в окатывателе 91. Смесь мелких частиц и мелких частиц продукта обжига затем обрабатывают посредством оборудования 91, 93, 95 перед поступлением в устройство 10 для обжига или в систему 50 транспортировки твердых веществ, как также обсуждали для воплощений фиг. 1 и фиг. 2 в приведенных выше абзацах.

На фиг. 4 представлено другое сочетание отделения частиц концентрата перед подачей их в устройство для обжига на соответствующую стадию в качестве мелких частиц и сбора мелких частиц из отходящего потока газа в виде мелких частиц продукта обжига. Оба типа частиц окатывают в окатывателе 91. В отличие от фиг. 3, мелкие частицы, получаемые из свежих частиц концентрата или хвостов, не обезвоживают. После насоса 80 (обработка "свежих" частиц концентрата) и насоса 125 (обработка хвостов) мелкие частицы подают в форме перекачиваемой суспензии или пасты в окатыватель 91. Мелкие частицы продукта обжига (возможно, получаемые из вторичных циклонов 22, испарительного охладителя 26 и электростатического осадителя 30) поступают в окатыватель 91 после того, как они были обработаны в оборудовании 130, 133, 86 и 85, как обсуждали в случае воплощения фиг. 2.

Следовательно, мелкие частицы и мелкие частицы продукта обжига смешивают в окатывателе 91 с образованием окатышей. Так как мелкие частицы поступают в окатыватель в форме перекачиваемой суспензии/пасты, а мелкие частицы продукта обжига в сухой форме, требуемой влажности можно достичь посредством смешивания этих двух компонентов. Любое дополнительное добавление жидкого увлажнителя/связующего в окатыватель 91 может затем происходить через трубопровод 115'. Из окатывателя 91 окатыши перемещают через трубопровод 94 в питающее устройство 95 и из него через трубопровод 96 в систему 50 транспортировки твердых веществ устройства для обжига (гидравлический затвор) или, альтернативно, непосредственно в устройство 10 для обжига, и более конкретно в нижнюю часть, центр или верхнюю часть реактора. Устройство 2 отделения и связанный с ним насос 80 представлены здесь пунктирной линией, так как получаемая влажность потока 82 обычно является высокой, что, возможно, приводит к слишком большому потоку мелких частиц продукта обжига, требуемому в окатывателе для получения необходимого значения влажности окатывания.

Напротив, влажность мелких частиц, поступающих из пруда/запруды или зоны 120, обычно ниже, и ее можно регулировать посредством добавления 123 воды в репульпатор 91 с получением требуемого значения влажности при смешивании с мелкими частицами продукта обжига. Таким образом, репульпатор 122 обозначен здесь сплошной линией.

На фиг. 5 представлено другое воплощение отделения, окатывания и загрузки в устройство для обжига мелких частиц продукта обжига, которые отделяют, возможно, из вторичных циклонов 22, из испарительного охладителя 26, а также частиц, собранных горячим электростатическим осадителем 30. Оно отличается от воплощения фиг. 2 тем, что в нем обеспечивают использование ранее полученных мелких частиц концентрата (мелких частиц), то есть хвостов, которые были получены в предшествующий момент времени из установленного устройства 2 отделения частиц (показанного пунктирной линией), в котором был обработан поток частиц концентрата.

Хвосты используют так, что они выходят из пруда/запруды или зоны 120 для хвостов через трубопровод 121 и, возможно, поступают в репульпатор 122 в случае, когда они находятся не в виде перекачиваемой суспензии/пасты, но в виде не поддающейся перекачке пасты. Через трубопровод 123 добавляют воду в репульпатор 122, который может быть, например, смесителем с высоким усилием сдвига. Репульпированные хвосты выходят из репульпатора через трубопровод 124 и поступают в насос 125.

Оттуда хвосты перемещают в сгуститель 4, где их смешивают с частицами концентрата, поступающими через трубопровод 3. Альтернативно репульпированные хвосты перемещают из насоса 125 в отстойник/распределительную камеру 7 для суспензии через трубопроводы 126 и 127 и смешивают с частицами концентрата, поступающими из того же оборудования через трубопровод 6.

Пример.

Золотосодержащий концентрат с высоким содержанием углерода выше 1 мас.% подают в систему согласно фиг. 5. Частицы концентрата со средним размером 50 мкм были поданы в устройство отделения в течение предшествующей работы, что привело к образованию пруда/запруды или зоны, заполненной мелкими частицами, которые присутствуют в виде хвостов. В течение работы устройства для отделения 5-50% загрузки частиц концентрата были направлены в пруд/запруды или на хранение, что приводит к потере золота в количестве 3-20 г/т сухих твердых веществ. Содержание органического углерода в отделенных мелких частицах составляет вплоть до 20 мас.%.

Мелкие частицы (хвосты) сушили частично в пруду/запруды или зоне и репульпировали посредством репульпатора до перекачиваемой суспензии. Мелкие частицы закачивают в сгуститель, где их смешивают с поступающим потоком частиц концентрата, учитывая, что устройство отделения частиц больше не работает.

После прохода устройства для обжига от 10 до 90 мас.% всего продукта обжига отводят во фракцию газа и твердого вещества. Мелкие частицы, выходящие из вторичных циклонов, имеют небольшое содержание органического углерода, и их выгружают в виде продукта через охладитель и бак

быстрого охлаждения. После охлаждения фракции газа и твердых веществ до температуры 350°C дополнительные мелкие частицы продукта обжига отводят в охладитель и электростатический осадитель. Эти мелкие частицы продукта обжига подают в окатыватель периодического действия, для которого периодические фазы составляют менее 1 ч, обычно в интервале 15 мин. Оптимальный размер частиц после окатывания составляет от 100 до 500 мкм для 60-100 мас.% окатышей. Таким образом, можно уменьшить содержание углерода в устройстве для обжига и в конечном потоке продукта обжига, проходящем на последующие технологические стадии, до значения, близкого, к 0, в частности <0,1 мас.%.

Список обозначений:

- 1 - трубопровод;
- 2 - устройство отделения частиц;
- 3 - трубопровод;
- 4 - сгуститель;
- 5, 6 - трубопровод;
- 7 - отстойник/распределительная камера;
- 8, 9 - трубопровод;
- 10 - устройство для обжига;
- 11-13 - трубопровод;
- 14 - нагнетатель воздуха;
- 15-17 - 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 - бак быстрого охлаждения;
- 41, 42 - трубопровод;
- 43 - бак быстрого охлаждения;
- 44, 45 - трубопровод;
- 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 - дозирующий(е) бункер(ы);
- 90 - трубопровод;
- 91 - окатыватель;
- 92 - трубопровод;
- 93 - буферная емкость;
- 94 - трубопровод;
- 95 - питающее 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, 127 - трубопровод;
- 130 - охладитель;
- 131, 132 - трубопровод;
- 133 - конвейерная система;
- 134 - трубопровод.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обжига золотосодержащего сульфидного концентрата, в котором частицы концентрата с содержанием углерода более 0,5 мас.% подают в устройство для обжига, где их термически обрабатывают при температуре в интервале от 500 до 1000°C в псевдооживленном 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 мелкие частицы и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига преобразуют в окатыши, посредством чего по меньшей мере 80% окатышей имеют 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 и/или по меньшей мере часть мелких частиц продукта обжига преобразуют в окатыши посредством смешивания с жидким связующим с образованием окатышей.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что золотосодержащий концентрат сульфида металла содержит по меньшей мере 10 г/т золота, и/или имеет средний диаметр частиц по меньшей мере 5 мкм, и/или образован из золотосодержащей сульфидной руды, которая содержит по меньшей мере 0,5 г/т золота.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что количество органического углерода в частицах сульфидного концентрата составляет от 0,5 до 15 мас.%, и/или количество органического углерода в мелких частицах составляет 0,25-20 от количества органического углерода в частицах концентрата, и/или количество органического углерода в мелких частицах продукта обжига, рециркулируемых в устройство для обжига после окатыwania, составляет более 0,3 мас.%, и/или содержание органического углерода в частицах готового продукта обжига, направляемого на последующие технологические стадии, например на выщелачивание, составляет менее 0,3 мас.%.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие частицы обезвоживают до содержания воды менее 20 мас.%.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что окатывание проводят в периодическом режиме.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что жидкое связующее содержит воду или водный раствор, содержащий сульфаты, и/или кислоту в низкой концентрации.

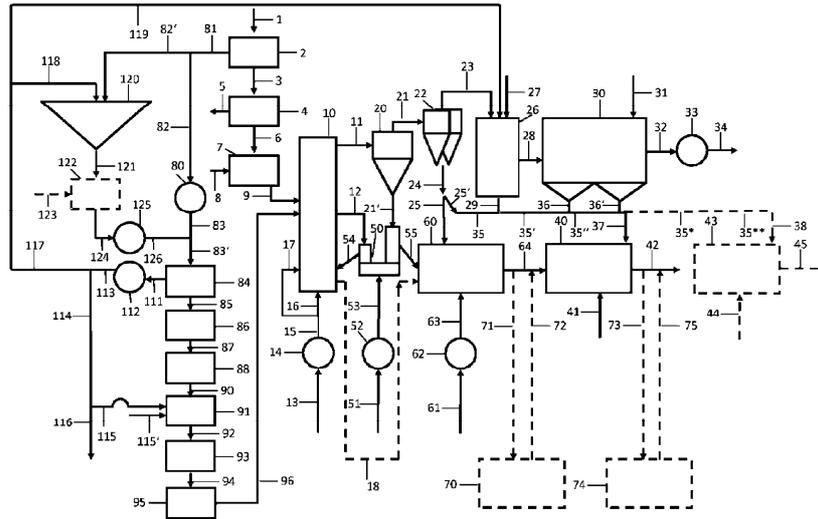
8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что на окатывание в качестве твердого связующего подают пыль со средним диаметром 5-100 мкм и содержанием сульфата выше 1 мас.%.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что время периода окатыwania составляет менее 1 ч.

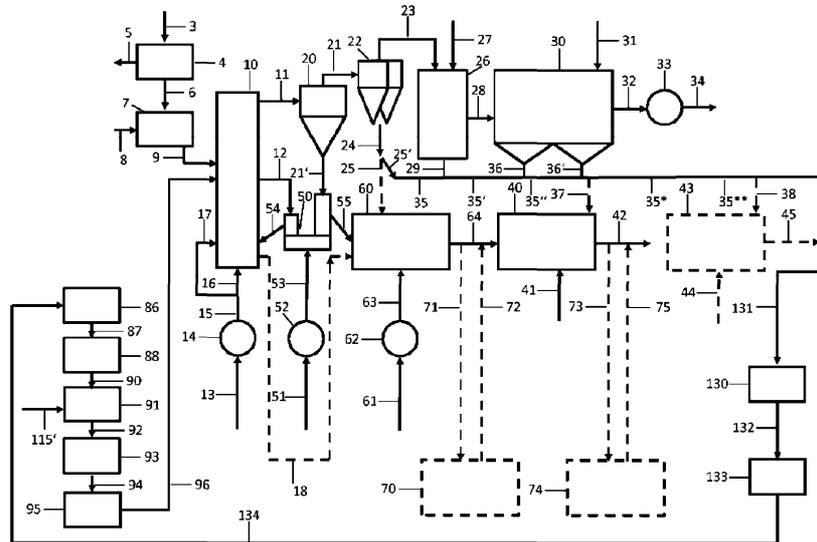
10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что окатыши подают в устройство для обжига при содержании воды менее 20 мас.%.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что частицы продукта обжига размалывают или дробят.

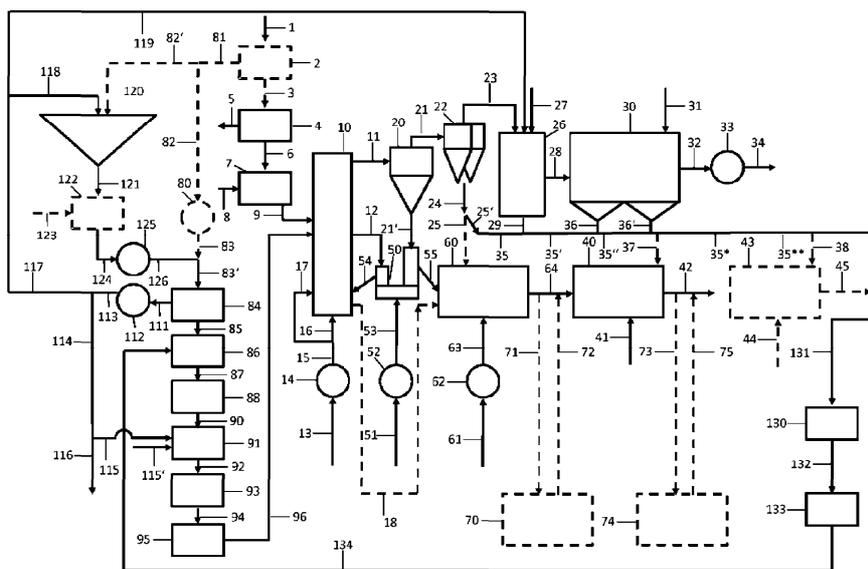
12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мелкие подаваемые частицы и/или мелкие частицы продукта обжига обрабатывают в условиях обработки продукта обжига из установки биологического окисления (БИОК) или установки окисления под давлением (ОКД).



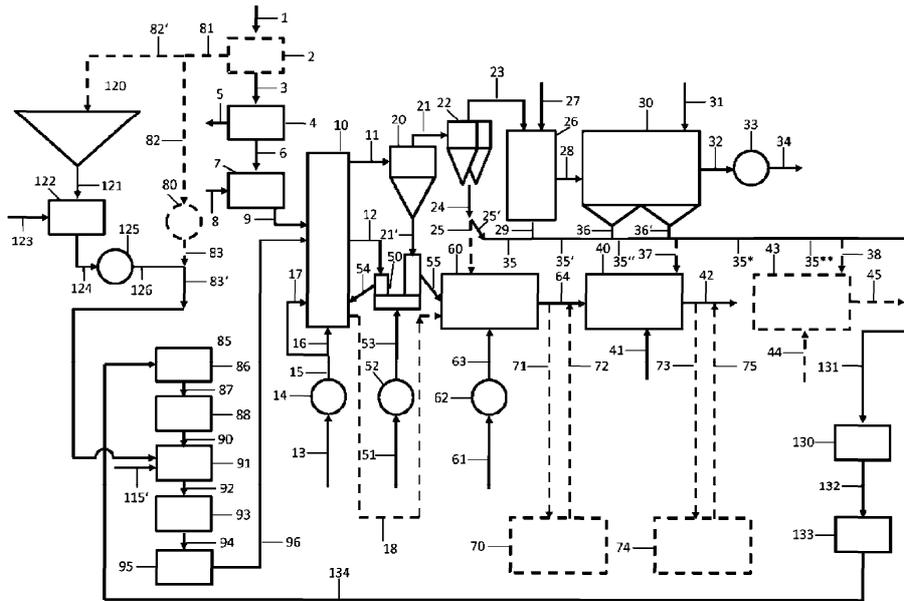
Фиг. 1



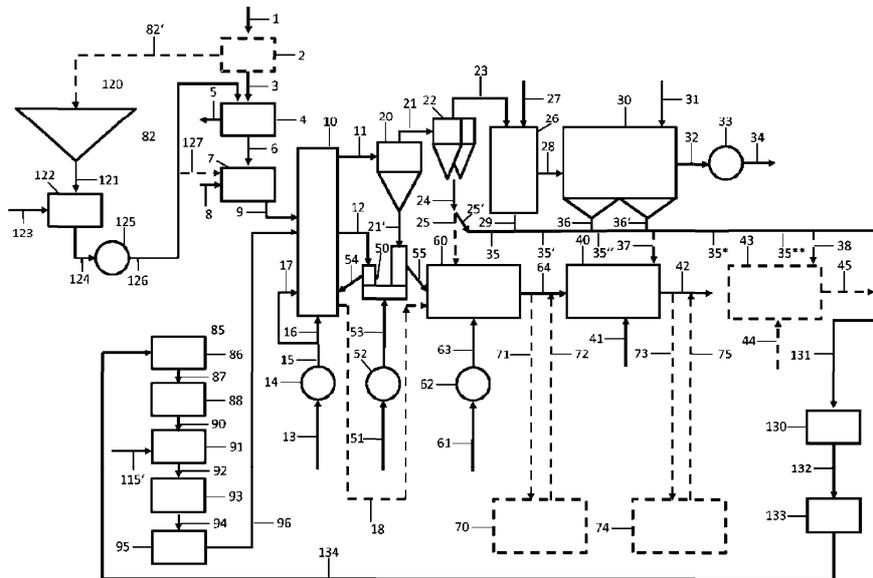
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПО

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