

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037686**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.04

(21) Номер заявки
201891531

(22) Дата подачи заявки
2016.12.28

(51) Int. Cl. **B01J 8/18** (2006.01)
B01J 8/22 (2006.01)
C01B 17/52 (2006.01)
C01B 17/54 (2006.01)
C22B 1/10 (2006.01)
C22B 3/20 (2006.01)
C22B 3/00 (2006.01)
F23C 10/10 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСТАТКА ОТ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА

(31) **10 2016 101 362.5**

(32) **2016.01.26**

(33) **DE**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/EP2016/082772**

(87) **WO 2017/129341 2017.08.03**

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

(56) US-A-3941867
US-A-4415540
US-A-2785050
US-A-2789034
EP-A2-0508542
US-A-5783158
US-A1-2006230879
US-A1-2003198584
US-A-4670237
WO-A1-2011076995

(72) Изобретатель:
**Гюнтнер Йохан, Вробель Маций,
Штурм Петер, Хаммершмидт Йёрг,
Харитос Александрос (DE)**

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

(57) Данное изобретение описывает способ утилизации содержащего от 30 до 60 мас.% элементной серы остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего металлического концентрата. В данном способе остаток от выщелачивания подают в реактор (20), куда вводят оживающий газ с образованием псевдооживающего слоя, содержащего по меньшей мере часть остатка от выщелачивания, и в котором остаток от выщелачивания нагревают в присутствии инертных частиц, представляющих собой частицы SiO₂, до температуры от 600 до 900°C в окислительной атмосфере с получением обожженных частиц и SO₂, который затем используют для производства серной кислоты. По меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают из псевдооживающего слоя через выпускной трубопровод (22) для извлечения инертных частиц из псевдооживающего слоя, а по меньшей мере 60 мас.% обожженных частиц извлекают вместе с потоком газа, содержащим отходящие газы и оживающий газ, через отводящий трубопровод (21) для обожженных частиц, полученных из остатка для выщелачивания, совместно с отходящим газом из реактора (20), при этом диаметр по меньшей мере 70 мас. % обожженных частиц составляет менее 60 мкм и/или диаметр по меньшей мере 70 мас.% инертных частиц составляет от 0,05 до 3 мм, среднее время пребывания остатка от выщелачивания в реакторе составляет от 20 до 200 мин и скорость оживающего газа на входе составляет от 0,2 до 2 м/с.

037686 B1

037686 B1

Данное изобретение относится к способу и устройству для обработки остатка от выщелачивания, образованного при выщелачивании серосодержащих металлических концентратов, в которых остаток от выщелачивания подают в реактор, куда вводят оживающий газ, с получением псевдооживленного слоя, содержащего по меньшей мере часть остатка от выщелачивания, в котором остаток от выщелачивания нагревают в присутствии инертных частиц до температуры от 600 до 900°C в окислительной атмосфере, с получением обожженных частиц и SO₂.

Прямое выщелачивание сернистого цинкового концентрата является общепринятой применяемой технологией производства цинка. В данном способе образуется значительное количество элементарной серы, которую в настоящее время направляют в отвалы из-за недостатка проверенных решений по ее обработке. Ввиду загрязнения полиметаллами и плохой устойчивости к выщелачиванию становится все труднее получить разрешение компетентных органов на долговременное размещение в отвалах этих серосодержащих отходов.

Типичный состав остатка в сухом состоянии является следующим:

Компонент	Диапазон	Предпочтительный диапазон
Общее содержание S	40-70 % масс.	45-65 % масс.
Элементарная S	30-60 % масс.	35-55 % масс.
Pb	1-20 % масс.	2-15 % масс.
Fe	3-20 % масс.	5-15 % масс.
SiO ₂	3-20 % масс.	5-15 % масс.
Zn	0,1-10 % масс.	1-5 % масс.
Ag	100-1000 г/т	200-600 г/т

Данный состав взят за основу и для данного изобретения. Серу сжигают до SO₂, содержащиеся в материале негорючие вещества отделяют в виде твердого продукта, состоящего в основном из оксида кремния, свинца, цинка и железа, а также содержащего до 0,1 мас.% серебра. Данный способ позволяет провести утилизацию твердого продукта, а именно продукта обжига Fe и Pb, в плавильной печи для свинца, извлечь серебро, а также получить пар и серную кислоту.

Для дальнейшей утилизации металлических соединений, особенно серебра, необходимо сжечь содержащуюся серу до SO₂. Такой обжиг проводят, например, в псевдооживленном слое, например, как это предложено в WO 2011/076995. В этом случае содержащий серу остаток от выщелачивания или его часть направляют на обработку в псевдооживленном слое, при которой остаток сжигают до диоксида серы и извлекают содержащиеся в остатке от выщелачивания представляющие ценность металлы. Чтобы избежать агломерации в псевдооживленный слой добавляют песок.

Однако впоследствии бывает трудно отделить частицы песка от соединений представляющих ценность металлов.

Таким образом, целью данного изобретения является обеспечение способа и соответствующего устройства для обжига серосодержащих остатков от выщелачивания и в то же время сведение к минимуму агломерации, а также обеспечение полного разделения обожженного материала.

Эту проблему решают с помощью способа по п.1 формулы изобретения, в котором предложен способ утилизации содержащего от 30 до 60 мас.% элементарной серы остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего металлического концентрата, в котором остаток от выщелачивания подают в реактор (20), куда вводят оживающий газ с образованием псевдооживленного слоя, содержащего по меньшей мере часть остатка от выщелачивания, и в котором остаток от выщелачивания нагревают в присутствии инертных частиц, представляющих собой частицы SiO₂, до температуры от 600 до 900°C в окислительной атмосфере с получением обожженных частиц и SO₂, который затем используют для производства серной кислоты,

причем по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают из псевдооживленного слоя через выпускной трубопровод (22) для извлечения инертных частиц из псевдооживленного слоя, а по меньшей мере 60 мас.% обожженных частиц извлекают вместе с потоком газа, содержащим отходящие газы и оживающий газ, через отводящий трубопровод (21) для обожженных частиц, полученных из остатка для выщелачивания, совместно с отходящим газом из реактора (20),

при этом диаметр по меньшей мере 70 мас.% обожженных частиц составляет менее 60 мкм и/или диаметр по меньшей мере 70 мас.% инертных частиц составляет от 0,05 до 3 мм, среднее время пребывания остатка от выщелачивания в реакторе составляет от 20 до 200 мин, скорость оживающего газа на входе составляет от 0,2 до 2 м/с.

Остаток от выщелачивания, образованный при выщелачивании серосодержащего концентрата, предпочтительно концентрата цветных металлов, направляют в реактор. Там остаток и инертные частицы приводят в псевдооживленное состояние посредством оживающего газа, который вводят из по меньшей мере одного сопла, предпочтительно из сопловой решетки реактора. Таким образом получают псевдооживленный слой, работающий при температурах от 500 до 900°C, предпочтительно от 600 до 900°C, наиболее предпочтительно от 650 до 850°C, в окислительной атмосфере, с получением обожженных частиц и SO₂. По истечении конкретного времени пребывания обожженные частицы, полученные из остатка

от выщелачивания, извлекают из реактора после проведения соответствующих химических реакций.

Наиболее важно, что псевдоожиженный слой разработан так, что по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.% инертных частиц (независимо от доли извлеченных обожженных частиц) извлекают из псевдоожиженного слоя, в то время как по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.%, обожженных частиц (независимо от доли извлеченных инертных частиц) извлекают вместе с потоком газа, содержащим отходящие газы и оживающий газ. Этот эффект может быть достигнут за счет различных параметров, которые чувствительны к соответствующим минимальным скоростям оживаения инертных и обожженных частиц, таких как диаметры и плотности частиц.

Таким образом, различные частицы разделяют уже в реакторе с псевдоожиженным слоем, в результате чего нет необходимости в дополнительном разделении частиц. Поднимая обожженные частицы выше уровня псевдоожиженного слоя, можно извлечь по меньшей мере основную часть обожженных частиц без какого-либо дополнительного инертного материала.

Кроме того, указанное является предпочтительным во время работы по следующей причине. Если все частицы слипнутся друг с другом, то агломераты будут иметь более высокий эффективный размер частиц, более высокую массу и, следовательно, будут тонуть в псевдоожиженном слое. В нижней части псевдоожиженного слоя инертные частицы из-за их повышенной концентрации предотвращают спекание уже слипшихся обожженных частиц, как это хорошо известно из способов существующего уровня техники.

Кроме того, подъем обожженных частиц над псевдоожиженным слоем приводит к более однородной реакции кислорода, содержащегося в оживающем газе, и серы, находящейся в остатке. Это происходит, поскольку концентрация кислорода является максимальной во внутреннем контуре, в то время как концентрация серы меняется в прямо противоположной тенденции, то есть является минимальной или равной нулю во внутреннем контуре, является более высокой в первой зоне и наиболее высокой во второй зоне из-за концентрации частиц остатка. В результате более однородного окисления серы исключается образования мест локального перегрева, которые являются основной причиной спекания. В данном изобретении инертные вещества, предпочтительно находящиеся в особенно высокой концентрации вблизи дна, работают как некая форма изолирующего слоя, в то время как термин "инертный" используют для описания вещества, которое обычно не является реакционно-способным в ходе частичного обжига.

Предпочтительно, что отличительной особенностью заявленного способа являются две зоны, расположенные друг над другом по высоте реакторов. В этом случае по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.% инертных частиц (независимо от доли обожженных частиц) находятся в первой зоне псевдоожиженного слоя, в то время как по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.% частиц остатка или частиц обожженного остатка (независимо от доли инертных частиц) находятся во второй зоне, расположенной над первой зоной. Образование этих двух зон происходит в ходе установившейся работы реактора и становится особенно очевидным при линейном снижении подачи оживающего газа (при контролируемых отключениях или плановых остановках).

Мелкие частицы, находящиеся в первой зоне, извлекают из псевдоожиженного слоя, в то время как мелкие частицы из второй зоны извлекают вместе с потоком газа, содержащим отходящие газы и оживающий газ. Существование этих различных зон можно регулировать с помощью различных параметров или различных плотностей частиц остатка и/или инертных частиц, так как диаметры и плотности частиц чувствительны к соответствующим минимальным скоростям оживаения. Более того, образование этих двух зон становится более очевидным при линейном снижении подачи оживающего газа в реактор, что приводит к "безопасному", с точки зрения возможности спекания, кратковременному или длительному отключению реактора, как это разъяснено ниже.

Дополнительно такой режим работы защищает реактор от спекания в ходе плановых или непредвиденных остановок в работе. Постепенное снижение подачи оживающего газа приводит к более выраженному образованию двух зон псевдооживаения, так как требования к протеканию реакции приближаются к минимальной скорости оживаения инертных частиц или не соответствуют ей (в ходе линейного снижения подачи оживающего газа), при том что все еще требуется скорость выше соответствующей минимальной скорости оживаения частиц остатка/обожженных частиц. Дополнительное снижение подачи газа до момента, когда инертные частицы более не оживаются, с последующим резким прекращением подачи оживающего газа приводит к останову, при котором первая зона содержит максимально возможное количество инертных частиц (выше, чем при установившейся работе), так что в период, когда реактор не работает, спекание происходит не может. Более того, возможность спекания в реакторе при запуске также сведена к минимуму вблизи части сопел, направленных в первую зону, в которой содержание инертных веществ является максимальным. Любые процессы спекания, происходящие во вторых зонах, являются обратимыми во время запуска из-за момента инерции и происходящего вследствие него движения в первой зоне.

Другой вариант данного изобретения заключается в том, что по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.% инертных частиц (независимо от доли обожжен-

ных частиц) и по меньшей мере 60 мас.%, предпочтительно 80 мас.%, наиболее предпочтительно 90 мас.% остатка от выщелачивания и/или обожженных частиц (независимо от доли инертных частиц) находятся в общей зоне смешивания. Предпочтительно они смешаны однородно. Тем самым достигают разбавления остатка, в результате чего предотвращают агломерацию.

Предпочтительно диаметр по меньшей мере 70 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 80 мас.% обожженных частиц составляет менее 60 мкм, или диаметр по меньшей мере 70 мас.%, предпочтительно 80 мас.% инертных частиц составляет от 0,05 до 3 мм, предпочтительно от 0,1 до 2 мм. Таким образом, возможно раздельное извлечение. Кроме того, указанные последними величины представляют собой типичный размер обожженных частиц SiO_2 в форме песка, поэтому не требуется никакой их дополнительной предварительной обработки.

Особенно экономически эффективным является использование частиц SiO_2 в качестве инертных частиц, так как песок дешев, всегда доступен и удобен в обращении. Кроме того, как указано выше, SiO_2 содержится также в типичном остатке от выщелачивания.

Кроме того, в предпочтительном техническом решении заявленного изобретения используют от 0,01 до 1 т инертного материала, предпочтительно песка, на тонну высушенного остатка от выщелачивания. Таким образом, можно добиться того, чтобы введенный остаток от выщелачивания не достигает дна реактора, а сгорает в верхней части слоя, и его перемещают оттуда в виде обожженных частиц с помощью потока отходящего газа.

Кроме того, среднее время пребывания материала, подаваемого в виде остатка от выщелачивания и извлекаемого в виде обожженных частиц, составляет от 20 до 200 мин, предпочтительно от 30 до 180 мин. При этом можно провести полный цикл.

Среднее время пребывания инертных частиц составляет несколько часов, предпочтительно от 2 до 10 ч, наиболее предпочтительно от 3 до 7 ч, поэтому этот поток твердого вещества можно поддерживать на низком уровне.

Предпочтительно скорость ожигающего газа на входе составляет от 0,2 до 2 м/с, предпочтительно от 0,5 до 1,5 м/с. Благодаря этому параметру возможно, чтобы после сушки и/или уменьшения содержания серы в обожженных частицах эти частицы поднимались выше второй зоны в так называемую зону свободного пространства. Оттуда частицы можно извлечь вместе с потоком ожигающего газа и отделить, например, с помощью циклона. Скорость ожигания в том смысле, в каком ее понимают в данном изобретении, представляет собой скорость газовой фазы, генерируемую в печи в рабочих условиях в сравнении со скоростью в пустой печи.

Окислительную атмосферу предпочтительно регулируют так, что для обеспечения полного цикла коэффициент λ избытка кислорода в топливно-кислородной смеси (определяемый как отношение массового потока кислорода, поступающего в печь с псевдоожигенным слоем, к минимальному количеству кислорода, необходимому для достижения полного стехиометрического сжигания введенного серосодержащего остатка) составляет от 1,1 до 1,8, предпочтительно от 1,1 до 1,5, наиболее предпочтительно от 1,3 до 1,5. Таким образом, в качестве ожигающего газа предложено использовать воздух или обогащенный кислородом воздух, так как воздух является дешевым источником кислорода, необходимого для полного сжигания серы. Однако в качестве ожигающего газа можно использовать азот или любой другой инертный газ, при этом газ, содержащий кислород, вводят отдельно.

Серный остаток, как правило, доступен в виде кека на фильтре. Чтобы равномерно подавать такой материал в реактор, предложено смешивать этот материал с водой, предпочтительно с помощью интенсивной мешалки, для разрушения комков или агломератов. В таком случае содержание твердого вещества регулируют от 30 до 65 мас.% в зависимости от содержания негорючих веществ в остатке.

Кроме того, можно также смешивать остаток от выщелачивания с любым инертным материалом, предпочтительно с инертным материалом, применяемым в псевдоожигенном слое, причем наиболее предпочтительно, когда к остатку подмешивают и материал, уже использованный в псевдоожигенном слое. При этом можно формировать гранулы и подавать в реактор остаток в форме более гомогенизированных частиц. В результате легче регулировать такие параметры псевдоожигения, как скорость ожигания, так что большую часть обожженных частиц можно извлекать вместе с потоком отходящего газа. Кроме того, этот вариант дополнительно имеет преимущество, состоящее в производстве в большем количестве пара из отходящих газов, так как к материалу сырья не добавляют воды. В итоге улучшается энергетический баланс в целом.

Предпочтительно также разделять частицы, извлеченные из псевдоожигенного слоя, на инертные и обожженные частицы, чтобы иметь возможность регенерировать представляющие ценность соединения металлов, извлеченные совместно с инертными частицами.

В данном изобретении предпочтительно также использовать на этой стадии разделения измельчитель для разрушения конгломератов из обожженного и инертного материала для оптимизации способа и достижения более хорошего разделения.

Кроме того, предпочтительно также отделять частицы из второй зоны от отходящих газов, чтобы можно было охладить частицы и улучшить энергопотребление способа путем рекуперации по меньшей мере части энергии частиц. Отходящие газы направляют в камеру дожигания, в бойлер на очистку горя-

чих газов, а также на стадию мокрой очистки газа.

Как уже упоминали, энергетический баланс способа можно оптимизировать путем рекуперации энергии, полученной при охлаждении инертных частиц, а также при охлаждении обожженных частиц. При этом инертные и/или обожженные частицы охлаждают, предварительно нагревая поток газа, и предварительно нагретый поток газа возвращают рециклом на стадию способа, предшествующую реактору, предпочтительно в смеситель для гранул и/или в сам реактор. Наиболее предпочтительно охлаждение инертных и/или обожженных частиц можно применять для предварительного нагревания оживающего газа и/или источника кислорода.

Кроме того, данное изобретение относится к применению устройства, отличительные особенности которого приведены в п.11 формулы изобретения.

Применение устройства для утилизации содержащего от 30 до 60 мас.% элементной серы остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего концентрата цветных металлов, способом по любому из пп.1-10, включает применение устройства, которое содержит емкость (10) для смешивания для образования суспензии или гранул из остатков, реактор (20) с по меньшей мере одним трубопроводом (13) для подачи суспензии или трубопровод (19) для подачи гранул для обработки остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего концентрата цветных металлов, в реактор (20), подающий трубопровод (23) для подачи оживающего газа в реактор (20), по меньшей мере один отводящий трубопровод (21) для извлечения обожженных частиц, полученных из остатка от выщелачивания, совместно с отходящим газом из реактора (20) в циклон (30) и выпускной трубопровод (22) для извлечения инертных частиц из псевдооживленного слоя, в котором выпускной трубопровод (22) расположен так, что по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают через указанный выпускной трубопровод (22), отличается тем, что первый охладитель (50b) соединен с выпускным трубопроводом (22) для инертных частиц, а второй охладитель (50a) соединен с циклоном (30), при этом обожженные частицы отделяют от отходящего газа.

Такое устройство для обработки остатка от выщелачивания, образованного при выщелачивании серосодержащих концентратов, предпочтительно концентратов цветных металлов, включает емкость для смешивания для получения из указанных остатков суспензии. Альтернативно, остаток от выщелачивания обрабатывают совместно с инертным материалом/песком в высокоинтенсивном смесителе с получением гранул. Кроме того, оно включает реактор, в котором в ходе работы образуется псевдооживленный слой.

Особенностями реактора является

по меньшей мере один подающий трубопровод для подачи остатка в реактор с по меньшей мере одним трубопроводом для подачи на обработку в реактор остатка от выщелачивания, полученного при выщелачивании серосодержащего концентрата цветных металлов;

трубопровод для подачи в реактор оживающего газа;

по меньшей мере одна отводящая линия для извлечения обожженных частиц, полученных из остатка от выщелачивания совместно с отходящим из реактора газом и с выпускной линией для извлечения инертных частиц из псевдооживленного слоя,

при этом указанная выпускная линия расположена так, что по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают по этой выпускной линии.

При такой конструкции исключают агломерацию в реакторе, при этом обожженные частицы извлекают без существенного перемешивания их с инертными частицами, предпочтительно по меньшей мере 10 мас.% инертных частиц захватываются отходящим газом вместе с обожженными частицами. Кроме того, устройство по данному изобретению снабжено по меньшей мере одним подающим устройством для перемещения суспензии или гранул в реактор.

В одном из предпочтительных воплощений данного изобретения оживающий газ подают в реактор с псевдооживленным слоем в так называемую сопловую решетку, то есть пластину, содержащую сопла с плотностью от 1 до 300 отверстий на квадратный метр площади печи. Сопла могут быть нескольких типов, включая следующие:

(i) не выступающие из сопловой решетки и имеющие одно отверстие, направленное вверх;

(ii) выступающие над стволом сопел, имеющим одно или более отверстий, расположенных под углом от 0 до 180°; и

(iii) такие же по конструкции сопла, как в последнем случае, имеющие в качестве дополнительной особенности колпачок для дополнительной защиты от забивания отверстий.

Предпочтительно устройство также отличается наличием первого охладителя, соединенного с выпускным отверстием для инертных частиц, и второго охладителя, соединенного с циклоном, в котором обожженные частицы отделяют от отходящего газа, для раздельного обращения с обоими видами частиц.

Дополнительные разработки, преимущества и возможные применения данного изобретения можно также понять из последующего описания чертежей. Все особенности, описанные и/или проиллюстрированные, образуют объект данного изобретения сами по себе или в любом сочетании, независимо от их включения в формулу изобретения или обратных ссылок на них.

На фиг. 1 схематически представлен способ по данному изобретению с использованием суспензии.

На фиг. 2 схематически представлен способ по данному изобретению с использованием гранул.

На фиг. 1 показана емкость 10 для суспензии, которую по трубопроводу 11 заполняют серосодержащим остатком, образованным в процессе прямого выщелачивания. Серосодержащий остаток чаще всего доступен в виде кека с фильтра. Данный материал смешивают с водой, поступающей по трубопроводу 12, с помощью интенсивной мешалки для разрушения комков и агломератов. Содержание твердого вещества регулируют от 30 до 65 мас.% в зависимости от содержания негорючих веществ в серосодержащем остатке.

Суспензию вводят в реактор 20 с псевдоожиженным слоем по трубопроводу 13. Реактор 20 с псевдоожиженным слоем содержит слой псевдоожиженного песка. Песок служит двум целям, а именно, во-первых, обеспечивает стабильный слой псевдоожиженных твердых частиц, в который можно ввести серосодержащий остаток и в котором должны протекать все реакции, и, во-вторых, предотвращает спекание негорючих веществ посредством разделения индивидуальных зерен $PbSO_4/PbO$.

Псевдоожиженный песчаный слой в реакторе 20 с псевдоожиженным слоем содержит негорючие соединения из введенного серосодержащего остатка, в основном в верхней части слоя, а нижняя его часть в значительной степени обеднена негорючими веществами. Процесс сжигания/обжига проводят таким образом, что введенная суспензия однородно распределяется по псевдоожиженному песчаному слою. Большая часть введенного материала не достигает дна печи, а сгорает в верхней части слоя. Скорость псевдоожижения регулируют так, что большая часть очень мелких частиц негорючих веществ ($x_{80} < 40$ мкм) уносится технологическим газом и покидает печь вместе с отходящим газом по выпускному трубопроводу 21.

Меньшая часть негорючих веществ образует агломераты и выгружается с некоторым количеством песка по выпускному трубопроводу 22, такому как, например, переточное устройство, так как это обычная практика при обжиге цинковых концентратов и пирита.

Другая часть негорючих веществ образует относительно крупные агломераты (> 1 мм), скапливающиеся на дне псевдоожиженного слоя. Этот материал выгружают раз в несколько часов через не показанное на чертеже выпускное отверстие в дне реактора.

В реакторе с псевдоожиженным слоем достигают различного отделения инертных и обожженных частиц за счет различных положений точек извлечения путем соответствующего регулирования доли песка (от 0,01 до 1 т по отношению к высушенному серосодержащему остатку), размера частиц песка (от 0,1 до 2 мм) и скорости оживания (от 0,5 до 1,5 м/с) в сочетании с использованием выпуска в ходе непрерывной работы, а также тонкой сортировки негорючих веществ ($x_{80} < 40$ мкм), которая присуща данному способу.

Поток обожженных частиц и отходящего газа направляют по выпускному трубопроводу 21 в циклон 30, в котором поток газа отделяют от обожженных частиц. Отделенные частицы направляют по трубопроводу 32 в охладитель 50а, например в охлаждающий барабан. В качестве теплоносителя в охладитель подают газ по линии 51. Охлажденное содержимое, выгруженное из циклона, направляют по линии 52 в линию 57.

Поток отходящего газа, содержащий в основном негорючие вещества совместно с мелкими частицами песка, направляют далее по трубопроводу 31 в камеру 33 дожигания для окисления паров серы дополнительным количеством воздуха или любого кислородсодержащего газа. Образующуюся при этом пыль направляют по трубопроводу 36 в коллекторный трубопровод 57.

Отходящий газ далее направляют по трубопроводу 34 в котел-рекуператор 40 для рекуперации тепла путем получения пара. Твердые вещества, отделенные в котле-рекуператоре, также объединяют по линии 48 со всеми потоками продуктов в трубопроводе 57. В конкретных случаях, например, если производительность рассматриваемого блока слишком мала, котел-рекуператор 40 можно заменить испарительным охладителем.

Путем перемещения ниже по потоку газового канала твердые вещества подают по трубопроводу 41 в стандартную систему 42 очистки горячего газа. Газ 44 в системе очистки горячего газа используют также для производства серной кислоты после его очистки в стандартной системе 45 мокрой очистки газа.

Частицы 43, отделенные в системе очистки горячего газа, можно также смешать по трубопроводам 47 и 48 с общим потоком продукта в трубопроводе 57. Однако в случае, когда данный поток твердых веществ (или любой другой поток твердых веществ) все еще содержит значительное количество сульфидной серы, этот поток подают рециклом, предпочтительно в емкость для суспензии, по трубопроводу 43. К тому же, даже если это не показано, можно направить рециклом поток твердых веществ в реактор 20. Кроме того, что также не показано, можно организовать рециркуляционные трубопроводы из камеры 33 дожигания и/или из котла 40.

Инертные частицы, извлеченные из псевдоожиженного слоя реактора 20 с псевдоожиженным слоем, подают в охладитель 50b, где их также охлаждают воздухом или любым другим газом. Этот поток горячего газа можно использовать в качестве оживающего газа и подавать по линии 24 в реактор с псевдоожиженным слоем по линии 23. Оба охладителя могут быть сконструированы как охлаждающие секции и использовать один и тот же теплоноситель. К тому же, даже если это не показано, можно иметь отдельные линии для теплоносителя в обеих охлаждающих секциях.

Охлажденный песок могут направлять в необязательный измельчитель и блок 55 разделения по трубопроводу 54, где металлургические частицы отделяют от песка. Металлургические частицы собирают в трубопроводе 57, в который будут подавать и все другие линии продуктов.

Песок или любые другие инертные частицы можно направлять рециклом в реактор 20 с псевдоожиженным слоем непосредственно по трубопроводу 56.

На фиг. 2 представлен практически идентичный способ. Единственным различием является то, что в реактор 20 с псевдоожиженным слоем подают не суспензию, а гранулы. Эта опция обладает тем преимуществом, что получают большее количество пара, так как к материалу сырья не добавляют воды. Вязкий кек из серосодержащего остатка с фильтра необходимо измельчить, чтобы обеспечить контролируемую подачу сырья в печь 20. Этого достигают посредством смешивания серосодержащего остатка с песком в смесителе 14, предпочтительно в смесителе с высоким усилием сдвига. Серосодержащий остаток подают в смеситель по трубопроводу 11, а дополнительный песок подают по трубопроводу 15. Было обнаружено, что для получения высоко сыпучей сырьевой смеси необходимо добавлять от 1,5 до 4 т песка на тонну высушенного серосодержащего остатка. Размер зерен песка предпочтительно составляет от 0,1 до 1 мм. Интенсивное перемешивание приводит к образованию гранул с приемлемым размером зерна для обжига в псевдоожиженном слое (при этом основная масса твердых веществ имеет размер от 300 до 600 мкм, в то время как все еще будут присутствовать твердые вещества размером от 0,1 до 3 мм).

Перед подачей в реактор 20 с псевдоожиженным слоем гранулы проходят по трубопроводу 16 в необязательную сушилку 17 для увеличения их стабильности. Удаленную воду извлекают по трубопроводу 18. В сушилке 17 может использоваться предварительно нагретый воздух, который пропускают напрямую или опосредованно на другую стадию способа и/или в воду или другую жидкость, предварительно нагретую с помощью источника тепла, включенного в данный способ или дополнительный по отношению к нему. Кроме того, сушилка 17 также может нагреваться электричеством или быть сконструирована в виде псевдоожиженного слоя. Необходимость стадии сушки зависит от свойств серосодержащего остатка. Вполне возможно, что серосодержащие остатки вообще не будут нуждаться в сушке перед обжигом.

Данный способ сжигания/обжига в реакторе 20 с псевдоожиженным слоем отличается от способа на фиг. 1 тем, что для способа сжигания/обжига используют весь объем слоя реактора 20 с псевдоожиженным слоем. Спекание достигается посредством оптимального разделения слипающихся частиц (сульфатов и оксидов свинца) в песчаной матрице. Сжигание происходит при 650-850°C при коэффициенте λ от 1,1 до 1,5, как и в способе на фиг. 1. В состоянии равновесия реактор 20 с псевдоожиженным слоем имеет дефицит тепла, для поддержания желаемой рабочей температуры в реакторе 20 с псевдоожиженным слоем можно сжигать углеродсодержащее топливо. Это возможно также для способа на фиг. 1. Однако, чтобы данный способ был привлекательным, он должен быть самоокупаемым.

Скорость оживания находится в типичном для устойчивого обжига диапазоне, а именно от 0,5 до 1,5 м/с. Основную порцию обожженного вещества выгружают через выпускное переточное устройство. Мелкие частицы песка и обожженные частицы уносятся отходящим газом обжиговой печи. Реактор 20 с псевдоожиженным слоем имеет выпускное отверстие в дне для внутренней выгрузки или возможных крупных агломератов. Обожженные вещества, выгруженные из реактора 20 с псевдоожиженным слоем, охлаждают в охлаждающем барабане 50 (а, б). Разделение песка и содержащих серебро представляющих ценность компонентов достигают путем обработки на стадии растирания с последующей сортировкой путем просеивания или воздушной сепарацией.

Отходящий газ содержит в основном негорючие вещества совместно с некоторой небольшой долей песка. Следует отметить, что твердые частицы содержат большую часть серебра, а также сульфаты/оксиды свинца, сульфаты/оксиды цинка, железо, в основном в виде гематита, и оксид кремния и подлежат продаже и дополнительной обработке в плавильной печи для свинца.

На дополнительной стадии способа чистую серу можно отделить от серосодержащего остатка с помощью стадии вакуумной дистилляции, которую проводят с помощью пара, генерируемого в котле-рекуператоре при 250-300°C. Такими образом негорючую фракцию обогащают до 60 мас.%, и она существует в виде очень мелких ($x_{80} < 40$ мкм) твердых веществ, суспендированных в фазе жидкой серы. Эту фазу серы распыляют до мелких частиц ($x_{80} < 80$ мкм), и ее можно использовать для сжигания, как показано на обоих чертежах. Испаренную серу конденсируют в ванне с жидкой серой при температуре, которая немного ниже температуры испарения серы. Таким образом, такие испарившиеся примеси, как ртуть, остаются в газовой фазе и могут быть отделены от серы. Отходящий газ дополнительно очищают на стадиях очистки, соответствующих существующему уровню техники. Сконденсированная сера представляет собой чистую элементную серу и может быть продана в виде продукта.

Песок (или любые другие инертные частицы), извлеченный в измельчителе и блоке разделения, по меньшей мере частично, подают по трубопроводу 61 рециклом в смеситель для формирования гранул. Однако по меньшей мере часть этих частиц также можно подавать рециклом в реактор 20 с псевдоожиженным слоем.

Предварительно нагретый воздух (или любой другой газ) из по меньшей мере одного охладителя 50а, 50б подают, по меньшей мере частично, по трубопроводам 62, 63 в сушилку 17, где их используют

для сушки и/или предварительного нагрева гранул.

Дополнительно по меньшей мере часть предварительно нагретого газа из по меньшей мере одного охладителя 50a, 50b подают по трубопроводам 62 и 64 в реактор 20 с псевдоожиженным слоем, где его можно использовать в качестве оживающего газа и/или источника кислорода.

Список номерных ссылок

10 - смеситель,
 11-13 - трубопровод,
 14 - смеситель,
 15, 16 - трубопровод,
 17 - сушилка,
 18, 19 - трубопровод,
 20 - реактор с псевдоожиженным слоем,
 21 - отводящий трубопровод,
 22 - выпускной трубопровод,
 23, 24 - трубопровод,
 30 - циклон,
 31, 32 - трубопровод,
 33 - стадия дожигания,
 34-36 - трубопровод,
 40 - бойлер,
 41 - трубопровод
 42 - очистка горячего газа,
 43, 44 - трубопровод,
 45 - мокрая очистка газа,
 46-48 - трубопровод,
 50a, 50b - охладитель,
 51-54 - трубопровод,
 55 - измельчитель и блок разделения,
 56, 57 - трубопровод,
 61-64 - трубопровод.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ утилизации содержащего от 30 до 60 мас.% элементной серы остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего металлического концентрата, в котором остаток от выщелачивания подают в реактор (20), куда вводят оживающий газ с образованием псевдоожиженного слоя, содержащего по меньшей мере часть остатка от выщелачивания, и в котором остаток от выщелачивания нагревают в присутствии инертных частиц, представляющих собой частицы SiO_2 , до температуры от 600 до 900°C в окислительной атмосфере с получением обожженных частиц и SO_2 , который затем используют для производства серной кислоты,

причем по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают из псевдоожиженного слоя через выпускной трубопровод (22) для извлечения инертных частиц из псевдоожиженного слоя, а по меньшей мере 60 мас.% обожженных частиц извлекают вместе с потоком газа, содержащим отходящие газы и оживающий газ, через отводящий трубопровод (21) для обожженных частиц, полученных из остатка для выщелачивания, совместно с отходящим газом из реактора (20),

при этом диаметр по меньшей мере 70 мас.% обожженных частиц составляет менее 60 мкм и/или диаметр по меньшей мере 70 мас.% инертных частиц составляет от 0,05 до 3 мм, среднее время пребывания остатка от выщелачивания в реакторе составляет от 20 до 200 мин и скорость оживающего газа на входе составляет от 0,2 до 2 м/с.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц образуют первую зону псевдоожиженного слоя, а по меньшей мере 60 мас.% остатка от выщелачивания и/или обожженных частиц находятся во второй зоне, расположенной над первой зоной.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что перед подачей в реактор остаток от выщелачивания смешивают с водой с получением суспензии, или тем, что перед подачей в реактор остаток от выщелачивания смешивают с инертным материалом и/или материалом из первой зоны.

4. Способ по п.2 или 3, отличающийся тем, что частицы, извлеченные из первой зоны, разделяют на инертные частицы и обожженные частицы.

5. Способ по любому из пп.2-4, отличающийся тем, что частицы, извлеченные из второй зоны, отделяют от отходящего газа.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что псевдоожиженный слой содержит смешанную зону, содержащую по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц и по меньшей мере 60 мас.% остатка от выщелачивания и/или обожженных частиц в виде смеси.

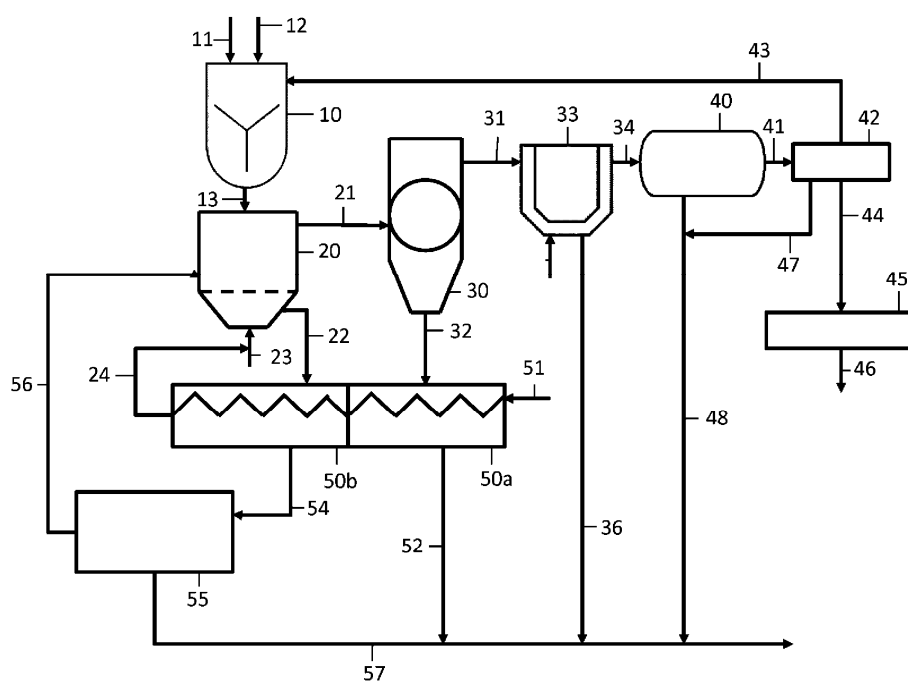
7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что соотношение инертного материала на тонну высушенного остатка от выпелачивания устанавливают в пределах от 0,01 до 1 т.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что окислительную атмосферу регулируют так, что коэффициент λ избытка кислорода в топливно-кислородной смеси составляет от 1,1 до 1,8.

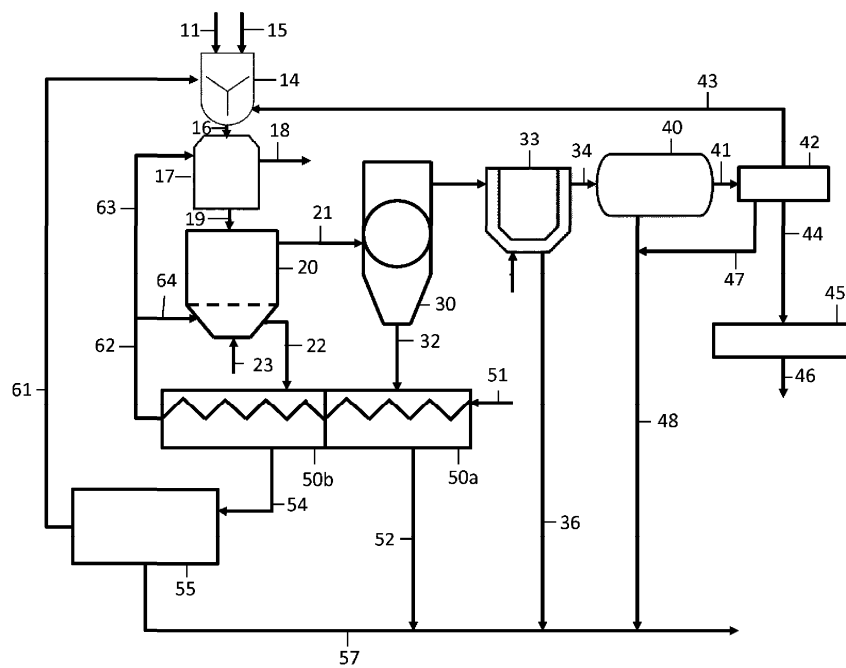
9. Способ по п.8, отличающийся тем, что пыль, содержащуюся в отходящем газе, подают рециклом на стадию способа, осуществляемую в емкости (10) для смешивания, расположенную перед реактором и/или в реакторе.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что инертные и/или обожженные частицы охлаждают путем предварительного нагревания потока газа, при этом предварительно нагретый поток газа подают рециклом в реактор.

11. Применение устройства для утилизации, содержащего от 30 до 60 мас.% элементной серы остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего концентрата цветных металлов, способом по любому из пп.1-10, где устройство содержит емкость (10) для смешивания для образования суспензии или гранул из остатков, реактор (20) с по меньшей мере одним трубопроводом (13) для подачи суспензии или трубопровод (19) для подачи гранул для обработки остатка от выщелачивания, полученного в виде кека на фильтре при выщелачивании серосодержащего концентрата цветных металлов, в реактор (20), подающий трубопровод (23) для подачи обжигающего газа в реактор (20), по меньшей мере один отводящий трубопровод (21) для извлечения обожженных частиц, полученных из остатка от выщелачивания, совместно с отходящим газом из реактора (20) в циклон (30) и выпускной трубопровод (22) для извлечения инертных частиц из псевдоожиженного слоя, в котором выпускной трубопровод (22) расположен так, что по меньшей мере 60 мас.% инертных частиц извлекают через указанный выпускной трубопровод (22), отличающееся тем, что первый охладитель (50b) соединен с выпускным трубопроводом (22) для инертных частиц, а второй охладитель (50a) соединен с циклоном (30), при этом обожженные частицы отделяют от отходящего газа.



Фиг. 1



Фиг. 2

