

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202292678** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.02.03

(22) Дата подачи заявки
2021.04.15

(51) Int. Cl. **C22B 1/00** (2006.01)
C22B 11/00 (2006.01)
C22B 3/06 (2006.01)
C22B 3/12 (2006.01)
C22B 3/24 (2006.01)
C22B 3/42 (2006.01)

(54) ОКИСЛЕНИЕ СУЛЬФИДОВ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ МИНЕРАЛОВ

(31) **2020901220**

(32) **2020.04.17**

(33) **AU**

(86) **PCT/AU2021/050334**

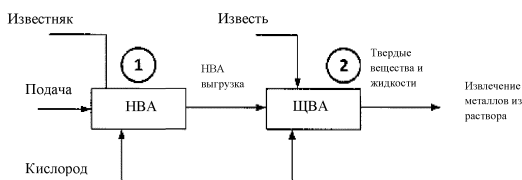
(87) **WO 2021/207791 2021.10.21**

(71) Заявитель:
**ГЛЕНКОР ТЕКНОЛОДЖИ ПТИ
ЛИМИТЕД (AU)**

(72) Изобретатель:
Войгт Пол (AU)

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

(57) Способ обработки минералов, содержащих сульфид металла и драгоценный металл, включающий тонкое измельчение минералов и обработку минералов на первой стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при pH от 5 до 7, и обработку пульпы, или суспензии, или твердого остатка с первой стадии выщелачивания на второй стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при pH по меньшей мере 9,0.



A1

202292678

202292678

A1

Окисление сульфидов при выщелачивании минералов

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу выщелачивания минералов.

Уровень техники

Способ Альбион (Albion Process™) представляет собой способ атмосферного выщелачивания, разработанный Mount Isa Mines, теперь Glencore Technology, в 1994 году. Способ Альбион можно осуществлять в трех рабочих режимах, а именно, в кислом (рН около 1,0), нейтральном (рН около 5,0) и щелочном (рН около 9,0). Условия кислотного выщелачивания по способу Альбион (КВА) обычно используют для обработки сульфида железа и концентратов цветных металлов, как описано в WO 96/29439. Нейтральное выщелачивание по способу Альбион (НВА) и щелочное выщелачивание по способу Альбион (ЩВА) обычно используют для обработки концентратов недргоценных металлов, таких как концентраты сульфида железа и железо-мышьякового сульфида, как описано в WO 00/17407. Целью способа Альбион является окисление сульфидов, позволяющее высвободить металлы для последующего восстановления. Способ Альбион состоит из двух основных стадий. Первой является механическое высвобождение посредством операции тонкого измельчения, которое лучше всего достигается в установке горизонтального измельчения IsaMill™. Второй является окисление тонкоизмельченного сырья при атмосферном давлении со сверхзвуковой подачей кислорода и применением специально разработанных реакторов окислительного выщелачивания для максимального использования кислорода и эффективности процесса.

В системе НВА могут подавать концентраты, содержащие как неблагородные, так и драгоценные металлы. В системе НВА неблагородные металлы не растворяются, и условия НВА чаще используются для окисления сульфидов железа, содержащих драгоценные металлы, которые являются стойкими в обычных технологических схемах. При этом сульфиды окисляются, а драгоценные металлы, такие как золото, серебро, платина, палладий и другие известные драгоценные металлы, остаются в твердой фазе.

После способа НВА уже окисленный остаток содержит драгоценные металлы вместе с другими компонентами, включая гипс, оксиды железа (гетит), комплексы сульфата железа, такие как ярозит, нерастворимую или непрореагировавшую пустую породу и любые непрореагировавшие сульфиды, такие как пирит. Обычно суспензию направляют в процесс извлечения драгоценных металлов. Существующие способы извлечения драгоценных металлов из твердого сырья представляют собой совокупность

способов цианирования, обычно используемых в золотодобывающей промышленности для извлечения золота из легко обогащаемых руд. Этот способ включает контакт суспензии с цианидом натрия при повышенном pH (выше 10,0) в присутствии мягких окислительных условий для выщелачивания золота и других драгоценных металлов в раствор. Золото извлекают из раствора путем контакта раствора с адсорбентом, таким как активированный уголь или ионообменная смола. В случае с углем, уголь может быть получен на месте в процессе цианирования (уголь-в-выщелачивании) золотосодержащий раствор может контактировать с углем в отдельном резервуаре для контактирования (уголь-в-пульпе).

Система НВА имеет значительное преимущество перед системами кислотного выщелачивания, поскольку в качестве продукта реакции не образуется элементарная сера, хотя могут возникнуть проблемы с последующей обработкой.

В системе НВА проблемы обработки могут возникнуть при отправке остатка выщелачивания непосредственно на цианирование. Одна из проблем заключается в том, что непрореагировавшие сульфиды, присутствующие в остатке, отрицательно влияют на извлечение драгоценных металлов и вызывают повышение расхода цианидов. Другая проблема заключается в том, что драгоценные металлы могут быть заблокированы в продуктах реакции или минералах, в которых они содержатся, и которые не разлагаются в условиях НВА. Одним из примеров этого является золото, содержащее теллуриды.

В публикации более ранней международной заявки на патент WO 2004/042094, принадлежащей заявителю, описан способ снижения потребления цианида при выщелачивании драгоценных металлов путем тонкого измельчения руды и проведения стадии выщелачивания измельченной руды в присутствии щелочного материала и кислорода, при котором стадию выщелачивания регулируют так, что степень превращения составляет от 9% до 20%, и подвергают частично окисленную руду/концентрат стадии экстракции цианидом. Этот способ осуществляют при pH от 5 до 7.

Следует четко понимать, что если здесь делается ссылка на публикацию предшествующего уровня техники, эта ссылка не является признанием того, что публикация является частью общеизвестных знаний в данной области техники в Австралии или в любой другой стране.

Краткое описание изобретения

Настоящее изобретение направлено на способ выщелачивания минералов, который может по меньшей мере частично, устранить по меньшей мере один из вышеупомянутых

недостатков или предоставить потребителю полезный или имеющий промышленное значение выбор.

С учетом вышеизложенного, настоящее изобретение в одной форме в широком смысле относится к способу обработки минералов, содержащих сульфид металла и драгоценный металл, включающему тонкое измельчение минералов и обработку минералов на первой стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при рН от 5 до 7, и обработку пульпы или суспензии или твердого остатка с первой стадии выщелачивания на второй стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при рН по меньшей мере 9,0.

В одном воплощении способ дополнительно включает извлечение драгоценных металлов из твердого остатка или пульпы или суспензии со второй стадии выщелачивания.

Первую стадию выщелачивания проводят при рН от 5 до 7, предпочтительно при рН от 5,5 до 6 или при рН примерно 5,5. Известь или известняк или другие щелочные материалы можно использовать для поддержания рН на этих уровнях.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения минералы, подаваемые на первую стадию выщелачивания, окончательно измельчают. В некоторых воплощениях минералы, подаваемые на первую стадию выщелачивания, измельчают так, что они имеют P_{80} 25 мкм или менее или 20 мкм или менее.

Первую стадию выщелачивания целесообразно проводить в атмосферных условиях. Первую стадию выщелачивания можно проводить при температуре вплоть до температуры кипения смеси на первой стадии выщелачивания. Первую стадию выщелачивания можно проводить при температуре от 50°C до температуры кипения смеси на первой стадии выщелачивания. Первую стадию выщелачивания можно проводить в открытых резервуарах.

В одном воплощении минералы, которые обрабатываются на первой стадии выщелачивания, переносят во второй реактор выщелачивания или на вторую линию выщелачивания, и вторую стадию выщелачивания проводят во втором реакторе выщелачивания или на второй линии выщелачивания. В другом воплощении условия в выщелачивающем реакторе или на линии выщелачивания, где проводят первую стадию выщелачивания, регулируют путем повышения рН для проведения второй стадии выщелачивания. В этом воплощении вторую стадию выщелачивания проводят в том же реакторе выщелачивания или на той же линии выщелачивания, что и первую стадию выщелачивания.

Технологические соображения показывают, что с большой вероятностью предпочтительное воплощение настоящего изобретения включает вторую стадию выщелачивания, проводимую в отдельном реакторе выщелачивания или на отдельной линии выщелачивания, по отношению к первой стадии выщелачивания. В этом воплощении суспензия с первой стадии выщелачивания может перетекать непосредственно в другой реактор выщелачивания или на линию выщелачивания без необходимости разделения твердой и жидкой фаз. pH суспензии можно повысить от номинального значения pH примерно 5,5 на первой стадии выщелачивания по меньшей мере до 9,0, предпочтительно по меньшей мере до 10,0 на второй стадии выщелачивания путем добавления любой известной щелочи. Можно включить повторный размол после первой стадии выщелачивания.

На второй стадии выщелачивания в реактор выщелачивания вводят кислород, и в реакторе выщелачивания поддерживают pH по меньшей мере 9,0 для дальнейшего окисления непрореагировавших сульфидов и высвобождения любых драгоценных металлов, заблокированных в любых продуктах реакции, образующихся в результате первой стадии выщелачивания.

Вторую стадию выщелачивания можно проводить при атмосферном давлении. Вторую стадию выщелачивания можно проводить при температуре вплоть до температуры кипения суспензии, например, от 50°C вплоть до температуры кипения суспензии. На второй стадии выщелачивания можно вводить кислородсодержащий газ для обеспечения окислительных условий. Суспензия может иметь время пребывания от 6 до 48 часов на второй стадии выщелачивания.

По завершении второй стадии выщелачивания суспензию направляют в любой известный способ выщелачивания окисленного остатка для извлечения драгоценных металлов. Например, остаток можно выщелачивать цианидом или тиосульфатом для выщелачивания драгоценных металлов из остатка, а затем драгоценные металлы можно извлекать из раствора выщелачивания. Для извлечения растворенных драгоценных металлов можно использовать способы, включающие уголь в пульпе или уголь в выщелачивающем растворе. Для извлечения растворенных драгоценных металлов можно использовать ионообменные смолы. Эти способы известны специалистам в данной области техники и не нуждаются в дополнительном описании.

В некоторых воплощениях минералы, которые обрабатывают по настоящему изобретению, включают сульфидные минералы и/или сульфидные концентраты, которые содержат сульфиды железа и драгоценные металлы.

В данном описании термин «драгоценный металл» включает золото и/или серебро.

Любой из признаков, описанных в настоящем документе, может быть объединен в любой комбинации с любым одним или более другими признаками, описанными в настоящем документе, в рамках объема изобретения.

Ссылка на какой-либо известный уровень техники в данном описании не является и не должна восприниматься как признание или любая форма предположения о том, что известный уровень техники составляет часть общеизвестных знаний.

Краткое описание чертежей

Различные воплощения изобретения описаны со ссылкой на нижеследующие чертежи, где:

на фиг. 1 показана технологическая схема способа в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения.

Описание воплощений

Следует понимать, что чертежи предоставлены с целью иллюстрации предпочтительных воплощений настоящего изобретения. Следовательно, специалист в данной области техники поймет, что настоящее изобретение не следует рассматривать как ограниченное исключительно признаками, показанными на чертежах.

В системе НВА сульфидный материал подают в способ Альбион, который описан в WO 00/17407 и проиллюстрирован на фиг. 1 (стадия 1), хотя рН на первой стадии выщелачивания (стадия 1) составляет рН от 5 до 7, предпочтительно рН примерно 5,5. После окисления сульфидов при рН примерно 5,5 суспензия может поступать непосредственно в контур ЦВА, включающий от одного до шести реакторов окислительного выщелачивания, которые добавляют к основной линии выщелачивания НВА способа Альбион (стадия 2 на фиг. 1).

На второй стадии выщелачивания (стадия 2) рН повышают по меньшей мере до рН 9,0, но более предпочтительно до рН 10,0 с помощью любой известной щелочи, при этом щелочь на основе кальция, такая как известь или известняк, обычно является наиболее экономичной.

Кислород подают в основание реакторов ЦВА, более предпочтительно с помощью сверхзвукового газового инжектора HyperSparge™ для максимального использования кислорода.

Введение кислорода и повышенный рН выполняют ряд функций в контуре ЦВА, заключающихся в следующем.

Первая функция заключается в окислении любых медленно выщелачиваемых сульфидов, таких как пирит, содержащих драгоценные металлы.

Вторая функция предназначена для разложения комплексов железа, таких как ярозиты, образованных в качестве продуктов реакции НВА способа Альбион (стадия 1), которые блокируют выщелачивание тиосульфатом или последующее цианирование драгоценные металлы.

Третья функция заключается в разложении стойких соединений, таких как теллуриды, которые блокируют выщелачивание тиосульфатом или последующее цианирование драгоценные металлы.

Время пребывания в процессе обычно составляет от 6 до 48 часов в зависимости от кинетики реакции, специфичной для каждой системы, и линия выщелачивания ЩВА может включать один или несколько дополнительных реакторов окислительного выщелачивания.

Процесс протекает в автотермическом режиме с теплотой реакций, определяющей рабочую температуру. Внешнего охлаждения или обогрева не требуется.

Затем полученную суспензию направляют в последующий процесс извлечения драгоценных металлов из остатка с помощью методов, известных специалистам в данной области техники. Эти способы могут включать стадию разделения твердой и жидкой фаз для отделения твердого остатка от жидкости с последующей обработкой цианированием твердого остатка для извлечения из него драгоценных металлов.

Предпочтительные воплощения способа по настоящему изобретению могут обеспечить по меньшей мере следующие преимущества.

Первое преимущество заключается в том, что известняк можно использовать на первой стадии выщелачивания (НВА), где происходит большая часть окисления. Известняк дешевле любого другого источника щелочи. Второе преимущество заключается в том, что при использовании известняка образующиеся ионы карбоната помогают стабилизировать некоторое количество Fe^{3+} в растворе, а действие пары $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ облегчает перенос электронов и, следовательно, окисление, делая процесс окисления более эффективным.

В настоящем описании и формуле изобретения (любых ее пунктов) слово «содержащий» и его производные, включая «содержит» и «содержать», включают каждый из указанных элементов, но не исключают включения одного или более дополнительных элементов.

Ссылка в данном описании на «одно воплощение» или «воплощение» означает, что конкретный признак, конструкция или характеристика, описанные в связи с воплощением,

включены по меньшей мере в одно воплощение настоящего изобретения. Таким образом, появление фраз «в одном воплощении» или «в воплощении» в различных местах данного описания не обязательно относится к одному и тому же воплощению. Кроме того, конкретные признаки, конструкции или характеристики могут быть объединены любым подходящим образом в одном или более сочетаний.

В соответствии с законодательством изобретение описано языком, более или менее специфичным для структурных или методических признаков. Следует понимать, что изобретение не ограничено показанными или описанными конкретными признаками, поскольку описанные здесь средства включают предпочтительные формы реализации изобретения. Таким образом, изобретение заявлено в любой из его форм или модификаций в пределах надлежащего объема формулы изобретения (любых ее пунктов) и должным образом интерпретировано специалистами в данной области техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обработки минералов, содержащих сульфид металла и драгоценный металл, включающий тонкое измельчение минералов и обработку минералов на первой стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при pH от 5 до 7, и обработку пульпы или суспензии или твердого остатка с первой стадии выщелачивания на второй стадии выщелачивания, проводимой в окислительных условиях при pH по меньшей мере 9,0.

2. Способ по п.1, в котором для поддержания pH на уровне от 5 до 7 на первой стадии выщелачивания используют известняк.

3. Способ по п.1 или п.2, дополнительно включающий извлечение драгоценных металлов из твердого остатка, или пульпы, или суспензии со второй стадии выщелачивания.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором первую стадию выщелачивания проводят при pH от 5,5 до 6 или при pH примерно 5,5.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором минералы, которые подают на первую стадию выщелачивания, тонко измельчают, и минералы, которые подают на первую стадию выщелачивания, измельчают так, что они имеют P_{80} 25 мкм или менее, или 20 мкм или менее.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором первую стадию выщелачивания проводят в атмосферных условиях.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором первую стадию выщелачивания проводят при температуре вплоть до температуры кипения смеси на первой стадии выщелачивания или первую стадию выщелачивания проводят при температуре от 50°C вплоть до температуры кипения смеси на первой стадии выщелачивания.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором минералы, которые обрабатывают на первой стадии выщелачивания, переносят во второй реактор

выщелачивания или на вторую линию выщелачивания, и вторую стадию выщелачивания проводят во втором реакторе выщелачивания или на второй линии выщелачивания.

9. Способ по любому из пп.1-7, в котором условия в реакторе выщелачивания или на линии выщелачивания, где проводят первую стадию выщелачивания, регулируют путем повышения рН для проведения второй стадии выщелачивания.

10. Способ по п.8, в котором суспензия с первой стадии выщелачивания поступает непосредственно в другой реактор выщелачивания или на линию выщелачивания без необходимости разделения твердой и жидкой фаз.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором рН суспензии на второй стадии выщелачивания повышают от номинального значения рН примерно 5,5 на первой стадии выщелачивания до по меньшей мере 9,0, предпочтительно по меньшей мере 10,0, на второй стадии выщелачивания путем добавления щелочи.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором на второй стадии выщелачивания в реактор выщелачивания вводят кислород, и в реакторе выщелачивания поддерживают рН по меньшей мере 9,0 для дополнительного окисления непрореагировавших сульфидов и высвобождения любых заблокированных драгоценных металлов в любых продуктах реакции, образующихся на первой стадии выщелачивания.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором вторую стадию выщелачивания проводят при атмосферном давлении.

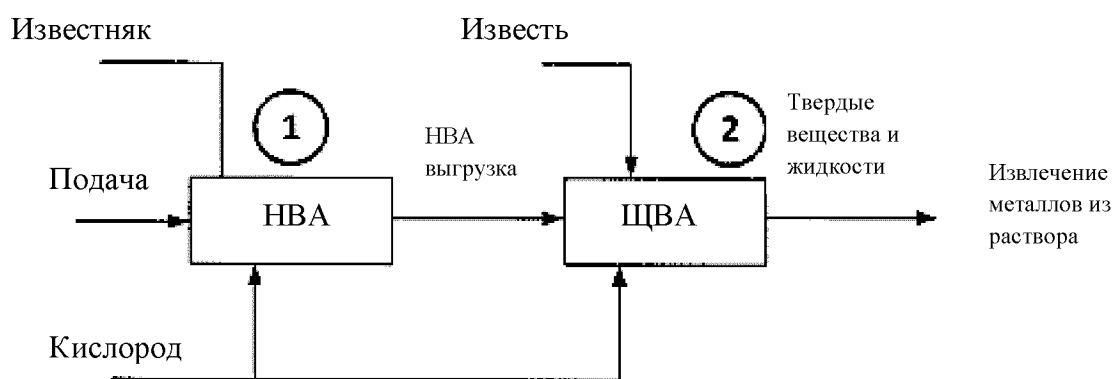
14. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором вторую стадию выщелачивания проводят при температуре вплоть до температуры кипения суспензии или при температуре от 50°C вплоть до температуры кипения суспензии.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором на второй стадии выщелачивания вводят кислородсодержащий газ для обеспечения окислительных условий.

16. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором время пребывания суспензии на второй стадии выщелачивания составляет от 6 до 48 часов.

17. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором суспензию со второй стадии выщелачивания подвергают выщелачиванию окисленного остатка для извлечения драгоценных металлов.

18. Способ по п.17, в котором окисленный остаток выщелачивают цианидом или тиосульфатом для выщелачивания драгоценных металлов из остатка, и драгоценные металлы извлекают из раствора выщелачивания.



Фиг. 1