



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.11.09

(22) Дата подачи заявки
2019.02.18

(51) Int. Cl. *B03D 1/02* (2006.01)
B03D 1/14 (2006.01)
B03B 7/00 (2006.01)
C02F 1/24 (2006.01)
C02F 1/60 (2006.01)
B03D 103/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ Si ИЗ ЩЕЛОКА ОТ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

(86) PCT/FI2019/050125

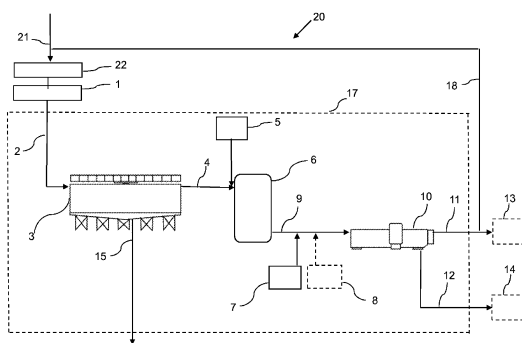
(87) WO 2020/169873 2020.08.27

(71) Заявитель:
МЕТСО ОТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ
(FI)

(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)

(72) Изобретатель:
Янссон Кай (FI)

(57) Способ удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания включает подачу щелока (2) от выщелачивания со стадии (1) выщелачивания в гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз для отделения, по меньшей мере, верхнего продукта (4) и нижнего продукта (15); подачу верхнего продукта (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз в реактор (6) для образования обработанного щелока (9); добавление источника (5) алюминия в качестве первого коагулянта к верхнему продукту (4) в реакторе (6) для образования содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке (9); добавление, по меньшей мере, флокулянта (7) в обработанный щелок (9) после реактора (6) для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц и подачу обработанного щелока (9) на перечистную флотацию, в которой по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блок (10) перечистой флотации для сбора, по меньшей мере, содержащих силикат алюминия частиц, для отделения, по меньшей мере, содержащих силикат алюминия частиц от обработанного щелока (9) в верхний продукт перечистой флотации и для образования очищенного щелока (11) в качестве нижнего продукта перечистой флотации.



Способ и технологическая установка для удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания и применение

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания. Кроме того, настоящее изобретение относится к технологической установке для удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания. Кроме того, настоящее изобретение относится к применению способа.

Уровень техники

В процессах обжига и выщелачивания металлургического сырья pH может изменяться от нейтрального до практически нулевого в зависимости от технологической стадии. Силикаты растворяются и образуют силикагели с ионами различных металлов после того, как pH снижается с более нейтрального до нуля. Силикаты алюминия представляют собой наиболее нерастворимые образования даже при очень низком уровне pH. Другие силикаты имеют тенденцию повторно растворяться. В процессах выщелачивания алюминия недостаточно для взаимодействия со всем растворимым диоксидом кремния для образования силикатов алюминия. Таким образом, образуются силикаты различных металлов и снова и снова растворяются в процессе. Тогда растворимые силикаты вызывают различные проблемы процесса, такие как изменение pH, плохая фильтрация, обезвоживание, осаждение, потеря ценных компонентов и нарушение процесса, и, следовательно, становится трудно управлять процессом. Следовательно, растворимые силикаты необходимо удалять из щелока от выщелачивания. Однако в известных процессах трудно уменьшить количество силикатов в технологических жидкостях.

Сущность изобретения

Способ согласно настоящему изобретению характеризуется признаками, указанными в пункте 1.

Технологическая установка согласно настоящему изобретению характеризуется признаками, указанными в пункте 24.

Применение способа согласно настоящему изобретению характеризуется признаками, указанными в пункте 28.

Предложен способ удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания. В этом способе щелок от выщелачивания подают со стадии выщелачивания в гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз для отделения по меньшей мере верхнего продукта и нижнего продукта, верхний продукт из гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз подают в реактор для образования обработанного щелока, добавляют источник алюминия в качестве первого коагулянта к верхнему продукту в реакторе для образования содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке, добавляют по меньшей мере флокулянт в обработанный щелок после реактора для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц, и обработанный щелок подают на перемешивающую флотацию, в которой по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блок перемешивающей флотации для сбора по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц, для отделения по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц от обработанного щелока в верхний продукт перемешивающей флотации и для образования очищенного щелока в качестве нижнего продукта перемешивающей флотации.

В настоящем способе верхний продукт из гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз после стадии выщелачивания химически обрабатывают и подают на перемешивающую флотацию в блок перемешивающей флотации, так что частицы на основе Si могут быть удалены в качестве верхнего продукта. Посредством этого изобретения соединения на основе Si, особенно растворимые Si и соединения Si, могут быть удалены из щелока от выщелачивания. Кроме того, в блоке перемешивающей флотации коллоидный материал, такой как образовавшиеся коллоидные частицы, также может быть удален из обработанного щелока.

Настоящий способ можно использовать в связи с извлечением металлов, например Zn или Ag, и/или в связи с процессом обжига руд, особенно в связи с устройством для выщелачивания. Цель состоит в том, чтобы уменьшить количество соединений на основе Si, таких как диоксид кремния и силикаты, особенно растворимые диоксид кремния и силикаты, в щелоке от выщелачивания.

В соответствии с другим аспектом изобретения предложена технологическая установка для удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания. Технологическая установка включает гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз для обработки щелока от выщелачивания и отделения верхнего продукта и нижнего продукта и для удаления твердых частиц из щелока от выщелачивания, реактор, в котором обрабатывают верхний продукт из гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз источником алюминия в качестве первого коагулянта для образования обработанного

щелока и содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке, по меньшей мере одно устройство для добавления, предназначенное для добавления по меньшей мере флокулянта к обработанному щелоку после реактора для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц, и блок перечистой флотации, в котором используют пузырьки флотационного газа, по меньшей мере 90% которых имеют размер от 0,2 до 250 мкм, функционально подсоединенный к гравитационному сепаратору твердой и жидкой фаз и предназначенный для сбора по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц, для отделения по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц от обработанного щелока в верхний продукт перечистой флотации и для образования очищенного щелока в качестве нижнего продукта перечистой флотации. В одном воплощении технологическая установка включает первое подающее устройство для подачи выщелачивающего раствора из устройства для выщелачивания стадии выщелачивания в гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз. В одном воплощении технологическая установка включает второе подающее устройство для подачи верхнего продукта из гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз в реактор. В одном воплощении технологическая установка включает дозирующее устройство для добавления источника алюминия в верхний продукт в реакторе для образования содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке. В одном воплощении технологическая установка включает третье подающее устройство для подачи обработанного щелока в блок перечистой флотации.

Согласно другому аспекту изобретения, предложено применение способа. Этот способ можно применять при извлечении металлов, в процессе обработки руды, процессе обжига, процессе гидрометаллургии, процессе выщелачивания или в их сочетаниях. В одном воплощении способ применяют при извлечении металлов, при этом металл выбирают из группы, включающей: Zn, Cu, Fe, Al, Ag, Au, Ni, Co, Sc или их сочетаний. В другом воплощении способ применяют для извлечения Zn и/или Ag. В еще одном воплощении способ применяют при стабилизации извлечения между различными металлами.

В процессе обжига с выщелачиванием металлсодержащий материал, например Zn-содержащий материал обжигают, после чего концентрат металла растворяют в сильной кислоте, например, >50 г/л H_2SO_4 , в блоке растворения кислотой с сильной кислотой и/или в сверхсильной кислоте, >100 г/л H_2SO_4 , в блоке растворения кислотой со сверхсильной кислотой и обрабатывают выщелачиванием на стадии выщелачивания для очистки от примесей перед подачей металлсодержащей жидкости в процесс электролиза металла, такой как процесс электролитического извлечения. В процессе выщелачивания

pH может изменяться от нейтрального до практически нулевого. Кислоту, используемую при выщелачивании, рециркулируют в процесс. Обычно эта рециркулируемая кислота содержит соединения на основе Si, которые создают проблемы при рециркуляции кислоты и при обработке технологической жидкости, и поэтому их необходимо удалять из щелока от выщелачивания. В одном воплощении в процесс обжига подают верхний продукт флотации.

В установке для выщелачивания концентрат металла, например, Zn концентрат обрабатывают кислотой. Установка для выщелачивания включает по меньшей мере одну ступень выщелачивания или более одной ступени выщелачивания. В гравитационном сепараторе твердой и жидкой фаз, таком как сгуститель, установки для выщелачивания, щелок от выщелачивания может быть разделен на нижний продукт и верхний продукт, и твердые частицы могут быть удалены из щелока от выщелачивания. Щелок от выщелачивания содержит по меньшей мере металлы, и дополнительно щелок от выщелачивания содержит по меньшей мере соединения на основе Si в качестве примесей. Нижний продукт гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз содержит по меньшей мере металлы, и его можно подавать на следующую технологическую стадию. Верхний продукт включает по меньшей мере соединения на основе Si, такие как растворимые соединения Si.

В этом контексте соединение на основе Si может означать любое соединение кремния: соединение на основе кремния, диоксид кремния, соединение диоксида кремния, силикатное соединение, силикат или их сочетания.

В этом контексте содержащие силикат алюминия частицы могут означать любые частицы, которые содержат по меньшей мере силикат алюминия. Указанные частицы могут содержать также другие компоненты. Предпочтительно силикат алюминия представляет собой нерастворимый силикат.

В этом контексте выщелачивание означает любое выщелачивание, экстракцию и т.п.

В одном воплощении гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз представляет собой сгуститель или осветлитель.

В одном воплощении перед подачей верхнего продукта из гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз в реактор верхний продукт направляют в резервуар для верхнего продукта гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз, например резервуар для верхнего продукта сгустителя. С помощью резервуара для верхнего продукта гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз стабилизируют поток в реактор. В одном воплощении технологической установки процесс включает резервуар

для верхнего потока гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз после гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз. В другом воплощении процесс включает резервуар для верхнего потока сгустителя после сгустителя.

В одном воплощении источник алюминия представляет собой соединение алюминия без вредных для процесса анионов. В другом воплощении вредный анион выбирают из группы, включающей: хлорид, сульфат, нитрат. В еще одном воплощении источник алюминия представляет собой соединение алюминия, например $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 , металлический алюминий или другое подходящее соединение алюминия. В еще одном воплощении источником алюминия является $\text{Al}(\text{OH})_3$. В еще одном воплощении $\text{Al}(\text{OH})_3$ находится в форме твердых частиц или порошка, потому что pH и температура в способе подходят для легкого образования частиц силиката алюминия при коротком времени реакции из соединений на основе Si и твердого $\text{Al}(\text{OH})_3$. В еще одном воплощении источник алюминия добавляют в верхний продукт в количестве 1-4000 частей на миллион.

В одном воплощении к обработанному щелоку добавляют органический коагулянт после реактора. В другом воплощении органический коагулянт добавляют к обработанному щелоку после реактора одновременно с флокулянт или на той же стадии. В другом воплощении флокулянт и/или органический коагулянт, например, флокулянт или флокулянт и органический коагулянт, добавляют путем смешивания с обработанным щелоком после реактора. В еще одном воплощении флокулянт добавляют к обработанному щелоку в количестве 1-50 частей на миллион. В еще одном воплощении органический коагулянт добавляют к обработанному щелоку в количестве от 0 до 100 частей на миллион.

В одном воплощении флокулянт выбирают из группы, включающей: синтетические флокулянты, природные полимеры, например полиакриламиды, ПЭО (полиэтиленоксид), полимеры Манниха, и их сочетания. В качестве альтернативы можно использовать любые подходящие флокулянты, известные в данной области. В одном воплощении органический коагулянт выбирают из группы, включающей: бентонит, полимерные коагулянты, например полиДАДМАХ (полидиаллилдиметиламмоний хлорид), полиэпиамин или полиэтиленимин, и их сочетания. В качестве альтернативы можно использовать любые подходящие органические коагулянты, известные в данной области.

Важно, что первый коагулянт, который в данном контексте является источником алюминия, сначала добавляют в верхний продукт щелока для образования частиц в щелоке. После этого в щелок добавляют флокулянт для увеличения размера частиц.

Кроме того, органический коагулянт можно добавлять к щелоку вместе с флокулянтом. Коагуляция представляет собой процесс, при котором происходит дестабилизация данной суспензии или раствора. Флокуляция представляет собой процесс, при котором дестабилизированные частицы или частицы, образовавшиеся в результате дестабилизации, вынуждены собираться вместе, вступать в контакт и, таким образом, образовывать более крупные агломераты. Первичный коагулянт относится к химическому веществу или веществу, добавляемому в данную суспензию или раствор для дестабилизации. Флокулянты представляют собой химические вещества или вещества, которые добавляют к дестабилизированной суспензии для увеличения скорости флокуляции или для упрочнения хлопьев, образующихся во время флокуляции.

В одном воплощении способа температура в реакторе составляет 80-98°C. В другом воплощении температура в реакторе составляет 85-98°C.

В одном воплощении способа время пребывания в реакторе составляет от 3 минут до 210 минут. В другом воплощении время пребывания составляет от 15 минут до 120 минут. Когда время пребывания в реакторе невелико, легко контролировать дозировку источника алюминия и параметры процесса.

В одном воплощении способа удаляют по меньшей мере 20% общего Si из верхнего продукта (4) гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз из щелока (2) от выщелачивания. В другом воплощении удаляют по меньшей мере 50% общего Si из верхнего продукта (4) из щелока (2) от выщелачивания. В этом контексте общий Si означает сумму всего растворимого или коллоидного диоксида кремния, соединения диоксида кремния, силиката, соединения силиката или их сочетаний.

Содержание Si в подаче гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз может составлять 400-1500 мг/л. В одном воплощении общее содержание Si в очищенном щелоке (11) составляет менее 800 мг/л. В другом воплощении общее содержание Si в очищенном щелоке (11) составляет менее 500 мг/л.

В одном воплощении соединения на основе Si удаляют из щелока от выщелачивания после требуемой стадии выщелачивания. В другом воплощении технологической установки соединения на основе Si удаляют из щелока от выщелачивания после требуемого устройства для выщелачивания. В другом воплощении соединения на основе Si удаляют из щелока от выщелачивания после стадии нейтрального выщелачивания или устройства для выщелачивания. В еще одном воплощении соединения на основе Si удаляют из щелока от выщелачивания после стадии кислотного выщелачивания или устройства для выщелачивания.

Содержащие силикат алюминия частицы можно отделять от обработанного щелока от выщелачивания с помощью блока перемесной флотации. Тогда в процессе отделения содержащих Si частиц нет необходимости в каком-либо отдельном резервуаре для концентрирования, который является медленной ступенью процесса, или в фильтрующем устройстве, которое может засоряться. Частицы силиката алюминия можно удалять из блока перемесной флотации в качестве верхнего продукта.

В одном воплощении блок перемесной флотации представляет собой блок флотации растворенным газом (DAF).

В одном воплощении очищенный щелок извлекают в качестве нижнего продукта из блока перемесной флотации и подают на требуемую технологическую стадию, например, на следующую технологическую стадию. В другом воплощении очищенный щелок рециркулируют обратно в процесс, например в процесс обжига. В еще одном воплощении очищенный щелок рециркулируют обратно на стадию выщелачивания. В еще одном другом воплощении очищенный щелок рециркулируют обратно на стадию растворения кислотой, например, перед стадией растворения кислотой. Очищенный щелок содержит значительно меньше силикатов.

В одном воплощении образовавшийся шлам, включающий содержащие силикат алюминия частицы, извлекают в качестве верхнего продукта из блока перемесной флотации. В другом воплощении образовавшийся шлам дополнительно обрабатывают на стадии последующей обработки.

В одном воплощении блока перемесной флотации представляет собой блок DAF.

В одном воплощении технологическая установка дополнительно содержит резервуар для верхнего продукта сепаратора после гравитационного сепаратора твердой и жидкой фаз.

В одном воплощении гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз представляет собой сгуститель или осветлитель.

Настоящий способ или технологическая установка подходят для удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания в установке для выщелачивания, особенно после требуемой стадии выщелачивания в установке для выщелачивания.

В настоящем способе и технологической установке по изобретению можно получить очищенный щелок с низким содержанием Si, такого как растворимый Si. Также с помощью изобретения можно обеспечить улучшенное управление процессом и условия процесса. Кроме того, посредством изобретения можно использовать больше Si-содержащих руд и концентратов в металлургических процессах, таких как процессы обжига и выщелачивания.

Краткое содержание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены для обеспечения дальнейшего понимания настоящего изобретения и составляют часть этого описания, иллюстрируют воплощения изобретения и вместе с описанием помогают пояснить принципы настоящего изобретения. На чертежах:

- на фиг. 1-2 представлены упрощенные блок-схемы воплощений изобретения;
- на фиг. 3 представлена упрощенная блок-схема воплощения способа;
- на фиг. 4 представлены результаты испытания воплощения изобретения.

Подробное описание

Далее сделана подробная ссылка на воплощения настоящего изобретения, пример которых проиллюстрирован на прилагаемых чертежах.

Приведенное ниже описание раскрывает некоторые воплощения с такими подробностями, что специалист в данной области техники может использовать технологическую установку и способ, исходя из описания. Не все стадии воплощений обсуждаются подробно, поскольку многие из стадий очевидны для специалиста в данной области техники, исходя из этого описания.

Для простоты номера позиций сохранены в следующих приведенных в качестве примера воплощениях в случае повторяющихся компонентов.

На прилагаемых фиг. 1 и 2 показаны в некоторых подробностях установка (20) для выщелачивания и технологическая установка (17) в соответствии с настоящим изобретением. Приложенная фиг. 3 иллюстрирует способ удаления соединения диоксида кремния из щелока от выщелачивания. Чертежи выполнены не в пропорции, и многие компоненты опущены для ясности.

Установка (20) для выщелачивания на фиг.1 и 2 содержит блок растворения кислотой с сильной кислотой и/или блок (22) растворения кислотой с сильной кислотой, предназначенный для обработки кислотой концентрата (21) металла из установки для обжига, и по меньшей мере одно устройство (1) для выщелачивания, предназначенное для концентрата металла и образования щелока (2) от выщелачивания. Установка (20) для выщелачивания дополнительно включает технологическую установку (17) для удаления соединений на основе Si из щелока (2) от выщелачивания.

Технологическая установка (17) включает гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз для отделения верхнего продукта (4) и нижнего продукта (15) и удаления твердых частиц из щелока (2) от выщелачивания после устройства для выщелачивания. Верхний продукт (4) содержит по меньшей мере соединения на основе Si.

Гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз может представлять собой сгуститель или осветлитель. Технологическая установка также включает реактор (6), в котором верхний продукт (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз обрабатывают источником (5) алюминия в качестве первого коагулянта для образования обработанного щелока (9) и содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке (9). Технологическая установка также включает по меньшей мере одно устройство для добавления, предназначенное для добавления по меньшей мере флокулянта (7), и возможно также по меньшей мере одно устройство для добавления, предназначенное для добавления органического коагулянта (8) к обработанному щелоку (9) после реактора (6) для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц.

Технологическая установка (17) также содержит блок (10) перемешивающей флотации. В блоке (10) перемешивающей флотации используют флотационный газ для всплывания содержащих силикат алюминия частиц, собираемых химическими веществами-коллекторами. В частности, флотацию в блоке (10) перемешивающей флотации выполняют с использованием микропузырьков или пузырьков флотационного газа, имеющих определенный диапазон размеров. При перемешивающей флотации и в блоке (10) перемешивающей флотации согласно изобретению по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа попадают в диапазон размеров от 0,2 до 250 мкм. При перемешивающей флотации можно использовать флотацию растворенным газом (DAF), и блок (10) перемешивающей флотации может представлять собой блок DAF. Также можно использовать другие способы для осуществления флотации с пузырьками флотационного газа меньшего размера, такие как флотация с двойным электрическим слоем или мембранная флотация.

DAF представляет собой процесс микрофлотации, который используют в различных областях применения для осветления воды или отходящих потоков. Твердые частицы отделяют от жидкости с помощью очень мелких пузырьков флотационного газа, микропузырьков. Микропузырьки размером от 30 до 100 мкм образуются при растворении воздуха или другого флотационного газа в жидкости под давлением. Пузырьки образуются при падении давления при выпуске дисперсии. Частицы в твердой форме прикрепляются к пузырькам и поднимаются на поверхность. Образовавшийся плавающий шлам удаляют с поверхности жидкости с помощью валков для шлама в качестве верхнего продукта DAF. Иногда могут потребоваться химические вещества, чтобы способствовать флокуляции и повысить эффективность удаления твердых частиц. Обычно удаление коллоидов возможно при эффективной коагуляции.

В блоке (10) перемешивающей флотации обработанный щелок (9) подвергают флотации для сбора по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц и дополнительно

коллоидных частиц. По меньшей мере содержащие силикат алюминия частицы отделяют от обработанного щелока (9) в верхний продукт (12) перечистой флотации, который удаляют из технологической установки. Верхний продукт (12) перечистой флотации можно обрабатывать на технологической стадии (14) последующей обработки. Одновременно с этим в блоке (10) перечистой флотации образуется очищенный щелок (11) в качестве нижнего продукта перечистой флотации. Очищенный щелок (11) можно рециркулировать обратно в установку (20) для выщелачивания, например, в концентрат (21) металла перед блоком (22) растворения кислотой или в блок (22) растворения кислотой, например, для использования в качестве разбавляющего щелока для подачи, содержащей концентрат (21) металла. В качестве альтернативы, очищенный щелок (11) можно подавать на следующую технологическую стадию (13).

Дополнительно технологическая установка (17) может содержать первое подающее устройство для подачи щелока (2) от выщелачивания из устройства (1) для выщелачивания в гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз, второе подающее устройство для подачи верхнего продукта (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз в реактор (6), дозирующее устройство для добавления источника (5) алюминия в верхний продукт (4) в реакторе (6) для образования содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке (9) и/или третье подающее устройство для подачи обработанного щелока (9) в блок (10) перечистой флотации.

В воплощении, показанном на фиг. 2, технологическая установка (17) дополнительно включает резервуар (16) для верхнего продукта сепаратора непосредственно после гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз, и верхний продукт (4) гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз подают в резервуар (16) для верхнего продукта сепаратора и из резервуара для верхнего продукта сепаратора в реактор (6).

В способе согласно схемам на фиг. 1 - 2 и фиг. 3, щелок (2) от выщелачивания, который содержит кислоту, такую как серная кислота, подают из устройства для выщелачивания стадии (1) выщелачивания в гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз, например в сгуститель. Гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз удаляет твердые частицы из щелока от выщелачивания при низком pH ($\text{H}_2\text{SO}_4 > 50$ мг/л) и обеспечивает растворимость большинства силикатов металлов и силикагелей. Верхний продукт (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз подают в реактор (6) для образования обработанного щелока (9). Наблюдается, что в верхнем продукте присутствуют в основном непрореагировавшие растворимые диоксиды кремния. Нижний продукт (15) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз подают в

следующий процесс или на следующую технологическую стадию. В реакторе (6) в верхний продукт (4) добавляют источник (5) алюминия в качестве первого коагулянта для образования нерастворимых частиц силиката алюминия в обработанном щелоке (9). Источник (5) алюминия представляет собой соединение алюминия без вредных анионов, например хлорида, сульфата или нитрата, и источником алюминия может быть, например, $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 или металлический алюминий. Одним из возможных источников алюминия является твердый $\text{Al}(\text{OH})_3$, добавляемый в качестве первого коагулянта в верхний продукт (4) для образования нерастворимых частиц силиката алюминия в обработанном щелоке (9). Источник алюминия можно добавлять в верхний продукт в количестве от 1 до 4000 частей на миллион. Время пребывания в реакторе может составлять от 3 до 210 минут. Температура в реакторе может составлять 80-98°C.

После реактора (6) в обработанный щелок (9) добавляют по меньшей мере флокулянт (7) и, альтернативно, также органический коагулянт (8), например, при поточном перемешивании, для увеличения размера частиц силиката алюминия. Флокулянты можно выбирать из синтетических флокулянтов, природных полимеров и их сочетаний. Некоторыми возможными флокулянтами являются полиакриламиды, ПЭО (полиэтиленоксид) и полимеры Манниха. Органические коагулянты можно выбирать из бентонита, полимерных коагулянтов и их сочетаний. Некоторыми возможными органическими коагулянтами являются поли-ДАДМАХ (полидиаллилдиметиламмоний хлорид), полиэпиамин и полиэтиленимин. Флокулянт можно добавлять в обработанный раствор в количестве от 1 до 50 частей на миллион, и/или органический коагулянт можно добавлять в обработанный щелок в количестве от 0 до 100 частей на миллион.

Обработанный щелок (9) подают на перечистную флотацию, то есть в блок (10) перечистой флотации, для отделения частиц силиката алюминия от обработанного щелока (9) и для образования очищенного щелока (11). Перечистная флотация может представлять флотацию растворенным газом (DAF), и блок (10) перечистой флотации может представлять собой блок (10) DAF. Очищенный щелок имеет более низкое содержание диоксида кремния. Очищенный щелок (11) извлекают из блока перечистой флотации и подают на следующую технологическую стадию (13) или рециркулируют обратно в процесс выщелачивания, например, до растворения кислотой. Образовавшийся шлам (12), который содержит частицы силиката алюминия, формируется на поверхности в блоке перечистой флотации, и образовавшийся шлам извлекают из блока перечистой флотации и подают на стадию последующей обработки или в устройство (14), в котором шлам обрабатывают. Кроме того, образовавшиеся коллоидные частицы, которые являются частицами, создающими проблемы на дальнейших технологических стадиях, могут быть

отделены от обработанного щелока в блок перечистной флотации. В воплощении, показанном на фиг. 2, верхний продукт (4) гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз можно направлять в резервуар (16) для верхнего продукта сепаратора и из резервуара для верхнего продукта сепаратора в реактор (6).

Посредством способа по изобретению можно удалять по меньшей мере 20%, в одном воплощении по меньшей мере 50% общего Si верхнего продукта (4) из щелока (2) от выщелачивания.

ПРИМЕРЫ

Пример 1

В этом примере существующие параметры жидкости были исследованы с помощью имитатора процесса HSC sim с существующими параметрами процесса. Температура составляла 90°C, pH составлял 0,1 ($\text{H}_2\text{SO}_4 > 50$ г/л), а содержание Si составляло 1000 мг/л. Результаты показали, что весь растворимый Si может быть переведен в нерастворимый силикат алюминия путем добавления твердого $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Однако другие типичные ионы металлов не образуют частицы в этих условиях, что делает эти технологические стадии идеальными для образования алюмосиликата и тем самым снижения концентрации Si в процессе. Следующие соединения металлов не показывают образования частиц:

MnSiO_3 , $\text{MnSiO}_3(\text{P})$, Mn_2SiO_4 , $\text{Mn}_7\text{SiO}_{12}$, MgSiO_3 , $\text{MgSiO}_3(\text{A})$, $\text{MgSiO}_3(\text{C})$, $\text{MgSiO}_3(\text{E})$, $\text{MgSiO}_3(\text{G})$, $\text{MgSiO}_3(\text{GL})$, $\text{MgSiO}_3(\text{HP})$, $\text{MgSiO}_3(\text{HT})$, $\text{MgSiO}_3(\text{I})$, $\text{MgSiO}_3(\text{L})$, $\text{MgSiO}_3(\text{M})$, $\text{MgSiO}_3(\text{O})$, $\text{MgSiO}_3(\text{P})$, $\text{MgSiO}_3(\text{PE})$, Mg_2SiO_4 , $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{BF})$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{F})$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{GF})$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{R})$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{W})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{P})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{C})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{E})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{HPC})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{LC})$, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{O})$, $\text{Mg}_4\text{Si}_4\text{O}_{12}(\text{M})$, FeO^*SiO_2 , $2\text{FeO}^*\text{SiO}_2$, FeSiO_3 , $\text{FeSiO}_3(\text{A})$, $\text{FeSiO}_3(\text{G})$, $\text{FeSiO}_3(\text{I})$, $\text{FeSiO}_3(\text{M})$, $\text{FeSiO}_3(\text{O})$, $\text{FeSiO}_3(\text{P})$, $\text{FeSiO}_3(\text{PF})$, $\text{Fe}_2\text{SiO}_4(\text{B})$, $\text{Fe}_2\text{SiO}_4(\text{G})$, $\text{Fe}_2\text{SiO}_4(\text{R})$, $\text{Fe}_2\text{SiO}_4(\text{W})$.

Пример 2

В этом примере исследовали использование твердого $\text{Al}(\text{OH})_3$ в качестве источника алюминия при удалении Si из жидкости.

Использование $\text{Al}(\text{OH})_3$ в качестве источника алюминия снижает количество возможных вредных анионов, остающихся в технологической жидкости после образования алюмосиликатов. Анионы обычно представляют собой анионы Cl , SO_4 и NO_3 , из которых анионы Cl могут вызывать проблемы с коррозией, а анионы SO_4 легко приводят к образованию отложений CaSO_4 . $\text{Al}(\text{OH})_3$ также является дешевым чистым

материалом, который можно легко транспортировать в виде сухого материала на объект, что снижает транспортные расходы.

Пример 3

В этом примере соединения Si удаляли из щелока от выщелачивания в лабораторных испытаниях согласно настоящему способу. На фиг. 4 показаны результаты испытаний.

Щелок от выщелачивания представлял собой верхний продукт сгустителя с завода.

Испытательные образцы 11А и 11В имели дозу $\text{Al}(\text{OH})_3$ 250 мг/л, а испытательные образцы 12А и 12В имели дозу $\text{Al}(\text{OH})_3$ 2000 мг/л. Указанные испытательные образцы выдерживали при 90°C в течение 150 мин в условиях перемешивания. Различия с образцами А и В заключались в том, что образцы А флокулировали с помощью 4 частей на миллион Superfloc A100НМW, а образцы В флокулировали с помощью 10 частей на миллион Superfloc C557 (органический коагулянт типа полиамина), а затем с помощью 4 частей на миллион Superfloc A100НМW. Эти дозировки или время реакции не были оптимизированы. Результаты указанных испытаний показали, что можно удалить более 90% всего диоксида кремния и более 70% растворимого диоксида кремния без какой-либо оптимизации процесса в соответствии с настоящим способом.

Были проведены аналогичные показательные испытания 8, 9 и 10 с тем же химическим составом за меньшее время реакции, 10 мин. Однако эти испытания ясно показали, что время реакции, необходимое для солубилизации и взаимодействия $\text{Al}(\text{OH})_3$ с силикатами, недостаточно велико.

Описанные выше воплощения можно использовать в любом сочетании друг с другом. Несколько воплощений могут быть объединены вместе, чтобы сформировать дополнительное воплощение. Схема выщелачивания, к которой относится изобретение, может включать по меньшей мере одно из воплощений, описанных выше. Для специалиста в данной области техники очевидно, что с развитием технологий основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Таким образом, изобретение и его воплощения не ограничиваются описанными выше примерами; вместо этого они могут варьироваться в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания, включающий:

- подачу щелока (2) от выщелачивания со стадии (1) выщелачивания в гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз для отделения верхнего продукта (4) и нижнего продукта (15);

- подачу верхнего продукта (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз в реактор (6) для образования обработанного щелока (9);

- добавление источника (5) алюминия в качестве первого коагулянта к верхнему продукту (4) в реакторе (6) для образования содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке (9);

- добавление по меньшей мере флокулянта (7) в обработанный щелок (9) после реактора (6) для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц, и

- подачу обработанного щелока (9) на перемешивную флотацию, в которой по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блок (10) перемешивной флотации для сбора по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц, для отделения по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц от обработанного щелока (9) в верхний продукт перемешивной флотации и для образования очищенного щелока (11) в качестве нижнего продукта перемешивной флотации.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что гравитационный сепаратор твердой и жидкой фаз представляет собой сгуститель.

3. Способ по п.1 или п.2, отличающийся тем, что перед подачей верхнего продукта (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз в реактор (6) верхний продукт направляют в резервуар (16) для верхнего продукта сепаратора.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что источник алюминия представляет собой соединение алюминия без вредных анионов.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что вредный анион выбирают из группы, включающей: хлорид, сульфат, нитрат.

6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что источник алюминия представляет собой $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 или другое соединение алюминия.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что источник алюминия представляет собой $\text{Al}(\text{OH})_3$.

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что источник алюминия добавляют в верхний продукт в количестве 1-4000 частей на миллион.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что флокулянт (7) выбирают из группы, включающей: синтетические флокулянты, природные полимеры и их сочетания.

10. Способ по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что флокулянт (7) добавляют в обработанный щелок (9) в количестве от 1 до 50 частей на миллион.

11. Способ по любому из пп.1-10, отличающийся тем, что к обработанному щелоку (9) добавляют органический коагулянт (8) после реактора (6).

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что органический коагулянт (8) выбирают из группы, включающей: бентонит, полимерные коагулянты и их сочетания.

13. Способ по п.11 или п.12, отличающийся тем, что органический коагулянт (8) добавляют в обработанный щелок (9) в количестве от 0 до 100 частей на миллион.

14. Способ по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что флокулянт (7) и/или органический коагулянт (8) добавляют посредством смешивания с обработанным щелоком (9) после реактора (6).

15. Способ по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что температура в реакторе (6) составляет 80-98°C.

16. Способ по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что время пребывания в реакторе (6) составляет 3-210 минут.

17. Способ по любому из пп.1-16, отличающийся тем, что удаляют по меньшей мере 20% общего Si из верхнего продукта (4) из щелока (2) от выщелачивания.

18. Способ по любому из пп.1-17, отличающийся тем, что удаляют по меньшей мере 50% общего Si из верхнего продукта (4) из щелока (2) от выщелачивания.

19. Способ по любому из пп.1-18, отличающийся тем, что соединения на основе Si удаляют из щелока (2) от выщелачивания после требуемой стадии выщелачивания.

20. Способ по любому из пп.1-19, отличающийся тем, что блок (10) перечистой флотации представляет собой блок флотации растворенным газом (DAF).

21. Способ по любому из пп.1-20, отличающийся тем, что очищенный щелок (11) извлекают в качестве нижнего продукта из блока (10) перечистой флотации и подают на следующую технологическую стадию (13).

22. Способ по любому из пп.1-21, отличающийся тем, что очищенный щелок (11) извлекают в качестве нижнего продукта из блока (10) перечистой флотации и рециркулируют обратно в процесс.

23. Способ по любому из пп.1-22, отличающийся тем, что образовавшийся шлам (12), включающий содержащие силикат алюминия частицы, извлекают в качестве верхнего продукта из блока (10) перечистой флотации и обрабатывают на стадии (14) последующей обработки.

24. Технологическая установка (17) для удаления соединений на основе Si из щелока от выщелачивания, включающая

- гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз для обработки щелока (2) от выщелачивания и отделения верхнего продукта (4) и нижнего продукта (15) и для удаления твердых частиц из щелока (2) от выщелачивания;

- реактор (6), в котором обрабатывают верхний продукт (4) из гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз источником (5) алюминия в качестве первого коагулянта для образования обработанного щелока (9) и содержащих силикат алюминия частиц в обработанном щелоке (9),

- по меньшей мере одно устройство для добавления, предназначенное для добавления по меньшей мере флокулянта (7) к обработанному щелоку (9) после реактора (6) для увеличения размера содержащих силикат алюминия частиц, и

- блок (10) перемешивающей флотации, в котором используют пузырьки флотационного газа, по меньшей мере 90% которых имеют размер от 0,2 до 250 мкм, функционально подсоединенный к гравитационному сепаратору (3) твердой и жидкой фаз и предназначенный для сбора по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц, для отделения по меньшей мере содержащих силикат алюминия частиц от обработанного щелока (9) в верхний продукт (12) перемешивающей флотации и для образования очищенного щелока (11) в качестве нижнего продукта перемешивающей флотации.

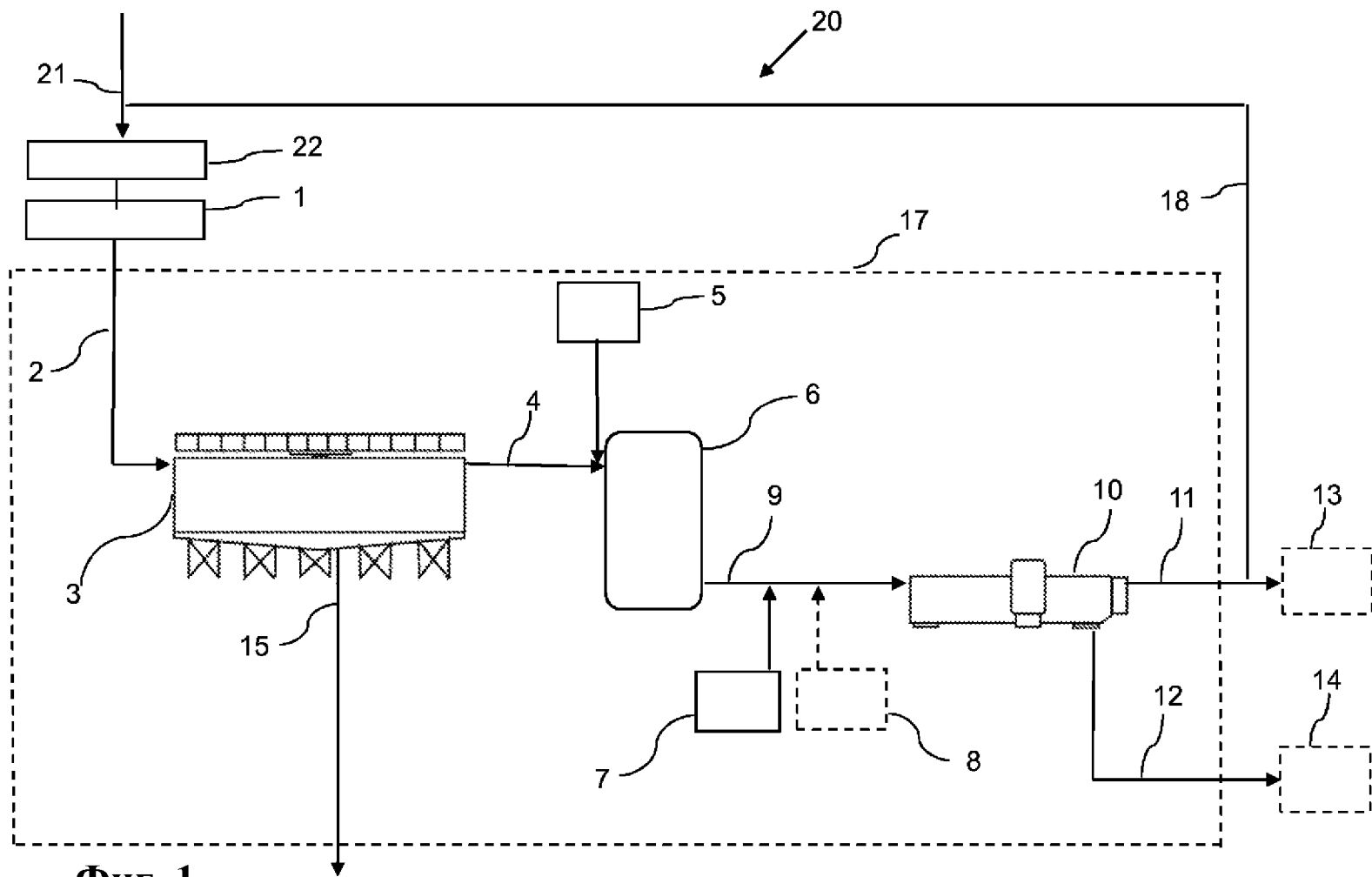
25. Технологическая установка по п.24, отличающаяся тем, что блок (10) перемешивающей флотации представляет собой блок DAF.

26. Технологическая установка по п.24 или п.25, отличающаяся тем, что она дополнительно включает резервуар (16) для верхнего продукта сепаратора после гравитационного сепаратора (3) твердой и жидкой фаз.

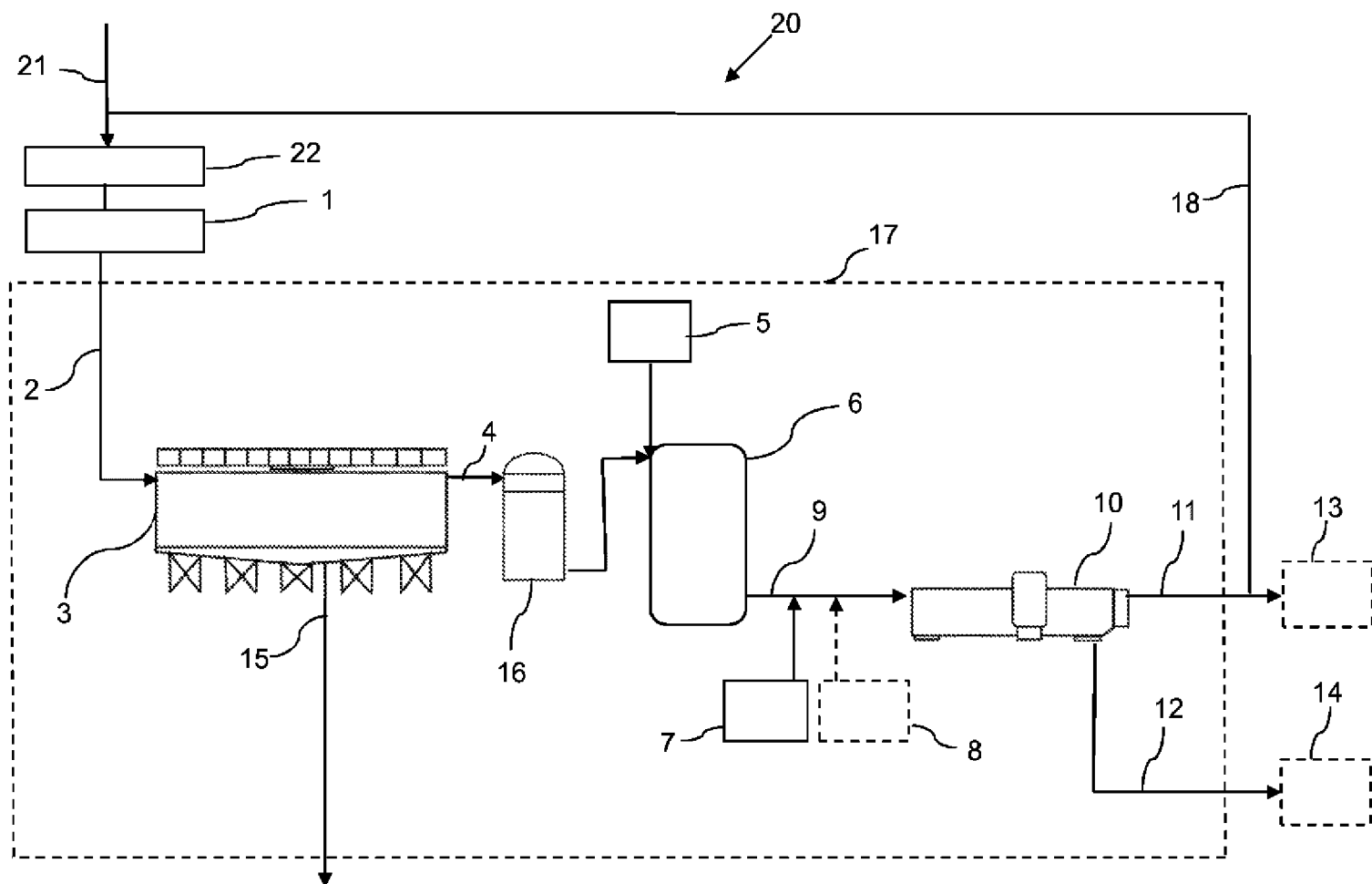
27. Технологическая установка по любому из пп.24-26, отличающаяся тем, что гравитационный сепаратор (3) твердой и жидкой фаз представляет собой сгуститель или осветлитель.

28. Применение способа по любому из пп.1-23, где способ применяют при извлечении металлов, где металл выбирают из группы, включающей: Zn, Cu, Fe, Al, Ag, Au, Ni, Co, Sc, или их сочетаний.

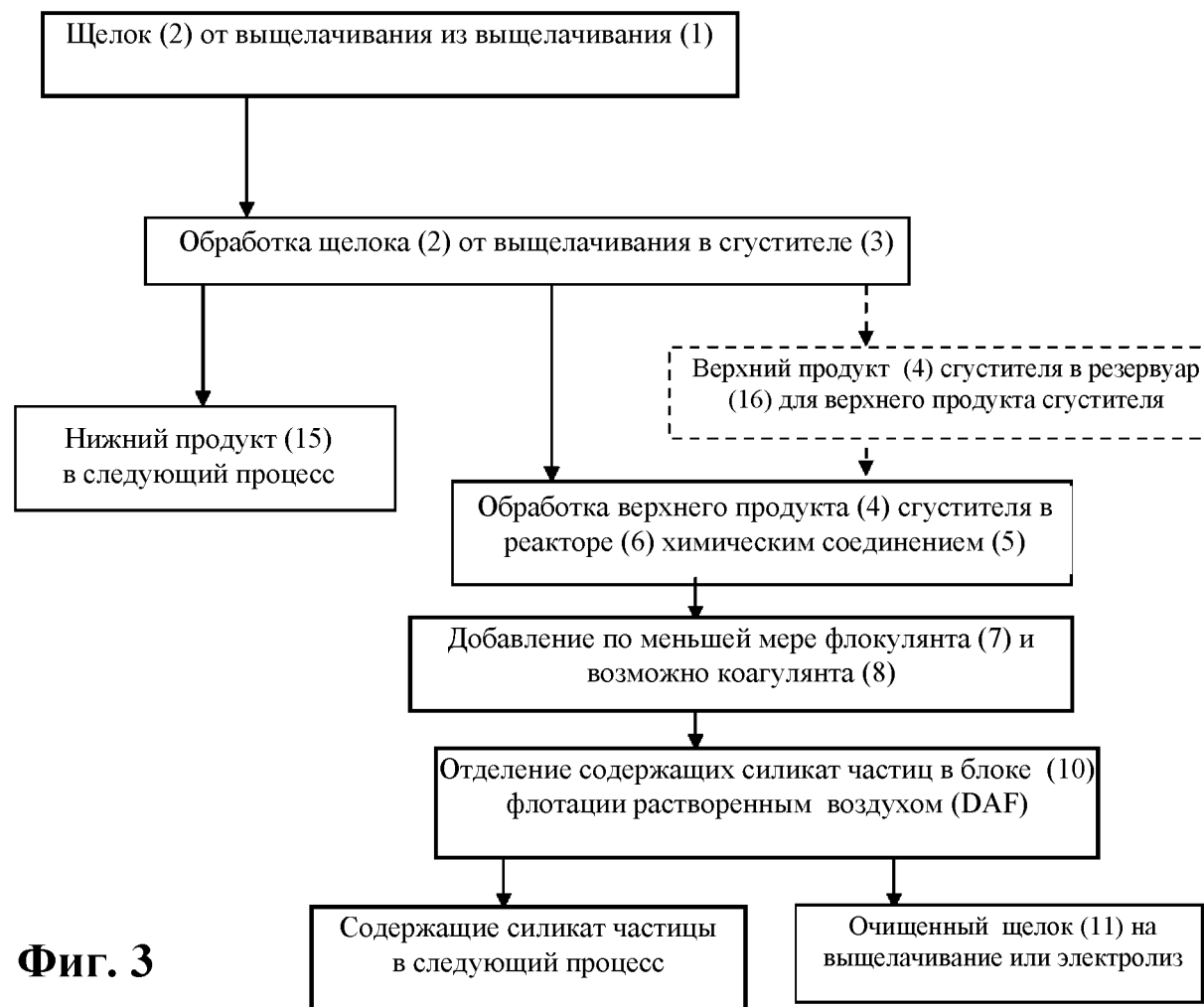
29. Применение способа по п.28, где способ применяют при извлечении Zn и/или Ag.



Фиг. 1

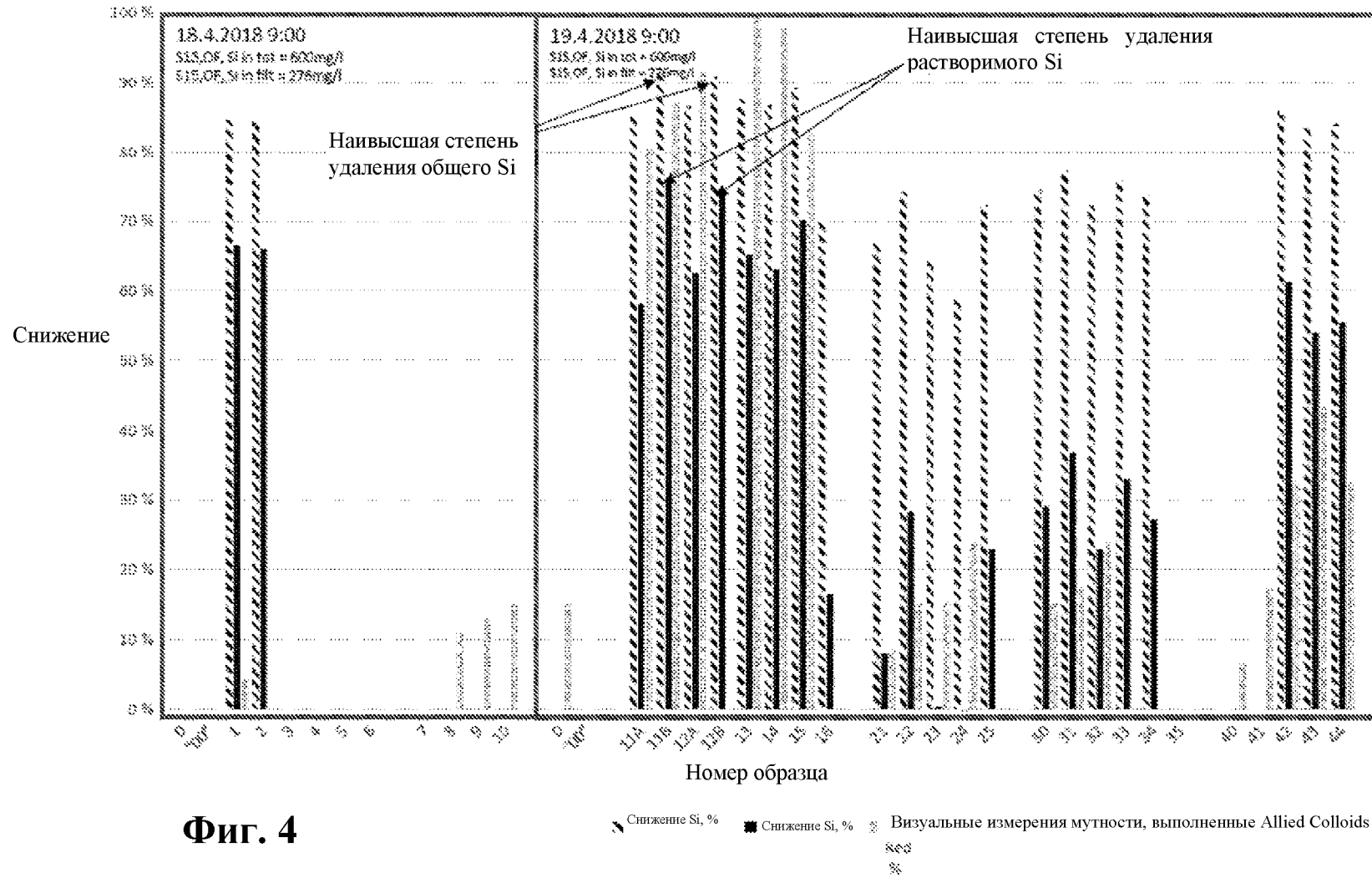


Фиг. 2



Фиг. 3

Верхний продукт сгустителя с сильной кислотой, удаление Si



Фиг. 4