

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047268**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.06.26

(21) Номер заявки
202391099

(22) Дата подачи заявки
2018.10.29

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

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ

(43) **2023.07.31**

(62) **202191011; 2018.10.29**

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

(72) Изобретатель:
Янссон Кай (FI)

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

(56) US-A1-2017120258

Azevedo A. et al. Minerals Engineering, 2018. Vol. 127, No. 114-121. Available online 04 August 2018. Treatment and water reuse of lead-zinc sulphide ore mill wastewaters by high rate dissolved air flotation abstract; chapter 1, Introduction

Lima N.P. et al. Minerals Engineering, 2016. Vol. 96-97, p. 53-58. The entrainment effect on the performance of iron ore reverse flotation, whole document, especially Fig 12

Batisteli G. M. B. et al. Minerals Engineering, 2008. Vol. 21, p. 873-876. Residual amine in iron ore flotation whole document
WO-A1-2018050950
CN-A-105080730

(57) Предложен способ очистки технологической воды флотационной установки (1). Способ включает стадии: а) обезвоживания верхнего продукта контура (10) флотации минералов в гравитационном сепараторе (21) твердых веществ и жидкости для отделения осадка (212) от надосадочной жидкости (211), содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы и растворимый SiO₂, мелкие частицы, микробы и остаточные химические вещества флотации; б) обработки надосадочной жидкости посредством перечистой флотации, при которой, по меньшей мере, 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блоке (23) перечистой флотации для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт (232) перечистой флотации и для получения очищенной технологической воды (231) в качестве нижнего продукта перечистой флотации; с) удаления верхнего продукта (232) перечистой флотации в виде хвостов и d) рециркуляции очищенной технологической воды (231) в контур (10) флотации минералов. Также предложено устройство для очистки технологической воды.

B1

047268

047268

B1

Область техники

Изобретение относится к способу и устройству для очистки технологической воды флотационной установки. В частности, изобретение предназначено для очистки технологических вод флотационной установки для обратной флотации Fe.

Уровень техники

Типы месторождений железной руды разнообразны, как и месторождения многих других типов руды. Однако основные ресурсы железной руды состоят из метаморфизованных железистых формаций, называемых полосчатыми железистыми формациями (ПЖФ). Полосчатые железистые формации образуют обширные железорудные бассейны. Области ПЖФ также связаны с корками выветривания, также называемыми пластовыми месторождениями железа (ПМЖ), образованными естественными процессами. Эти ПМЖ содержат богатый железом гематит, гетит и сидерит, магнетит и микропластинчатые гематитовые руды.

В общем, магнитная сепарация является наиболее часто используемым процессом обогащения железных руд, поскольку преобладающими минералами железа являются ферромагнитные и парамагнитные. Однако железные руды следует обрабатывать в соответствии с их минеральным составом, физическими свойствами, характером и степенью выделения железосодержащих минералов из пустой породы. Жильные минералы в ПМЖ обычно включают кварц, несколько железосодержащих силикатов, таких как амфиболы, слюды и пироксены, карбонаты, полевые шпаты и глины.

Промышленное производство железорудных окатышей и другого высококачественного металлургического сырья требует окатышей с ограниченным содержанием кремнезема, оксида алюминия и других примесей. Эти требования привели к более широкому использованию флотации вместо гравитационной и магнитной сепарации для снижения содержания вредных примесей и производства железных "суперконцентратов".

Обогащение низкосортных окисленных железных руд флотацией называется обратной флотацией, при которой пустую породу отделяют флотацией от ценных мелкозернистых железных руд. Ценную руду собирают из нижнего продукта флотационной установки. Наиболее распространенным способом обогащения этих низкосортных железных руд является обратная катионная флотация. Преимущества обратной катионной флотации по сравнению с анионной флотацией включают более высокую селективность и скорости процесса, а также удовлетворительные результаты при использовании жесткой воды.

Чтобы обеспечить удаление силикатов во время обратной катионной флотации, рекомендуется использовать коллектор на основе смеси простого эфира первичного амина и неионогенного поверхностно-активного вещества, такого как жирные изоспирты.

Как правило, содержащую пустую породу пену, удаляемую при обратной флотации, направляют в хвостовой отвал, где ожидается, что в течение длительного времени пребывания, обычно 20-40 дней, осаждаются и отделяются твердые частицы, а также разлагаются остаточные химические вещества флотации из собранной и повторно используемой технологической воды. Собранную технологическую воду затем возвращают обратно в процесс обогащения. Качество оборотной технологической воды играет важную роль в достижении целевых показателей извлечения и качества конечного продукта.

Сегодня нехватка воды, экологические требования, предъявляемые законодательством и общественным давлением, затраты и обширные требования к пространству для вышеуказанных традиционных способов обработки хвостов для очистки технологической воды, все больше вынуждают рециркулировать технологическую воду, поскольку основные процессы флотации становятся, по меньшей мере частично, замкнутыми системами в показателях водопользования. Могут потребоваться альтернативные способы обработки хвостовых потоков, которые позволяют использовать водные системы с хотя бы частично замкнутым циклом.

Обычный способ обработки хвостов с типичным временем пребывания 20-40 дней может привести к приемлемому качеству воды, позволяя повторно использовать очищенную технологическую воду в основном процессе флотации и на других стадиях процесса. Переход на другие способы обработки хвостов, такие как сгущение хвостов, пастирование (paste), сухое складирование или их гибриды, приведет к гораздо более короткому времени осаждения из-за новых загустителей, необходимых на этих технологических стадиях. Это приводит к гораздо более короткому времени осаждения, 3-8 часов, что ведет к большему количеству мелких частиц, остаточных химических веществ и других вредных или неблагоприятных веществ, попадающих в верхний продукт сгустителя, а затем в рециркулируемую технологическую воду. Эти примеси в верхнем продукте могут отрицательно повлиять на основной процесс флотации и качество конечного продукта, если их не обработать должным образом до рециркуляции технологической воды обратно в основной процесс.

При обратной флотации Fe обычно используют гидрофобные флотационные химические вещества на основе аминов (коллекторы) для прикрепления к частицам пустой породы и повышения их гидрофобности, так что они могут быть удалены в качестве верхнего продукта на стадии обратной флотации. Однако, когда эти гидрофобные частицы отправляются в сгуститель хвостов, они имеют тенденцию плавать (как задумано) или легче следовать за потоком воды, а не оседать, как желательное. Точно так же остаточные и непрореагировавшие химические вещества - коллекторы могут оказаться в верхнем продукте

сгустителя, поскольку короткого времени пребывания недостаточно для разложения химических веществ, как это могло бы происходить со временем в обычном хвостовом отвале. Кроме того, другие легкие материалы с низкой плотностью, такие как органический материал, бактерии и другие микробы, коллоидные и растворимые материалы, следуют за потоком воды к верхнему продукту сгустителя, что приводит к ухудшению качества верхнего продукта.

Этот вид технологической воды может содержать значительное количество силикатов, которые, когда воду рециркулируют обратно в процесс флотации, расходуют флотационные химические вещества и препятствуют всплыванию силикатов из недавно введенного шлама. Силикаты могут попасть в регенерированный Fe материал в нижнем продукте, что ухудшает как выход, так и качество Fe материала.

Обычным решением для контроля накопления химических веществ - коллекторов и подавления микробиологического роста является отправка флотационной пены в хвостовой отвал с длительным временем удерживания. Другой способ включает использование химического окислителя, например NaOCl, который может быть добавлен перед сгустителем для разложения химических веществ - коллекторов и улучшения осаждения очень мелкого материала. Однако недостатком использования таких химических веществ являются более высокие уровни Cl, что может привести к коррозии оборудования и отказу. Они также опасны для окружающей среды и персонала из-за образования Cl₂ при использовании в кислых условиях. Это также повлияет на всю операцию флотации, затрудняя дозирование химических веществ и регулирование процесса.

Краткое описание изобретения

Способ согласно настоящему изобретению отличается признаками, указанными в независимом пункте 1 формулы изобретения.

Устройство согласно настоящему изобретению отличается признаками, указанными в независимом пункте 18 формулы изобретения.

Раскрыт способ очистки технологической воды флотационной установки. Флотационная установка включает контур флотации минералов, предназначенный для обработки частиц руды, содержащих Fe, взвешенных в суспензии, путем обратной флотации для разделения суспензии на нижний продукт и верхний продукт, а также устройство для очистки технологической воды для обработки верхнего продукта из контура флотации. Способ включает стадии: а) обезвоживания верхнего продукта контура флотации в гравитационном сепараторе твердых веществ и жидкости для отделения осадка от надосадочной жидкости, содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы и растворимый SiO₂, мелкие частицы, микробы и остаточные химические вещества флотации; б) обработки надосадочной жидкости посредством перемешивающей флотации, при которой по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блоке перемешивающей флотации для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт перемешивающей флотации и для получения очищенной технологической воды в качестве нижнего продукта перемешивающей флотации; в) удаления верхнего продукта перемешивающей флотации в виде хвостов, и d) рециркуляции очищенной технологической воды в контур флотации минералов.

В другом аспекте изобретения раскрыто устройство для очистки технологической воды для обработки верхнего потока контура флотации минералов. Контур флотации предназначен для обработки частиц руды, содержащих Fe, взвешенных в суспензии, путем обратной флотации. Устройство для очистки технологической воды включает гравитационный сепаратор твердых веществ и жидкости для обезвоживания верхнего продукта с целью отделения осадка от надосадочной жидкости, содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы и растворимый SiO₂, мелкие частицы, микробы и остаточные флотационные химические вещества; и блок перемешивающей флотации, в котором используют пузырьки флотационного газа, по меньшей мере 90% которых имеют размер от 0,2 до 250 мкм, функционально соединенный с гравитационным сепаратором твердых веществ и жидкости для приема надосадочной жидкости и приспособленный для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт перемешивающей флотации и для получения очищенной технологической воды в качестве нижнего продукта перемешивающей флотации, предназначенной для возврата в контур флотации минералов.

С помощью изобретения можно смягчить вышеуказанные проблемы рециркуляции воды и недостатки, связанные с традиционными решениями. Верхний продукт или надосадочную жидкость из гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости подвергают перемешивающей флотации в блоке перемешивающей флотации, так что силикатные соединения (как коллоидные, так и растворимые) 1) могут флокулировать с образованием более крупных частиц; обычно химических веществ - коллекторов, уносимых из процесса основной обратной флотации, достаточно для флокуляции силикатов, 2) их можно отделить от очищенной таким образом технологической воды с помощью флотации растворенным газом (DAF) и 3) собрать в виде хвостов для дальнейшей обработки в другом месте. Полученную очищенную технологическую воду можно возвращать обратно в основной процесс флотации. Поскольку очищенная технологическая вода содержит значительно меньше силикатов, она не повлияет отрицательно на основной процесс обратной флотации.

Поскольку верхний продукт из минерального или основного процесса флотации относительно короткое время находится в гравитационном сепараторе твердых веществ и жидкости, флотационные химические вещества, коллекторы, перенесенные в верхний продукт из основного процесса флотации, не разлагаются, как это произошло бы со временем в обычном хвостовом отвале. Эти химические вещества - коллекторы затем можно использовать на стадии перечистой флотации в качестве коллекторов, тем самым обеспечивая возможность флотации и сбора требуемого материала, то есть сбора силикатного материала, что приводит к очищенной технологической воде. В то же время эти остаточные флотационные химические вещества расходуются и не возвращаются обратно в основной процесс флотации минералов, когда очищенная технологическая вода возвращается обратно. Таким образом, на основной процесс флотации такие нежелательные флотационные химические вещества не влияют, что упрощает регулирование процесса флотации минералов.

В процессе перечистой флотации также можно удалять другие коллоидные материалы, такие как С, Р, N, присутствующие в виде очень мелких частиц, а также любые подавители флотации на основе крахмала, присутствующие в технологической воде, тем самым удаляя питательные вещества, которые будут способствовать микробиологическому росту в очищенной технологической воде. Это может улучшить результат любых последующих стадий очистки воды, таких как фильтрация. Например, удаление такого материала может предотвратить засорение отверстий керамических фильтров.

Поскольку суспензия или верхний продукт гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости содержит только мелкие частицы (более крупные частицы попадают в осадок), перечистую флотацию можно энергетически эффективно использовать на стадии, где она наиболее эффективна, то есть для удаления мелких частиц.

В одном воплощении изобретения устройство перечистой флотации представляет собой устройство флотации растворенным газом (DAF).

В одном воплощении перед стадией (b) температура надосадочной жидкости составляет от 2 до 70°C.

В одном воплощении перед стадией (b) pH надосадочной жидкости составляет от 5 до 14.

Температура и/или pH надосадочной жидкости могут быть естественными, то есть вызванными предыдущими стадиями процесса или окружающей средой, или, при необходимости, свойства могут быть скорректированы по потребности, например, для оптимизации перечистой флотации на стадии (b).

В одном воплощении на стадии (a) время пребывания верхнего продукта в гравитационном сепараторе твердых веществ и жидкости составляет менее 10 часов, предпочтительно от 2 до 8 часов.

В одном воплощении содержание твердых частиц в осадке гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости составляет по меньшей мере 80 масс. %.

Относительно короткое время пребывания означает, что химические вещества флотации, в частности химические вещества-коллекторы, не разлагаются, а уносятся с надосадочной жидкостью, и их можно использовать на последующей стадии перечистой флотации. Путем обеспечения достаточно высокого содержания твердых веществ в осадке количество твердых хвостов, подлежащих обработке, может быть уменьшено.

В одном воплощении после стадии (a) надосадочную жидкость направляют в резервуар для верхнего продукта сепаратора.

Резервуар для верхнего продукта сепаратора можно использовать для регулирования потока надосадочной жидкости в блок перечистой флотации или в смесительный блок, если его используют. Это может помочь в стабилизации процесса очистки технологической воды в целом, так как регулируют поток надосадочной жидкости на последующие рабочие стадии.

В одном воплощении перед стадией (b) надосадочную жидкость химически кондиционируют в смесительном блоке путем добавления коагулянта и/или флокулянта для флокуляции содержащих диоксид кремния частиц в надосадочной жидкости.

В другом воплощении коагулятор выбирают из группы, включающей неорганические коллекторы, соли алюминия, соли железа, органические коагулянты.

В другом воплощении коагулянт добавляют в надосадочную жидкость в количестве от 20 до 2000 частей на миллион.

В одном воплощении флокулянт выбирают из группы, включающей природные полимеры, синтетические флокулянты.

В другом воплощении в надосадочную жидкость добавляют флокулянт в количестве от 1 до 100 частей на миллион.

Хотя обычно в надосадочной жидкости присутствует достаточное количество флотационных химических веществ (химических веществ-коллекторов) в качестве переходящих остатков от основного процесса флотации, в некоторых случаях может потребоваться кондиционирование надосадочной жидкости перед обработкой DAF, чтобы гарантировать, что достаточное количество силикатов можно удалить в устройстве DAF. Это может быть сделано в обычном смесительном блоке, предназначенном для добавления различных химических веществ, таких как флокулянты и/или коагулянты, и обработки текучей среды этими химическими веществами. Количество коагулянта и/или флокулянта выбирают в зависимо-

сти от процесса, и оно сильно зависит от стоимости химических веществ. Органические коагулянты дороже неорганических. Обычно флокулянты добавляют в количестве менее 10 частей на миллион.

В одном воплощении на стадии (b) удаляют по меньшей мере 90% SiO₂ верхнего продукта из контура флотации.

В одном воплощении на стадии (b) удаляют по меньшей мере 70% растворимого SiO₂ верхнего продукта из контура флотации.

Целью способа является удаление как можно большего количества силикатов из верхнего продукта обратной флотации Fe. Силикаты, остающиеся в очищенной технологической воде, вредны для основного процесса флотации, а силикаты, попадающие в извлеченный Fe материал, снижают качество и ценность конечного продукта (железного материала). Оба случая также снижают эффективность процесса флотации. Удаление излишков силикатов снижает расход флотационных химических веществ и свежей воды.

В одном воплощении перед стадией (d) очищенную технологическую воду подвергают фильтрации для удаления химических веществ, способствующих микробиологическому росту.

В другом воплощении при фильтрации используют фильтрующий блок, содержащий керамический фильтр.

Путем фильтрации очищенной технологической воды могут быть удалены другие вредные компоненты, тем самым повышают чистоту воды, которую возвращают в основной процесс флотации. Например, можно уменьшить образование шлама в оборудовании.

Используя блок перемешивания флотации для обработки надосадочной жидкости, можно удалить из очищенной технологической воды большую часть химических остатков в форме частиц. Это позволяет использовать керамические фильтрующие пластины; в керамических фильтрующих пластинах поры фильтра могут быть подвержены блокированию частицами определенного диапазона размеров. Путем удаления этих частиц, по меньшей мере частично, можно избежать засоров и улучшить работу фильтрующего блока.

В одном воплощении устройство для очистки технологической воды не влияет на жесткость очищенной технологической воды.

Поддержание жесткости воды на заданном уровне позволяет, если требуется, регулировать основной процесс флотации. Добавку флотационных химических веществ можно поддерживать на постоянном уровне, поскольку жесткость воды постоянна, а гидрофобные частицы улучшают флотацию минералов, когда жесткость находится на определенном уровне. Обычные способы очистки воды, такие как способы с использованием нанопермембранных мембран или мембран обратного осмоса, могут влиять на жесткость воды, поскольку соединения (Ca, K, Mn, Mg) удаляются вместе с вредными веществами. Блок перемешивания флотации позволяет этим соединениям оставаться в воде, так как они не собираются в верхнем продукте перемешивания флотации и не удаляются в хвосты.

В одном воплощении устройства для очистки технологической воды в соответствии с настоящим изобретением блок перемешивания флотации представляет собой блок DAF.

В одном воплощении устройство для очистки технологической воды дополнительно включает смесительный блок после гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости, причем смесительный блок предназначен для химического кондиционирования надосадочной жидкости для флокуляции содержащих диоксид кремния частиц в надосадочной жидкости.

В одном воплощении устройство для очистки технологической воды дополнительно содержит резервуар для верхнего продукта сепаратора после гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости.

В одном воплощении устройство для очистки технологической воды дополнительно содержит фильтрующий блок для удаления химических веществ, способствующих микробиологическому росту, из очищенной технологической воды после блока DAR

В другом воплощении фильтрующий блок содержит керамический фильтр.

Краткое описание чертежей

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

фиг. 1-3 представляют упрощенные технологические схемы воплощения изобретения.

Подробное описание изобретения

Далее подробно описаны воплощения настоящего изобретения, пример которых проиллюстрирован на прилагаемых чертежах.

Приведенное ниже описание раскрывает некоторые воплощения настолько подробно, что специалист в данной области техники может использовать флотационную установку и реализовать ее применение, а также способ, основанный на описании. Не все стадии воплощения описаны подробно, поскольку многие из стадий очевидны для специалиста в данной области техники на основе этого описания.

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

Приложенные фиг. 1-3 подробно иллюстрируют флотационную установку 1. Чертежи выполнены не в пропорциях, и многие компоненты опущены для ясности. Флотационная установка 1 содержит контур 10 флотации минералов, предназначенный для обработки частиц руды, содержащих Fe, взвешенных в суспензии 100, путем обратной флотации, так что суспензия разделяется на верхний продукт 101 и нижний продукт 102. Верхний продукт 101 может включать силикатсодержащие частицы, растворимый SiO_2 и другие нежелательные, вредные или не извлеченные материалы или соединения, такие как мелкие частицы и более крупные частицы, содержащие C, P, N, Ca, K, Mn, Mg; остаточные флотационные химические вещества, такие как коллекторы на основе аминов или подавители флотации на основе крахмала, микробы и т. д., суспендированные и/или растворенные в воде. Нижний продукт 102 содержит извлеченный Fe содержащий материал.

Флотационная установка 1 дополнительно содержит устройство 20 для очистки технологической воды, предназначенное для обработки верхнего продукта 101 контура 10 флотации минералов. Устройство 20 для очистки технологической воды включает гравитационный сепаратор 21 твердых веществ и жидкости, в котором верхний продукт 101 обезвоживают обычным способом, т.е. путем отделения осадка 212, содержащего более крупные и тяжелые частицы, от надосадочной жидкости 211, содержащей вышеуказанные твердые соединения в диапазоне мелких частиц (по меньшей мере содержащие диоксид кремния частицы), а также любые остаточные флотационные химические вещества, растворимый SiO_2 , микробы и воду. Гравитационный сепаратор 21 твердых веществ и жидкости может быть, например, сгустителем или осветлителем.

Устройство 20 для очистки технологической воды дополнительно содержит блок 23 перечистой флотации. В блоке перечистой флотации используют флотационный газ для всплывания частиц, собранных химическими веществами-коллекторами. В частности, флотацию в блоке 23 перечистой флотации выполняют с использованием микропузырьков или пузырьков флотационного газа, имеющих определенный диапазон размеров. При перечистой флотации и в блоке 23 перечистой флотации согласно изобретению по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа попадают в диапазон размеров от 2 до 250 мкм. При перечистой флотации можно использовать флотацию растворенным газом (DAF), а блок 23 перечистой флотации может представлять собой блок DAF. Также можно использовать другие способы 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 очистки воды или сточных вод. Твердые частицы отделяются 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 перепаде давления при выпуске дисперсии. Твердые частицы прикрепляются к пузырькам и поднимаются на поверхность. Образовавшийся флотационный 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 23 перечистой флотации надосадочную жидкость 211 подвергают флотации, чтобы собрать по меньшей мере содержащие диоксид кремния частицы, а также другие частицы, такие как частицы, содержащие C, P, N. В одном воплощении изобретения надосадочная жидкость 211 включает некоторое количество остаточных флотационных химических веществ (например, коллекторов на основе аминов) в качестве переходящего остатка из процесса обратной флотации Fe в контуре 10 флотации минералов, достаточное для флокуляции значительной части содержащих диоксид кремния частиц, а также для коагуляции растворимого SiO_2 с образованием твердых частиц. Затем по меньшей мере содержащие диоксид кремния частицы отделяются от надосадочной жидкости в нижний продукт 232 перечистой флотации и удаляются из флотационной установки 1 в виде хвостов. Одновременно в блоке 23 перечистой флотации получают очищенную технологическую воду 231 в качестве нижнего продукта перечистой флотации. Очищенную технологическую воду 231 затем можно возвращать обратно в контур 10 флотации минералов для использования, например, в качестве разбавляющей воды для подаваемой суспензии 100.

Очищенную технологическую воду 231 можно дополнительно обработать в фильтрующем блоке 24 для удаления микробов и химических веществ, способствующих микробиологическому росту, или для удаления любых других нежелательных химических веществ из очищенной технологической воды 231 (см. фиг. 1). Фильтрующий 24 блок может быть любого типа, известного в данной области техники. В одном воплощении фильтрующий блок 24 содержит керамический фильтр или ряд керамических фильтров.

Кроме того, устройство 20 для очистки технологической воды может содержать резервуар 21b для верхнего продукта сепаратора непосредственно после гравитационного сепаратора 21 твердых веществ и жидкости (см. фиг. 3). Надосадочную жидкость 211 направляют в резервуар 21b для верхнего продукта сепаратора перед тем, как направлять ее в блок 23 перечистой флотации, например, для регулирования объемного потока в блок 23 перечистой флотации. Кроме того, дополнительно или альтернативно, уст-

ройство 20 для очистки технологической воды может содержать смесительный блок 22 (см. фиг. 2, 3) после гравитационного сепаратора твердых веществ и жидкости или после резервуара 21b для верхнего продукта сепаратора, если его используют. Смесительный блок 22 может быть смесительным блоком любого типа, известного в данной области техники, предназначенным для добавления требуемых химических веществ, таких как коагулянты и/или флокулянты, и обработки надосадочной жидкости 211 химическим кондиционированием, так что по меньшей мере частицы, содержащие диоксид кремния флокулируют перед подачей надосадочной жидкости 211 в блок 23 DAR. Таким образом, растворимый SiO_2 может флокулировать с образованием твердых частиц и, таким образом, его впоследствии можно удалять из очищенной технологической воды. Это может потребоваться, если надосадочная жидкость не содержит достаточного количества остаточных химических веществ-коллекторов в качестве переносимых остатков из контура 10 флотации для обеспечения достаточной флокуляции содержащих диоксид кремния частиц в блоке 23 перечистой флотации или для создания достаточно больших хлопьев в блоке 23 перечистой флотации. Как резервуар 21b для верхнего продукта сепаратора, так и смесительный блок 22 можно дополнительно использовать для регулирования температуры и/или pH надосадочной жидкости 211, если потребуется, чтобы подготовить надосадочную жидкость для перечистой флотации.

В способе очистки технологической воды флотационной установки 1 выполняют следующие стадии.

На стадии (а) верхний продукт 101 контура 10 флотации минералов обезвоживают в гравитационном сепараторе 21 твердых веществ и жидкости для отделения осадка 212 от надосадочной жидкости 211, содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы, растворимый SiO_2 , мелкие частицы, микробы и остаточные химические вещества флотации.

Время пребывания верхнего продукта 101 в гравитационном сепараторе 21 твердых веществ и жидкости на стадии (а) составляет менее 10 часов. Время пребывания может составлять от 2 до 8 часов, например, 3,5 часа, 4 часа, 5 часов или 6,5 часа. После стадии (а) содержание твердых веществ в осадке 212 гравитационного сепаратора 21 твердых веществ и жидкости может составлять более 80 масс.%.

На стадии (b) надосадочную жидкость 211 подвергают перечистой флотации в блоке 23 перечистой флотации для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт 232 перечистой флотации и для образования очищенной технологической воды 231 в качестве нижнего продукта перечистой флотации. При перечистой флотации по меньшей мере 90% пузырьков флотационного газа попадают в диапазон размеров от 0,2 до 250 мкм. Перечистная флотация может представлять собой флотацию растворенным газом (DAF), то есть блок 23 перечистой флотации может быть блоком DAR.

Перед стадией (b) температура и pH надосадочной жидкости 211 могут быть отрегулированы для оптимизации перечистой флотации в блоке 23 перечистой флотации, или предыдущие технологические стадии могут привести к тому, что температура и/или pH надосадочной жидкости будут показывать определенные значения.

Температура надосадочной жидкости 211 может составлять или может быть отрегулирована до 2-70°C. pH надосадочной жидкости 211 может составлять или может быть доведен до 5-14. В случае, если вышеуказанные свойства надосадочной жидкости 211 необходимо отрегулировать отдельно, это можно сделать в резервуаре 21b для верхнего продукта сепаратора и/или в смесительном блоке 22.

На стадии (c) верхний продукт 232 перечистой флотации удаляют в виде хвостов, а на стадии (d) очищенную технологическую воду 231 рециркулируют в контур 10 флотации минералов. Перед рециркуляцией очищенной технологической воды 231 в контур 10 флотации минералов ее можно подвергнуть обработке на стадии фильтрации для удаления химических веществ, способствующих микробиологическому росту, или для удаления других нежелательных или вредных химических соединений. На стадии фильтрации можно использовать фильтрующий блок 24, содержащий керамический фильтр.

На дополнительной стадии способа надосадочную жидкость 211 можно направлять в резервуар 21b для верхнего продукта сепаратора после стадии (а). Дополнительно или альтернативно надосадочную жидкость 211 можно химически кондиционировать в смесительном блоке 22 перед стадией (b). Надосадочную жидкость можно направлять в смесительный блок 22 непосредственно из гравитационного сепаратора 21 твердых веществ и жидкости или из резервуара 21b для верхнего продукта сепаратора, если таковой используется. В смесительном блоке 22 надосадочную жидкость можно химически кондиционировать путем добавления коагулянта, способствующего сбору SiO_2 в надосадочной жидкости путем его коагуляции, присутствующего либо в форме содержащих диоксид кремния частиц, либо в виде растворимого SiO_2 . Коагулянт можно выбирать из группы, включающей неорганические коагулянты, соли алюминия, соли железа, органические коагулянты.

Одним из возможных неорганических коагулянтов является хлорид полиалюминия (ХПА). Неорганический коагулянт можно добавлять в надосадочную жидкость 211 в смесительном блоке 22 в количестве от 20 до 2000 частей на миллион, например, в количестве 50 частей на миллион, 75 частей на миллион, 150 частей на миллион, 225 частей на миллион, 350 частей на миллион или 400 частей на миллион. В одном воплощении добавляют 100 частей на миллион ХПА. Органический коагулянт можно добавлять в надосадочную жидкость 211 в количестве от 5 до 200 частей на миллион.

Альтернативно или дополнительно надосадочную жидкость 211 можно кондиционировать в смесительном блоке 22 путем добавления флокулянта, чтобы дополнительно способствовать сбору SiO_2 в надосадочной жидкости 211 путем его флокуляции. Например, можно использовать природный флокулянт, такой как крахмал или модифицированный крахмал, или полисахариды. Например, можно использовать синтетические флокулянты. Синтетические флокулянты могут иметь различный заряд. Примерами синтетических флокулянтов являются высокомолекулярные (более 500 000) флокулянты, такие как полиакриламиды (отрицательно или положительно заряженные или нейтральные) или продукты Манниха (положительно заряженные), и низкомолекулярные (менее 500 000) флокулянты, такие как полиамины (положительно заряженные), полиэпиамины (положительно заряженные), полиDADMAX (положительно заряженный), поли(этилен)имины (положительно заряженные) или полиэтиленоксид (нейтральный).

Флокулянт можно добавлять в количестве от 1 до 100 частей на миллион, например в количестве 1,25 частей на миллион, 1,75 частей на миллион, 2,25 частей на миллион, 7,5 частей на миллион или 12,25 частей на миллион. В одном воплощении добавляют 2 части на миллион флокулянта.

С помощью способа согласно изобретению по меньшей мере 90% SiO_2 , присутствующего в верхнем продукте 101 контура 10 флотации минералов, можно удалить на стадии (b). Кроме того, по меньшей мере 70% растворимого SiO_2 , присутствующего в верхнем продукте 101 контура 10 флотации минералов, можно удалить на стадии (b). В то же время жесткость очищенной технологической воды 231 не зависит от устройства 20 для очистки технологической воды и/или способа обработки технологической воды, то есть жесткость верхнего продукта 101 из контура 10 флотации минералов по существу такая же, как жесткость очищенной технологической воды 231, рециркулируемой в контур 10 флотации минералов.

Описанные выше воплощения можно использовать в любом сочетании друг с другом. Несколько воплощений могут быть объединены, чтобы сформировать дополнительное воплощение. Флотационная камера, к которой относится изобретение, может содержать по меньшей мере одно из воплощений, описанных выше. Для специалиста в данной области очевидно, что с развитием технологии основная идея изобретения может быть реализована различными путями. Таким образом, изобретение и его воплощения не ограничиваются описанными выше примерами; вместо этого их можно варьировать в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки технологической воды флотационной установки (1), включающей контур (10) флотации минералов, предназначенный для обработки частиц руды, содержащих Fe, взвешенных в суспензии (100), путем обратной флотации для разделения суспензии на нижний продукт (102) и верхний продукт (101), а также устройство (20) для очистки технологической воды для обработки верхнего продукта (101) из контура флотации; при этом способ включает стадии:

a) обезвоживания верхнего продукта контура флотации в гравитационном сепараторе (21) твердых веществ и жидкости для отделения осадка (212) от надосадочной жидкости (211), содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы и растворимый SiO_2 , мелкие частицы, микробы и остаточные химические вещества флотации;

b) обработки надосадочной жидкости (211) посредством пересистной флотации, при которой, по меньшей мере, 90% пузырьков флотационного газа имеют размер от 0,2 до 250 мкм, в блоке (23) пересистной флотации для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт (232) пересистной флотации и для получения очищенной технологической воды (231) в качестве нижнего продукта пересистной флотации;

c) удаления верхнего продукта (232) пересистной флотации в виде хвостов и

d) рециркуляции очищенной технологической воды (231) в контур (10) флотации минералов.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что блок (23) пересистной флотации представляет собой блок флотации растворенным газом (DAF).

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что перед стадией (b) температура надосадочной жидкости (211) составляет от 2 до 70°C.

4. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что перед стадией (b) pH надосадочной жидкости составляет от 5 до 14.

5. Способ по любому из пп. 1-4, отличающийся тем, что на стадии (a) время пребывания верхнего продукта (101) в гравитационном сепараторе твердых веществ и жидкости составляет менее 10 часов, предпочтительно от 2 до 8 часов.

6. Способ по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что содержание твердых веществ в осадке (212) гравитационного сепаратора (21) твердых веществ и жидкости составляет, по меньшей мере, 80 мас. %.

7. Способ по любому из пп. 1-6, отличающийся тем, что после стадии (a) надосадочную жидкость (211) направляют в резервуар (21b) для верхнего продукта сепаратора.

8. Способ по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что перед стадией (b) надосадочную жидкость (211) химически кондиционируют в смесительном блоке (22) посредством добавления коагулянта и/или

флокулянта для флокуляции содержащих диоксид кремния частиц в надосадочной жидкости (211).

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что коагулянт выбирают из группы, включающей неорганический коллектор, соли алюминия, соли железа, органические коагулянты.

10. Способ по п.8 или 9, отличающийся тем, что коагулянт добавляют в надосадочную жидкость (211) в количестве от 20 до 2000 частей на миллион.

11. Способ по любому из пп.8-10, отличающийся тем, что флокулянт выбирают из группы, включающей природные полимеры, синтетические флокулянты.

12. Способ по любому из пп.8-11, отличающийся тем, что флокулянт добавляют в надосадочную жидкость (211) в количестве от 2 до 100 частей на миллион.

13. Способ по любому из пп.1-12, отличающийся тем, что на стадии (b) удаляют, по меньшей мере, 90% SiO_2 верхнего продукта (101) из контура (10) флотации.

14. Способ по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что на стадии (b) удаляют, по меньшей мере, 70% растворимого SiO_2 верхнего продукта (101) из контура (10) флотации.

15. Способ по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что устройство (20) для очистки технологической воды не оказывает влияния на жесткость очищенной технологической воды (231).

16. Устройство (20) для очистки технологической воды для обработки верхнего продукта (101) контура (10) флотации минералов, предназначенного для обработки частиц руды, содержащих Fe, взвешенных в суспензии (100), путем обратной флотации, где устройство содержит:

гравитационный сепаратор (21) твердых веществ и жидкости, выполненный с возможностью обезвоживания верхнего продукта (101) с целью отделения осадка (212) от надосадочной жидкости (211), содержащей воду, содержащие диоксид кремния частицы и растворимый SiO_2 , мелкие частицы, микробы и остаточные флотационные химические вещества, и

блок (23) пересистной флотации, в котором используют пузырьки флотационного газа, по меньшей мере, 90% которых имеют размер от 0,2 до 250 мкм, функционально соединенный с гравитационным сепаратором твердых веществ и жидкости для приема надосадочной жидкости и предназначенный для сбора по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц, для отделения по меньшей мере содержащих диоксид кремния частиц от надосадочной жидкости в верхний продукт (232) пересистной флотации и для получения очищенной технологической воды (231) в качестве нижнего продукта пересистной флотации, предназначенной для возврата в контур (10) флотации минералов,

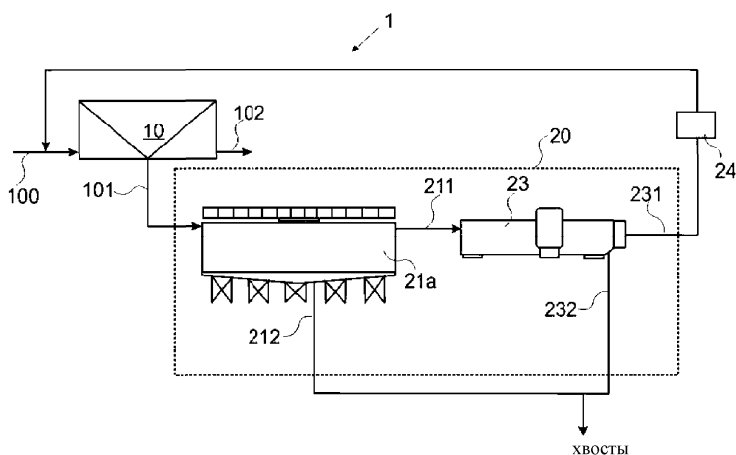
отличающееся тем, что блок (23) пересистной флотации представляет собой блок флотации растворенным газом (DAF).

17. Устройство (20) для очистки технологической воды по п.16, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит смесительный блок (22) после гравитационного сепаратора (21) твердых веществ и жидкости, предназначенный для химического кондиционирования надосадочной жидкости (211) для флокуляции силикатсодержащих частиц в надосадочной жидкости (211).

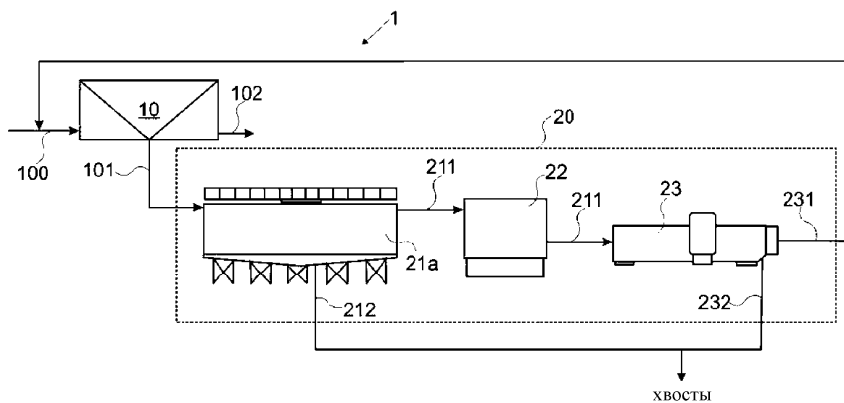
18. Устройство (20) для очистки технологической воды по п.16 или 17, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит резервуар (21b) для верхнего продукта сепаратора после гравитационного сепаратора (21) твердых веществ и жидкости.

19. Устройство (20) для очистки технологической воды по любому из пп.16-18, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит фильтрующий блок (24) для удаления химических веществ, способствующих микробиологическому росту, из очищенной технологической воды (231) после блока (23) пересистной флотации.

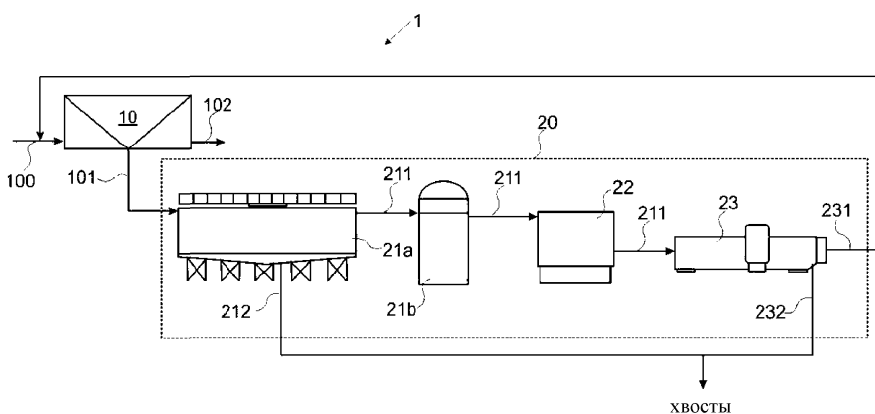
20. Устройство (20) для очистки технологической воды по п.19, отличающееся тем, что фильтрующий блок (24) содержит керамический фильтр.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3