

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047360**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.10

(21) Номер заявки
202190400

(22) Дата подачи заявки
2019.07.30

(51) Int. Cl. **B03C 1/02** (2006.01)
B03C 1/025 (2006.01)
B03C 1/30 (2006.01)
B03D 1/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ УЛУЧШЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ РУДЫ**

(31) **2018902763; 2018904830**

(32) **2018.07.30; 2018.12.19**

(33) **AU**

(43) **2021.10.15**

(86) **PCT/AU2019/050800**

(87) **WO 2020/024008 2020.02.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОСМЕТЕК ПТИ ЛТД (AU)

(72) Изобретатель:
Ламсен Барри Грехем (AU)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) CN-A-104722393
US-A1-20130037490
US-A1-20040134849
JP-A-2017196543

(57) В контуре флотационного извлечения, который включает следующие стадии: стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды; перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией; применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, чтобы тем самым экстрагировать извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порцию измельченной руды; возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения; способ увеличения извлечения металлической порции от предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения.

B1

047360

047360

B1

Область техники

Данное изобретение относится к устройству и способу для улучшенного извлечения руды и более конкретно к устройству и способу, которые улучшают извлечение из мелких минеральных фракций.

Уровень техники

При отделении ценных минералов из руды, как посредством флотационного отделения, так и гравитационного отделения, или другим способом, было найдено, что мелкие минералы, те, которые имеют размер менее 20 мкм, являются самыми трудными для извлечения - см. фиг. 1, которая иллюстрирует извлечение минералов посредством флотации для сульфидных частиц разных размеров (Ahmed et al., 1989).

Главным образом, сульфидные минералы неблагородных металлов извлекают посредством флотации. Эти минералы <20 мкм являются ценными, и увеличенное извлечение этих минералов значительно увеличивает рентабельность этих операций.

Последнее исследование показало, что магнитная обработка флотационного сырья увеличивает извлечение этих минералов <20 мкм (Englehardt et al., 2005, Holloway et al., 2008, Lacouture et al., 2016, Wilding and Lumsden 2011, Musuku et al., 2015, Rivett et al., 2007, Zoetbrood et al., 2010). Эта технология была запатентована в 2001 году (патент США 7429331) и была установлена на многих заводах по всему миру.

При типичной работе завода добытую руду измельчают в шаровой мельнице, мельнице полусамозмельчения и/или мельнице для тонкого измельчения, чтобы получить минералы небольшого размера, где ценные минералы могут быть отделены от руды посредством флотации. Поскольку существующие руды обеднены, горнодобывающие компания принуждаются к обработке более комплексных руд более низкого сорта. Также, экономика и технология для технологии тонкого измельчения улучшаются таким образом, что комбинация этих двух факторов приводит к более тонкому измельчению во флотационных установках, чтобы оптимизировать отделение ценных минералов от руды.

Однако, очень мелкие минералы более трудно извлекать. Кроме того, даже обнаружение этих очень мелких минералов в заводских потоках в подающем трубопроводе является более трудным. Заводы собирают образцы потока в подающем трубопроводе от их производственных потоков, чтобы измерять эксплуатационные параметры их завода. Однако, применяемые стандартные бумажные фильтры имеют размер пор 8-10 мкм. Поэтому, возможно, что некоторые минералы <8 мкм в производственных потоках в подающем трубопроводе проходят через бумажный фильтр необнаруженными, не являясь извлеченными в фильтрационный осадок, следовательно, не являясь обнаруженными в заводских потоках. Очевидно, технология магнитного агрегирования, которая агрегирует мелкие минералы, будет агрегировать некоторые из минералов от <8 мкм до >8 мкм, и поэтому они отфильтровываются и определяются в заводских потоках.

Заводы для обработки минералов также имеют другие процессы разделения ниже по потоку от флотации, которые могут быть неэффективными в удалении минералов <8 мкм от процесса. В частности, имеются процессы обезвоживания - осаждение (или сгущение) с последующей фильтрацией концентрата флотации и сгущение хвостов флотации. Воду, извлеченную от этих процессов обезвоживания, возвращают назад к циклу измельчения или другим частям процесса выше по потоку от флотации. Эти процессы обезвоживания не являются на 100% эффективными, т.е. производственная вода не оставляет некоторые из мелких минералов. Производители фильтровальной ткани заявляют лишь о 95%-ном извлечении минералов <4 мкм, когда концентрат фильтруется.

Магнитная обработка применялась на заводах в течение многих лет. Имеет место соотношение между напряженностью магнитного поля и размером частиц, которые могут быть агрегированы. Это можно видеть на фиг. 2 от Svoboda, 1987. Когда напряженность магнитного поля (В) увеличивается, парамагнитные частицы меньшего размера могут быть агрегированы.

Диаграмма также делает ясным, что при полях 3000 Гаусс ($3 \times 10^{-1} \text{T}$) даже очень малые <2 мкм парамагнитные частицы с подобной магнитной восприимчивостью к гематиту будут агрегироваться. Таким образом, агрегирование частиц 10 мкм с частицами <2 мкм может быть обеспечено. Отсутствует необходимость в более сильных полях для агрегирования частиц этого размера подобной магнитной восприимчивости (многие сульфиды неблагородных металлов имеют подобную магнитную восприимчивость к гематиту). Конечно, это является теоретическим графиком, основанным на некоторых обоснованных предположениях, включающих формы частиц, гомогенность частиц, однако, тем не менее, они предоставляют рациональное показание взаимодействия парамагнитных частиц.

Фиг. 2 отображает обобщенное описание полной энергии взаимодействия для парамагнитных ультратонких частиц как функции размера частиц (а) и магнитной индукции В (Svoboda, 1987).

Несмотря на результаты, полученные при экстрагировании порций очень мелких минералов в заводских потоках, желательнее улучшать долю извлечения тонкой части -особенно когда обрабатывают рудные тела более низкого качества. Являлась бы также желательной переработка хвостов первоначально обработанных рудных тел.

Является целью данного изобретения адресование вышеуказанных результатов или по меньшей мере предоставление пригодной альтернативы.

Примечания.

Термин "содержащий" (и его грамматические вариации) применяют в этом описании в широком

смысле "имеющий" или "включающий", и не в эксклюзивном смысле "состоящий лишь из".

Вышеуказанное рассмотрение известного уровня техники в предпосылках создания изобретения, не является допущением того, что любая информация, рассмотренная в данном документе, является такой, на которую можно сослаться на известный уровень техники или частью обычных общедоступных сведений для специалистов в данной области техники в любой стране.

Сущность изобретения

Определения

Мелкий минерал: В этом описании "мелкий минерал" означает частицы руды после измельчения или другой стадии обработки в интервале размера преимущественно между нулем и по существу 38 мкм и более предпочтительно между нулем и по существу 25 мкм.

В соответствии с одной расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, который содержит стадию измельчения, стадию извлечения флотацией, стадию обезвоживания и стадию фильтрования и который выполняет следующие стадии:

измельчение предварительно заданного количества руды на стадии измельчения до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

извлеченную производственную воду извлекали после стадии извлечения флотацией от стадии обезвоживания или стадии фильтрования;

применение флотационного извлечения посредством стадии флотации к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс.

В соответствии с одной расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, который содержит стадию измельчения, стадию извлечения флотацией, стадию обезвоживания и стадию фильтрования и который выполняет следующие стадии:

измельчение предварительно заданного количества руды на стадии измельчения до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

извлеченную производственную воду извлекали после стадии извлечения флотацией от стадии обезвоживания или стадии фильтрования;

применение флотационного извлечения посредством стадии флотации к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс; данный способ улучшает извлечение желательных парамагнитных минералов посредством агрегирования парамагнитных минералов, тем самым улучшая извлечение из потока ниже по потоку от процессов разделения вода-минералы (И тем самым исключенных из извлеченной производственной воды).

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, который включает стадии, включающие

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс; и где ценные парамагнитные минералы в извлеченной части производственной воды определяют и повторно извлекают на стадии флотации (поскольку они агрегированы и таким образом могут быть извлечены в системе детектирования завода и также в процессе флотации).

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен способ увеличения эффективности отделения желательного материала, имеющего слабые магнитные свойства и содержащегося в потоке в подающем трубопроводе; указанный материал включает парамагнитные частицы размером менее, чем по существу 38 мкм; указанный способ включает агрегирование указанных парамагнитных частиц размером менее чем 38 мкм до большего размера, для того, чтобы уменьшить их склонность быть вовлеченными в пенный продукт при флотации.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для предварительной обработки потока в подающем трубопроводе для последующего процесса разделения на стадии разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки,

магнитный источник, такой, что, когда удаляется намагничиваемый материал, материал остается в потоке в подающем трубопроводе и не удален где магнитный источник имеет напряженность магнитного поля более чем 4500 Гаусс.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для предварительной обработки потока в подающем трубопроводе для последующего процесса разделения на стадии разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки, магнитный источник, такой, что, когда удаляется намагничиваемый материал, материал остается в потоке в подающем трубопроводе и не удален;

где магнитный источник имеет напряженность магнитного поля более чем 4500 Гаусс;

где магнитная обработка воздействует на содержание минералов в исходном материале выше по потоку от камеры для обработки.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник, способный быть селективным образом активированным по отношению к камере для обработки, таким образом, что, когда активирование имеет место, магнитный источник индуцирует магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала в виде частиц, расположен-

ного в камере.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данное устройство функционирует, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы способствовать последующему отделению более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен способ индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, включающий следующие стадии:

прохождение потока в подающем трубопроводе через камеру для обработки; и селективное активирование магнитного источника по отношению к камере для обработки, таким образом, что, когда активирование имеет место, магнитный источник индуцирует магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала в виде частиц, расположенного в камере.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен способ намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данный способ функционирует, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы способствовать последующему отделению более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для обработки потока в подающем трубопроводе, чтобы улучшать последующий процесс разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки, указанный магнитный источник по существу постоянно погружен в поток и активирован по отношению к потоку в подающем трубопроводе.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для намагничивания части исходного материала, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки;

где магнитный источник имеет магнитный материал, очищенный/удаленный из него, без материала, существующего в потоке в подающем трубопроводе или без того, чтобы быть деактивированным, чтобы тем самым непрерывно магнетизировать поток в подающем трубопроводе.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки;

и где магнитный источник остается в камере для обработки и постоянно активизируется.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен способ намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данный способ включает стадии прохождения исходной подаваемой среды через камеру для обработки, содержащую магнитный источник, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы улучшить последующее отделение более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала и минимально намагниченной фракции исходного материала.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после

стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 3000 Гаусс, посредством чего вызывается изменение в концентрации намагниченных парамагнитных частиц в данной части извлеченной производственной воды, возвращаемой к стадии измельчения.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения имеется контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 3000 Гаусс, посредством чего вызывается изменение в концентрации намагниченных парамагнитных частиц в данной части извлеченной производственной воды, возвращаемой к стадии измельчения, таким образом, что имеет место увеличенное извлечение металлической порции из предварительно заданного количества руды от процесса извлечения флотацией.

В соответствии с другой расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 6000 до 12000 Гаусс.

Предпочтительно по меньшей мере часть извлеченной производственной воды возвращают к стадии измельчения в качестве выхода от процесса разделения вода-минералы.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы содержит фильтрацию или сгущение.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы расположен ниже по потоку от стадии извлечения флотацией и стадии магнитной обработки.

В соответствии с дополнительной расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды;

ды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс; данный способ улучшает извлечение желательных парамагнитных минералов посредством агрегирования парамагнитных минералов, тем самым улучшая извлечение из потока ниже по потоку от процессов разделения вода-минералы (и тем самым исключенных из извлеченной производственной воды).

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 6000 до 12000 Гаусс.

Предпочтительно по меньшей мере часть извлеченной производственной воды возвращают к стадии измельчения в качестве выхода от процесса разделения вода-минералы.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы содержит фильтрацию или сгущение.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы расположен ниже по потоку от стадии извлечения флотацией и стадии магнитной обработки.

В соответствии с дополнительной расширенной формой изобретения предоставлен контур флотационного извлечения, которое включает следующие стадии:

стадию измельчения, где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии извлечения флотацией;

применение флотационного извлечения к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии измельчения;

способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс; и где ценные парамагнитные минералы в извлеченной части производственной воды определяют и повторно извлекают на стадии флотации (поскольку они агрегированы и таким образом могут быть извлечены в системе детектирования завода и также в процессе флотации).

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

Предпочтительно напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки, находится в интервале от 6000 до 12000 Гаусс.

Предпочтительно по меньшей мере часть извлеченной производственной воды возвращают к стадии измельчения в качестве выхода от процесса разделения вода-минералы.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы содержит фильтрацию или сгущение.

Предпочтительно процесс разделения вода-минералы расположен ниже по потоку от стадии извлечения флотацией и стадии магнитной обработки.

В еще одной дополнительной расширенной форме изобретения предоставлен способ увеличения эффективности отделения желательного материала, имеющего слабые магнитные свойства и содержащегося в потоке в подающем трубопроводе; указанный материал включает парамагнитные частицы размером менее, чем по существу 38 мкм; указанный способ включает агрегирование указанных парамагнитных частиц размером менее чем 38 мкм до большего размера, для того, чтобы уменьшить их склонность быть вовлеченными в пенный продукт при флотации.

Предпочтительно когда агрегированы, если это желательные агрегированные частицы, они будут поддерживаться на поверхности в качестве части процесса флотационного отделения или, если это нежелательные агрегированные частицы, они могут предполагаться быть отвергнутыми от захватывания в концентрат флотации и быть доступными для удаления на стадии разделения, целью которой является агрегированные частицы в качестве желательных агрегированных частиц.

В еще одной дополнительной расширенной форме изобретения предоставлено устройство для индукционирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируе-

мого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для предварительной обработки потока в подающем трубопроводе для последующего процесса разделения на стадии разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки,

магнитный источник, такой, что, когда удаляется намагничиваемый материал, материал остается в потоке в подающем трубопроводе и не удален

где магнитный источник имеет напряженность магнитного поля более чем 4000 Гаусс.

В еще одной дополнительной расширенной форме изобретения предоставлено устройство для индукционирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для предварительной обработки потока в подающем трубопроводе для последующего процесса разделения на стадии разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки, магнитный источник, такой, что, когда удаляется намагничиваемый материал, материал остается в потоке в подающем трубопроводе и не удален;

где магнитный источник имеет напряженность магнитного поля более чем 4000 Гаусс;

где магнитная обработка влияет на содержание минералов в верхнем потоке для исходного материала.

В еще одной дополнительной расширенной форме изобретения предоставлено устройство для индукционирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, данное устройство включает

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник, способный быть селективным образом активированным по отношению к камере для обработки,

так что, когда он активирован, магнитный источник индуцирует магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала в виде частиц, расположенного в камере.

Предпочтительно активирование магнитного источника включает перемещение этого источника в пространство, ближе к камере, и из него.

Предпочтительно магнитный источник размещен на подвижном средстве, которое вызывает перемещение магнитного источника возвратно-поступательным образом к соседству с камерой для обработки и из соседства с ней.

Предпочтительно средством перемещения является плунжер.

Предпочтительно камера для обработки является камерой кольцеобразной формы, имеющей внутреннее удлиненное углубление, в котором магнитный источник является принимаемым возвратно-поступательным образом.

Предпочтительно камера для обработки имеет впускное отверстие для текучей среды, через которое текучая среда может быть введена в жидкость, чтобы способствовать суспендированию исходного материала в виде частиц в этой жидкости.

Предпочтительно в предшествующих притязаниях исходный материал включает парамагнитные и ферромагнитные твердотельные частицы.

Предпочтительно, парамагнитные твердотельные частицы включают по меньшей мере один сульфидный минерал, содержащий медь, цинк или другой переходный металл.

Предпочтительно парамагнитные твердотельные частицы включают по меньшей мере один из группы, включающей сфалерит, загрязненный железом, арсенипирит, касситерит, халькопирит, металлическую платину и металлический палладий.

В еще одной дополнительной расширенной форме изобретения предоставлено устройство для намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данное устройство функционирует, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы способствовать последующему отделению более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала.

Предпочтительно более слабо магнитная фракция исходного материала включает в основном парамагнитные твердотельные частицы, и более сильно магнитная фракция исходного материала включает в основном ферромагнитные твердотельные частицы.

Предпочтительно данная часть включает материалы как определено в любом из пунктов формулы изобретения 35 и 36.

Предпочтительно магнитный источник является селективным образом активируемым по отношению к камере для обработки.

В еще одной расширенной форме предоставлен способ индукционирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц,

суспендированного в жидкости включающий следующие стадии:

прохождение потока в подающем трубопроводе через камеру для обработки; и селективное активирование магнитного источника по отношению к камере для обработки,

так что, когда он активирован, магнитный источник индуцирует магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала в виде частиц, расположенного в камере.

Предпочтительно активирование магнитного источника включает перемещение этого источника в пространство, ближе к камере для обработки, и из него.

Предпочтительно по меньшей мере некоторая часть магнетизируемого подаваемого материала является парамагнитной, индуцированный магнетизм вызывает то, что по меньшей мере некоторая часть магнетизированных парамагнитных частиц становится агрегированной в потоке жидкости в подающем трубопроводе.

В еще одной расширенной форме предоставлен способ намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данный способ функционирует, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы способствовать последующему отделению более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала.

Предпочтительно последующее отделение от части слабо магнетизированного подаваемого материала осуществляется при использовании процесса флотационного отделения.

Предпочтительно процесс флотационного отделения извлекает слабо магнетизированный подаваемый материал в пенную фазу.

Предпочтительно более слабо магнитная фракция исходного материала включает в основном парамагнитные твердотельные частицы, и более сильно магнитная фракция исходного материала включает в основном ферромагнитные твердотельные частицы.

В еще одной расширенной форме предоставлено устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, при применении для обработки потока в подающем трубопроводе, чтобы улучшать последующий процесс разделения, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки, указанный магнитный источник по существу постоянно погружен в поток и активирован по отношению к потоку в подающем трубопроводе.

Предпочтительно магнитный источник имеет магнитный материал, механически удаленный из него без магнитного источника, выходящий из подающего потока, или являющийся деактивированным во время стадии механической очистки, посредством этого непрерывно магнетизирующий поток в подающем трубопроводе.

Предпочтительно магнитный источник, расположенный в потоке в подающем трубопроводе, имеет магнетизированный материал, удаленный из магнитного источника посредством очистителя или последовательности очистителей, перемещаемый поверх поверхности магнитного источника в комбинации с действием перемещаемого потока в подающем трубопроводе, тем самым промывая магнитный материал, очищенный от магнитного источника назад в поток и через камеру.

Предпочтительно магнетизированный материал, удаленный из магнитного источника, остается в потоке в подающем трубопроводе и не удаляется из потока в подающем трубопроводе.

Предпочтительно очиститель изготовлен из металла, пластика или резины или нержавеющей стали, или другого металлического или неметаллического материала.

Предпочтительно магнитный материал удаляют посредством удаления в поток в подающем трубопроводе магнитного материала, присоединенного к магнитному источнику, без удаления магнитного источника из потока в подающем трубопроводе или деактивирующем магнитном источнике, или удаления магнитного материала из потока в подающем трубопроводе.

Предпочтительно очиститель перемещают вдоль поверхности магнитного источника таким образом, чтобы стереть присоединенный магнитный материал в поток в подающем трубопроводе.

Предпочтительно очиститель перемещают посредством пневматического плунжера.

Предпочтительно очиститель перемещают посредством электродвигателя.

Предпочтительно очиститель перемещают в продольном направлении вдоль поверхности магнитного источника.

Предпочтительно очиститель перемещают в поперечном направлении вдоль поверхности магнитного источника.

Предпочтительно очиститель нарушает магнитный материал таким образом, что поток в подающем трубопроводе смывает магнитный материал в поток в подающем трубопроводе.

Предпочтительно устройство включает последовательность очистителей, применяемых, чтобы стирать магнитный источник.

Предпочтительно магнитный источник имеет магнитную индукцию на поверхности раздела поток в подающем трубопроводе/магнитный источник более чем 4500 Гаусс.

Предпочтительно магнитный источник имеет магнитную индукцию на поверхности раздела поток в подающем трубопроводе/магнитный источник более чем 4500 Гаусс на протяжении всей поверхности магнитного источника.

Предпочтительно подаваемый материал включает парамагнитные и ферромагнитные твердотельные частицы.

Предпочтительно подаваемый материал включает парамагнитные и диамагнитные твердотельные частицы.

Предпочтительно парамагнитные твердотельные частицы включают по меньшей мере один сульфидный минерал, содержащий медь, цинк, никель, свинец или другой переходный металл или драгоценный металл, такой как золото, серебро или металлы платиновой группы.

Предпочтительно парамагнитные твердотельные частицы включают по меньшей мере один из группы, включающей сфалерит, загрязненный железом, арсенопирит, касситерит, халькопирит, борнит, галенит, пентландит, платиновые металлы, золото, серебро и металлический палладий.

В еще одной расширенной форме раскрыто устройство для намагничивания части исходного материала, данное устройство включает

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и

магнитный источник внутри камеры для обработки;

где магнитный источник имеет магнитный материал, очищенный/удаленный из него, без материала, существующего в потоке в подающем трубопроводе или без того, чтобы быть деактивированным, чтобы тем самым непрерывно магнетизировать поток в подающем трубопроводе.

Предпочтительно магнитный источник расположен в потоке в подающем трубопроводе и имеет магнитный материал, удаляемый от него посредством очистителя, перемещаемого по поверхности магнитного источника.

Предпочтительно магнитный источник расположен таким образом, что, когда удаляется намагничиваемый материал, материал остается в потоке в подающем трубопроводе и не удален.

Предпочтительно поток в подающем трубопроводе перемещается по существу перпендикулярно перемещению очистителя магнитного источника.

Предпочтительно магнитный источник индуцирует магнетизм в по меньшей мере части исходного материала в виде частиц в камере; части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данное устройство включает камеру для обработки и магнитный источник, постоянно активируемый по отношению к камере для обработки, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы способствовать последующему отделению более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала и минимально намагниченной фракции исходного материала.

Предпочтительно более слабо магнитная фракция исходного материала включает в основном парамагнитные твердотельные частицы, и более сильно магнитная фракция исходного материала включает в основном ферромагнитные твердотельные частицы, и по меньшей мере фракция магнитного материала включает в основном диамагнитные твердотельные частицы.

В еще одной расширенной форме раскрыто устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала в виде частиц, суспендированного в жидкости, данное устройство включает:

камеру для обработки, имеющую впускное отверстие и выпускное отверстие, через которые поток в подающем трубопроводе соответственно поступает в камеру и выпускается из камеры; и магнитный источник внутри камеры для обработки;

и где магнитный источник остается в камере для обработки и постоянно активируется.

Предпочтительно магнитный источник имеет магнитный материал, очищенный/удаленный из него, без существования в потоке, или без того, чтобы быть деактивированным, чтобы тем самым непрерывно магнетизировать поток в подающем трубопроводе.

Предпочтительно магнитный источник расположен в потоке в подающем трубопроводе и имеет магнетизированный материал, удаляемый от него посредством очистителя, перемещаемого по поверхности магнитного источника.

Предпочтительно магнитный источник удаляет намагничиваемый материал, когда он остается в потоке в подающем трубопроводе и не удаляется из потока в подающем трубопроводе.

Предпочтительно, когда активированный при применении магнитный источник индуцирует магнетизм в по меньшей мере части исходного материала в виде частиц в камере, наряду с поддержанием этой части в потоке в подающем трубопроводе в камере для обработки.

В другой расширенной форме раскрыт способ намагничивания части исходного материала, части, включающей фракции материала, имеющие интервал магнитных восприимчивостей, данный способ включает стадии прохождения исходной подаваемой среды через камеру для обработки, содержащую магнитный источник, чтобы индуцировать магнетизм в данной части таким образом, чтобы улучшить последующее отделение более слабо намагниченной фракции исходного материала от более сильно намагничен-

ной фракции исходного материала и минимально намагниченной фракции исходного материала.

Предпочтительно способ также включает стадию последующего отделения слабо магнетизированной фракции исходного материала от более сильно намагниченной фракции исходного материала и минимально намагниченной фракции исходного материала посредством процесса флотационного отделения.

Предпочтительно процесс флотационного отделения извлекает слабо магнетизированный подаваемый материал в пенную фазу.

Предпочтительно способ также включает, где более слабо магнитная фракция исходного материала включает в основном парамагнитные твердотельные частицы, и более сильно магнитная фракция исходного материала включает в основном ферромагнитные твердотельные частицы, и по меньшей мере фракция исходного магнитного материала включает в основном диамагнитные твердотельные частицы.

Предпочтительно способ также включает, где по меньшей мере некоторая часть магнетизируемого подаваемого материала является парамагнитной, индуцированный магнетизм вызывает то, что по меньшей мере некоторая часть магнетизированных парамагнитных частиц становится агрегированной в потоке жидкости в подающем трубопроводе.

Предпочтительно способ также включает, где по меньшей мере некоторая часть магнетизируемого подаваемого материала является парамагнитной, индуцированный магнетизм вызывает то, что по меньшей мере некоторая часть магнетизированных парамагнитных частиц становится агрегированной в потоке жидкости в подающем трубопроводе таким образом, чтобы уменьшать их извлечение посредством вовлечения в пенную фазу.

Предпочтительно способ также включает то, что по меньшей мере некоторая часть магнетизируемого подаваемого материала является парамагнитной, индуцированный магнетизм вызывает по меньшей мере некоторую часть магнетизированных парамагнитных частиц становится агрегированными в потоке жидкости в подающем трубопроводе таким образом, чтобы уменьшать их извлечение посредством вовлечения в жидкую фазу, посредством чего поддерживается агрегирование минералов в жидкой фазе шлама и предоставляется возможность последующего извлечения в последующую пенную фазу.

Предпочтительно способ также включает, где усиление поля реализовано в качестве механизма очистителя или последовательности механизмов очистителя, функционирующих поверх внешней поверхности магнитного источника.

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления данного изобретения будут теперь описаны со ссылками на сопроводительные чертежи, где:

фиг. 1 - извлечение минералов посредством флотации для различных размеров частиц сульфида (Ahmed et al., 1989);

фиг. 2А обобщает описание полной энергии взаимодействия для парамагнитных ультратонких частиц в качестве функции размера частиц (а) и магнитной индукции В (Svoboda, 1987);

фиг. 3 представляет собой блок-схему процесса обработки минералов в соответствии с вариантами осуществления данного изобретения;

фиг. 4А и 4В иллюстрируют эффект расчета размера оборудования при применении очистителя намагничивания в соответствии с первым предпочтительным вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 5 иллюстрирует оборудование для намагничивания шлама в соответствии с первым предпочтительным вариантом данного изобретения;

фиг. 6 показывает эффект комбинирования удаления и перемещения потока в подающем трубопроводе в чистовой обработке магнитного корпуса и удаления накопления ферромагнитного материала в поток в подающем трубопроводе;

фиг. 7 является диаграммой применения вариантов осуществления данного изобретения в окружающих условиях процесса;

фиг. 8 является частью вида в разрезе устройства для индуцирования магнетизма в соответствии со вторым вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 9 представляет собой блок-схему процесса обработки минералов, применимую к дополнительным вариантам осуществления данного изобретения;

фиг. 10 представляет собой блок-схему стадии извлечения флотацией, включающую магнитную обработку в соответствии с другим вариантом осуществления данного изобретения.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Стало очевидным в последних испытательных работах, что магнитная обработка является изменением парамагнитных минералов, обнаруженных в различных потоках выше по потоку от установки для магнитной обработки. Предполагается, что единственным механизмом, посредством которого это могло бы происходить, является то, что если магнитная обработка влияет на производственную воду от операций обезвоживания, которые находятся ниже по потоку от магнитной обработки, воду рециркулируют и затем направляют выше по потоку от магнитной обработки. Это не означает, что это оказывает влияние на молекулы H₂O, однако оказывает влияние на минералы, которые суспендированы в воде. Поэтому, суспендированные парамагнитные минералы и очень тонкие парамагнитные минералы подвержены влиянию, когда они проходят магнитную обработку, таким образом, что содержание и характеристики (раз-

мер посредством того, являются агрегированными или не агрегированными) различаются, когда их рециркулируют в производственную воду, по сравнению с тем, когда магнитная обработка не была применена. Это различие заключается в концентрации или в размере частиц этих суспендированных парамагнитных минералов в рециркулированной производственной воде.

Где магнитная обработка была установлена, два различных воздействия выше по потоку от магнитной обработки отмеряли до очень высокой статистической надежности. Первоначально, уменьшение в количестве парамагнитного минерала было определено в процессе выше по потоку. Наиболее вероятный механизм для этого предполагается тот, что магнитная обработка является агрегированием очень тонких <10 мкм парамагнитных минералов, и в процессах ниже по потоку они агрегированы в концентрированные обезвоженные минералы (фильтр и осаждение) более эффективным образом, являющиеся конечным коммерческим продуктом, а не производственной водой, и таким образом их концентрация в рециркулируемой технической воде уменьшена.

Во-вторых, имело место измеренное увеличение в парамагнитных минералах в процессе выше по потоку. Возможной причиной этому является то, что магнитная обработка является агрегированием очень тонких парамагнитных минералов (халькопирита CuFeS_2), сфалерита (Zn/FeS) или других ценных парамагнитных сульфидных минералов. Таким образом, когда рециркулируют производственную воду, содержащую эти мелкие минералы, где магнитное агрегирование было выполнено, эти минералы были агрегированы от размера <8-10 мкм до размера >8-10 мкм; они тогда отфильтровывались от производственных потоков, извлекая фильтрационный осадок, и таким образом являлись обнаруживаемыми в заводских потоках. В то же время, когда магнитная обработка не функционирует, минералы <8-10 мкм остаются <8-10 мкм, являются отфильтровываемыми от производственного потока и таким образом не определялись на заводе. Минералы являются такими, потому что они не агрегированы, не фильтруются и поэтому не определяются.

Имеется два механизма, предполагаемых то, каким образом магнитная обработка может влиять на заводские анализы выше по потоку. Данные два механизма оказывают противоположный эффект на парамагнитные минералы, рециркулируемые в производственную воду. Один механизм уменьшает и один увеличивает определяемый (и фактически получаемый обратно) металл в производственных потоках. Оба механизма функционируют, однако один может доминировать по отношению к другому. Поэтому, на заводе с недостаточным сгущением и фильтрацией мелких минералов в их концентрате, уменьшение в рециркулировании минералов в процесс выше по потоку в производственную воду может доминировать. Однако на заводе с подходящим сгущением и фильтрацией его концентрата и в меньшей степени парамагнитных минералов в его производственной воде с последующим агрегированием минералов <8-10 мкм до фильтруемого размера >8-10 мкм посредством магнитной обработки может увеличивать фильтрацию и определение мелких минералов в процессе выше по потоку.

Примеры

Пример 1.

На руднике в Австралии, где руду измельчают до очень тонкого размера (концентрат составляет 80% <15 мкм), магнитная обработка уменьшает концентрацию Zn и Ag в исходном материале вплоть до 5%. Таблица ниже предоставляет % Zn и Ag в исходном материале, поступающем на обогатительную фабрику, выше по потоку от магнитной обработки. Результаты представляют чрезвычайно высокий уровень надежности.

	% Zn в исходном материале	млн ⁻¹ Ag в исходном материале
Магнитная обработка - выполнена	7,58	130
Магнитная обработка - не выполнена	8,09	136
Различие	0,51	6,0
Уровень достоверности	99,9%	

Пример 2.

На руднике в Канаде, помол от которого довольно грубый (80% <150 мкм) магнитная обработка увеличивает Cu в исходном материале на примерно 5%. Можно видеть, что данное увеличение вызывает значительное и очень выгодное увеличение пользующейся большим спросом Cu, извлеченной в концентрат.

Результаты %Cu	%Cu в исходном материале	Тонны Cu в концентрате (нормализованные)
Магнитная обработка - выполнена	0,769	100
Магнитная обработка - не выполнена	0,723	94
Различие	0,046	6
Уровень достоверности	99%	99%

Пример 3.

На руднике в Африке, помол от которого довольно грубый (80% <110 мкм) магнитная обработка увеличивает %Cu в исходном материале на примерно 14% на протяжении 3-месячного периода.

Результаты %Cu	%Cu в исходном материале
Магнитная обработка - выполнена	0,87
Магнитная обработка - не выполнена	0,76
Различие	0,011
Уровень достоверности	95%

Пример 4.

На руднике в Азии, помол от которого также довольно грубый (80%<110 мкм), была выполнена оценка магнитного кондиционирования. Здесь не имелась рециркулируемая вода от концентратора меди или от фильтра меди назад к циклу измельчения. Во время этого испытания не было увеличения в %Cu в исходном материале посредством магнитной обработки до измеренного высокого уровня достоверности, однако магнитная обработка вместе с тем увеличивала извлечение Cu.

	%Cu в исходном материале	% увеличения в извлечении Cu
Магнитная обработка - выполнена	2,07	91,1
Магнитная обработка - не выполнена	2,11	90,4
Различие	0,04	0,7
Уровень достоверности	Очень низкий	95%

На том самом руднике, когда магнитную обработку тестировали в идентичной позиции, с единственным различием, что теперь воду ниже по потоку от процессов фильтрации и сгущения рециркулировали назад к циклу измельчения магнитной обработки, что не только увеличивало извлечение Cu, но также имело место измеренное увеличение в %Cu в исходном материале примерно на 7%.

Результаты %Cu	% Верхнего слива Cu	% Извлечения Cu
Магнитная обработка - выполнена	1,87	90,9
Магнитная обработка - не выполнена	1,75	90,2
Различие	0,11	0,7
Уровень достоверности	99%	99%

Если посредством магнитной обработки имеет место более высокая степень извлечения и более высокое количество металла в потоке исходного материала, что является гораздо лучшей добычей металла для покрытия расходов; в отличие от равного более высокого извлечения такого же количества металла в потоке исходного материала.

Пример 5.

Дополнительные примеры.

В одном месте %Zn в потоке в подающем трубопроводе 14 подается увеличенным на 3%, когда магнитная обработка была задействована до высокого уровня надежности.

Результаты %Zn	% Zn в исходном материале
Магнитная обработка - выполнена	6,80
Магнитная обработка - не выполнена	6,58
Различие	0,22
Уровень достоверности	93%

Пример 6.

На другом месте %Cu в потоке в подающем трубопроводе 14 подается увеличенным, когда магнитная обработка была задействована, примерно на 7%.

Результаты %Cu	%Cu в исходном материале
Магнитная обработка - выполнена	2,39
Магнитная обработка - не выполнена	2,22
Различие	0,17
Уровень достоверности	94%

Это является неожиданным результатом. Во-первых, удивительно то, что магнитная обработка может влиять на процесс выше по потоку от ее места расположения в процессе. Это являлось неожиданным и не было предвиденным. Во-вторых, это является неожиданным, поскольку имеется множество стадий между магнитной обработкой и процессом выше по потоку, все из которых, как и ожидалось разрушают некоторые агрегаты. И в-третьих, является неожиданным, что здесь имеется значительное количество <10 мкм минералов в производственной воде, которое не ожидалось, если это были бы заводы с применением фильтрующих бумаг с небольшими размерами пор, поскольку они пытаются измерять истинный эффект процесса. Величина изменения посредством магнитной обработки является очень неожиданной.

Возможной причиной, почему это влияние потока выше по потоку является определяемым теперь, тогда как оно не было обнаружено первоначально, является то, что магнитные поля, примененные для магнитной обработки, были увеличены, и можно видеть из фиг. 2, что чем сильнее поле, тем меньше частицы, которые будут агрегироваться. В ранних магнитных кондиционерах напряженность поля на поверхности имело максимальное значение 3000-4000 Гаусс. Однако, вследствие разработок в магнитных матрицах напряженности магнитного поля современных магнитных кондиционеров составляют более чем 5000 Гаусс и некоторые являются такими высокими как 7000-8000 Гаусс. Это увеличение, несмотря на то, что оно не является значительным из фиг. 2, может быть очень значительным в условиях реального процесса, предоставляя допущение модели Svoboda и реальность производственных заводов.

Пример 7.

Было установлено, что в окружающей среде, где воду возвращают от процесса извлечения флотацией при применении более сильных магнитов, необходимо, конечно, улучшить агрегирование и/или флотацию парамагнитных минералов <38 мкм.

На современном заводе установка магнитов с низкими напряженностями магнитного поля примерно 4000 Гаусс сравнивали с более сильными магнитами с напряженностями магнитного поля примерно 7000 Гаусс. Извлечение цинка, как измерено на выходящем фильтрационном осадке 50 от стадии фильтрации 35, было увеличено на 1,6%, и это было достигнуто посредством более чистого конечного концентрата, как измерено в точке 30 на фиг. 3 перед введением в стадию фильтрации 35; так что меньше отходов было извлечено к концентрату.

Напряженность магнитного поля	%Zn в конечном концентрате	% извлечения Zn
4000 Гаусс на поверхности	48,3	69,6
7000 Гаусс на поверхности	49,4	71,2

Это ясно показывает преимущество более сильных напряженностей магнитного поля при агрегировании очень тонких парамагнитных минералов, которое имеет место либо во флотационных суспензиях, производственной воде, либо в улучшении осаждения и фильтрования парамагнитных минералов.

Варианты осуществления данного изобретения относятся к применению более сильного магнитного поля, чтобы выполнять магнитную обработку в контуре флотационного извлечения, который возвращает извлеченную производственную воду к стадии измельчения и при этом не только влияет на извлечение флотацией, но магнитная обработка флотационного контура также создает неожиданное изменение на стадии выше по потоку вследствие магнитной обработки.

Первый предпочтительный вариант осуществления.

При ссылке на фиг. 3 проиллюстрирована блок-схема процесса обработки минералов, применимого к вариантам осуществления данного изобретения.

Посредством ссылки на фиг. 8, здесь проиллюстрировано альтернативное устройство для индуцирования магнетизма в потоке в подающем трубопроводе.

Устройство, проиллюстрированное и описанное при ссылке на фиг. 4-7, может быть расположено на стадии магнитной обработки 40, проиллюстрированной в диаграмме процесса на фиг. 3. Данное устройство вызывает магнитный источник 10 применять увеличенный интервал напряженности магнитного поля к порции измельченной руды во время этой стадии, посредством этого вызывая увеличенное извлечение посредством улучшенного извлечения на стадии флотации 31, являющееся результатом увеличенного интервала напряженности магнитного поля; данный процесс взаимодействует с извлеченной производственной водой, в которой содержится порция измельченной руды.

В предпочтительной форме, напряженность приложенного магнитного поля составляет по меньшей мере 4500 Гаусс. Более предпочтительно напряженность магнитного поля находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс. Более предпочтительно, напряженность магнитного поля находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

В другом аспекте при ссылке на обсуждение в известном уровне техники, здесь будут теперь описаны устройство и методология, чтобы максимизировать магнитную индукцию в потоке шлама в подающем трубопроводе посредством максимизирования напряженности магнитной индукции магнитного источника и посредством минимизирования расстояния между магнитным источником и потоком шлама в подающем трубопроводе посредством ферромагнитного очистного механизма, который поддерживает магнитный источник в стационарной позиции в потоке в подающем трубопроводе, чтобы максимизировать время пребывания шлама в магнитном поле.

Важность более высокой напряженности поля вследствие очистки очистителем и большего времени пребывания в магнитном поле вследствие непрерывного активирования магнитного источника в потоке шлама в подающем трубопроводе делает возможным увеличенную намагниченность и увеличенное агрегирование минеральных частиц и уменьшенные требования к оборудованию, улучшая поэтому процесс в целом. Это представлено в виде диаграммы на фиг. 4А, 4В. Фиг. 4А, 4В иллюстрируют эффект расчет размера оборудования на применяемом очистителе намагничивания. В процессе очистки магнит может быть деактивирован на 25-35% времени, чтобы очистить магнит. В соответствии с этим изобретением, поскольку деактивирование магнитного источника не происходит, число магнитных источников может быть уменьшено на 25-35%.

В этом случае расположение на фиг. 4А показывает расположение магнитных источников 1 в матрице внутри предварительно заданного объема 2 обработки. В этом случае имеются девять источников, предназначенных, чтобы предварительно заданного уровня магнитного облучения потока 3, проходящего через них.

Фиг. 4В иллюстрирует такой же предварительно заданный объем 2 обработки на этот раз посредством магнитных источников 4, связанных при этом с очистителями (ссылка на более позднее описание), которые механически очищают внешнюю поверхность источников 4, пока источники 4 удерживаются в потоке 3 непрерывным образом. Как было описано выше и со ссылкой на позже описанные варианты осуществления, небольшое число источников 4 может достигать такого же уровня магнитного облучения для такого же предварительно заданного объема 2 обработки.

В другом аспекте, снова при ссылке на обсуждение в известном уровне техники, здесь будут теперь описаны альтернативные устройство и способы для очистки корпуса магнитного источника, которая не требует деактивирования магнитного источника посредством перемещения магнитного источника в шлам и из него, и таким образом создается возможность для намагниченности потока шлама в подающем трубопроводе являться максимизированной.

Механизм для очистки стиранием, чтобы стирать накопление ферромагнитных минералов.

Этот способ очистки имеет следующие преимущества.

Более высокие магнитные индукции являются достижимыми, поскольку магнит находится ближе к шламу. Корпус из нержавеющей стали может быть таким тонким как 1 мм с износом футеровки 1 мм, тогда как, для движения магнита, имеется толерантность для перемещения, более толстый корпус из нержавеющей стали требуется, вследствие перемещения массы, износостойчивые направляющие требуются, и толщина износа футеровки, это все добавляет вплоть до примерно 10 мм.

Магнитные источники большего размера, более тяжелые и поэтому более прочные могут быть применены, увеличивая магнитную индукцию шлама.

Меньше энергии требуется для очистки стиранием, чем для подъема тяжелого магнита.

Более низкая стоимость продукции.

Очистка магнитного источника является более быстрой, поскольку не требуется перемещение магнита, следовательно, магнит не тратит время за пределами шлама, и шлам лучше магнетизирован.

Более безопасное функционирование с меньшим потенциальным подвержением магнитному полю.

Более низкие затраты на эксплуатационные расходы.

Увеличенная гибкость в конструкциях магнита, поскольку магнит не перемещается или присоединен к плунжеру.

Этот предпочтительный способ со ссылкой на фиг. 4А, 4В, 5, 6 функционирует посредством магнитного источника 10, вставленного в корпус 11 из нержавеющей стали с очень тонкой футеровкой из резины, устойчивой к абразивному износу, и скребка 12 из нержавеющей стали, футерованной резиной, на плунжере 13, перемещаемом в вертикальном направлении вверх и вниз наружную поверхность 11 магнитного корпуса 11. Магнитный источник 10 в корпусе 11с присоединенным скребком 12 расположен в потоке шлама в подающем трубопроводе 14. Когда скребок 12 перемещается по поверхности магнитного корпуса 11, это нарушает и перемещает ферромагнитный материал 15, который встроен, наряду с тем, что еще присоединен к магниту. Усилие перемещаемого потока в подающем трубопроводе 14 является достаточным, чтобы оттеснить магнитный материал 15 назад в поток в подающем трубопроводе 14 и от магнитного источника 10, очищая тем самым накопление магнитного материала 15 на магнитном корпусе 11.

Механизм для очистки стиранием, объединенный с потоком в подающем трубопроводе, промывающим, чтобы стирать накопление ферромагнитных минералов.

Этот способ очистки имеет следующие преимущества.

Более высокие магнитные индукции являются достижимыми, поскольку магнит находится ближе к шламу. Корпус из нержавеющей стали может быть таким тонким как 1 мм с износом футеровки 1 мм, тогда как, для движения магнита, имеется толерантность для перемещения, более толстый корпус из нержавеющей стали требуется, и толщина износа футеровки, это все добавляет вплоть до примерно 10 мм.

Меньше энергии требуется для очистки стиранием, чем для подъема тяжелого магнита.

Более низкая стоимость продукции и технического обслуживания.

Единственный или несколько очистителей служат для очистки магнитного источника, являющейся более быстрой, поскольку не требуется перемещение магнита, следовательно, магнит не тратит время за пределами шлама, и шлам лучше магнетизирован.

Более безопасное функционирование с меньшим потенциальным подвержением магнитному полю.

Увеличенная гибкость в конструкциях магнита, поскольку магнит не перемещается или присоединен к плунжеру.

Фиг. 6 иллюстрирует оборудование для намагничивания шлама в соответствии с предпочтительным вариантом данного изобретения. Подобные компоненты пронумерованы как для варианта осуществления, описанного выше, со ссылкой на фиг. 5.

Фиг. 6 показывает эффект комбинирования удаления и перемещения потока в подающем трубопроводе в чистовой обработке магнитного корпуса и удаления накопления магнетизированного материала, включающего ферромагнитный материал, в поток в подающем трубопроводе.

Этот способ (см. фиг. 6) функционирует посредством магнитного источника 10, смонтированного в тонком корпусе 11 из нержавеющей стали (1 мм) с очень тонкой футеровкой из резины (1 мм) и одного или нескольких очистителей или скребков 12 из нержавеющей стали, футерованных резиной, смонтированных на плунжере 13, который перемещает в вертикальном направлении вверх и вниз наружную поверхность 11 магнитного корпуса 11. Магнитный источник 10 в корпусе 11 с присоединенным скребком 12 расположен в потоке шлама в подающем трубопроводе 14. Когда скребок 12 перемещается по поверхности 11 магнитного корпуса 11, это нарушает и перемещает ферромагнитный материал 15, который встроен, наряду с тем, что еще присоединен к магниту. Усилие перемещаемого потока в подающем трубопроводе 14, которое является обычно и в основном выгодным образом перпендикулярным перемещению очистителя, объединенным с действием механизма для очистки стиранием, является достаточным, чтобы оттеснить магнитный материал 15 назад в поток в подающем трубопроводе 14 и от магнитного источника 10, очищая тем самым накопление магнитного материала 15 на магнитном корпусе 11.

Расходы будут варьироваться в зависимости от завода. Типичные расходы могут находиться в интервале от 20 м³/ч до 5000 м³/ч.

При применении.

При ссылке на фиг. 3, 7 и 9, проиллюстрированы в виде диаграммы возможные варианты осуществления для одного или нескольких вариантов осуществления, описанных ранее. При применении на обычном заводе для обработки руды поток в подающем трубопроводе 14, содержащий частицы ценной руды, поступает на стадию магнитной обработки в этом случае в форме камеры 18 для обработки, имеющей по меньшей мере один магнитный источник 10, находящимся в ней. Источник 10 имеет высокую напряженность магнитного поля 23, которое может ослабевать резким образом с увеличением расстоя-

ния от источника, как проиллюстрировано на вставленном графике фиг. 7. С этой целью тонкостенный корпус 11, имеющий внешнюю поверхность 11 только на сравнительно коротком расстоянии от магнитного источника 10 используют таким образом, чтобы максимизировать высокое силовое поле, которому поток в подающем трубопроводе 14 подвергается, когда он проходит через камеру 18. В одной форме магнитный источник 10 снабжен скребком 12 (см. фиг. 5, 6) или подобным приспособлением, посредством чего периодически смещается материал, который может быть аккумулирован на поверхности 11. Поток в подающем трубопроводе 14 и частицы значительной части ценной руды, вовлеченные в него, включающие любой перемещенный материал 15, направляются к дополнительному резервуару 19 для обработки, где ценная руда может быть отделена от потока в подающем трубопроводе 14 посредством процесса флотации, где агрегированные слабые магнитные частицы 20 активным образом поддерживаются на поверхности в пенной фазе 21. Количество целевых частиц максимизировано, и количество нецелевых частиц, вовлеченных в пенную фазу, может быть минимизировано. В другом отдельном варианте осуществления эти агрегированные слабо магнитные частицы, не отобранные посредством процесса флотации в резервуаре 19, не вовлеченные в пенную фазу, могут проходить к дополнительному резервуару для обработки или резервуарам 19А, 19В (ссылка на фиг. 9), где дополнительный процесс флотации может быть инициирован, и где различные целевые частицы могут быть выбраны для флотации, или агрегированные слабо магнитные частицы могут проходить к отстойнику 22 для обезвоживания и для образования хвостов 38. Следует принимать во внимание, что стадия магнитной обработки должна быть расположена таким образом, чтобы функционировать на потоке в подающем трубопроводе 14 перед значительной обработкой, происходящей в процессе флотации, для того, чтобы оптимизировать эффект стадии магнитной обработки 40.

В этом случае размещение стадии магнитной обработки очень легко на стадии извлечения флотацией поддерживает способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды; указанный способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии магнитной обработки наряду с тем, что она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии измельчения и перед стадией извлечения флотацией.

При ссылке на фиг. 10, здесь проиллюстрировано определенное расположение камеры 19 для обработки, имеющей по меньшей мере один магнитный источник 18, размещенный в цепи между стадией измельчения и перед стадией извлечения флотацией. В этом случае восемь таких магнитных источников 18 размещены внутри первой флотационной камеры 19 и распределены равномерно внутри нее. В этом случае первая флотационная камера 19 содержит мешалку 60, которая способствует циркуляции шлама внутри первой флотационной камеры 19. Для любого концентрата 30, пропущенного к стадии фильтрации 35, баланс, в этом случае, подается к другой флотационной камере 19А и из нее, в этом случае, в еще одну флотационную камеру 19В.

При ссылке на фиг. 3, фильтрат 30 от процесса извлечения флотацией 31 действует на стадии 31 извлечения флотацией, или по меньшей мере его часть может быть рециркулирована посредством возвратной линии 32 к стадии измельчения 33.

Фильтрационный осадок 50, являющийся результатом стадии фильтрации 35, оставляет процесс в качестве продажного продукта.

Поток 36 хвостов обезвоживания от процесса 31 извлечения флотацией или по меньшей мере часть его также проходит к возвратной линии 32 в качестве части рециркуляционной системы производственной воды. Обезвоженные, осажденные твердотельные вещества 37 от процесса обезвоживания 37 выпускаются к хвостохранилищу 38 или подобному хранилищу.

Предполагается, что имеются два эффекта в функционировании потока в верхнем течении в подающем трубопроводе 14 при магнитной обработке вследствие увеличенной напряженности магнитного поля.

Эти эффекты предполагаются имеющими следующие влияния: где магнитная обработка была установлена, два различных влияния выше по потоку от магнитной обработки были измерены до очень высокой статистической достоверности в исходном материале 14.

Во-первых, для постоянного поступления исходной композиции уменьшение в количестве парамагнитных минералов было определено в процессе выше по потоку, когда магнитная обработка выполняется по сравнению с тем, когда магнитная обработка не выполняется. Наиболее подходящим механизмом для этого может быть то, что магнитная обработка является агрегированием очень тонких <10 мкм парамагнитных минералов, и процессах ниже по потоку эти агрегированные концентрированные минералы обезвоживают (фильтрованием и осаждением) более эффективно, и таким образом, их концентрация в рециркулируемом потоке 32 технической воды уменьшена. (Это утверждение показано посредством примера 1 ранее в описании - несмотря на уменьшенное количество парамагнитных минералов выше по потоку подаваемое количество пригодной для извлечения металлической порции на выходе 50 процесса увеличено - см. фиг. 3.)

Во-вторых, для постоянного поступления исходной композиции измеренное увеличение в парамагнитных минералах было определено в процессе выше по потоку, когда магнитная обработка выполняется по сравнению с тем, когда магнитная обработка не выполняется. Возможной причиной этому является то, что магнитная обработка является агрегированием очень тонких парамагнитных минералов (халько-

пирита CuFeS_2), сфалерита (Zn/FeS) или других ценных парамагнитных сульфидных минералов. Таким образом, когда рециркулируют производственную воду 32, содержащую эти мелкие минералы, где магнитное агрегирование было выполнено, эти минералы были агрегированы от размера $<8-10$ мкм до размера $>8-10$ мкм; они тогда отфильтровывались от производственных потоков, извлекая в качестве пробы (14) исходного материала фильтрационный осадок, и таким образом являлись обнаруживаемыми в заводских потоках. В то же время, когда магнитная обработка не функционирует, минералы $<8-10$ мкм остаются $<8-10$ мкм, являются отфильтровываемыми от производственного потока и таким образом не определялись на заводе. Минералы являются такими, потому что они не агрегированы, не фильтруются и поэтому не определяются в заводских образцах (14) (это утверждение показано посредством примеров 2-6 ранее в описании - увеличенные парамагнитные минералы в подаваемой среде выше по потоку предоставляют увеличенную возможность для повторного извлечения металлической порции, посредством чего количество применимой металлической порции, извлеченной на выходе 50 процесса является увеличенным - см. фиг. 3).

Таким образом, предполагается, что имеются в таком случае два механизма, каким образом магнитная обработка может влиять на заводские анализы выше по потоку. Данные два механизма оказывают противоположный эффект на парамагнитные минералы, рециркулируемые в производственную воду. Один механизм уменьшает и один увеличивает определяемый (и фактически получаемый обратно) металл в производственных потоках. Оба механизма функционируют, однако один может доминировать по отношению к другому.

Второй предпочтительный вариант осуществления.

Посредством ссылки на фиг. 8, здесь проиллюстрировано альтернативное устройство для индукции магнетизма в потоке в подающем трубопроводе.

Устройство, проиллюстрированное и описанное, может быть расположено на стадии магнитной обработки 40, проиллюстрированной в диаграмме процесса на фиг. 3. Данное устройство вызывает магнитный источник 10 применять увеличенный интервал напряженности магнитного поля к порции измельченной руды во время этой стадии, посредством этого вызывая увеличенное извлечение посредством улучшенного извлечения на стадии флотации 31, являющееся результатом увеличенного интервала напряженности магнитного поля; данный процесс взаимодействует с извлеченной производственной водой, в которой содержится порция измельченной руды.

В предпочтительной форме, напряженность приложенного магнитного поля составляет по меньшей мере 4500 Гаусс. Более предпочтительно напряженность магнитного поля находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс. Более предпочтительно, напряженность магнитного поля находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

В предпочтительном варианте осуществления, данное изобретение предоставляет устройство 110 для индукции магнетизма в потоке 112 по меньшей мере частично магнетизируемого исходного материала 114 в виде частиц, суспендированного в жидкости. Подаваемый материал типично включает смесь парамагнитных и ферромагнитных твердотельных частиц, присутствующих вместе с другими немагнитными или диамагнитными жидкими минералами в водном шламе. Для парамагнитных твердотельных частиц обычно требуется высокий градиент магнитного поля для того, чтобы стать магнетизированными. Некоторые сульфидные минералы, содержащие медь (такие как халькопирит), цинк (такие как сфалерит, загрязненный железом) или другие переходные металлы, являются парамагнитными. Ферромагнитные твердотельные частицы включают железооксидные минералы (такие как магнетит) и частицы металлического железа (от изношенной измельченной среды, например).

При ссылке на фиг. 8, устройство 110 включает камеру для обработки в форме кольцеобразного резервуара 116 с расположенным наверху впускным отверстием 118 и расположенным внизу выпускным отверстием 120, через которые поток вышеуказанной смеси минералов может протекать соответственно в резервуар 116 и из него при некотором времени пребывания в нем. Устройство может также быть применено в пакетном режиме, и не требует непрерывного потока гидросмеси минерального шлама. Кроме того, каждое из расположенного наверху впускного отверстия 118 или расположенного внизу выпускного отверстия 120 может быть впускным или выпускным - что означает то, что поток может быть реверсирован в устройстве 110.

Камера резервуара включает центральный удлиненный вырез 122. Магнитный источник, способный быть селективным образом активированным, чтобы индуцировать магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала 114 в виде частиц, расположенного в резервуаре 116, посредством перемещения магнитного источника внутри и снаружи резервуара 116. В одном предпочтительном варианте осуществления магнитный источник является по меньшей мере одним постоянным магнитом, установленным на подвижном средстве в форме плунжера, который соединен с приводом таким образом, что плунжер может возвратно-поступательным образом перемещаться в вырез 122 и из него. В одном предпочтительном варианте осуществления плунжер 124 является цилиндрически сформированным, имеющим диаметр примерно 300 миллиметров, и снабжен рядом вставленных постоянных магнитов 126, которые являются квадратными по форме и имеют размер сторон 50 миллиметров, изготовленных из неодаима или других материалов. Диаметр выреза 122 в резервуаре 116 составляет 800 миллиметров.

В других вариантах осуществления постоянные магниты могут быть любой формы, размера или из любого материала, и плунжер не обязательно является цилиндрическим и может быть, например, квадратным или треугольным в поперечном сечении, и иметь любую общую длину. Средство, посредством которого плунжер перемещают возвратно-поступательным образом по отношению к резервуару, может включать любой тип привода, включая поводковый патрон, пружину, пневмоцилиндр (128, как проиллюстрировано) или эксцентрично вращающийся вал и т.п.

В еще одних вариантах осуществления относительное перемещение резервуара и магнитного источника не требует включения плунжера, вставленного в вырез в резервуаре. Магнитный источник требуется лишь чтобы быть приведенным в положение вблизи резервуара, например, посредством перемещения рядом с одной стороной резервуара таким образом, что магнитное поле может магнетизировать материалы в виде частиц, расположенные в резервуаре. В других вариантах осуществления резервуар сам может быть перемещенным относительно стационарного магнита. Резервуар может иметь любые конкретные форму, размер и ориентацию, чтобы содействовать размещению магнитного источника вблизи содержания резервуара.

Описанное устройство 110 делает возможным введение магнитного поля с высоким градиентом, чтобы эффективным образом магнетизировать как слабомагнитные, так и сильномагнитные твердотельные частицы 114 для последующего удаления всех твердотельных частиц посредством улучшенного гравитационного осаждения или отделения слабомагнитных твердотельных частиц посредством таких технологий, как флотация. Когда плунжер 124, несущий магниты 126, перемещают в вырез 122 резервуара 116, как слабомагнитные, так и сильномагнитные твердотельные частицы 114 привлекаются и перемещаются к части внутренней поверхности резервуара 116, которая примыкает к внутреннему удлиненному углублению 122. Частицы затем становятся, по меньшей мере частично, магнетизированными. Когда плунжер 124, несущий магниты 126, перемещают из выреза 122, отложения магнетизированных материалов 114 в виде частиц больше не подаются к внутренней поверхности посредством магнитного притяжения и большей частью рассредоточиваются посредством потока 112 подаваемого материала в резервуаре 116. В зависимости от расположения и ориентации впускного и выпускного отверстий, содержащее резервуара может создавать вращение текучей среды при перемещении (проиллюстрировано на чертеже посредством стрелки в резервуаре 116).

Рассеивание твердотельных веществ может уменьшать возможность любых ограничений потока, созданного в резервуаре и улучшать эффективность магнита/магнитов.

В еще одних вариантах осуществления магнитный источник может быть селективным образом активирован, чтобы индуцировать магнетизм по меньшей мере в некоторой части исходного материала в виде частиц, расположенных в резервуаре, посредством применения электромагнита/электромагнитов, расположенных вблизи резервуара. Питающий ток, подаваемый к электромагниту/электромагнитам, может быть включен или отключен неоднократно образом, чтобы предоставлять такой же эффект, как если постоянный магнит был перемещен вблизи и на удалении по отношению к резервуару. В еще одних вариантах осуществления поле постоянного магнита может быть шунтировано или заблокировано посредством перемещения барьера магнитного поля между постоянным магнитом и резервуаром, содержащим магнетизируемые твердотельные частицы.

Цикл или частота перемещения магнитного источника могут быть инициированы посредством счетчика времени или посредством датчиков, которые определяют массу аккумулярованных частиц 130. Измерение этой массы может быть выполнено посредством определения взаимодействия с магнитным полем или посредством измерения устойчивости потока шлама твердотельных частиц, когда масса частиц 130 увеличивается.

В случае парамагнитного подаваемого материала, авторы изобретения неожиданно обнаружили, что индуцированный магнетизм может вызывать по меньшей мере для некоторой части магнетизированных парамагнитных частиц то, что они становятся агрегированными в потоке жидкости. Авторы изобретения обнаружили, что агрегированные парамагнитные частицы остаются агрегированными в течение по меньшей мере нескольких часов, и что агрегированные частицы могут выдерживать стадии дополнительной обработки в процессе отделения минералов, такие как закачивание и перемешивание. В подающей среде с материалами в виде частиц в интервале магнитных восприимчивостей, предпочтительное устройство имеет возможность функционировать таким образом, чтобы способствовать последующему отделению магнетизированных парамагнитных фракций исходного материала от магнетизированных ферромагнитных фракций исходного материала. Магнетизированные парамагнитные исходные фракции являются также отделимыми от немагнитных или диамагнитных жильных минералов.

В экспериментальных работах, процесс флотационного отделения применяли для нескольких тонкоизмельченных минеральных руд (типично с 80% частиц руды с размером частиц менее чем 100 мкм в диаметре) для того, чтобы отделить магнетизированный парамагнитный подаваемый материал в пенную фазу.

Экспериментальные результаты демонстрировали высокое увеличение в извлечении сульфидного минерала посредством флотации вследствие применения стадии обработки магнетизацией перед стадией флотации. Авторы изобретения полагают, что очень тонкие (например, <10 мкм в диаметре) парамагнит-

ные частицы, которые обычно проявляют низкие интенсивности флотации и извлечения, когда магнетизированы, могут становиться агрегированными, чтобы предоставлять эффективный (коагулированный) диаметр частиц более чем 10 мкм. Такие агрегаты могут проявлять высокие интенсивность флотации и характеристики извлечения вследствие гидродинамических причин, таких как улучшенное присоединение к пузырькам восходящего воздуха во флотационной камере.

Применение реагентов-собирателей сульфидного минерала, таких как ксантогенаты или дитиофосфаты, может обеспечивать то, что поверхности парамагнитных минеральных частиц становятся гидрофобными и более легко присоединяются к поверхности пузырьков восходящего воздуха во флотационной камере. Типично ферромагнитные частицы в смеси частиц парамагнитных и ферромагнитных минералов отвергаются от вовлечения в процесс флотации (не имеющие средств для ксантогенатных или дитиофосфатных собирателей) и поступают в жильную породу или хвосты. В проведенных экспериментах, применяемые реагенты-собиратели сульфидного минерала присутствовали в резервуаре 16 для обработки магнетизацией перед любой последующей стадией флотации. В экспериментах, где не была применена стадия магнитной обработки перед стадией флотации, исходный поток к флотации, содержащий собиратель сульфидного минерала, еще проходил через резервуар 16 перед пропуском к последующему устройству флотации. Применяемое устройство для флотации может содержать любой стандартный тип перемешиваемой флотационной камеры, флотационной колонны или флотационной цепи.

В качестве примера усовершенствований, заключающихся в том, что это устройство и способ предоставлены выше того, что известно в известном уровне техники, экспериментальные результаты, полученные при применении обычной пенной флотации со стадией предварительной обработки по данному изобретению и без нее, теперь представлены.

Данное устройство может предоставлять возможность введения очень высокого градиента магнитного поля, чтобы эффективным образом магнетизировать как слабомагнитные, так и сильномагнитные твердотельные частицы. Когда магнитный источник активирован, как слабомагнитные, так и сильномагнитные твердотельные частицы привлекаются к этому магнитному источнику и становятся, по меньшей мере, частично, магнетизированными. Предпочтительные устройства и способы не разрешают применение очень высокого градиента магнитного поля, вследствие проблемы с осаждением магнетизированного подаваемого материала вблизи магнитного источника и низкой степени магнетизации слабомагнитных твердотельных частиц.

Резервуар и плунжер могут быть изготовлены из любых подходящих конструкционных материалов, которые изнашиваются надлежащим образом и которые могут быть профилированы, сформированы и установлены таким образом, как описано, таких как металл, металлический сплав, твердые пластики или керамика.

Следует понимать, что в отношении любой информации, относящейся к предшествующему уровню техники, приведенной в данном документе, такая ссылка не означает признание того, что данная информация образует часть общедоступных сведений в данной области техники в Австралии или в любой другой стране.

При том, что данное изобретение было описано при ссылке на предпочтительные варианты осуществления, следует понимать, что данное изобретение может быть реализовано во многих других формах.

Вышеприведенное описание представляет лишь некоторые варианты осуществления данного изобретения, и модификации, очевидные специалистам в данной области техники, могут быть сделаны, кроме того, без отклонения от объема и сущности данного изобретения.

Применяемость в производственных условиях

Варианты осуществления данного изобретения являются применимыми на заводах для обработки руды с целью улучшения доли извлекаемых мелких фракций.

Ссылки.

1. Ahmed, N and Jameson, G, 1989. Flotation kinetics, Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 50:77-99.
2. Engelhardt, D, Ellis, K and Lumsden, B, 2005. Improving fine sulphide mineral recovery - Plant evaluation of a new technology, in Proceedings Centenary of Flotation

Symposium, pp 829-834 (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne)

3. Holloway, B, Clarke, G, and Lumsden, B, 2008, Improving fine lead and Ag flotation recovery at BHP-Billiton's Cannington mine, Paper presented at the 40th Canadian Mineral Processors Conference, Ottawa, January 2008.

4. Lacouture, B, Wilson, B, Oliver, J, and Lumsden, B, 2016. Improving fine sulphide mineral recovery at the Red Dog operation, paper presented to XXVIII International Mineral Processing Congress (IMPC), Quebec City, September 11-15.

5. Musuku, B, Muzinda, I, and Lumsden, B, (2015). Cu-Ni processing improvements at First Quantum's Kevitsa mine, Min Eng, 88: pp 9-17.

6. Napier-Munn, T, 2010. Designing and analysing plant trials, in Flotation Plant Optimization: (ed: C Greet), pp 175-190 (The Australian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne).

7. Thompson, M, 2016. Concentrate Thickeners Feed Well Replacement, in Proceedings of the 13th Mill Operators' Conference, pp 273-278 (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne).

8. Rivett, T, Wood, G and Lumsden, B, 2007. Improving fine Cu and gold flotation recovery - a plant evaluation, in Proceedings of the Ninth Mill Operators' Conference, pp 223-228 (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne).

9. Svoboda, J. 1987. Magnetic Methods for the Treatment of Minerals, (Elsevier: Amsterdam).

10. Wilding, J and Lumsden, B, 2011. Implementation of magnetic conditioning in two stage sequential Cu-Zn flotation separation, in Proceedings of the Conference of Metallurgists, pp139-148 (Metallurgy and Materials Society: Quebec).

11. Zoetbrood, D, Vass, P and Lumsden, B, 2010. Magnetic conditioning of pentlandite flotation - plant evaluation, paper presented at Processing of Nickel Ores and Concentrates, Falmouth, June 2010.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды в контуре флотационного извлечения, который содержит стадию (33) измельчения, стадию (31) извлечения флотацией, стадию (37) обезвоживания и стадию (35) фильтрования, в способе осуществляют следующие стадии:

измельчение предварительно заданного количества руды на стадии (33) измельчения до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, чтобы тем самым образовать порцию измельченной руды;

перемещение порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии (31) извлечения флотацией;

извлеченную производственную воду извлекают после стадии (31) извлечения флотацией от стадии (37) обезвоживания или стадии (35) фильтрования;

применение флотационного извлечения посредством стадии флотации к порции измельченной руды, тем самым извлекая извлеченную металлическую порцию из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

возвращение по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии (33) измельчения;

причем способ включает применение магнитного поля к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, в то время как она содержится в извлеченной производственной воде, после стадии (33) измельчения и перед стадией (31) извлечения флотацией;

и где напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, составляет по меньшей мере 4500 Гаусс.

2. Способ по п.1, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс.

3. Способ по п.1, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

4. Способ по п.1, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 6000 до 12000 Гаусс.

5. Способ по п.1, где по меньшей мере часть извлеченной производственной воды возвращают к стадии измельчения в качестве выхода от процесса разделения вода-минералы после стадии флотации.

6. Способ по п.5, где процесс разделения вода-минералы содержит фильтрацию и/или сгущение.

7. Способ по любому одному из пп.1-6, где процесс разделения вода-минералы расположен ниже по потоку от стадии (31) извлечения флотацией и стадии (40) магнитной обработки.

8. Система для осуществления способа по пп.1-7, для увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды в контуре флотационного извлечения, который включает стадию (33) измельчения, стадию (31) извлечения флотацией, где система включает следующие средства:

средства, предназначенные для измельчения заданного количества руды до предварительно заданного размера на стадии (33) измельчения, наряду со средствами для поливания руды водой, включающей извлеченную производственную воду, с обеспечением образования порции измельченной руды;

средства перемещения порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии (31) извлечения флотацией;

средства для флотационного извлечения, применяемые к порции измельченной руды, с обеспечением извлечения извлеченной металлической порции из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

средства для возвращения по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии (33) измельчения;

причем система включает средства приложения магнитного поля к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, содержащейся в извлеченной производственной воде, после стадии (33) измельчения и перед стадией (31) извлечения флотацией;

и где указанные средства приложения магнитного поля обеспечивают напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, по меньшей мере 4500 Гаусс; где система выполнена с возможностью улучшения извлечения желательных парамагнитных минералов посредством агрегирования парамагнитных минералов с обеспечением улучшения извлечения из потока ниже по потоку от процессов разделения вода-минералы.

9. Система по п.8, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 4500 до 10000 Гаусс.

10. Система по п.8, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 5000 до 10000 Гаусс.

11. Система по п.8, где напряженность магнитного поля, приложенного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, находится в интервале от 6000 до 12000 Гаусс.

12. Система по п.8, где по меньшей мере часть извлеченной производственной воды возвращают к стадии (33) измельчения в качестве выхода от процесса разделения вода-минералы.

13. Система по п.12, где процесс разделения вода-минералы содержит фильтрацию и/или сгущение.

14. Система по любому одному из пп.8-13, где процесс разделения вода-минералы расположен ниже по потоку от стадии (31) извлечения флотацией и стадии (40) магнитной обработки.

15. Устройство для осуществления способа по пп.1-7 для увеличения извлечения металлической порции из предварительно заданного количества руды в контуре флотационного извлечения, включающего стадию (33) измельчения, стадию (31) извлечения флотацией, и где предварительно заданное количество руды измельчают до предварительно заданного размера, наряду с поливанием руды водой, включающей извлеченную производственную воду, с образованием порции измельченной руды,

где устройство включает следующие средства:

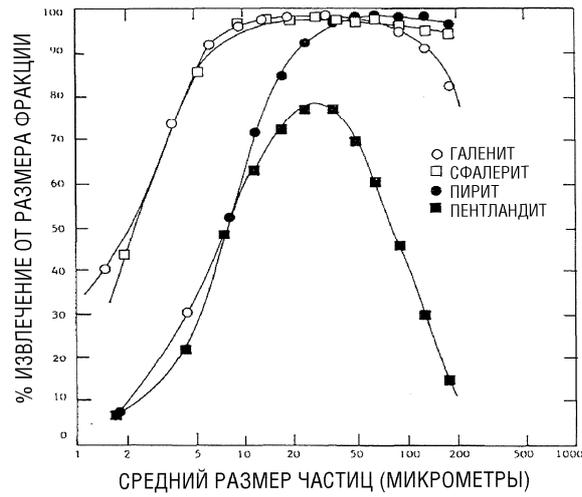
средство перемещения порции измельченной руды, смешанной с извлеченной производственной водой, к стадии (31) извлечения флотацией;

средство для флотационного извлечения, применяемое к порции измельченной руды, с обеспечением извлечения извлеченной металлической порции из смеси извлеченной производственной воды и порции измельченной руды;

средство для возвращения по меньшей мере части извлеченной производственной воды к стадии (33) измельчения;

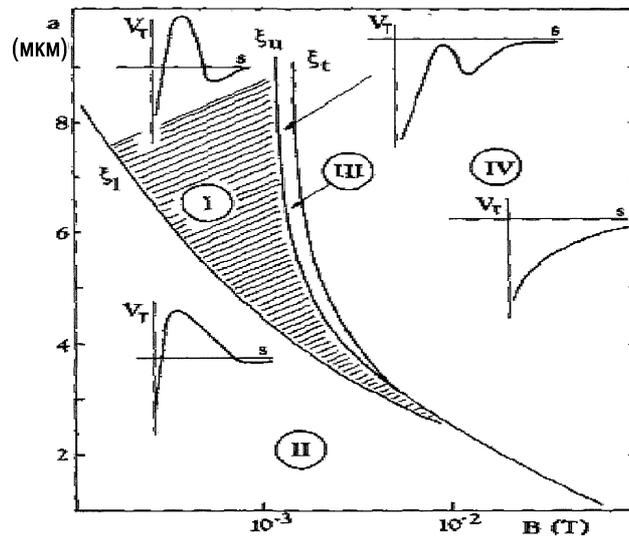
причем устройство включает средство приложения магнитного поля к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, содержащейся в извлеченной производственной воде, после стадии (33) измельчения и перед стадией (31) извлечения флотацией;

и где указанное средство приложения обеспечивает напряженность магнитного поля, примененного к порции измельченной руды на стадии (40) магнитной обработки, по меньшей мере 4500 Гаусс; и где ценные парамагнитные минералы в извлеченной части производственной воды определяют и повторно извлекают на стадии флотации.



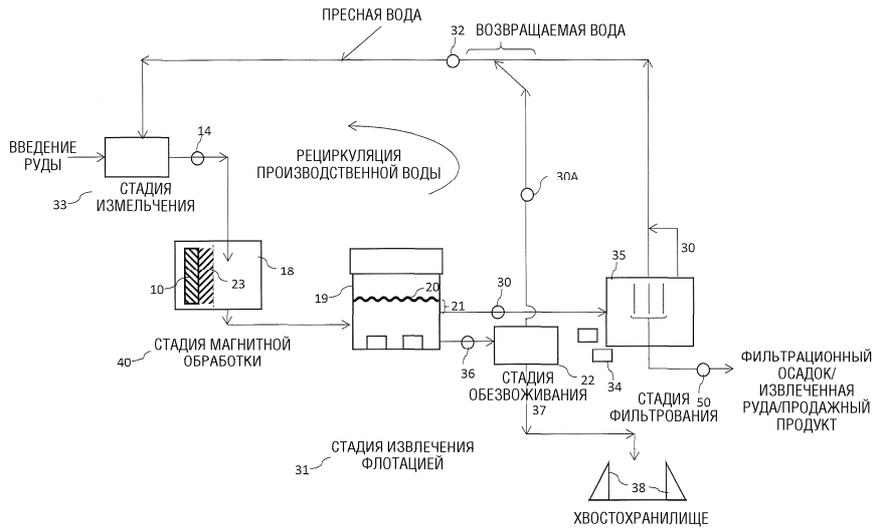
Извлечение минералов посредством флотации для различных размеров частиц сульфида (Ahmed et al/1989)

Фиг. 1

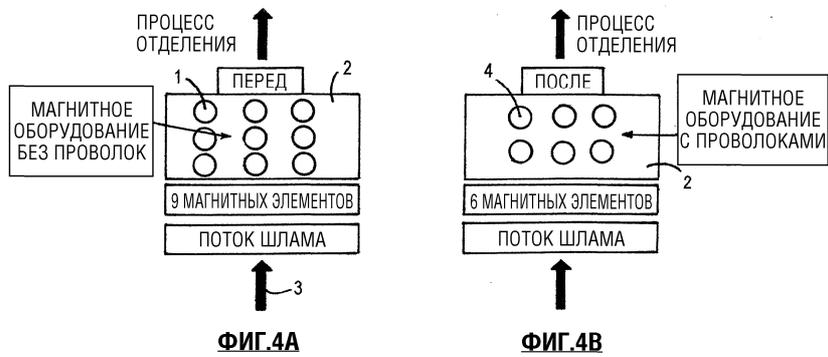


Обобщенное описание полной энергии взаимодействия для парамагнитных ультратонких частиц как функции размера частиц (a) и магнитной индукции B (Svoboda, 1987)

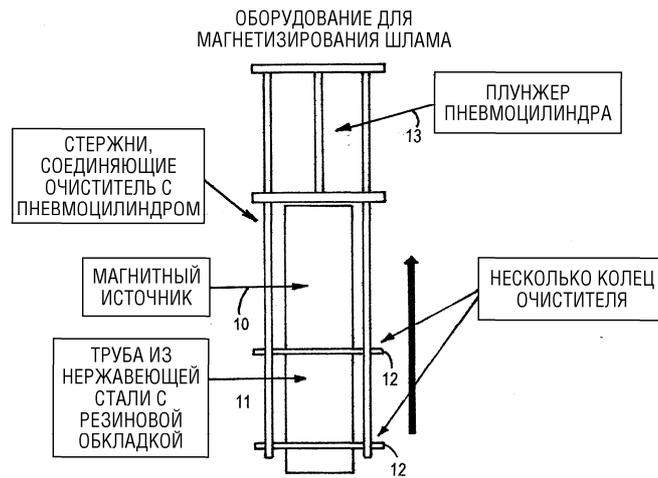
Фиг. 2



Фиг. 3



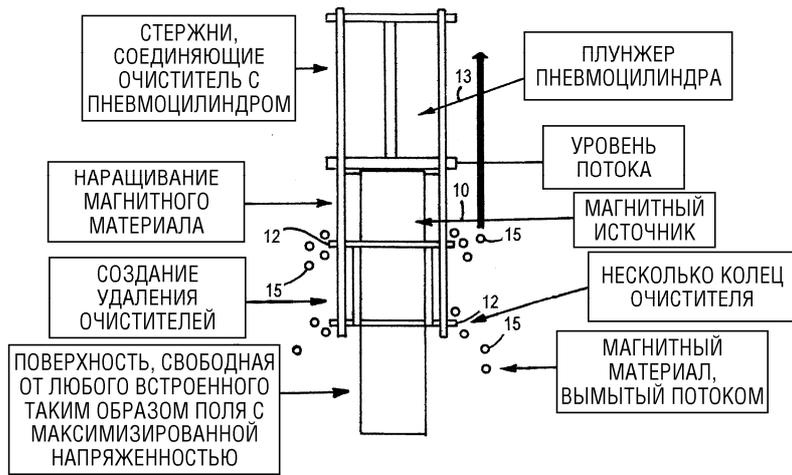
Эффект расчета размера оборудования при применении магнетизирующего очистителя
Фиг. 4



Оборудование для магнетизирования шлама

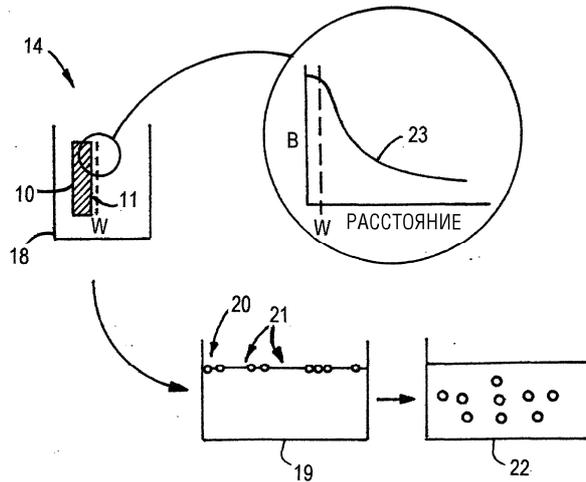
Фиг. 5

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
МАГНЕТИЗИРОВАНИЯ ШЛАМА

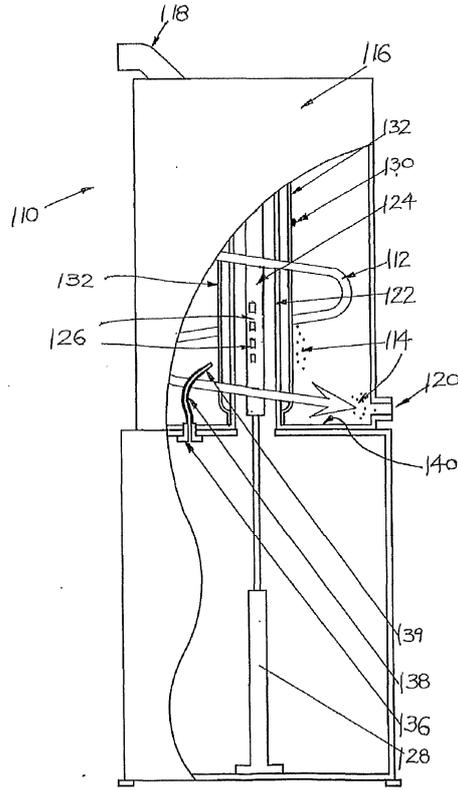


Система очистки очистителем

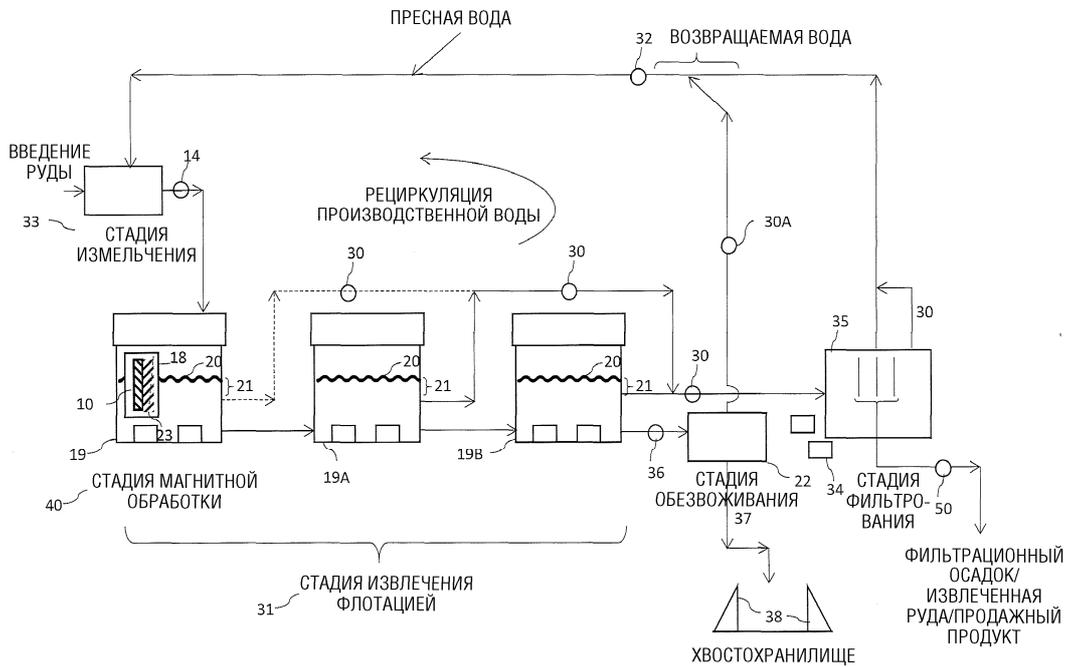
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

