

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047441**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.22

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

(21) Номер заявки
202292591

(22) Дата подачи заявки
2021.06.23

(54) **ФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ,
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛОВ И СПОСОБ ФЛОТАЦИИ С
ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ**

(31) **63/046,009**

(56) WO-A1-2017035580
WO-A1-2010135760
AU-A4-2013100023
AU-B2-732302
WO-A1-2006095044

(32) **2020.06.30**

(33) **US**

(43) **2023.03.31**

(86) **PCT/FI2021/050484**

(87) **WO 2022/003240 2022.01.06**

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

(72) Изобретатель:
Шеррелл Иан (FI)

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

(57) Изобретение относится к флотационной установке (1000) с псевдоожигенным слоем, ее применению, устройству для переработки минералов и способу флотации с псевдоожигенным слоем. Флотационная установка (1000) с псевдоожигенным слоем содержит бак (1100) для удерживания объема (1001) суспензии. Бак (1100) содержит желоб (1101) со сливным носком (1102) желоба, выход (1110) для мелкодисперсной суспензии ниже сливного носка (1102) желоба и выход (1106) для крупнодисперсной суспензии ниже выхода (1110) для мелкодисперсной суспензии для вывода крупнодисперсной выходящей суспензии (1107) из объема (1001) суспензии. Флотационная установка (1100) с псевдоожигенным слоем содержит устройство (1700) для разделения твердой и жидкой фаз, предназначенное для сбора выходящей суспензии (1107) из объема (1001) суспензии через выход (1110) для мелкодисперсной суспензии и для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости из выходящей суспензии (1701) с образованием твердой части (1702) и жидкой части (1703).

B1

047441

047441

B1

Область техники

Изобретение относится к переработке минералов. В частности, изобретение относится к отделению минералов от их руд путем флотации.

Уровень техники

Энергопотребление процессов измельчения, особенно размола, обычно составляет значительную часть общего энергопотребления при переработке минералов. Таким образом, значительные усилия были вложены в снижение энергопотребления при размоле. Как правило, этого можно достичь посредством снижения степени высвобождения руды, т.е. посредством увеличения среднего размера частиц руды перед обогащением. Стандартные механические флотационные установки лучше всего подходят для отделения частиц размером примерно от 20 до 150 мкм. Следовательно, требуются альтернативные решения для увеличения среднего размера частиц руды свыше 150 мкм.

Один из подходов к увеличению извлечения более крупных частиц широко известен как флотация в псевдооживленном слое. Однако использование обычных флотационных установок с псевдооживленным слоем может увеличить потребление воды при переработке минералов. В свете этого может оказаться желательным разработать новые решения, связанные с отделением более крупных частиц.

Краткое описание изобретения

Это краткое описание выполнено, чтобы представить выбор концепций в упрощенной форме, которые дополнительно описаны ниже в подробном описании. Это краткое описание не предназначено для определения ключевых признаков или существенных признаков заявленного предмета изобретения, а также не предназначено для ограничения объема заявленного предмета изобретения.

Согласно первому аспекту предложена флотационная установка с псевдооживленным слоем. Флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит бак для удерживания объема суспензии, который включает желоб со сливным носком, выход для мелкодисперсной суспензии ниже сливного носка желоба и выход для крупнодисперсной суспензии ниже выхода для мелкодисперсной суспензии для вывода крупнодисперсной выходящей суспензии из объема суспензии. Флотационная установка с псевдооживленным слоем дополнительно содержит устройство для разделения твердой и жидкой фаз, выполненное для сбора выходящей суспензии из объема суспензии через выход для мелкодисперсной суспензии и для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии с образованием твердой и жидкой частей.

В данном описании "флотация" может относиться к разделению смеси путем прилипания вещества из указанной смеси на поверхности раздела. При флотации разделение смеси может быть основано на различиях в гидрофобности веществ в указанной смеси. Здесь "разделение" может относиться к извлечению или удалению вещества из смеси для применения или сброса в отходы.

Кроме того, "суспензия" может относиться к дисперсии, содержащей твердые частицы, суспендированные в непрерывной фазе флотационной жидкости. Таким образом, "объем суспензии" может относиться к определенному количеству суспензии. При флотации суспензию обычно называют крупнодисперсной суспензией или мелкодисперсной суспензией в зависимости от ее свойств.

В данном документе "крупнодисперсная суспензия" может относиться к суспензии, содержащей твердые частицы более крупного диаметра. Как известно специалисту в данной области техники, определение крупнодисперсной суспензии может зависеть от конкретного применения и/или руды. Например, в некоторых воплощениях крупнодисперсная суспензия может относиться к суспензии, имеющей гранулометрический состав с процентом пропускания менее 80% при размере сита 425 мкм, или при размере сита 355 мкм, или при размере сита 250 мкм, или при размере сита 180 мкм, или при размере сита 150 мкм, или при размере сита 125 мкм, или при размере сита 105 мкм.

С другой стороны, "мелкодисперсная суспензия" может относиться к суспензии, содержащей твердые частицы меньшего диаметра. Как известно специалисту в данной области техники, определение мелкодисперсной суспензии может зависеть от конкретного применения и/или конкретной руды. Например, в некоторых воплощениях мелкодисперсная суспензия может относиться к суспензии, имеющей распределение частиц по размерам с процентом пропускания, превышающим или равным 80%, при размере сита 425 мкм, или при размере сита 355 мкм, или при размере сита 250 мкм, или при размере сита 180 мкм, или при размере сита 150 мкм, или при размере сита 125 мкм, или при размере сита 105 мкм.

В данном описании "псевдооживленный слой" может относиться к смеси твердого вещества и текучей среды, которая проявляет свойства, подобные текучей среде. Как известно специалистам в данной области техники, псевдооживленный слой можно поддерживать, пропуская текучую среду (среды) под давлением, т.е. жидкость (жидкости) и/или газ (газы), через дискретную среду. Следовательно, "флотация в псевдооживленном слое" может относиться к флотации, где псевдооживленный слой поддерживают в объеме суспензии путем пропускания подходящим образом флотационной жидкости и/или флотационного газа через указанный объем суспензии.

Термин "флотационный газ" может относиться к любому газообразному веществу, подходящему для использования во флотации. Хотя в практических применениях в качестве флотационного газа часто используют воздух, также можно использовать другие типы газообразных веществ, как известно специалисту в данной области техники.

С другой стороны, "флотационная жидкость" может относиться к любому жидкому веществу или смеси, подходящей для использования во флотации. Хотя в практических применениях в качестве флотационных жидкостей часто используют воду или водные растворы, также можно использовать другие типы жидких веществ, как известно специалисту в данной области техники.

В данном случае "установка" может относиться к устройству, подходящему или исполненному для выполнения по меньшей мере одного конкретного процесса. Естественно, "флотационная установка" может тогда относиться к установке, подходящей или исполненной для того, чтобы подвергать материал флотации, и/или "флотационная установка с псевдооживленным слоем" может относиться к установке, подходящей или исполненной для того, чтобы подвергать материал флотации с псевдооживленным слоем. Установка обычно может содержать одну или более частей, и каждая из этих одной или более частей может быть классифицирована как принадлежащая устройству указанной установки.

"Устройство" установки, предназначенной для выполнения процесса, может относиться к набору частей указанной установки, подходящих или предназначенных для выполнения по меньшей мере одного конкретного подпроцесса указанного процесса. Как таковая, "установка, содержащая устройство", может относиться к указанной установке, содержащей части, принадлежащие указанному устройству. В общем, устройство может содержать любой компонент (компоненты), например, механический, электрический, пневматический и/или гидравлический компонент (компоненты), необходимый и/или благоприятный для выполнения конкретного подпроцесса.

В данном описании "бак" может относиться к сосуду, подходящему или предназначенному для удерживания текучей среды, например, жидкости.

В данном описании "желоб" может относиться к желобу, расположенному в верхней части бака для сбора продукта флотации из указанного бака. Как правило, желоб содержит сливной носок желоба. В данном документе "сливной носок желоба" может относиться к части желоба, по которой продукт флотации проходит в указанный желоб для сбора.

В этом описании "выход" может относиться к средству выпуска, например, отверстию или сквозному отверстию для текучей среды. В общем, выход может быть расположен в баке любым подходящим образом, например, на боковой стенке или на дне бака, или на конце трубы или другого подходящего трубопровода для прохождения текучей среды через боковую стенку или дно бака или на конце трубы или другого подходящего трубопровода для прохождения текучей среды поверх боковой стенки бака.

Как таковой, "выход для мелкодисперсной суспензии" может относиться к выходу, предназначенному или подходящему для выпуска мелкодисперсной суспензии из бака. Выход для мелкодисперсной суспензии может быть дополнительно предназначен или подходить для пропускания любого другого подходящего типа (типов) суспензии, например крупнодисперсной суспензии и/или исходной суспензии, в бак флотационной установки. Обычно выход для мелкодисперсной суспензии расположен в верхней части бака ниже сливного носка желоба и над выходом для крупнодисперсной суспензии.

Аналогичным образом, "выход для крупнодисперсной суспензии" может относиться к выходу, предназначенному или подходящему для выпуска крупнодисперсной суспензии из бака. Выход для крупнодисперсной суспензии может быть дополнительно приспособлен для пропускания любого другого подходящего типа (типов) суспензии, например, мелкодисперсной суспензии и/или исходной суспензии, из бака флотационной установки. Обычно выход для крупнодисперсной суспензии расположен в нижней части бака для сбора продукта флотации из указанного бака.

Обычно выход для мелкодисперсной суспензии может обеспечивать возможность сбора из объема суспензии в основном более крупных частиц первого типа, например, минеральных частиц, и более мелких частиц второго типа, например, частиц пустой породы, которые могут быть относительно легко отделены впоследствии. Дополнительно или в качестве альтернативы можно использовать выход для мелкодисперсной суспензии, чтобы обеспечить выпускной канал из указанного бака, так что псевдооживленный слой может проходить ниже указанного выхода для мелкодисперсной суспензии.

В данном описании "разделение твердой и жидкой фаз" может относиться к отделению взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от суспензии. Следовательно, "устройство для разделения твердой и жидкой фаз" может относиться к устройству из частей флотационной установки, предназначенных или подходящих для разделения твердой и жидкой фаз суспензии.

Кроме того, "твердая часть", образованная путем отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от суспензии, может относиться к фракции указанной суспензии, полученной в результате разделения указанной суспензии на твердую и жидкую фазы, в которой по меньшей мере 90 мас.% или по меньшей мере 95 мас.% или по меньшей мере 98 мас.% взвешенных твердых частиц в указанной суспензии собрано в указанную фракцию. Здесь "фракция" может относиться к части смеси, полученной в результате разделения указанной смеси.

С другой стороны, "жидкая часть", образованная в результате отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от суспензии, может относиться к фракции указанной суспензии, полученной в результате разделения твердой и жидкой фаз указанной суспензии, и включающей по меньшей мере 90 мас.%, или по меньшей мере 95 мас.%, или по меньшей мере 98 мас.%, или по меньшей мере 99 мас.% флотационной жидкости.

Обычно флотационная установка с псевдооживленным слоем, содержащая устройство для разделения твердой и жидкой фаз, предназначенное для сбора выходящей суспензии из объема суспензии через выход для мелкодисперсной суспензии, для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии с образованием твердой части и жидкой части может облегчать дальнейшую флотацию указанной твердой части. Дополнительно или в качестве альтернативы, флотационная установка с псевдооживленным слоем, содержащая такое устройство для разделения твердой и жидкой фаз, может обеспечивать возможность направления флотационной жидкости из выходящей суспензии внутрь устройства для переработки минералов, чтобы поддерживать в рабочем состоянии устройство или установку с повышенным потреблением флотационной жидкости.

В одном воплощении первого аспекта устройство для разделения твердой и жидкой фаз предназначено для направления твердой части за пределы флотационной установки с псевдооживленным слоем.

Обычно устройство разделения твердой и жидкой фаз флотационной установки с псевдооживленным слоем, предназначенное для направления твердой части за пределы указанной флотационной установки с псевдооживленным слоем, может обеспечить дальнейшую обработку, например флотацию, твердых частиц в указанной твердой части на расстоянии от указанной флотационной установки с псевдооживленным слоем.

В одном воплощении первого аспекта твердая часть имеет долю ϕ^{sp} твердых веществ, большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

Как правило, твердая часть, имеющая достаточно высокую долю твердых веществ, может облегчать флотации указанной твердой части.

Здесь "доля твердых веществ" может относиться к соотношению между массой (m_s) твердых веществ в образце суспензии и массой (m_{sl}) указанного образца суспензии.

В одном воплощении первого аспекта устройство для разделения твердой и жидкой фаз включает гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз.

В данном описании "гидроциклон" или "циклон" может относиться к устройству, подходящему для отделения взвешенных твердых частиц в суспензии. Обычно гидроциклон включает в общем цилиндрическую питающую секцию; переливную трубу, проходящую вверх от питающей секции; и в общем коническую базовую секцию, проходящую от питающей секции и заканчивающуюся верхним отверстием. Во время работы гидроциклона суспензию подают тангенциально в питающую секцию, чтобы создать вихревое движение внутри указанного гидроциклона. В гидроциклоне суспензия, подаваемая в указанный гидроциклон, разделяется на нижний продукт и верхний продукт.

В данном случае "нижний продукт" и "верхний продукт" из гидроциклона могут относиться к потокам продукта, выпускаемым через отверстие насадки и переливную трубу указанного гидроциклона, соответственно.

В данном описании "гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз" или "гидроциклон для обезвоживания" может относиться к гидроциклону, предназначенному или подходящему для разделения суспензии на твердую и жидкую фазу. В общем, гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз может иметь размер частиц порога отсечения, меньший или равный 10 мкм, при измерении в типичных рабочих условиях гидроциклона. Дополнительно или в качестве альтернативы гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз может иметь внутренний диаметр, измеренный в его питающей секции, менее 8 см.

В данном случае "размер частиц порога отсечения" гидроциклона может относиться к такому размеру частиц, при котором первая половина и вторая половина твердых частиц в подаваемой суспензии с указанным размером частиц попадают в нижний продукт и верхний продукт указанного гидроциклона соответственно. Как правило, твердые частицы, размер которых меньше размера частиц порога отсечения, предпочтительно направляются в верхний продукт, тогда как твердые частицы, размер которых превышает размер частиц порога отсечения, предпочтительно направляются в нижний продукт.

Кроме того, "типичные рабочие условия гидроциклона" могут относиться, по меньшей мере, к удерживанию гидроциклона в вертикальном положении; использованию подаваемой суспензии, состоящей в основном из воды и сферических частиц плотностью 2650 кг/м³ при доле твердых частиц в подаваемой суспензии 0,02, и поддержании перепада давления 70 кПа. Хотя размер частиц порога отсечения гидроциклона может быть измерен в типичных рабочих условиях гидроциклона, любой гидроциклон может работать или не работать в типичных рабочих условиях гидроциклона во флотационной установке.

Как правило, устройство для разделения твердой и жидкой фаз, включающее гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз, может упростить указанное устройство для разделения твердой и жидкой фаз и/или обеспечить более высокую производительность при уменьшении занимаемой площади.

В одном воплощении первого аспекта гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз имеет размер d_{50}^{sl} частиц порога отсечения, меньший или равный 10 мкм, или меньший или равный 8 мкм, или меньший или равный 6 мкм, измеренный в типичных рабочих условиях гидроциклона.

Как правило, размер d_{50}^{sl} частиц порога отсечения, меньший или равный 10 мкм, или меньший или равный 8 мкм, или меньший или равный 6 мкм, при измерении в типичных рабочих условиях гидроци-

клона, может обеспечить преимущественное разделение выходящей суспензии с образованием твердой части и жидкой части, даже при наличии единственной ступени разделения твердой и жидкой фаз.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит циркуляционное устройство для циркуляции флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак.

В данном описании "циркуляция" может относиться к прохождению жидкости, в общем, по петлеобразному пути. Обычно циркуляция может быть прерывистой, повторяющейся (например, периодической) или непрерывной.

Как таковое, "циркуляционное устройство" может относиться к устройству флотационной установки, предназначенному или подходящему для циркуляции флотационной жидкости, собранной из бака указанной флотационной установки, обратно в указанный бак. Обычно флотационную жидкость можно подавать обратно в бак с помощью циркуляционного устройства в любой подходящей форме (формах), например, в жидкой форме и/или в виде части суспензии или смеси суспензии и флотационного газа.

Обычно флотационная установка, содержащая циркуляционное устройство, может обеспечить возможность сформировать внутренний контур обратной связи по суспензии для бака, что может увеличить извлечение твердых частиц из суспензии. Дополнительно или альтернативно циркуляционное устройство может снизить расход флотационной жидкости флотационной установки с псевдооживленным слоем.

В одном воплощении первого аспекта жидкая часть имеет долю ϕ^b твердых веществ, меньшую или равную 0,1, или меньшую или равную 0,05, или меньшую или равную 0,02, или меньшую или равную 0,01.

Обычно жидкая часть, имеющая более низкую долю твердых веществ, может облегчить использование указанной жидкой части для поддержания в рабочем состоянии устройства (устройств) и/или установки (установок) с повышенным потреблением флотационной жидкости.

В одном воплощении первого аспекта бак содержит вход для циркуляции, и циркуляционное устройство предназначено для подачи флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак через вход для циркуляции.

В данном описании "вход" может относиться к средству входа, например, отверстию или сквозному отверстию для текучей среды. Обычно вход может быть расположен в баке любым подходящим образом, например, на боковой стенке или на дне бака, или на конце трубы или другого подходящего трубопровода для пропуска текучей среды через боковую стенку или дно бака, или на конце трубы или другого подходящего трубопровода для пропуска текучей среды вверх боковой стенки бака.

Следовательно, "вход для циркуляции" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для подачи текучей среды, распространяющейся в общем по петлеобразному пути, в бак. Дополнительно или альтернативно вход для циркуляции бака может быть предназначен или подходить для подачи флотационной жидкости, собранной из указанного бака, обратно в указанный бак. Обычно флотационную жидкость можно подавать через вход для циркуляции бака в виде текучей среды, содержащей флотационную жидкость и, возможно, одно или более из флотационного газа и твердых частиц, собранных из указанного бака.

Обычно циркуляция флотационной жидкости путем ее подачи в бак через вход для циркуляции, отдельный от любого входа, через который суспензию подают в указанный бак, может обеспечить независимую работу циркуляционного устройства, что, в свою очередь, может повысить надежность флотационной установки.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит устройство подачи флотационного газа, предназначенное для подачи флотационного газа в объем суспензии путем нагнетания флотационного газа во флотационную жидкость, которую подают с помощью предназначенного для этого циркуляционного устройства обратно в бак через вход для циркуляции.

В этом описании "устройство подачи флотационного газа" может относиться к устройству из частей флотационной установки, подходящих или предназначенных для подачи флотационного газа в бак указанной флотационной установки. Обычно устройство подачи флотационного газа может содержать любую часть (части), подходящую или необходимую для подачи флотационного газа в бак, например, один или более барботеров, например, струйный и/или кавитационный барботер (барботеры), и/или один или более статических смесителей.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит первое устройство подачи суспензии для подачи первичной суспензии в объем суспензии, а циркуляционное устройство предназначено для циркуляции флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак путем добавления такой флотационной жидкости в первичную суспензию, для подачи которой в объем суспензии предназначено первое устройство подачи суспензии.

В данном документе "первое устройство подачи суспензии" может относиться к устройству из частей флотационной установки, подходящих или предназначенных для подачи суспензии в бак указанной флотационной установки путем подачи указанной суспензии в объем суспензии. Обычно первичная суспензия, подаваемая в бак флотационной установки с помощью первого устройства подачи суспензии, может содержать суспензию любого подходящего типа, например мелкодисперсную суспензию, крупно-

дисперсную суспензию или исходную суспензию. Первое устройство подачи суспензии может быть или может не быть предназначено для подачи первичной суспензии в бак флотационной установки ниже выхода для мелкодисперсной суспензии и/или в нижней секции указанного бака.

Обычно циркулирующая флотационная жидкость путем ее добавления к мелкодисперсной суспензии, подаваемой в бак с помощью первого устройства подачи суспензии, может упростить конструкцию флотационной установки.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит второе устройство подачи суспензии для подачи вторичной суспензии в бак.

В данном документе "второе устройство подачи суспензии" может относиться к устройству из частей флотационной установки, подходящих или предназначенных для подачи суспензии в бак указанной флотационной установки. В общем, вторичная суспензия, подаваемая в бак флотационной установки с помощью второго устройства подачи суспензии, может включать суспензию любого подходящего типа, например мелкодисперсную суспензию, крупнодисперсную суспензию или исходную суспензию. Второе устройство подачи суспензии может быть или может не быть предназначено для подачи вторичной суспензии в бак флотационной установки над выходом для мелкодисперсной суспензии и/или в верхней секции указанного бака. Аналогичным образом, второе устройство подачи суспензии может быть или может не быть предназначено для подачи вторичной суспензии в слой пены. В некоторых воплощениях вторичная суспензия, подаваемая в бак с помощью второго устройства подачи суспензии, может быть более крупнодисперсной, например, на основе сравнения значений r_{80} , чем первичная суспензия, подаваемая в бак с помощью первого устройства подачи суспензии.

В одном воплощении первого аспекта бак имеет высоту H , и флотационная установка с псевдооживленным слоем предназначена для подачи вторичной суспензии в бак в пределах верхних 40% высоты H бака.

В данном документе "высота" бака может относиться к расстоянию по вертикали между сливным носком желоба и дном указанного бака, когда указанный бак расположен вертикально. Аналогично любое "расстояние по вертикали" между любыми двумя частями бака может быть измерено, когда указанный бак установлен вертикально.

В общем, подача вторичной суспензии в пределах верхних 40% высоты H бака может повысить эффективность сбора флотационной установки с псевдооживленным слоем.

В одном воплощении первого аспекта второе устройство подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии в бак над выходом для мелкодисперсной суспензии.

В общем, подача вторичной суспензии в бак над выходом для мелкодисперсной суспензии может увеличить расстояние оседания твердых частиц в указанной вторичной суспензии внутри псевдооживленного слоя, что, в свою очередь, может увеличить выход флотационной установки с псевдооживленным слоем.

В одном воплощении первого аспекта второе устройство подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии в слой пены, образованный в баке над объемом суспензии.

В данном документе "пена" может относиться к дисперсии, содержащей большую часть по объему флотационного газа, диспергированного в виде пузырьков в меньшей части по объему флотационной жидкости. Как правило, пена может стабилизироваться или не стабилизироваться твердыми частицами. В пене пузырьки флотационного газа обычно могут иметь средний диаметр, больший или равный 1 мм. Дополнительно или альтернативно, среднее расстояние между соседними пузырьками флотационного газа в пене, не стабилизированной твердыми частицами, обычно может быть меньше или равно нескольким десяткам микрометров, например меньше или равно 50 мкм или 30 мкм. Естественно, что в пене, стабилизированной твердыми частицами, среднее расстояние между соседними пузырьками флотационного газа увеличивается пропорционально среднему размеру и количеству указанных твердых частиц.

В этом описании "слой" может относиться к сформированному в общем в виде пласта элементу, расположенному на поверхности. Слой может быть или не быть соединен по пути. Некоторые слои могут быть локально соединены по пути и разъединены. Хотя слой обычно может включать множество подслоев из материалов различного состава, "слой пены" может относиться к слою, содержащему или по существу содержащему, или в основном состоящему из пены, или состоящему из пены.

Кроме того, "подача суспензии в слой пены" может означать подачу указанной суспензии на, и/или внутрь, и/или непосредственно ниже, например, не более чем на 50 см, или не более чем на 40 см, или не более чем на 30 см, или не более чем на 20 см или не более чем на 10 см ниже указанного слоя пены. Дополнительно или альтернативно, в воплощениях, в которых высота сливного носка желоба определяет высоту верхней поверхности слоя пены, подача суспензии в указанный слой пены, может означать подачу указанной суспензии в бак на указанной высоте сливного носка желоба и/или в положении не более чем на 60 см, или не более чем на 50 см, или не более чем на 40 см, или не более чем на 30 см, или не более чем на 20 см ниже указанной высоты сливного носка желоба.

Обычно, когда суспензию подают в слой пены, и псевдооживленный слой поддерживают в объеме суспензии ниже указанного слоя пены, более крупные частицы в указанной суспензии, которые случайно попали в указанный объем суспензии, могут оседать через указанный псевдооживленный слой и могут

быть эффективно повторно собраны в указанном пенном слое.

В одном воплощении первого аспекта бак содержит выход для вторичной суспензии над выходом для мелкодисперсной суспензии, и второе устройство подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии в бак через вход для вторичной суспензии.

В этом описании "вход для вторичной суспензии" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для подачи вторичной суспензии в бак. Вход для вторичной суспензии может быть расположен над выходом для мелкодисперсной суспензии.

В одном воплощении первого аспекта бак содержит вход для третичной суспензии, расположенный на высоте выхода для мелкодисперсной суспензии или непосредственно под выходом для мелкодисперсной суспензии, и второе устройство подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии в бак через вход для третичной суспензии.

Обычно расположение входа для третичной суспензии на высоте выхода для мелкодисперсной суспензии или непосредственно ниже, например, не более чем на 50 см, не более чем на 40 см, не более чем на 30 см, не более чем на 20 см или не более чем на 10 см ниже указанного выхода для мелкодисперсной суспензии может уменьшить проскальзывание вторичной суспензии, подаваемой в бак, в указанном входе для третичной суспензии.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит сортировочное устройство, предназначенное для сортировки входящей суспензии с образованием более крупной фракции суспензии и более мелкой фракции суспензии, для подачи более крупной фракции суспензии во второе устройство подачи суспензии и направления более мелкой фракции суспензии для подачи в объем суспензии ниже выхода для мелкодисперсной суспензии.

В данном описании "сортировка" может относиться к сортировке по размеру твердых частиц в суспензии для образования по меньшей мере двух, т.е. двух, трех или более фракций суспензии на основе различий в скоростях оседания твердых частиц в указанной суспензии. На практике сортировка суспензии приводит к тому, что более крупные частицы в указанной суспензии предпочтительно направляются к одной или более фракциям суспензии, которые крупнее, а более мелкие частицы в указанной суспензии предпочтительно направляются к одной или более фракциям суспензии, которые мельче. Естественно, "сортировочное устройство" может тогда относиться к устройству из частей флотационной установки, предназначенных или подходящих для сортировки суспензии.

Кроме того, "фракция суспензии" может относиться к фракции, содержащей суспензию и полученной в результате разделения суспензии; "более крупная фракция суспензии" может относиться к фракции суспензии, содержащей твердые частицы большего среднего размера по массе, а "более мелкая фракция суспензии" может относиться к фракции суспензии, содержащей твердые частицы со средним размером по массе, который меньше, чем больший средний размер по массе более крупной фракции суспензии.

Обычно сортировочное устройство флотационной установки с псевдооживленным слоем, предназначенное для подачи более крупной фракции суспензии во второе устройство подачи суспензии и направления более мелкой фракции суспензии для подачи в объем суспензии ниже выхода для мелкодисперсной суспензии, может увеличить производительность и/или общую эффективность улавливания указанной флотационной установки с псевдооживленным слоем.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит устройство подачи флотационной жидкости для подачи флотационной жидкости в объем суспензии.

В этом описании "устройство подачи флотационной жидкости" может относиться к устройству из частей флотационной установки, предназначенных или подходящих для подачи флотационной жидкости в бак флотационной установки из источника, внешнего по отношению к флотационной установке, например, из установки технологической воды устройства переработки минералов или водного объекта.

Обычно флотационная установка, содержащая устройство подачи флотационной жидкости, может способствовать поддержанию верхней поверхности объема суспензии на заданном расстоянии от сливного носка желоба бака. Кроме того, или в качестве альтернативы, флотационная установка, содержащая устройство подачи флотационной жидкости, может способствовать регулированию вязкости суспензии в баке.

В одном воплощении первого аспекта бак содержит сужающийся книзу нижний конус, и выход для крупнодисперсной суспензии расположен на дне нижнего конуса.

В данном описании "нижний конус" бака может относиться к в общем воронкообразной и сужающейся книзу нижней конструкции указанного бака, подходящей или предназначенной для направления осевших твердых частиц к выходу или входу.

Обычно бак, содержащий нижний конус и выход для крупнодисперсной суспензии на дне указанного нижнего конуса, может облегчить выпуск чрезвычайно крупной суспензии из указанного бака и/или уменьшить накопление песка в указанном баке.

В одном воплощении первого аспекта флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит устройство перемешивания суспензии для перемешивания объема суспензии.

В данном описании "перемешивание" может относиться к перемешиванию, смешиванию и/или взбалтыванию текучей среды, например, жидкости. Следовательно, "устройство перемешивания суспен-

зии" может относиться к устройству из частей флотационной установки, предназначенных или подходящих для перемешивания суспензии.

Обычно устройство перемешивания суспензии может повысить гомогенность объема суспензии в баке. Дополнительно или альтернативно, флотационная установка с псевдоожиженным слоем, содержащая устройство перемешивания суспензии, может способствовать поддержанию псевдоожиженного слоя в объеме суспензии в баке.

В соответствии со вторым аспектом это изобретение относится к применению флотационной установки с псевдоожиженным слоем в соответствии с первым аспектом или любым его воплощением для отделения ценного материала, взвешенного в суспензии.

В одном воплощении второго аспекта это изобретение относится к применению флотационной установки с псевдоожиженным слоем в соответствии с первым аспектом или любым его воплощением для отделения частиц, содержащих медь (Cu), от низкосортной руды.

В соответствии с третьим аспектом предложено устройство для переработки минералов, содержащее флотационную установку с псевдоожиженным слоем в соответствии с первым аспектом или любым его воплощением.

В данном описании "устройство" может относиться к оборудованию, подходящему или предназначенному для выполнения систематической последовательности процессов. Устройство может содержать любое подходящее количество, например, одну или более установок. Следовательно, "устройство для переработки минералов" может относиться к устройству, подходящему или предназначенному для отделения минерала (минералов) от руды. Устройство для переработки минералов может, как правило, включать любую установку (установки), подходящую или необходимую для флотации, и, возможно, любую установку (установки), подходящую или необходимую для предварительной обработки материала перед флотацией и/или последующей обработки материала после флотации.

В одном воплощении третьего аспекта устройство для переработки минералов содержит установку для измельчения, предназначенную для измельчения руды с получением измельченной руды, для смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии и подачи исходной суспензии во флотационную установку с псевдоожиженным слоем.

В данном описании "измельчение" может относиться к любым действиям, предпринятым для уменьшения среднего размера частиц твердого материала. Таким образом, измельчение может включать, например, дробление и/или размол. При переработке минералов обычно используют измельчение для освобождения ценного минерала (минералов) от пустой породы. Следовательно, "установка для измельчения" может относиться к устройству, подходящему или предназначенному для уменьшения среднего размера частиц твердого материала.

Обычно установка для измельчения, предназначенная для подачи исходной суспензии во флотационную установку с псевдоожиженным слоем, может обеспечить удаление большего количества пустой породы на более ранней стадии, что, в свою очередь, может упростить конструкцию устройства для переработки минералов ниже по потоку от указанной флотационной установки с псевдоожиженным слоем и/или уменьшить общее потребление энергии и/или расход флотационной жидкости указанным устройством для переработки минералов. Флотационная установка с псевдоожиженным слоем в соответствии с этим описанием может особенно подходить для флотации суспензии с более широким распределением частиц по размерам. Как таковая, установка для измельчения может снабжать такую флотационную установку с псевдоожиженным слоем исходной суспензией, которая может иметь гранулометрический состав, обусловленный, главным образом, характеристиками процессов измельчения, выполняемых указанной установкой для измельчения. Как известно специалисту в данной области техники, такое распределение частиц по размерам может (по существу) следовать, например, так называемому распределению Вейбулла, также называемому распределением Розина-Рамлера в отношении переработки минералов.

В одном воплощении третьего аспекта устройство для переработки минералов включает установку для измельчения, установку предварительной сортировки и установку первичной флотации. Установка для измельчения предназначена для измельчения руды с образованием измельченной руды, смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии и подачи исходной суспензии в установку предварительной сортировки. Установка предварительной сортировки предназначена для сортировки исходной суспензии с образованием более крупной фракции исходной суспензии и более мелкой фракции исходной суспензии, а также для подачи более мелкой фракции исходной суспензии в установку первичной флотации. Установка первичной флотации предназначена для отделения более мелкой фракции исходной суспензии с получением верхнего продукта и нижнего продукта и подачи нижнего продукта во флотационную установку с псевдоожиженным слоем.

Обычно при стандартной флотации нижний продукт из установки первичной флотации может содержать значительное количество более крупных частиц ценного минерала (минералов), смешанных с более мелкими частицами пустой породы. Поскольку флотационная установка с псевдоожиженным слоем в соответствии с этим описанием может особенно подходить для флотации суспензии с более широким гранулометрическим составом, установка первичной флотации, предназначенная для подачи нижнего продукта во флотационную установку с псевдоожиженным слоем в соответствии с этим описанием,

может облегчить дальнейшую флотацию указанного нижнего продукта. Естественно, аналогичные соображения применимы с соответствующими изменениями и в случае обратной флотации.

В одном воплощении третьего аспекта устройство для переработки минералов содержит установку вторичной флотации, и флотационная установка с псевдооживленным слоем предназначена для пропуска твердой части суспензии для дальнейшей флотации на установке вторичной флотации.

Обычно подача твердой части в установку вторичной флотации может обеспечить возможность снижения потребления флотационной жидкости в устройстве для переработки минералов путем подачи легко отделяемой суспензии во флотационную установку с более низким потреблением флотационной жидкости, чем у типичной флотационной установки с псевдооживленным слоем. Дополнительно или альтернативно подача твердой части суспензии, собранной из выхода для мелкодисперсной суспензии бака, в установку вторичной флотации может облегчать отделение ценного минерала (минералов) от указанной суспензии из-за пониженного содержания флотационной жидкости в такой твердой части.

В соответствии с четвертым аспектом предложен способ флотации в псевдооживленном слое. Способ флотации в псевдооживленном слое включает предоставление бака для удерживания объема суспензии, причем бак содержит желоб со сливным носком; сбор выходящей суспензии из объема суспензии на первой высоте h_1 ниже сливного носка желоба, и сбор крупнодисперсной выходящей суспензии (5300) из объема суспензии на второй высоте h_2 , которая ниже первой высоты h_1 . Способ флотации в псевдооживленном слое дополнительно включает отделение взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии с образованием твердой части и жидкой части.

В одном воплощении четвертого аспекта способ флотации в псевдооживленном слое включает пропускание твердой части суспензии для дальнейшей флотации на расстоянии от бака.

В одном воплощении четвертого аспекта твердая часть имеет долю ϕ^{sp} твердых веществ, большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

В одном воплощении четвертого аспекта способ флотации в псевдооживленном слое включает циркуляцию флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак.

В одном воплощении четвертого аспекта жидкая часть имеет долю ϕ^{lp} твердых веществ, меньшую или равную 0,1, или меньшую или равную 0,05, или меньшую или равную 0,02, или меньшую или равную 0,01.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение станет лучше понятно из последующего подробного описания, прочитанного в свете прилагаемых чертежей, где

на фиг. 1 схематично показана флотационная установка с псевдооживленным слоем,

на фиг. 2 схематически изображена другая флотационная установка с псевдооживленным слоем, и

на фиг. 3 показан схематический вид устройства для переработки минералов,

на фиг. 4 показан схематический вид другого устройства для переработки минералов, и

фиг. 5 иллюстрирует способ флотации в псевдооживленном слое.

Если специально не указано иное, любой чертеж из вышеупомянутых чертежей может быть выполнен не в масштабе, так что любой элемент на указанном чертеже может быть изображен с неточными пропорциями по отношению к другим элементам на указанном чертеже, чтобы подчеркнуть определенные конструкционные аспекты воплощения указанного чертежа.

Кроме того, соответствующие элементы в воплощениях любых двух чертежей из вышеуказанных чертежей могут быть непропорциональны друг другу на указанных двух чертежах, чтобы подчеркнуть определенные конструкционные аспекты воплощения указанных двух чертежей.

Подробное описание

На фиг. 1 показана флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем в соответствии с одним воплощением.

Флотационную установку 1000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 1, можно использовать в так называемой "стандартной флотации", при которой ценный минерал (минералы) во входящей суспензии 1601 собирают в виде верхнего продукта, а пустую породу направляют в нижний продукт.

В других воплощениях флотационную установку с псевдооживленным слоем можно использовать любым подходящим способом, например, при стандартной флотации и/или при так называемой "обратной флотации", при которой ценный минерал (минералы) во входящей суспензии направляют в нижний продукт, а пустую породу собирают в виде верхнего продукта.

Флотационную установку 1000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 1, можно специально использовать при так называемой "грубой флотации", при которой суспензию, содержащую значительное количество более крупных твердых частиц, используют в качестве исходного материала для флотации.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит бак 1100.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначен для удерживания объема 1001 су-

пензии и слоя 1002 пены над объемом 1001 суспензии. Когда используют флотационную установку 1000 с псевдооживленным слоем, в объеме 1001 суспензии поддерживают псевдооживленный слой 1004. Обычно поддержание псевдооживленного слоя в баке флотационной установки может увеличить извлечение более крупных частиц. В других воплощениях бак может быть или не быть предназначен или подходить для удерживания слоя пены над объемом суспензии.

Хотя один бак показан на фиг. 1, флотационная установка с псевдооживленным слоем обычно может включать один или более, например, один, два, три, четыре и т.д. бака.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит желоб 1101, который содержит сливной носок 1102 желоба. Желоб 1101 предназначен для сбора пены 1003 из слоя 1002 пены. В других воплощениях желоб может быть или не быть предназначен для сбора пены из слоя пены.

Флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем может быть предназначена для поддержания глубины d^f пены примерно 10 см для слоя 1002 пены. В других воплощениях можно использовать любое подходящее значение d^f , например, d^f от нуля или по существу от нуля, например, менее 2 см, или менее 1 см, или менее 0,5 см, или d^f от 2 см до 20 см.

В этом документе "глубина пены" может относиться к толщине слоя пены в баке, измеренной как расстояние по вертикали между сливным носком желоба и поверхностью объема суспензии в указанном баке, когда указанный бак находится в эксплуатации.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит вход 1103 для первичной суспензии. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой вход для первичной суспензии.

В этом описании "вход для первичной суспензии" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для пропускания первичной суспензии в бак.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит вход 1104 для смеси первичной суспензии и флотационного газа. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой вход для смеси первичной суспензии и флотационного газа.

В этом описании "вход для смеси первичной суспензии и флотационного газа" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для подачи смеси первичной суспензии и флотационного газа в бак.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит выход 1106 для крупнодисперсной суспензии для вывода крупнодисперсной суспензии 1107 из объема 1001 суспензии.

Выход 1106 для крупнодисперсной суспензии в одном воплощении может иметь диаметр d_{cs} отверстия приблизительно 10 см. Обычно выход для крупнодисперсной суспензии с более высоким значением d_{cs} может способствовать прохождению более крупных твердых частиц через указанный выход для крупнодисперсной суспензии, что, в свою очередь, может способствовать флотации (чрезвычайно) крупнодисперсной суспензии. В других воплощениях выход для крупнодисперсной суспензии может иметь любое подходящее значение d_{cs} , например, d_{cs} от 2 см до 20 см.

Здесь "диаметр отверстия" может относиться к кратчайшему поперечному размеру отверстия, измеренному перпендикулярно наметченному направлению потока текучей среды через указанное отверстие.

В одном воплощении, показанном на фиг. 1, бак 1100 содержит сужающийся книзу нижний конус 1105. Обычно бак, содержащий нижний конус, может уменьшить накопление песка в указанном баке. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой нижний конус.

В одном воплощении, показанном на фиг. 1, выход 1106 для крупнодисперсной суспензии расположен на дне нижнего конуса 1105. В других воплощениях выход для крупнодисперсной суспензии может быть расположен любым подходящим образом, например, на дне нижнего конуса. Например, в некоторых воплощениях бак может иметь плоское днище; боковую стенку, отходящую от днища, и выход для крупнодисперсной суспензии, расположен на боковой стенке. В некоторых воплощениях бак может содержать нижний конус и вход для первичной суспензии на дне указанного нижнего конуса.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит вход 1108 для флотационного газа. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой вход для флотационного газа.

В данном документе "вход для флотационного газа" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для подачи флотационного газа в бак.

Вход 1108 для флотационного газа согласно одному воплощению расположен ниже входа 1103 для первичной суспензии. Обычно размещение входа для флотационного газа ниже входа для первичной суспензии может повысить извлечение твердых частиц, поступающих в бак через указанный вход для первичной суспензии. В других воплощениях вход для флотационного газа и вход для первичной суспензии могут быть расположены любым подходящим образом, например, таким образом, чтобы указанный вход для флотационного газа располагался ниже указанного входа для первичной суспензии.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит выход 1110 для мелкодисперсной суспензии для сбора выходящей суспензии 1701 из объема 1001 суспензии. Выход 1110 для мелкодисперсной суспензии расположен ниже сливного носка 1102 желоба и над выходом 1106 для крупнодисперсной суспензии.

В воплощении, показанном на фиг. 1, выходящая суспензия 1701, собранная из объема 1001 суспензии через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, может содержать мелкие частицы пустой породы

и крупные частицы ценного минерала (минералов). В других воплощениях выходящая суспензия, собранная из объема суспензии через выход для мелкодисперсной суспензии, может содержать частицы любого подходящего типа, например, мелкие частицы пустой породы и крупные частицы ценного минерала (минералов) или мелкие частицы ценного минерала (минералов) и крупные частицы пустой породы.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит вход 1109 для флотационной жидкости. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой вход для флотационной жидкости.

Здесь "вход для флотационной жидкости" может относиться ко входу, предназначенному или подходящему для подачи флотационной жидкости в бак.

Вход 1109 для флотационной жидкости согласно одному воплощению расположен ниже выхода 1110 для мелкодисперсной суспензии. Обычно расположение входа для флотационной жидкости ниже выхода для мелкодисперсной суспензии может обеспечивать возможность использовать флотационную жидкость, подаваемую в бак через указанный вход для флотационной жидкости, при поддержании указанного псевдооживленного слоя. В других воплощениях вход для флотационной жидкости может быть расположен любым подходящим образом, например, ниже выхода для мелкодисперсной суспензии.

Бак 1100 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит вход 1111 для циркуляции. В других воплощениях бак может содержать или не содержать такой вход для циркуляции.

Вход 1111 для циркуляции воплощения по фиг. 1 расположен ниже выхода 1110 для мелкодисперсной суспензии. Обычно размещение входа для циркуляции ниже выхода для мелкодисперсной суспензии может обеспечить возможность использования флотационной жидкости, подаваемой в бак через указанный вход для циркуляции для поддержания псевдооживленного слоя. В других воплощениях вход для циркуляции может быть расположен любым подходящим способом, например, ниже выхода для мелкодисперсной суспензии.

Хотя на фиг. 1 псевдооживленный слой 1004 проходит над входом 1111 для циркуляции до выхода 1110 для мелкодисперсной суспензии, псевдооживленный слой обычно может быть расположен в баке флотационной установки с псевдооживленным слоем любым подходящим образом, например, так, чтобы он проходил между любыми подходящими горизонтальными уровнями бака.

В одном воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит устройство 1700 для разделения твердой и жидкой фаз, предназначенное для сбора выходящей суспензии 1701 из объема 1001 суспензии через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии и для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии 1701 с образованием твердой части 1702 и жидкой части 1703.

Устройство 1700 для разделения твердой и жидкой фаз по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для направления твердой части 1702 из флотационной установки 1000 с псевдооживленным слоем, например, в дополнительную флотационную установку. В других воплощениях устройство для разделения твердой и жидкой фаз может быть предназначено или не предназначено для направления твердой части за пределы указанной флотационной установки с псевдооживленным слоем. Например, в некоторых воплощениях твердые частицы в выходящей суспензии, собранные через выход для мелкодисперсной суспензии, можно направлять из устройства для разделения твердой и жидкой фаз в сортировочное устройство (см. ниже).

Устройство 1700 для разделения твердой и жидкой фаз по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи жидкой части 1703 в циркуляционное устройство 1800 флотационной установки 1000 с псевдооживленным слоем (см. ниже). В других воплощениях устройство для разделения твердой и жидкой фаз может быть предназначено или не предназначено для подачи жидкой части в циркуляционное устройство.

Хотя это не показано на фиг. 1, устройство для разделения твердой и жидкой фаз обычно может быть предназначено для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии, так что также образуются продукты, отличные от твердой части и жидкой части. В таком случае устройство для разделения твердой и жидкой фаз может быть выполнено с возможностью направления такого другого продукта (продуктов) в любое подходящее место (места), устройство (устройства) или установку (установки).

В воплощении, показанном на фиг. 1, твердая часть 1702 может иметь долю ϕ^{sp} твердых веществ, составляющую приблизительно 0,3. В других воплощениях твердая часть может иметь любую подходящую долю твердых веществ, например, долю твердых веществ, большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

В воплощении, показанном на фиг. 1, жидкая часть 1703 может иметь долю ϕ^{lp} твердых веществ, составляющую приблизительно 0,05. В других воплощениях жидкая часть может иметь любую подходящую долю твердых веществ, например, долю твердых веществ, меньшую или равную 0,1, или меньшую или равную 0,05, или меньшую или равную 0,02, или меньшую или равную 0,01.

Устройство 1700 для разделения твердой и жидкой фаз по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит гидроциклон 1704 для разделения твердой и жидкой фаз. В других воплощениях устройство для разделения твердой и жидкой фаз может содержать или не содержать гидроциклон для разделения твер-

дой и жидкой фаз.

В некоторых воплощениях в дополнение к гидроциклону для разделения твердой и жидкой фаз или в качестве альтернативы ему устройство для разделения твердой и жидкой фаз может включать одно или более из устройства гравитационного осаждения, например, сгуститель или отстойник с наклонной пластиной, центрифуги и фильтрующего устройства, например, напорный фильтр, трубчатый пресс, вакуумный фильтр или фильтр с вращающимся барабаном.

Гидроциклон 1704 для разделения твердой и жидкой фаз, по воплощению, показанному на фиг. 1, может иметь размер d_{50}^{sl} частиц порога отсека приблизительно 10 мкм, измеренный в типичных рабочих условиях гидроциклона. В других воплощениях гидроциклон для разделения твердой и жидкой фаз может иметь любое подходящее значение d_{50}^{sl} , например, d_{50}^{sl} , меньшее или равное 10 мкм, или меньшее или равное 8 мкм, или меньшее или равное 6 мкм при измерении в типичных условиях эксплуатации гидроциклона.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит циркуляционное устройство 1800 для циркуляции флотационной жидкости 1801, 1802, собранной из бака 1100 через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, обратно в бак 1100. В других воплощениях флотационная установка с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать такое циркуляционное устройство.

Циркуляционное устройство 1800 по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи флотационной жидкости 1801, 1802, собранной из бака 1100 через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, обратно в бак 1100, так что указанную флотационную жидкость 1801, 1802 повторно вводят в бак 1100 ниже выхода 1110 для мелкодисперсной суспензии. Обычно создание циркуляционного устройства для подачи флотационной жидкости, собранной из бака через выход для мелкодисперсной суспензии, обратно в указанный бак, так что указанную флотационную жидкость вводят в указанный бак ниже выхода для мелкодисперсной суспензии, может обеспечить возможность использования циркуляции флотационной жидкости для поддержания псевдооживленного слоя в указанном баке. В других воплощениях циркуляционное устройство может быть предназначено для подачи флотационной жидкости, собранной из бака через выход для мелкодисперсной суспензии, обратно в указанный бак любым подходящим способом, например, таким образом, что указанную флотационную жидкость вводят в указанный бак ниже выхода для мелкодисперсной суспензии.

Как показано на фиг. 1 с помощью пунктирных стрелок, циркуляционное устройство 1800 по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть предназначено для подачи флотационной жидкости 1801, собранной из бака 1100 через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, обратно в бак 1100 через вход 1111 для циркуляции и/или для добавления такой флотационной жидкости 1802 к первичной суспензии 1401, для подачи которой в объем 1001 суспензии предназначено первое устройство 1400 подачи суспензии. В других воплощениях циркуляционное устройство может быть сконфигурировано или не сконфигурировано таким образом.

Циркуляционное устройство 1800 по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть специально предназначено для добавления флотационной жидкости 1802, собранной из бака 1100 через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, в первичную суспензию 1401, для подачи которой в объем 1001 суспензии предназначено первое устройство 1400 подачи суспензии, посредством подачи указанной флотационной жидкости 1802 в сборник 1402 для суспензии (см. ниже). В других воплощениях циркуляционное устройство может быть предназначено для добавления флотационной жидкости к мелкодисперсной суспензии, подаваемой в бак с помощью первого устройства подачи суспензии любым подходящим способом, например путем подачи указанной флотационной жидкости в сборник для суспензии.

Циркуляционное устройство 1800 по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для приема жидкой части 1703, которую устройство 1700 для разделения твердой и жидкой фаз предназначено направлять в циркуляционное устройство 1800. В других воплощениях циркуляционное устройство может быть предназначено или не предназначено для приема жидкой части, образованной устройством для разделения жидкости посредством отделения взвешенных твердых веществ и флотационной жидкости от выходящей суспензии, собираемой через выход для мелкодисперсной суспензии. Например, в некоторых воплощениях циркуляционное устройство может быть предназначено для сбора выходящей суспензии через выход для мелкодисперсной суспензии.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационную жидкость 1801, для подачи которой обратно в бак 1100 через вход 1111 для циркуляции может быть предназначено циркуляционное устройство 1800, и/или флотационную жидкость 1802, для добавления которой к первичной суспензии 1401 может быть предназначено циркуляционное устройство 1800, причем для подачи в объем 1001 суспензии первичной суспензии 1401 предназначено первое устройство 1400 подачи суспензии, можно отбирать из жидкой части 1703, направляемой в циркуляционное устройство 1800 с помощью устройства 1700 для разделения твердой и жидкой фаз. В других воплощениях циркуляционное устройство может быть предназначено или не предназначено для подачи флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак через вход для циркуляции и/или для добавления флотационной жидкости из жидкой части в мелкодисперсную суспензию, для подачи которой в объем суспензии предназначено первое устройство подачи суспензии.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит первое устройство 1400 подачи суспензии. В других воплощениях флотационная установка с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать первое устройство подачи суспензии.

Как показано пунктирными стрелками на фиг. 1, первое устройство 1400 подачи суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть предназначено для подачи первичной суспензии 1401 в объем 1001 суспензии через вход 1103 для первичной суспензии и/или через вход 1104 для смеси первичной суспензии и флотационного газа. В других воплощениях первое устройство подачи суспензии может подходить или быть предназначено для подачи мелкодисперсной суспензии в бак любым подходящим способом, например, путем подачи мелкодисперсной суспензии в объем суспензии через вход для первичной суспензии и/или вход для смеси первичной суспензии и флотационного газа.

Первое устройство 1400 подачи суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит сборник 1402 для суспензии, содержащий выход 1403 для суспензии сборника в нижней секции сборника 1402 для суспензии. Обычно сбор мелкодисперсной суспензии, подаваемой в объем суспензии, из сборника для суспензии, может увеличить долю твердых частиц мелкодисперсной суспензии, подаваемой в указанный объем суспензии, что может, в свою очередь, увеличить долю твердых частиц крупнодисперсной суспензии, собираемой через выход для крупнодисперсной суспензии. Это может способствовать снижению расхода флотационной жидкости во флотационной установке. В других воплощениях первое устройство подачи суспензии может содержать или не содержать такой сборник для суспензии.

В данном описании "сборник" может относиться к резервуару, например, углублению или контейнеру, подходящему или предназначенному для сбора и/или удерживания жидкости. Таким образом, "сборник для суспензии" может относиться к сборнику для сбора и/или удерживания суспензии.

Первое устройство 1400 подачи суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для сбора первичной суспензии 1401 для подачи в объем 1001 суспензии из сборника 1402 для суспензии через выход 1403 для суспензии. В других воплощениях первое устройство подачи суспензии может быть расположено или не расположено таким образом.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит сортировочное устройство 1600, предназначенное для сортировки входящей суспензии 1601 для образования более крупной фракции 1602 суспензии и более мелкой фракции 1603 суспензии. В одном воплощении флотационная установка с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать такое сортировочное устройство.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит второе устройство 1200 подачи суспензии. В других воплощениях флотационная установка с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать второе устройство подачи суспензии.

Второе устройство 1200 подачи суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи вторичной суспензии 1201 в бак 1100 над выходом 1110 для мелкодисперсной суспензии. В других воплощениях второе устройство подачи суспензии может быть или не быть сконфигурировано таким образом.

Второе устройство 1200 подачи суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, специально предназначено для подачи вторичной суспензии 1201 в слой 1002 пены. Следовательно, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем реализована как флотационная установка при взаимодействии с пеной. Обычно подача вторичной суспензии в слой пены может увеличить извлечение минеральных частиц в указанной вторичной суспензии. В других воплощениях второе устройство подачи суспензии может подходить или быть предназначено для подачи вторичной суспензии в бак любым подходящим способом, например, путем подачи указанной вторичной суспензии в слой пены.

В данном описании "пенная флотация" может относиться к флотации, при которой пену используют для разделения. Кроме того, "флотация при взаимодействии с пеной" может относиться к пенной флотации, при которой суспензию подают в слой пены.

Следовательно, "флотационная установка при взаимодействии с пеной" может относиться к установке, предназначенной или подходящей для разделения материала пенной флотацией.

Сортировочное устройство 1600 по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи более крупной фракции 1602 суспензии во второе устройство 1200 подачи суспензии и подачи более мелкой фракции 1603 суспензии в первое устройство 1400 подачи суспензии, т.е. более крупная фракция 1602 суспензии предназначена для направления более мелкой фракции суспензии, подаваемой в объем 1001 суспензии ниже выхода 1110 для мелкодисперсной суспензии. В других воплощениях сортировочное устройство может быть сконфигурировано любым подходящим образом, например, для подачи более крупной фракции суспензии во второе устройство подачи суспензии и для направления более мелкой фракции суспензии для подачи в объем суспензии ниже выхода для мелкодисперсной суспензии.

Хотя это не показано на фиг. 1, сортировочное устройство обычно может быть предназначено для сортировки входящей суспензии таким образом, чтобы также образовывались продукты, отличные от более крупной фракции суспензии и более мелкой фракции суспензии. В таком случае сортировочное устройство может быть предназначено для направления такого другого продукта (продуктов) в любое подходящее место (места), устройство (устройства) или установку (установки).

Сортировочное устройство 1600 по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи более мелкой фракции 1603 суспензии в сборник 1402 для суспензии. В других воплощениях сортировочное устройство может быть предназначено для подачи более мелкой фракции суспензии в первое устройство подачи суспензии любым подходящим способом, например, путем подачи указанной более мелкой фракции суспензии в сборник для суспензии указанного первого устройства подачи суспензии.

В воплощении, показанном на фиг. 1, более мелкая фракция 1603 суспензии может иметь долю ϕ^{fs} твердых частиц, которая ниже, чем доля ϕ^{cs} твердых частиц более крупной фракции 1602 суспензии. В других воплощениях более мелкая фракция суспензии, подаваемая сортировочным устройством в первое устройство подачи суспензии, может иметь или не иметь ϕ^{fs} ниже, чем ϕ^{cs} более крупной фракции суспензии, подаваемой указанным сортировочным устройством во второе устройство подачи суспензии.

В воплощении, показанном на фиг. 1, более крупная фракция 1602 суспензии может иметь долю ϕ^{cs} твердых частиц, составляющую приблизительно 0,6. В общем, поддержание более высокого значения ϕ^{cs} является преимуществом для пенной флотации. В других воплощениях более крупная фракция суспензии может иметь любую подходящую долю ϕ^{cs} твердых веществ, например, ϕ^{cs} от 0,5 до 0,8 или от 0,55 до 0,75 или от 0,6 до 0,7.

В воплощении, показанном на фиг. 1, более мелкая фракция 1603 суспензии может иметь долю ϕ^{fs} твердых частиц, составляющую приблизительно 0,2. В общем, более низкое значение ϕ^{fs} может облегчить введение суспензии в объем суспензии. В других воплощениях более мелкая фракция суспензии может иметь любую подходящую долю ϕ^{fs} твердых веществ, например, ϕ^{fs} от 0,05 до 0,35 или от 0,1 до 0,25 или от 0,15 до 0,2.

Сортировочное устройство 1600 по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит сортировочный гидроциклон 1604. В других воплощениях сортировочное устройство может содержать или не содержать сортировочный гидроциклон.

В данном описании "сортировочный гидроциклон" может относиться к гидроциклону, предназначенному или подходящему для сортировки твердых частиц в суспензии. При переработке минералов сортировочные гидроциклоны обычно используют для отделения более крупных частиц от более мелких, чтобы ограничить потребление ресурсов контурами измельчения. Как правило, сортировочный гидроциклон может иметь размер частиц порога отсека более 10 мкм, измеренный в типичных условиях эксплуатации гидроциклона. Дополнительно или альтернативно сортировочный гидроциклон может иметь внутренний диаметр, измеренный в его питающей части, больший или равный 8 см.

Хотя на фиг. 1 показан один сортировочный гидроциклон, сортировочное устройство обычно может включать один или более сортировочных гидроциклонов.

В некоторых воплощениях в дополнение к сортировочному гидроциклону или в качестве альтернативы ему сортировочное устройство может содержать один или более не механических седиментационных сортировочных устройств, например, отстойный конус; механических седиментационных сортировочных устройств, например, скребковое сортировочное устройство или спиральное сортировочное устройство; сортировочных устройств без свободного падения и сортировочных устройств принудительного падения, например, гидравлическое сортировочное устройство.

В воплощении по фиг. 1 сортировочный гидроциклон 1604 может иметь размер d_{50}^c частиц порога отсека приблизительно 100 мкм, измеренный в типичных условиях эксплуатации гидроциклона. Обычно размер d_{50}^c частиц порога отсека от 15 мкм до 200 мкм, или от 40 мкм до 175 мкм, или от 60 мкм до 150 мкм, или от 75 мкм до 125 мкм, при измерении в типичных условиях эксплуатации гидроциклона, может обеспечить преимущественное разделение входящей суспензии на более крупную фракцию суспензии и более мелкую фракцию суспензии для пенной флотационной установки, даже с одной ступенью сортировки. В других воплощениях сортировочный гидроциклон может иметь любое подходящее значение d_{50}^c , например, d_{50}^c от 15 мкм до 200 мкм или от 40 мкм до 175 мкм, или от 60 мкм до 150 мкм, или от 75 мкм до 125 мкм, при измерении в типичных условиях эксплуатации гидроциклона.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит устройство 1300 подачи флотационного газа.

Устройство 1300 подачи флотационного газа по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи флотационного газа 1301, 1302, 1303 в объем 1001 суспензии. В других воплощениях устройство подачи флотационного газа может подходить или быть предназначено для подачи флотационного газа в объем суспензии, удерживаемый в баке.

В воплощении по фиг. 1 в качестве флотационного газа 1301, 1302, 1303 можно использовать воздух. В других воплощениях можно использовать любой подходящий флотационный газ (газы), например, воздух, аргон, азот, водород или их смеси.

Устройство 1300 подачи флотационного газа по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для подачи флотационного газа 1301, 1302, 1303 в объем 1001 суспензии так, что слой 1002 пены поддерживается над объемом 1001 суспензии. В других воплощениях устройство подачи флотационного газа может подходить или быть предназначено или не может подходить или быть предназначено для подачи флотационного газа в объем суспензии так, что слой пены поддерживается над указанным объемом

суспензии.

Как показано на фиг. 1 пунктирными стрелками устройство 1300 подачи флотационного газа по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть предназначено для подачи флотационного газа 1301 в объем 1001 суспензии через вход 1108 для флотационного газа. В других воплощениях устройство подачи флотационного газа может быть предназначено для подачи флотационного газа в бак любым подходящим способом (способами), например, путем подачи флотационного газа в объем суспензии через вход для флотационного газа.

Как показано на фиг. 1 пунктирными стрелками, устройство 1300 подачи флотационного газа по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть предназначено для подачи флотационного газа в объем 1001 суспензии путем нагнетания флотационного газа 1302 в первичную суспензию 1401, для подачи которой в объем 1001 суспензии через вход 1104 для смеси первичной суспензии и флотационного газа предназначено первое устройство 1400 подачи суспензии и/или путем подачи флотационного газа 1303 во флотационную жидкость 1801, собранную через выход 1110 для мелкодисперсной суспензии, для подачи которой обратно в бак 1100 через вход 1111 для циркуляции предназначено циркуляционное устройство 1800. В других воплощениях устройство подачи флотационного газа может или не может быть выполнено таким образом.

В воплощении, показанном на фиг. 1, флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит устройство 1500 подачи флотационной жидкости для подачи флотационной жидкости 1501, 1502 в объем 1001 суспензии. В других воплощениях флотационная установка может содержать или не содержать такое устройство подачи флотационной жидкости. Например, в некоторых воплощениях поддержание верхней поверхности объема суспензии на заданном расстоянии от сливного носка желоба бака может быть достигнуто путем управления работой устройства (устройств) подачи суспензии и выхода (выходов) для суспензии указанного бака.

Как показано на фиг. 1 пунктирными стрелками, устройство 1500 подачи флотационной жидкости по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть предназначено для подачи флотационной жидкости 1501 в объем 1001 суспензии через вход 1109 для флотационной жидкости и/или для подачи флотационной жидкости 1502 в объем 1001 суспензии путем добавления флотационной жидкости 1502 в первичную суспензию 1401, для подачи которой в объем 1001 суспензии предназначено первое устройство 1400 подачи суспензии. В других воплощениях устройство подачи флотационной жидкости может быть предназначено для подачи флотационной жидкости в бак любым подходящим способом (способами), например, путем подачи флотационной жидкости в объем суспензии через вход для флотационной жидкости и/или добавления флотационной жидкости к мелкодисперсной суспензии, для подачи которой в указанный бак предназначено первое устройство подачи суспензии.

Устройство 1500 подачи флотационной жидкости по воплощению, показанному на фиг. 1, может быть специально предназначено для подачи флотационной жидкости 1502 в объем 1001 суспензии путем подачи флотационной жидкости 1502 в сборник 1402 для суспензии. В других воплощениях устройство подачи флотационной жидкости может быть предназначено для добавления флотационной жидкости к мелкодисперсной суспензии, для подачи которой в бак предназначено первое устройство подачи суспензии, любым подходящим способом, например, путем подачи флотационной жидкости в сборник для суспензии указанного первого устройства подачи суспензии.

В воплощении по фиг. 1 флотационная установка 1000 с псевдооживленным слоем содержит устройство 1900 перемешивания суспензии для перемешивания объема 1001 суспензии. В других воплощениях флотационное устройство при взаимодействии с пеной может содержать или не содержать такое устройство перемешивания суспензии. В воплощениях, в которых флотационная установка с псевдооживленным слоем содержит устройство перемешивания суспензии, указанное устройство перемешивания суспензии может быть выполнено любым подходящим образом.

Устройство 1900 перемешивания суспензии по воплощению, показанному на фиг. 1, содержит ротор 1901, прикрепленный к приводному валу 1902. Как таковое, устройство 1900 перемешивания суспензии выполнено в виде механического устройства перемешивания суспензии. В других воплощениях устройство перемешивания суспензии флотационной установки с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать такой ротор и такой приводной вал.

Ротор 1901 по воплощению, показанному на фиг. 1, расположен в нижней секции бака 1100. Обычно размещение ротора устройства перемешивания суспензии в нижней секции бака может облегчить подвергание осевших частиц осадка, образовавшегося в баке, дальнейшей флотации в указанном баке. В других воплощениях ротор устройства перемешивания суспензии может быть расположен в баке любым подходящим образом, например, в нижней секции указанного бака.

В воплощениях, в которых устройство перемешивания суспензии содержит ротор и приводной вал, указанное устройство перемешивания суспензии может дополнительно содержать статор, так что указанный ротор и указанный статор образуют роторно-статорный механизм и/или стояк, окружающий указанный приводной вал, так что устройство подачи флотационного газа может быть предназначено для подачи флотационного газа в объем суспензии, удерживаемый в баке, через указанный стояк.

На фиг. 2 показана флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем в соответствии с од-

ним воплощением. Хотя это явно не показано на фиг. 2, флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем, любая ее часть и/или любое устройство флотационной установки 2000 с псевдооживленным слоем, в общем, может содержать любой признак (признаки) и/или элемент (элементы) воплощения, показанного на фиг. 1 или любые другие воплощения, раскрытые со ссылкой, в связи и/или вместе с фиг. 1.

Флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 2, содержит бак 2100 для удерживания объема 2001 суспензии.

Бак 2100 по воплощению, показанному на фиг. 2, содержит желоб 2101 со сливным носком 2102 желоба, выход 2110 для мелкодисперсной суспензии ниже сливного носка 2102 желоба и выход 2106 для крупнодисперсной суспензии ниже выхода 2110 для мелкодисперсной суспензии в нижней секции бака 2100 для сбора выходящей крупнодисперсной суспензии 2107 из объема 2001 суспензии, а также вход 2103 для первичной суспензии, вход 2108 для флотационного газа и вход 2109 для флотационной жидкости в нижней секции бака 2100.

Флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 2, содержит первое устройство 2400 подачи суспензии для подачи первичной суспензии 2401 в объем 2001 суспензии через вход 2103 для первичной суспензии, устройство 2300 подачи флотационного газа для подачи флотационного газа 2301 в объем 2001 суспензии через вход 2108 для флотационного газа и устройство 2500 подачи флотационной жидкости для подачи флотационной жидкости 2501 в объем 2001 суспензии через вход 2109 для флотационной жидкости.

Флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 2, также содержит устройство 2700 для разделения твердой и жидкой фаз, предназначенное для сбора выходящей суспензии 2701 из объема 2001 суспензии через выход 2110 для мелкодисперсной суспензии и для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости из выходящей суспензии 2701 с образованием твердой части 2702 и жидкой части 2703.

Устройство 2700 для разделения твердой и жидкой фаз по воплощению, показанному на фиг. 2, предназначено для направления твердой части 2702 за пределы флотационной установки 2000 с псевдооживленным слоем. Твердую часть 2702 можно направлять, например, на дополнительную флотацию на расстоянии от флотационной установки 2000 с псевдооживленным слоем.

Как показано пунктирными стрелками на фиг. 2, флотационная установка 2000 с псевдооживленным слоем по воплощению, показанному на фиг. 2, может дополнительно содержать второе устройство 2200 подачи суспензии для подачи вторичной суспензии 2201 в бак 2100. В других воплощениях флотационная установка с псевдооживленным слоем может содержать или не содержать такое второе устройство подачи суспензии. В некоторых воплощениях флотационное устройство с псевдооживленным слоем может содержать первое устройство подачи суспензии и/или второе устройство подачи суспензии. В таких воплощениях любой подходящий тип суспензии, например, суспензию с более широким распределением частиц по размерам, можно подавать в такое первое устройство подачи суспензии и/или в такое второе устройство подачи суспензии.

Как также показано пунктирными стрелками на фиг. 2, бак 2100 по воплощению, показанному на фиг. 2, может дополнительно содержать вход 2112 для вторичной суспензии над выходом 2110 для мелкодисперсной суспензии и/или вход 2113 для третичной суспензии ниже выхода 2110 для мелкодисперсной суспензии, и второе устройство 2200 подачи суспензии может быть предназначено для подачи вторичной суспензии 2201 в бак 2100 через вход 2112 для вторичной суспензии и/или через вход 2113 для третичной суспензии. Как таковое, устройство 2700 для разделения твердой и жидкой фаз может представлять собой или не представлять собой пример устройства для разделения твердой и жидкой фаз для подачи вторичной суспензии в бак над выходом для мелкодисперсной суспензии. В других воплощениях второе устройство подачи суспензии может быть предназначено для подачи крупнодисперсной суспензии в бак любым подходящим способом, например, в слой пены, образованный в баке над объемом суспензии, и/или через вход для вторичной суспензии, расположенный над выходом для мелкодисперсной суспензии и/или через вход для третичной суспензии, расположенный на высоте выхода для мелкодисперсной суспензии или непосредственно под указанным выходом для мелкодисперсной суспензии.

В некоторых воплощениях по меньшей мере один вход из входа для вторичной суспензии и входа для третичной суспензии может быть выполнен в виде входа для смеси суспензии и флотационного газа, а устройство подачи флотационного газа может быть предназначено для подачи флотационного газа в бак путем нагнетания флотационного газа во вторичную суспензию, для подачи которой в указанный бак через указанный по меньшей мере один вход предназначено второе устройство подачи суспензии.

Дополнительно или альтернативно, в некоторых воплощениях может быть обеспечено устройство подачи флотационной жидкости для подачи флотационной жидкости в бак путем добавления флотационной жидкости во вторичную суспензию, для подачи которой в указанный бак через вход для вторичной суспензии и/или вход для третичной суспензии предназначено второе устройство подачи суспензии.

Бак 2100 по воплощению, показанному на фиг. 2, имеет высоту H , и расстояние по вертикали x_2 между входом 2112 для вторичной суспензии и сливным носком 2102 желоба и расстояние по вертикали x_3 между входом 2113 для третичной суспензии и сливным носком 2102 желоба могут быть меньше или равны $0,4$ высоты H бака 2100. Как таковая, флотационная установка с псевдооживленным слоем может

быть предназначена для подачи вторичной суспензии 2201, 2202 в бак 2100 в пределах верхних 40% высоты Н бака 2100. В других воплощениях флотационная установка с псевдоожиженным слоем может быть или не быть выполнена таким образом.

Как дополнительно показано пунктирными стрелками на фиг. 2, флотационная установка 2000 с псевдоожиженным слоем по воплощению, показанному на фиг. 2, может содержать сортировочное устройство 2600, предназначенное для сортировки входящей суспензии 2601 с образованием более крупной фракции 2602 суспензии и более мелкой фракции 2603 суспензии, для подачи более крупной фракции 2602 суспензии во второе устройство 2200 подачи суспензии и для подачи более мелкой фракции 2603 суспензии в первое устройство 2400 подачи суспензии. В других воплощениях флотационная установка с псевдоожиженным слоем может содержать или не содержать такое сортировочное устройство.

Как показано на фиг. 2, флотационная установка 2000 с псевдоожиженным слоем отличается от флотационной установки 1000 с псевдоожиженным слоем воплощения по фиг. 1 по меньшей мере тем, что флотационная установка 2000 с псевдоожиженным слоем предназначена для работы в отсутствие нижнего конуса в баке 2100 и тем, что объем 2001 суспензии доходит до сливного носка 2102 желоба, т.е. флотационная установка 2000 предназначена для поддержания глубины пены d^f по существу равной нулю, например, менее 2 см, или менее 1 см, или менее 0,5 см. Как очевидно специалисту в данной области техники, несмотря на то, что в баке 2100 поддерживают по существу нулевое значение d^f , некоторое количество пены 2003 все еще может образовываться в объеме 2001 суспензии над сливным носком 2102 желоба. Следовательно, флотационная установка 2000 выполнена в виде переливной флотационной установки. Желоб 2101 предназначен для сбора суспензии 2005 из объема 2001 суспензии путем протекания указанной суспензии 2005 через сливной носок 2102 желоба.

В данном документе "переливная флотация" может относиться к флотации, при которой суспензия из объема суспензии, удерживаемого в баке, и, возможно, пена в дополнение к такой суспензии собирается в желоб указанного бака над сливным носком указанного желоба. Дополнительно или альтернативно, переливная флотация может относиться к флотации, при которой в баке поддерживается по существу нулевое значение d^f . Следовательно, "установка переливной флотации" может тогда относиться к установке, предназначенной или подходящей для разделения материала переливной флотацией.

Хотя это явно не показано на фиг. 2, продукт флотации, собираемый в желоб переливной флотационной установки, обычно может содержать суспензию или смесь суспензии и пузырьков флотационного газа, которые могут образовывать или не образовывать пену.

Следует понимать, что воплощения первого аспекта, описанные выше, можно использовать в любом сочетании друг с другом. Несколько воплощений могут быть объединены для формирования дополнительного воплощения.

Выше обсуждались в основном конструктивные аспекты флотационных установок с псевдоожиженным слоем. В дальнейшем больше внимания уделено аспектам, связанным с устройством для переработки минералов. Сказанное выше о способах реализации, определениях, деталях и преимуществах, связанных с флотационными установками с псевдоожиженным слоем, применимо, с соответствующими изменениями, к обсуждаемому ниже устройству для переработки минералов. Справедливо и обратное.

На фиг. 3 и 4 баки флотационных установок представлены стандартными символами, каждый из которых представляет собой прямоугольник над равнобедренным треугольником, при этом каждый входящий поток суспензии представлен стрелкой, проходящей в прямоугольник, каждый верхний продукт, собираемый в желоб баков, представлен стрелкой, отходящей от вершины треугольника, каждый выходящий поток крупнодисперсной суспензии, собранный через выход для крупнодисперсной суспензии, представлен стрелкой, отходящей от нижней половины прямоугольника, и каждый выходящий поток суспензии, собранный через выходы для мелкодисперсной суспензии, представлен стрелкой, отходящей от верхней половины прямоугольника.

На фиг. 3 изображено устройство 3000 для переработки минералов в соответствии с одним воплощением.

Устройство 3000 для переработки минералов по воплощению, показанному на по фиг. 3, содержит флотационную установку 3200 с псевдоожиженным слоем с устройством 3201 для разделения твердой и жидкой фаз.

Хотя это явно не показано на фиг. 3, флотационная установка 3200 с псевдоожиженным слоем, любая ее часть и/или любое устройство флотационной установки 3200 с псевдоожиженным слоем, обычно может содержать любой признак (признаки) и/или элемент (элементы) воплощений любого из фиг. 1 и 2 или любые другие воплощения, раскрытые со ссылкой, в сочетании и/или вместе с любым из фиг. 1 и 2.

Устройство 3000 для переработки минералов согласно воплощению по фиг. 3, дополнительно содержит установку 3100 для измельчения. В других воплощениях устройство для переработки минералов может содержать или не содержать установку для измельчения.

Установка 3100 для измельчения по воплощению, показанному на фиг. 1, предназначено для измельчения руды с получением измельченной руды, для смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии 3101 и подачи исходной суспензии 3101 во флотационную установку 3200 с псевдоожиженным слоем. В воплощениях, в которых устройство для переработки

минералов содержит установку для измельчения, указанная установка для измельчения может быть предназначена для работы любым подходящим образом.

Устройство 3000 для переработки минералов по воплощению, показанному на фиг. 3, дополнительно содержит установку 3500 вторичной флотации, а флотационная установка 3200 с псевдооживленным слоем предназначена для пропускания суспензии из твердой части 3202, образованной устройством 3201 для разделения твердой и жидкой фаз, для дополнительной флотации на установке 3500 вторичной флотации. В других воплощениях устройство для переработки минералов может содержать или не содержать установку вторичной флотации, так что флотационная установка с псевдооживленным слоем указанного устройства для переработки минералов пропускает суспензию из твердой части, образованной устройством разделения твердой и жидкой фаз указанной флотационной установки с псевдооживленным слоем, для дополнительной флотации на указанной установке вторичной флотации.

В воплощении, показанном на фиг. 3, флотационная установка 3200 с псевдооживленным слоем предназначена для направления суспензии из твердой части 3202 непосредственно в установку 3500 вторичной флотации. В других воплощениях флотационная установка с псевдооживленным слоем может быть предназначена или не предназначена для направления суспензии из твердой части непосредственно в установку вторичной флотации. Например, в некоторых воплощениях суспензию из твердой части можно подвергать сортировке и/или дополнительному измельчению перед дополнительной флотацией на установке вторичной флотации.

На фиг. 4 изображено устройство 4000 для переработки минералов в соответствии с одним воплощением.

Устройство 4000 для переработки минералов по воплощению, показанному на фиг. 4, содержит флотационную установку 4200 с псевдооживленным слоем и устройство 4201 для разделения твердой и жидкой фаз.

Хотя это явно не показано на фиг. 4, флотационная установка 4200 с псевдооживленным слоем, любая ее часть и/или любое устройство флотационной установки 4200 с псевдооживленным слоем, обычно может содержать любой признак (признаки) и/или элемент (элементы) воплощений любого из фиг. 1 и 2 или любые другие воплощения, раскрытые со ссылкой, в сочетании и/или вместе с любым из фиг. 1 и 2.

Устройство 4000 для переработки минералов по воплощению, показанному на фиг. 4, дополнительно содержит установку 4100 для измельчения, установку 4300 предварительной сортировки и установку 4400 первичной флотации. В других воплощениях устройство для переработки минералов может содержать или не содержать одну или более установок для измельчения, установок 4300 предварительной сортировки и установок 4400 первичной флотации.

Установка 4100 для измельчения по воплощению, показанному на фиг. 4, предназначена для измельчения руды с образованием измельченной руды, для смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии 4101 и для подачи исходной суспензии 4101 в установку 4300 предварительной сортировки.

Установка 4300 предварительной сортировки по воплощению, показанному на фиг. 4 предназначена для сортировки исходной суспензии 4101 с образованием более крупной фракции 4301 исходной суспензии и более мелкой фракции 4302 исходной суспензии и подачи более мелкой фракции 4302 исходной суспензии в установку 4400 первичной флотации.

Установка 4400 первичной флотации по воплощению, показанному на фиг. 4, предназначена для отделения более мелкой фракции 4302 исходной суспензии с образованием верхнего продукта 4401 и нижнего продукта 4402 и подачи нижнего продукта 4402 во флотационную установку 4200 с псевдооживленным слоем.

Как показано на фиг. 4 пунктирными линиями, установка первичной флотации обычно может содержать один или более баков. В воплощениях, в которых установка первичной флотации содержит множество баков, отдельные баки из указанного множества баков могут быть расположены последовательно.

В данном документе отдельные баки из множества баков, "расположенные последовательно", могут относиться к тому, что нижний продукт из одного бака, подают в следующий и так до последнего отдельного бака из указанного множества баков.

Устройство 4000 для переработки минералов согласно воплощению по фиг. 4 дополнительно содержит установку 4500 вторичной флотации, а флотационная установка 4200 с псевдооживленным слоем предназначена для подачи твердой части 4202, образованной устройством 4201 для разделения твердой и жидкой фаз, в установку 4500 вторичной флотации.

Выше обсуждались в основном конструктивные аспекты флотационных установок с псевдооживленным слоем и устройств для переработки минералов. Далее основное внимание уделено аспектам, связанным со способами флотации в псевдооживленном слое. Сказанное выше о способах реализации, определениях, деталях и преимуществах, связанных с флотационными установками с псевдооживленным слоем и устройствами для переработки минералов, применимо, с соответствующими изменениями, к способам, обсуждаемым ниже. Справедливо и обратное.

В особенности следует понимать, что любой способ флотации с псевдооживленным слоем в соот-

ветствии с настоящим описанием может быть использован для работы флотационной установки с псевдооживленным слоем в соответствии с этим описанием. Соответственно, любая флотационная установка с псевдооживленным слоем в соответствии с настоящим описанием может работать в соответствии со способом в соответствии с данным описанием.

На фиг. 5 показан способ 5000 флотации с псевдооживленным слоем в соответствии с одним воплощением.

В воплощении, показанном на фиг. 5, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое включает в процессе 5100 предоставление бака, включающего желоб со сливным носком, для удерживания объема суспензии.

Здесь "процесс" может относиться к набору операций, ведущих к конечному результату. Процесс может быть разделен на множество подпроцессов, при этом отдельные подпроцессы из такого множества подпроцессов могут включать или не включать общие операции.

Здесь "операция" может относиться к мере, предпринятой для достижения результата. Отдельные операции процесса обычно можно выполнять, по меньшей мере частично, последовательно или, по меньшей мере частично, одновременно друг с другом.

В этом описании "предоставление" может относиться к обеспечению доступности рассматриваемого элемента или части.

В воплощении, показанном на фиг. 5, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое включает в подпроцессе 5200 сбор выходящей суспензии из объема суспензии на первой высоте h_1 ниже сливного носка желоба.

В воплощении, показанном на фиг. 5, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое включает в подпроцессе 5300 сбор крупнодисперсной выходящей суспензии из объема суспензии на второй высоте h_2 , ниже первой высоты h_1 .

В воплощении, показанном на фиг. 5, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое включает в подпроцессе 5400 отделение взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии с образованием твердой части и жидкой части.

Как показано на фиг. 5 с помощью пунктирных линий, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое может включать в подпроцессе 5500 пропускание суспензии из твердой части для дополнительной флотации на расстоянии от бака. В других воплощениях способ флотации в псевдооживленном слое может включать или не включать пропускание суспензии из твердой части таким образом.

Как показано на фиг. 5 пунктирными линиями, способ 5000 флотации в псевдооживленном слое воплощения, показанного на фиг. 5 может дополнительно включать в подпроцессе 5600 циркуляцию флотационной жидкости из жидкой части обратно в бак. В других воплощениях способ флотации с псевдооживленным слоем может включать или не включать циркуляцию флотационной жидкости из жидкой части таким образом.

Обычно способ флотации в псевдооживленном слое может включать любой процесс (процессы), операцию (операции) и/или признак (признаки), не раскрытые здесь в отношении способа 5000 флотации в псевдооживленном слое воплощения, показанного на фиг. 5.

Например, в некоторых воплощениях твердая часть может иметь долю ϕ^{sp} твердых частиц, большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

В некоторых воплощениях жидкая часть может иметь долю ϕ^{lp} твердых частиц, меньшую или равную 0,1, или меньшую или равную 0,05, или меньшую или равную 0,02, или меньшую или равную 0,01.

В некоторых воплощениях способ флотации в псевдооживленном слое может включать сбор продукта флотации из бака в желоб указанного бака, например, через сливной носок указанного желоба.

Специалисту в данной области техники очевидно, что с развитием техники основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Таким образом, изобретение и его воплощения не ограничены примерами, описанными выше, вместо этого они могут варьироваться в пределах объема формулы изобретения.

Следует понимать, что любые выгоды и преимущества, описанные выше, могут относиться к одному воплощению или могут относиться к нескольким воплощениям. Воплощения не ограничиваются теми, которые решают какие-либо или все заявленные проблемы, или теми, которые имеют какие-либо или все заявленные выгоды и преимущества.

Термин "содержащий" используют в данном описании для обозначения включения признака (признаков) или действия (действий), следующих за этим термином, не исключая наличия одного или более дополнительных признаков или действий. Кроме того, понятно, что ссылка на "элемент" относится к одному или более из этих элементов.

Ссылочные обозначения

d_{50}^c	размер частиц порога отсечения сортировочного гидроциклона		
d_{50}^{sl}	размер частиц порога отсечения гидроциклона для разделения твердой и жидкой фазы		
ϕ^{cs}	доля твердых частиц более крупной фракции суспензии		
ϕ^{fs}	доля твердых частиц более мелкой фракции суспензии		
ϕ^{sp}	доля твердых частиц твердой части		
ϕ^{os}	доля твердых частиц выходящей суспензии		
ϕ^{lp}	доля твердых частиц жидкой части		
d^f	глубина пены слоя пены		
d_0^{cs}	диаметр отверстия выхода для крупнодисперсной суспензии		
H	высота бака		
x_2	расстояние по вертикали между входом для вторичной суспензии и сливным носком желоба		
x_3	расстояние по вертикали между входом для третичной суспензии и сливным носком желоба		
h_1	первая высота		
h_2	вторая высота		
1000	флотационная установка с псевдооживленным слоем	2103	вход для первичной суспензии
1001	объем суспензии	2106	выход для крупнодисперсной суспензии
1002	слой пены	2107	выходящая крупнодисперсная суспензия
1003	пена	2108	вход для флотационного газа
1004	псевдооживленный слой	2109	вход для флотационной жидкости
1100	бак	2110	выход для мелкодисперсной суспензии
1101	желоб	2112	вход для вторичной суспензии
1102	сливной носок желоба	2113	вход для третичной суспензии
1103	вход для первичной суспензии	2200	второе устройство подачи суспензии
1104	вход для смеси первичной суспензии и флотационного газа	2201	вторичная суспензия
1105	нижний конус	2202	вторичная суспензия
1106	выход для крупнодисперсной суспензии	2300	устройство подачи флотационного газа
1107	выходящая крупнодисперсная суспензии	2301	флотационный газ

047441

1108	вход для флотационного газа	2400	первое устройство подачи суспензии
1109	вход для флотационной жидкости	2401	первичная суспензия
1110	выход для мелкодисперсной суспензии	2500	устройство подачи флотационной жидкости
1111	вход для циркуляции	2501	флотационная жидкость
1200	второе устройство подачи суспензии	2600	сортировочное устройство
1201	вторичная суспензия	2601	входящая суспензия
1300	устройство подачи флотационного газа	2602	более крупная фракция суспензии
1301	флотационный газ	2603	более мелкая фракция суспензии
1302	флотационный газ	2700	устройство для разделения твердой и жидкой фазы
1303	флотационный газ	2701	выходящая суспензия
1400	первое устройство подачи суспензии	2702	твердая часть
1401	первичная суспензия	2703	жидкая часть
1402	сборник для суспензии	3000	устройство для переработки минералов
1403	выход для суспензии сборника	3100	установка для измельчения
1500	устройство подачи флотационной жидкости	3101	исходная суспензия
1501	флотационная жидкость	3200	флотационная установка с псевдооживленным слоем
1502	флотационная жидкость	3201	устройство для разделения твердой и жидкой фазы
1600	сортировочное устройство	3202	твердая часть
1601	входящая суспензия	3500	установка вторичной флотации
1602	более крупная фракция суспензии	4000	устройство для переработки минералов
1603	более мелкая фракция суспензии	4100	установка для измельчения
1604	сортировочный гидроциклон	4101	исходная суспензия

047441

1700	устройство для разделения жидкой и твердой фаз	4200	флотационная установка с псевдооживленным слоем
1701	выходящая суспензия	4201	устройство для разделения твердой и жидкой фазы
1702	твердая часть	4202	твердая часть
1703	жидкая часть	4300	блок предварительной сортировки
1704	гидроциклон для разделения жидкой и твердой фаз	4301	более крупная фракция исходной суспензии
1800	устройство циркуляции	4302	более мелкая фракция исходной суспензии
1801	флотационная жидкость	4400	установка первичной флотации
1802	флотационная жидкость	4401	верхний продукт
1900	устройство перемешивания суспензии	4402	нижний продукт
1901	ротор	4500	установка вторичной флотации
1902	приводной вал	5000	способ флотации с псевдооживленным слоем
2000	флотационная установка с псевдооживленным слоем	5100	предоставление бака
2001	объем суспензии	5200	сбор выходящей суспензии
2003	пена	5300	сбор крупнодисперсной выходящей суспензии
2004	псевдооживленный слой	5400	разделение суспендированных твердых частиц и флотационной жидкости
2005	суспензия	5500	пропускание суспензии из твердой части
2100	бак	5600	циркуляция флотационной жидкости из жидкой части
2101	желоб		
2102	сливной носок желоба		

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем, содержащая бак (1100, 2100) для удерживания объема (1001, 2001) суспензии, причем бак (1100, 2100) содержит желоб (1101, 2101) со сливным носком (1102, 2102) желоба, выход (1110, 2110) для мелкодисперсной суспензии ниже сливного носка (1102, 2102) желоба и выход (1106, 2106) для крупнодисперсной суспензии ниже выхода (1110, 2110) для мелкодисперсной суспензии для выпуска крупнодисперсной выходящей суспензии (1107, 2107) из объема (1001, 2001) суспензии,

при этом флотационная установка (1100, 2100) с псевдооживленным слоем содержит устройство (1700, 2700) для разделения твердой и жидкой фаз, предназначенное для сбора выходящей суспензии (1701, 2701) из объема (1001, 2001) суспензии через выход (1110, 2110) для мелкодисперсной суспензии и для отделения взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии (1701, 2701) с образованием твердой части (1702, 2702) и жидкой части (1703, 2703), и

при этом жидкая часть (1703) имеет долю твердых частиц ϕ^{lp} , меньшую или равную 0,1.

2. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.1, в которой жидкая часть (1703) имеет долю твердых частиц ϕ^{lp} , меньшую или равную 0,05, предпочтительно меньшую или равную 0,02, и более предпочтительно меньшую или равную 0,01.

3. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.1 или 2, в которой устройство (1700) для разделения твердой и жидкой фаз предназначено для направления твердой части (1702) из флотационной установки (1000) с псевдооживленным слоем.

4. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из пп.1-3, в которой твердая часть (1702) имеет долю твердых частиц ϕ^{sp} , большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

5. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, в которой устройство (1700) для разделения твердой и жидкой фаз включает гидроциклон (1704) для разделения твердой и жидкой фаз.

6. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.5, в которой гидроциклон (1704) для разделения твердой и жидкой фаз имеет размер частиц порога отсечения d_{50}^{sl} , меньший или равный 10 мкм, или меньший или равный 8 мкм, или меньший или равный 6 мкм, при измерении в типичных условиях эксплуатации гидроциклона.

7. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, которая содержит циркуляционное устройство (1800) для циркуляции флотационной жидкости (1801, 1802) из жидкой части (1703) обратно в бак (1100).

8. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.7, в которой бак (1100) содержит вход (1111) для циркуляции, и циркуляционное устройство (1800) предназначено для подачи флотационной жидкости (1801) из жидкой части (1703) обратно в бак (1100) через вход (1111) для циркуляции.

9. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.8, которая содержит устройство (1300) подачи флотационного газа, предназначенное для подачи флотационного газа (1303) в объем (1001) суспензии посредством введения флотационного газа (1303) во флотационную жидкость (1801), для подачи которой обратно в резервуар (1100) через вход (1111) для циркуляции предназначено циркуляционное устройство (1800).

10. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из пп.7-9, которая содержит первое устройство (1400, 2400) подачи суспензии для подачи первичной суспензии (1401, 2401) в объем (1001, 2001) суспензии, и циркуляционное устройство (1800) предназначено для циркуляции флотационной жидкости (1802) из жидкой части (1703) обратно в бак (1100) путем добавления такой флотационной жидкости (1802) к первичной суспензии (1401), для подачи которой в объем (1001) суспензии предназначено первое устройство (1400) подачи суспензии.

11. Флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, которая содержит второе устройство (1200, 2200) подачи суспензии для подачи вторичной суспензии (1201, 2201, 2202) в бак (1100, 2100).

12. Флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем по п.11, в которой бак (1100, 2100) имеет высоту H , и флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем предназначена для подачи вторичной суспензии (1201, 2201, 2202) в бак (1100, 2100) в пределах верхних 40% высоты H бака (1100, 2100).

13. Флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем по п.11 или 12, в которой второе устройство (1200, 2200) подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии (1201, 2201) в бак (1100, 2100) над выходом (1110, 2110) для мелкодисперсной суспензии.

14. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по п.13, в которой второе устройство (1200) подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии (1201) в слой (1002) пены, образованный в баке (1100) над объемом (1001) суспензии.

15. Флотационная установка (2000) с псевдооживленным слоем по п.13 или 14, в которой бак (2100)

содержит вход (2112) для вторичной суспензии над выходом (2110) для мелкодисперсной суспензии, и второе устройство (2200) подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии (2201) в бак (2100) через вход (2112) для вторичной суспензии.

16. Флотационная установка (2000) с псевдооживленным слоем по любому из пп.11-15, в которой бак (2100) содержит вход (2113) для третичной суспензии, расположенный на высоте выхода (2110) для мелкодисперсной суспензии или непосредственно под выходом (2110) для мелкодисперсной суспензии, и второе устройство (2200) подачи суспензии предназначено для подачи вторичной суспензии (2202) в бак (2100) через вход (2113) для третичной суспензии.

17. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из пп.11-16, которая содержит сортировочное устройство (1600, 2600), предназначенное для сортировки входящей суспензии (1601, 2601) с образованием более крупной фракции (1602, 2602) суспензии и более мелкой фракции (1603, 2603) суспензии, для подачи более крупной фракции (1602, 2602) суспензии во второе устройство (1200, 2200) подачи суспензии и для направления более мелкой фракции (1603, 2603) суспензии на подачу в объем (1001) суспензии ниже выхода (1110) для мелкодисперсной суспензии.

18. Флотационная установка (1000, 2000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, которая содержит устройство (1500, 2500) подачи флотационной жидкости для подачи флотационной жидкости (1501, 1502, 2501) в объем (1001, 2001) суспензии.

19. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, в которой бак (1100) содержит сужающийся книзу нижний конус (1105), и выход (1106) для крупнодисперсной суспензии расположен на дне нижнего конуса (1105).

20. Флотационная установка (1000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов, которая содержит устройство (1900) перемешивания суспензии для перемешивания объема (1001) суспензии.

21. Применение флотационной установки (1000, 2000) с псевдооживленным слоем по любому из предшествующих пунктов для отделения ценного материала, взвешенного в суспензии.

22. Применение по п.21 для отделения частиц, содержащих Cu, от низкосортной руды.

23. Устройство (3000, 4000) для переработки минералов, содержащее флотационную установку (3200, 4200) с псевдооживленным слоем по любому из пп.1-20.

24. Устройство (3000) для переработки минералов по п.23, которое включает блок (3100) измельчения, предназначенный для измельчения руды с получением измельченной руды, смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии (3101) и подачи исходной суспензии (3101) во флотационную установку (3200, 4200) с псевдооживленным слоем.

25. Устройство (4000) для переработки минералов по п.23, которое содержит блок (4100) измельчения, блок (4300) предварительной сортировки и блок (4400) первичной флотации; блок (4100) измельчения предназначен для измельчения руды с образованием измельченной руды, смешивания измельченной руды с флотационной жидкостью с образованием исходной суспензии (4101) и подачи исходной суспензии (4101) в блок (4300) предварительной сортировки; блок (4300) предварительной сортировки предназначен для сортировки исходной суспензии (4101) с образованием более крупной фракции (4301) исходной суспензии и более мелкой фракции (4302) исходной суспензии, а также для подачи более мелкой фракции (4302) исходной суспензии в блок (4400) первичной флотации; блок (4400) первичной флотации предназначен для отделения более мелкой фракции (4302) исходной суспензии с образованием верхнего продукта (4401) и нижнего продукта (4402) и подачи нижнего продукта (4402) во флотационную установку (4200) с псевдооживленным слоем.

26. Устройство (3000, 4000) для переработки минералов по любому из пп.23-25, которое содержит установку (3500, 4500) вторичной флотации, и флотационная установка (3200, 4200) с псевдооживленным слоем предназначена для подачи суспензии из твердой части (3202, 4202) для дополнительной флотации на установке (3500, 4500) вторичной флотации.

27. Способ (5000) флотации в псевдооживленном слое, включающий:

подачу (5100) суспензии в бак для удерживания объема суспензии, причем бак содержит желоб со сливным носком желоба;

сбор (5200) выходящей суспензии из объема суспензии на первой высоте h_1 , которая ниже сливного носка желоба, и

сбор (5300) крупнодисперсной выходящей суспензии из объема суспензии на второй высоте h_2 , которая ниже первой высоты h_1 ,

при этом способ (5000) флотации в псевдооживленном слое включает отделение (5400) взвешенных твердых частиц и флотационной жидкости от выходящей суспензии с образованием твердой части и жидкой части, и

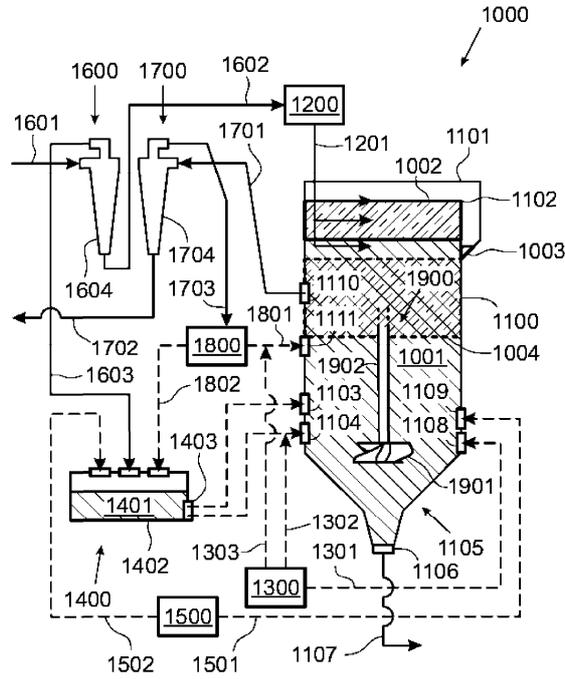
при этом жидкая часть имеет долю твердых частиц $\phi^{\text{п}}$, меньшую или равную 0,1.

28. Способ (5000) флотации в псевдооживленном слое по п.27, включающий пропускание суспензии из твердой части (5500) для дальнейшей флотации на расстоянии от бака.

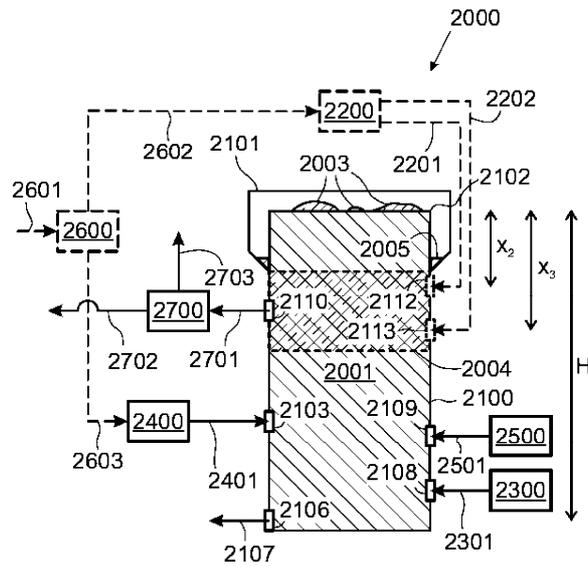
29. Способ (5000) флотации в псевдооживленном слое по п.28, в котором твердая часть имеет долю

твердых частиц ϕ^{sp} , большую или равную 0,2, или большую или равную 0,3, или большую или равную 0,4.

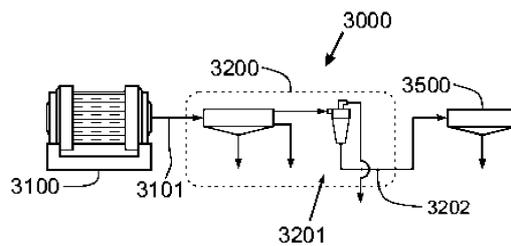
30. Способ (5000) флотации в псевдооживленном слое по любому из пп.27-29, который включает циркуляцию флотационной жидкости из жидкой части (5600) обратно в бак.



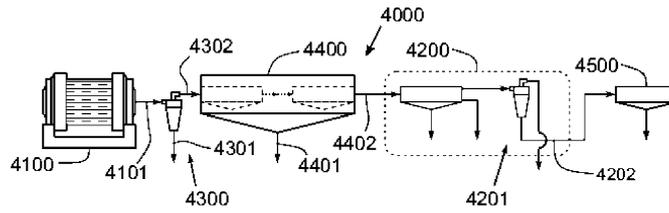
Фиг. 1



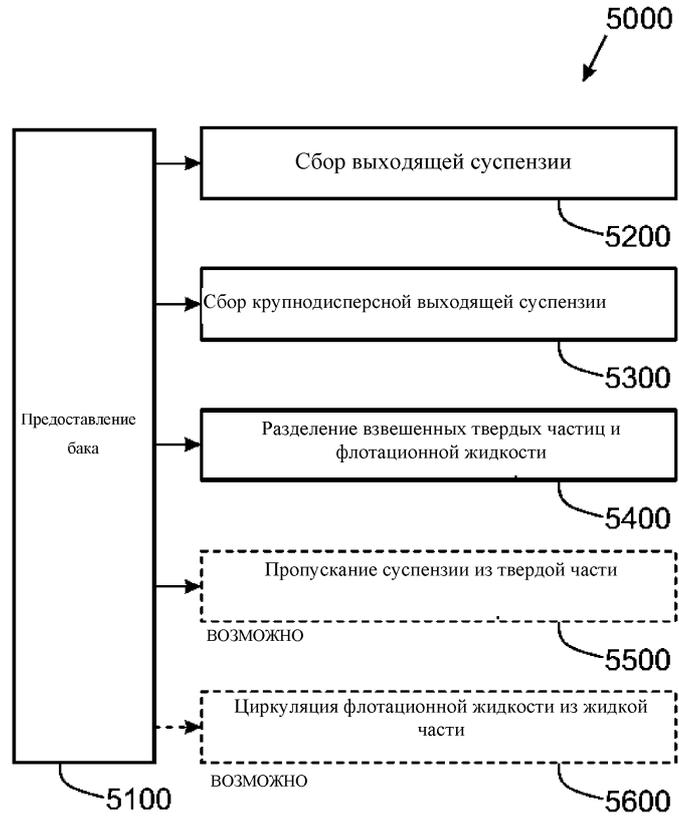
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

