



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01D 61/00 (2020.02); B01D 15/36 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018124300, 09.01.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.01.2017

Дата регистрации:
23.04.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.01.2016 US 62/276,051;
07.10.2016 US 62/405,569

(43) Дата публикации заявки: 07.02.2020 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 23.04.2020 Бюл. № 12

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 07.08.2018

(86) Заявка РСТ:
US 2017/012689 (09.01.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/120569 (13.07.2017)

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24,
"НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

РОТМАН Пол Дж. (US),
ФЕРНАЛЬД Марк Р. (US),
ДОЛАН Пол (US),
БЭЙЛИ Тимоти Дж. (US),
РАЙАН Майкл (US),
КОППОЛА Майкл Д. (US),
ГРИН Аллисон К. (US),
ЛЭССИЛА Кевин Родни (US)

(73) Патентообладатель(и):

СИДРА КОРПОРЕЙТ СЕРВИСЕЗ ЛЛС
(US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 5256298 A, 26.10.1993. US
2009283480 A1, 19.11.2009. US 2014202959 A1,
24.07.2014. US 5578217 A, 26.11.1996. RU 2495724
C2, 20.10.2013.

(54) **Функционализованная пористым или сетчатым пеноматериалом открытая сетчатая структура для селективного отделения минеральных частиц в водной системе**

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам сбора для применения в отделении минералов. Средство сбора для извлечения минеральных частиц содержит: твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами, для обеспечения множества поверхностей сбора, и множество молекул, обеспеченных на поверхностях сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам,

вызывая присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора, где твердофазное тело включает покрытие или слой, выполненный с гидрофобным химикатом, выбранным из производного полисилоксана, и покрытие или слой модифицирован усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями адгезии, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или

гидрофобным диоксидом кремния. 3 н. и 25 з.п.

ф-лы, 22 ил.

RU 2719861 C2

RU 2719861 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01D 61/00 (2006.01)
B01D 15/36 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B01D 61/00 (2020.02); B01D 15/36 (2020.02)

(21)(22) Application: **2018124300, 09.01.2017**

(24) Effective date for property rights:
09.01.2017

Registration date:
23.04.2020

Priority:

(30) Convention priority:
07.01.2016 US 62/276,051;
07.10.2016 US 62/405,569

(43) Application published: **07.02.2020 Bull. № 4**

(45) Date of publication: **23.04.2020 Bull. № 12**

(85) Commencement of national phase: **07.08.2018**

(86) PCT application:
US 2017/012689 (09.01.2017)

(87) PCT publication:
WO 2017/120569 (13.07.2017)

Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ya 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

ROTMAN Pol Dzh. (US),
FERNALD Mark R. (US),
DOLAN Pol (US),
BEJLI Timoti Dzh. (US),
RAJAN Majkl (US),
KOPPOLA Majkl D. (US),
GRIN Allison K. (US),
LESSILA Kevin Rodni (US)

(73) Proprietor(s):

SIDRA KORPOREJT SERWISEZ LLS (US)

(54) **OPEN CELL OR RETICULATED FOAM FUNCTIONALIZED OPEN-NETWORK STRUCTURE FOR SELECTIVE SEPARATION OF MINERAL PARTICLES IN AQUEOUS SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: collection device for extraction of mineral particles contains: solid-phase body, made with three-dimensional structure with open pores, to provide multiple collection surfaces, and multiple molecules provided on collection surfaces, wherein the molecules contain a functional group having a chemical bond for attracting one or more mineral particles in the aqueous mixture to molecules, causing bonding of mineral particles to the collection surfaces, where the solid-phase body comprises a coating or layer made with a

hydrophobic chemical selected from a polysiloxane derivative, and the coating or layer is modified with adhesion promoters, plasticisers, cross-linking agents, chain transfer agents, chain extenders, adhesion promoters, aryl or alkyl copolymers, fluorinated copolymers, hexamethyldisilazane, silicon dioxide or hydrophobic silicon dioxide.

EFFECT: invention relates to collecting means for use in separation of minerals.

28 cl, 22 dwg

Перекрестная ссылка на родственные патентные заявки По этой заявке испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 62/279051 (712-2.428 (CCS-0158)), озаглавленной «Новые средства извлечения для обогащения полезных ископаемых», поданной 7 января 2016 г., и предварительной заявки US 62/405569 (712-2.439 (CCS-0175)), озаглавленной «Трехмерные функционализованные открытые сетчатые структуры для селективного разделения минеральных частиц в водной системе», поданной 7 октября 2016 г., причем обе указанные заявки включены в данный документ во всей полноте путем ссылки.

Область техники

Это изобретение относится в общем к технологиям для отделения ценного материала от нежелательного материала в смеси, такой как жидкая масса (суспензия пульпы), и более конкретно относится способу и устройству для отделения ценного материала от нежелательного материала в смеси, такой как жидкая масса, например, с использованием специализированных средств сбора.

Уровень техники

Во многих промышленных способах используют флотацию для отделения ценного или требуемого материала от нежелательного материала. Например, в этом способе смесь воды, ценного материала, нежелательного материала, химикатов и воздуха помещают во флотационную камеру. Химикаты используют для того, чтобы сделать требуемый материал гидрофобным, и воздух используют для переноса материала на поверхность флотационной камеры. Когда гидрофобный материал и пузырьки воздуха сталкиваются, они присоединяются друг к другу. Пузырьки поднимаются к поверхности, вынося с собой требуемый материал.

Характеристика флотационной камеры зависит от поверхностного потока пузырьков воздуха и распределения размеров пузырьков воздуха в зоне сбора камеры. Поверхностный поток пузырьков воздуха зависит от размера пузырьков и скорости закачивания воздуха. Регулирование поверхностного потока пузырьков воздуха традиционно было очень сложным. Существует проблема регулирования по многим параметрам и не существуют надежных механизмов с обратной связью в реальном времени для использования в регулировании.

В промышленности существует потребность в обеспечении лучшего способа отделения ценного материала от нежелательного материала, например, включающего такую флотационную камеру, так чтобы устранить проблемы, связанные с использованием пузырьков воздуха в таком способе разделения.

Краткое описание изобретения

CCS-0158 и 0175

Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может включать специализированное средство сбора или иметь форму специализированного средства сбора, содержащего твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами, для обеспечения множества поверхностей сбора, и множество молекул, обеспеченных на поверхностях сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, что заставляет минеральные частицы соединяться с поверхностями сбора.

Специализированное средство сбора также может включать один или более из следующих признаков.

Специализированное средство сбора может включать покрытие, выполненное с гидрофобным химикатом, выбранным из группы, состоящей из полисилоксанатов,

поли(диметилсилоксана), фторалкилсилана или того, что обычно известно как чувствительные к давлению клеи с низкой поверхностной энергией, для предоставления молекул.

5 Твердофазное тело можно изготовить из материала, выбранного из полиуретана, сложнополиэфироуретана, полиэфироуретана, усиленных уретанов, покрытого ПВХ полиуретана, силикона, полихлоропрена, полиизоцианурата, полистирола, полиолефина, поливинилхлорида, эпоксидной смолы, латекса, фторполимера, полипропилена, фенольной смолы, ЭПДК (этилен-пропилен-диеновый каучук) и нитрила.

10 Твердофазное тело может включать покрытие или слой, например, который можно модифицировать усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями клеящей способности, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или гидрофобным диоксидом кремния.

15 Твердофазное тело может включать покрытие или слой, изготовленный из материала, выбранного из акриловых соединений, бутилкаучука, этиленвинилацетата, натурального каучука, нитрилов, блок-сополимеров стирола с этиленом, пропиленом и изопреном, полиуретанов и поливинилэфиров.

Специализированное средство сбора может включать повышающую адгезию добавку, выполненную для усиления адгезии между твердофазным телом и покрытием.

20 Твердофазное тело можно изготовить из пластика, керамики, углеродного волокна или металла.

Трехмерная структура с открытыми порами может содержать от 10 до 200 пор на дюйм (от 4 до 80 пор на см).

25 Твердофазное тело может включать блок сетчатого пеноматериала или имеет форму блока сетчатого пеноматериала, обеспечивающего трехмерную структуру с открытыми порами.

Твердофазное тело может включать фильтр, обеспечивающий трехмерную структуру с открытыми порами, причем структура содержит открытые поры для обеспечения протока через фильтр текучей среды в водной смеси.

30 Твердофазное тело может включать транспортировочную ленту, имеющую поверхность, выполненную с трехмерной структурой с открытыми порами.

35 Специализированные средства сбора могут включать различные пеноматериалы с открытыми порами, имеющие различные удельные площади поверхности, которые смешивают для извлечения минеральных частиц в суспензии с конкретным распределением размеров.

Пеноматериал с открытыми порами и его характеристики Трехмерная структура с открытыми порами может принимать форму пеноматериала с открытыми порами.

40 Пеноматериал с открытыми порами можно изготовить из материала или материалов, выбранных из группы, которая включает сложнополиэфироуретаны, полиэфироуретаны, усиленные уретаны, композиционные материалы типа покрытого ПВХ полиуретана, не-уретаны, а также металлические, керамические пеноматериалы и пеноматериалы из углеродного волокна и твердые пористые пластики, для того, чтобы повысить механическую прочность.

45 Пеноматериал с открытыми порами можно покрыть поливинилхлоридом и затем покрыть гибким липким полимером с низкой поверхностной энергией, чтобы повысить химическую стойкость и механическую прочность.

Пеноматериал с открытыми порами можно загрунтовать грунтовкой с высокой энергией до нанесения функционализованного полимерного покрытия для увеличения

адгезии функционализованного полимерного покрытия к поверхности пеноматериала с открытыми порами.

Поверхность пеноматериала с открытыми порами можно химически или механически истереть для обеспечения «точек сцепления» на поверхности для удержания функционализованного полимерного покрытия.

Поверхность пеноматериала с открытыми порами можно обработать покрытием, которое ковалентно связано с поверхностью, для повышения адгезии между функционализированным полимерным покрытием и поверхностью.

Поверхность пеноматериала с открытыми порами можно покрыть функционализированным полимерным покрытием в форме гибкого липкого полимера с низкой поверхностной энергией и толщиной, выбранной для улавливания определенных минеральных частиц и сбора частиц с определенным размером, включая случаи, когда тонкие покрытия выбирают для сбора фракций с пропорционально более мелким размером частиц и толстые покрытия выбирают для сбора дополнительных фракций с большим размером частиц.

Удельная площадь поверхности может быть выполнена с конкретным числом пор на дюйм, которое определяют так, чтобы ориентироваться на конкретный интервал размеров минеральных частиц в суспензии.

Устройство

Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму устройства, содержащего перерабатывающее устройство и высвобождающее устройство.

Перерабатывающее устройство можно выполнить для приема одного или более чем одного специализированных средств сбора, несущих минеральные частицы, каждое из указанных одного или более одного специализированных средств сбора содержит твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами для обеспечения множества поверхностей сбора и множества молекул, присоединенных к поверхностям сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, вызывающую присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора.

Высвобождающее устройство можно выполнить для разрыва химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы от поверхностей сбора.

Устройство также может включать один или более из следующих признаков.

Специализированные средства сбора могут включать покрытие, выполненное с гидрофобным химикатом, выбранным из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана) и фторалкилсилана, или того, что обычно известно как чувствительные к давлению клеи с низкой поверхностной энергией, для обеспечения указанных молекул.

Высвобождающее устройство может включать мешалку, выполненную для обеспечения механического перемешивания, так чтобы разорвать химическую связь функциональной группы.

Твердофазное тело может включать транспортировочную ленту, несущую минеральные частицы, причем высвобождающее устройство содержит установку для очистки щетками, чтобы тереть транспортировочную ленту так, чтобы разорвать химическую связь функциональной группы.

Установка также может включать один или более из признаков, изложенных в данном документе, например, включая те, которые изложены выше в связи со

специализированными средствами сбора.

Способ

Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму способа, содержащего стадии обеспечения перерабатывающего устройства, выполненного для приема одного или более специализированных средств сбора, несущих минеральные частицы, при этом каждое из указанных одного или более специализированных средств сбора содержит твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами для обеспечения множества поверхностей сбора и множества молекул, присоединенных к поверхностям сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, вызывающую присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора; и разрыва химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы с поверхностей сбора.

Способ также может включать один или более из следующих признаков.

Специализированные средства сбора могут включать покрытие, выполненное с гидрофобным химикатом, выбранным из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана) и фторалкилсилана, или того, что обычно известно как чувствительные к давлению клеи с низкой поверхностной энергией, для предоставления молекул.

Способ также может включать стадию обеспечения мешалки, выполненной для обеспечения механического перемешивания, так чтобы облегчить указанный разрыв, и где указанный разрыв выполняют в поверхностно-активном веществе.

Твердофазное тело может содержать транспортировочную ленту, несущую минеральные частицы, включая случаи, когда способ дополнительно включает стадию осуществления установкой для очистки щетками трения транспортировочной ленты для указанного разрыва.

Способ также может включать стадию обеспечения источника звука, выполненного для создания ультразвуковых волн для указанного разрыва, где указанный разрыв выполняют в жидкой среде.

Родительская заявка (CCS-0090/712-2.383-1) Изложенное в данном документе настоящее изобретение также можно использовать в сочетании с различными воплощениями, раскрытыми в более ранней родительской заявке US 14/117912, поданной 15 ноября 2013 г., например, включая использование специализированного средства сбора, раскрытого в данной документе, самого по себе или в сочетании с воплощением, раскрытым в родительской заявке, например, следующим образом.

Способ, раскрытый в заявке Например, согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму способа, содержащего стадии приема в перерабатывающем устройстве множества синтетических шариков, несущих минеральные частицы, причем каждая из синтетических шариков содержит поверхность и множество молекул, присоединенных к поверхности, а молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания или присоединения одной или более минеральных частиц к молекуле, вызывая присоединение минеральных частиц к синтетическим шарикам; и разрыва химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы с синтетических шариков. В этом способе множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Способ также может включать один или более из следующих признаков.

Синтетические шарики, несущие минеральные частицы, можно получить в смеси, имеющей первую температуру, а стадия разрыва может включать осуществление контакта синтетических шариков, несущих минеральные частицы, со средой, имеющей
5 вторую температуру, более высокую, чем первая температура.

Синтетические шарики, несущие минеральные частицы, можно привести в контакт с жидкостью, и стадия разрыва может включать применение звукового перемешивания жидкости для осуществления отделения минеральных частиц от синтетических шариков, или стадия разрыва может включать применение микроволн к жидкости для
10 осуществления отделения минеральных частиц от синтетических шариков. Стадия разрыва может включать обеспечение источника ультразвука для применения звукового перемешивания жидкости и/или компоновку источника ультразвука для получения ультразвуковых сигналов для звукового перемешивания, например, ультразвуковых сигналов в интервале от 20 кГц до 300 кГц для звукового перемешивания. Стадия
15 разрыва может включать обеспечение ультразвукового сигнала, выбранного при резонансной частоте шариков, для отделения минеральных частиц от синтетических шариков.

Синтетические шарики, несущие минеральные частицы, можно получить вместе со смесью, имеющей первое значение рН, и стадия разрыва может включать осуществление
20 контакта синтетических шариков, несущих минеральные частицы, со средой, имеющей второе значение рН, более низкое, чем первое значение рН, включая случаи, когда второе значение рН составляет от 0 до 7.

Стадия разрыва может включать механическое осуществление движения синтетических шариков по отношению к друг другу, включая установку вращательных
25 средств или устройства для перемешивания синтетических шариков.

Синтетические шарики можно изготовить из полимера, имеющего некоторую температуру стеклования, и вторая температура может быть по существу равной или выше этой температуры стеклования.

Часть синтетических шариков, несущих минеральные частицы, можно изготовить
30 из магнитного материала и стадия разрыва может включать установку магнитной мешалки для перемешивания синтетических шариков.

Синтетические шарики, несущие минеральные частицы, можно получить вместе со смесью, причем указанный разрыв включает выбор двух или более из следующих технологий разрыва: 1) понижение значения рН смеси, 2) применение к смеси
35 ультразвука, 3) повышение температуры смеси и 4) механическое перемешивание смеси. Выбранные технологии разрыва можно использовать для смеси одновременно или последовательно.

Во всех этих воплощениях множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного
40 средства сбора, описанного в данном документе.

Устройство, раскрытое в устройстве родительской заявки В качестве дополнительного примера, согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму устройства, содержащего перерабатывающее устройство, выполненное для приема множества синтетических шариков, несущих минеральные частицы, причем
45 каждый из синтетических шариков содержит поверхность и множество молекул, присоединенных к поверхности, молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания или присоединения одной или более минеральных частиц к молекулам, вызывая присоединение минеральных частиц к синтетическим

шарикам, и высвобождающее устройство, выполненное для разрыва химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы с синтетических шариков. В этой установке множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Устройство также может включать один или более из следующих признаков.

Высвобождающее устройство можно выполнить для практической реализации одного или более из изложенных в данном документе признаков.

Настоящее изобретение может принимать форму устройства, содержащего камеру обработки для приема множества синтетических шариков, несущих минеральные частицы, причем каждая из синтетических шариков содержит поверхность и множество молекул, присоединенных к поверхности, молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания или присоединения одной или более минеральных частиц к молекулам, вызывая присоединение минеральных частиц к синтетическим шарикам; синтетические шарики, несущие минеральные частицы, полученные в смеси, имеющей некоторое значение рН; и регулятор, выполненный для высвобождения кислого материала для понижения значения рН смеси.

Настоящее изобретение может принимать форму устройства, содержащего камеру обработки для приема множества синтетических шариков, несущих минеральные частицы, причем каждый из синтетических шариков содержит поверхность и множество молекул, присоединенных к поверхности, молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания или присоединения одной или более минеральных частиц к молекулам, вызывая присоединение минеральных частиц к синтетическим шарикам; синтетические шарики, несущие минеральные частицы, полученные в смеси, имеющей некоторое физическое состояние; и источник звука, выполненный для применения ультразвуковых волн к смеси.

Фактически, в настоящем изобретении предложены технологии отделения минералов с использованием синтетических шариков или пузырьков, включая технологии на основе размеров, масс, плотности и магнитных свойств полимерных пузырьков или шариков. Термин «полимер» в данном техническом описании означает большую молекулу, изготовленную из связанных друг с другом множества звеньев одинаковой или похожей структуры.

Настоящее изобретение может состоять из замены воздушных пузырьков во флотационной камере, которые до настоящего времени используют в предшествующем уровне техники, материалом аналогичной плотности, который имеет полностью регулируемые размерные характеристики. Путем регулирования размера и скорости закачивания можно достичь очень точного поверхностного потока. Этот тип регулирования должен обеспечить настройку или выбор размера шарика или пузырька к размеру представляющих интерес частиц, чтобы лучше отделять ценный или требуемый материал от нежелательного материала в смеси. Дополнительно, подъемную силу пузырька или шарика можно выбрать для обеспечения требуемой скорости подъема во флотационной камере для оптимизации притягивания и присоединения представляющих интерес минеральных частиц. Например, материал или средство может быть полимерным или выполненным на основе полимера пузырьком или шариком. Эти полимерные или выполненные на основе полимера пузырьки или шарики являются очень недорогими для производства и имеют очень низкую плотность. Они ведут себя очень похоже на пузырьки, но не схлопываются.

Так как этот подъемный размер средства не зависит от химикатов во флотационной

камере, химикаты можно подбирать для оптимизации гидрофобности. Отсутствует необходимость в ухудшении характеристики пенообразователя для того, чтобы образовать пузырьки требуемого размера. Регулируемое распределение размеров средства можно подобрать для максимального извлечения различных сырьевых основ при флотации, по мере того как изменяется качество руды.

5 Может существовать смесь как воздуха, так и шариков или пузырьков малой массы. Шарик или пузырьки малой массы можно использовать для подъема ценного материала, а воздух можно использовать для создания требуемого пенного слоя, чтобы достичь требуемого сорта материала.

10 Химию шариков или пузырьков также разрабатывают для максимизации сил присоединения шариков или пузырьков малой массы и ценного материала.

Также разработан способ извлечения шариков для обеспечения повторного использования шариков или пузырьков малой массы в способе с замкнутым контуром. Этот способ может состоять из установки для промывки, в которой ценный минерал механически, химически, термически или электромагнитно удаляют с шариков или пузырьков малой массы. В частности, способ удаления можно выполнять путем регулирования значения рН средства, в котором внедрены обогащенные полимерные шарики или пузырьки, регулирования температуры средства, применения к средству механического или звукового перемешивания, освещения обогащенных полимерных шариков светом в определенном интервале частот или применения электромагнитных волн к обогащенным полимерным шарикам, чтобы ослабить или разрушить связи между ценным материалом и поверхностью полимерных шариков или пузырьков.

Во всех этих воплощениях множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Способ отделения или перерабатывающее устройство, раскрытое в родительской заявке Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения, и в качестве примера, в способе отделения можно использовать существующее оборудование горнодобывающей промышленности, включая традиционные колонные камеры и концентраторы. Синтетические пузырьки или шарики малой массы можно обеспечить, например, в середине колонны. Эта традиционная колонна или камера имеет окружающую среду, которая способствует высвобождению минеральных частиц. Минеральные частицы падают на дно, а синтетические пузырьки или шарики всплывают или направляются к поверхности. Синтетические пузырьки или шарики можно регенерировать и затем отправлять обратно через процесс, происходящий в первой традиционной колонне или камере. Для регенерации технологической воды на обеих стадиях способа можно использовать концентраторы. В этом воплощении множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

40 Флотационное извлечение крупных частиц руды при горных работах, раскрытое в родительской заявке

Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение можно использовать для флотационного извлечения крупных частиц руды при горных работах.

Например, замысел может принимать форму создания синтетических шариков или пузырьков малой массы при флотационном извлечении для подъема частиц, например, более 150 мкм, к поверхности во флотационной камере или колонне.

Основная идея состоит в создании оболочки или «полупористого» структурированного шарика или пузырька заранее заданного размера и его

использовании в качестве «специализированного воздушного пузырька» для улучшения флотационного извлечения, например, крупных частиц руды при горных работах.

Флотационное извлечение можно реализовывать в множестве стадий, например, когда первая стадия работает хорошо при извлечении измельченной руды правильного размера (< 150 мкм), однако частицы руды, которые являются слишком малыми или слишком большими, проходят на следующие стадии и их труднее извлечь.

Настоящее изобретение включает создание «пузырьков» и конструирование их для выноса руды к поверхности с использованием, например, полимерной оболочки или структуры, химически активированной надлежащим образом для притягивания или присоединения к руде.

В зависимости от способа «конструирования» пузырьков, на поверхности или вблизи нее оболочка должна растворяться (активированная по времени) и высвобождать вещество, которое дополнительно способствует пенообразованию.

В этих воплощениях множество синтетических шариков может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Полимерные блоки, содержащие заключенный в них воздух или легкий материал Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму синтетических флотационных пузырьков с использованием такой идеи, как заключение воздушных пузырьков в полимерные блоки, которые разработаны для притягивания или присоединения богатой минералами руды к их поверхности и затем всплывания в верхнюю часть флотационного бака. Также в полимерные блоки можно включить легкий материал, такой как пенополистирол, для содействия подъемной силе.

Выгоды этого подхода включают тот факт, что «специализированные пузырьки» в полимере могут обеспечить намного больший интервал зерен руды, поднимаемых на поверхность, следовательно, улучшая эффективность извлечения.

Согласно некоторым воплощениям оптимальные по размерам полимерные блоки с высоким процентным содержанием воздуха можно получить с подходящими химикатами-коллекторами, также заключенными в полимер.

Если блоки находятся, например, в смеси, такой как жидкая масса (суспензия пульпы), химикаты-коллекторы могут высвободиться для начального притягивания или присоединения частиц богатой минералами руды и затем подъема на поверхность.

Например, в этих воплощениях полимерный блок, включая пенополистирол, может включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Устройство в форме камеры или колонны, раскрытое в родительской заявке

Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму устройства, содержащего камеру или колонну, выполненную для приема смеси текучей среды (например, воды), ценного материала и нежелательного материала, приема синтетических пузырьков или шариков, созданных всплывающими при погружении в смесь и функционализированных для регулирования химии процесса, осуществляемого в камере или колонне, и обеспечения обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал.

Синтетические пузырьки или шарики можно изготовить из полимера или материала на основе полимера, или диоксида кремния или материала на основе диоксида кремния, или стекла или материала на основе стекла.

Камера или колонна может принимать форму флотационной камеры или колонны, и синтетические пузырьки или шарики можно функционализировать для присоединения

ценного материала в смеси, которая составляет часть процесса флотационного разделения, осуществляемого во флотационной камере или колонне.

Синтетические пузырьки или шарики можно функционализировать для высвобождения химиката для регулирования химии процесса флотационного разделения.

5 Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить с прочными внешними оболочками, функционализированными химикатом для присоединения ценного материала в смеси. Альтернативно, синтетические пузырьки или шарики могут содержать химикат, который можно высвободить для присоединения ценного материала в смеси.

10 Синтетические пузырьки или шарики можно создавать с прочными внешними оболочками, выполненными для содержания газа, включая воздух, так чтобы увеличить подъемную силу при погружении в смесь. Альтернативно, синтетические пузырьки или шарики можно изготовить из материала низкой плотности, так чтобы они всплывали при погружении в смесь, включая синтетические пузырьки, выполненные в виде твердого тела без внутренней полости.

15 Синтетические пузырьки или шарики могут содержать множество полых объектов, тел, элементов или структур, каждая из которых выполнена с соответствующей полостью, незаполненным пространством или отверстием для захватывания и удержания пузырька внутри. Полые объекты, тела, элементы или структуры могут включать полые цилиндры, или сферы, или шаровидные полости, или капиллярные трубки, или некоторое
20 их сочетание. Каждый полый объект, тело, элемент или структуру можно выполнить с таким размером, чтобы он не поглощал жидкость, включая воду, включая случаи, когда размер находится в интервале примерно 20-30 мкм. Множество полых объектов, тел, элементов или структур можно выполнить с химикатами, применяемыми для предотвращения миграции жидкости в соответствующие полости, включая случаи,
25 когда химикаты являются гидрофобными химикатами. Синтетические пузырьки или шарики, изготовленные из диоксида кремния или материала на основе диоксида кремния, или стекла или материала на основе стекла, могут принимать форму полых стеклянных цилиндров, изготовленных с использованием способа вытягивания и разрезания.

Объем охраны изобретения не ограничен размером или формой синтетических шариков или пузырьков, так чтобы повысить их подъем или опускание в смеси.

30 Объем охраны изобретения также включает другие типы или виды способов конструирования и функционализации синтетических пузырьков или шариков, либо известных в настоящее время, либо разработанных позднее в будущем, для выполнения вышеупомянутой функциональной возможности всплывания при погружении в смесь
35 и для присоединения ценного материала в смеси.

Смесь может принимать форму жидкой массы, содержащей, например, воду и представляющий интерес ценный материал.

В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного
40 средства сбора, описанного в данном документе.

Способ для применения во флотационном разделительном устройстве, раскрытом в родительской заявке

Настоящее изобретение также может принимать форму способа, например, для применения во флотационном разделительном устройстве, содержащем флотационную
45 камеру или колонну. Способ может включать стадии приема во флотационной камере или колонне смеси текучей среды и ценного материала; приема во флотационной камере или колонне синтетических пузырьков или шариков, созданных всплывающими при погружении в смесь и функционализированных для присоединения ценного материала в

смеси; и извлечения из флотационной камеры или колонны обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал. При практической реализации способ может включать не противоречащие ему один или более признаков, изложенных в данном документе.

5 В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Устройство в форме флотационного разделительного устройства, раскрытое в родительской заявке

10 Согласно некоторым воплощениям настоящее изобретение может принимать форму устройства, такого как флотационное разделительное устройство, включающее флотационную камеру или колонну, выполненную для приема смеси воды, ценного материала и нежелательного материала, приема полимера или материалов на основе полимера, включая полимер или полимерные пузырьки или шарики, выполненные для
15 присоединения к ценному материалу в смеси, и получения обогащенных полимера или материалов на основе полимера, включая обогащенные полимерные или на основе полимера пузырьки или шарики, содержащие присоединенный к ним ценный материал. Согласно некоторым воплощениям, полимер или материал на основе полимера может быть выполнен с потоком в поверхностной зоне путем регулирования некоторого
20 сочетания размера полимера или материала на основе полимера и/или скорости закачивания, с которой смесь принимают во флотационной камере или колонне; или полимер или материал на основе полимера можно выполнить с низкой плотностью, так чтобы он вел себя подобно пузырькам воздуха; или полимер или материал на основе полимера можно выполнить с регулируемым распределением размеров средства,
25 которое можно подобрать для максимизации извлечения различных сырьевых основ для флотации, по мере того, как качество ценного материала изменяется, включая изменение качества руды; или в некотором их сочетании.

Настоящее изобретение может принимать форму устройства для применения в процессе разделения или для формирования части процесса разделения, практически
30 реализуемого в технологии разделения перерабатывающего устройства, причем устройство содержит синтетические пузырьки или шарики, выполненные с полимером или материалом на основе полимера, функционализированным для присоединения ценного материала в смеси, так чтобы образовать обогащенные синтетические пузырьки или шарики, содержащие присоединенный к ним ценный материал, а также выполненные
35 для отделения от смеси на основе по меньшей мере частичного различия физических свойств между обогащенными синтетическими пузырьками или шариками, содержащими присоединенный к ним ценный материал, и смесью.

Способ разделения можно применить на практике в технологии разделения перерабатывающего устройства, в которой объединяют синтетические пузырьки или
40 шарики и смесь и в которой получают обогащенные синтетические пузырьки или шарики, содержащие присоединенный к ним ценный материал, которые отделяют от смеси на основе по меньшей мере частичного различия физических свойств между обогащенными синтетическими пузырьками или шариками, содержащими присоединенный к ним ценный материал, и смесью.

45 В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Разделение на основе размеров, раскрытое в родительской заявке Способ разделения

можно реализовать на практике, используя разделение на основе размеров, в котором синтетические пузырьки или шарики можно выполнить отделяемыми от смеси по меньшей мере частично на основе разницы размера обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал, и размера нежелательного материала в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить либо так, что размер синтетических пузырьков или шариков больше максимального размера частиц измельченной руды в смеси, либо так, что размер синтетических пузырьков или шариков меньше минимального размера частиц измельченной руды в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить в виде твердых полимерных пузырьков или шариков.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить с материалом сердцевины из песка, диоксида кремния или другого подходящего материала, а также выполнить с полимерной оболочкой.

В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Разделение на основе массы, раскрытое в родительской заявке

Способ разделения можно реализовать на практике, используя разделение на основе массы, в котором синтетические пузырьки или шарики выполнены отделяемыми от смеси по меньшей мере частично на основе разницы массы обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал, и массы нежелательного материала в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить так, что масса синтетических пузырьков или шариков больше максимальной массы частиц измельченной руды в смеси, или так, что масса синтетических пузырьков или шариков меньше минимальной массы частиц измельченной руды в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить в виде твердых полимерных пузырьков или шариков.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить с материалом сердцевины из магнетита, воздуха или другого подходящего материала, а также выполнить с полимерной оболочкой.

В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Магнитное разделение

Способ разделения можно реализовать на практике, используя магнитное разделение, в котором синтетические пузырьки или шарики можно выполнить отделяемыми от смеси по меньшей мере частично на основе отличия пара-, ферри-, ферромагнетизма обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал, от пара-, ферри-, ферро-магнетизма нежелательного материала в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить так, что пара-, ферри-, ферромагнетизм синтетических пузырьков или шариков больше пара-, ферри-, ферромагнетизма частиц нежелательной измельченной руды в смеси.

Синтетические пузырьки или шарики можно выполнить с ферромагнитной или ферримагнитной сердцевиной, которая притягивается к парамагнитным поверхностям, а также выполнить с полимерной оболочкой.

В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Разделение на основе плотности, раскрытое в родительской заявке Способ разделения можно реализовать на практике, используя разделение на основе плотности, в котором синтетические пузырьки или шарики можно выполнить отделяемыми от смеси по меньшей мере частично на основе различия плотности обогащенных синтетических пузырьков или шариков, содержащих присоединенный к ним ценный материал, и плотности смеси, что согласуется с тем, что раскрыто в заявке PCT/US12/39528 (номер патентного реестра 712-002.356-1), озаглавленной «Флотационное разделение с использованием синтетических пузырьков и шариков малой массы», поданной 25 мая 10 2012, которая этим включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

В этих воплощениях синтетические пузырьки или шарики могут включать специализированное средство сбора или принимать форму специализированного средства сбора, описанного в данном документе.

Краткое описание чертежей Что касается чертежей, которые не обязательно вычерчены в масштабе, вышеизложенные и другие признаки и преимущества настоящего изобретения станут более полно понятны из следующего подробного описания иллюстративных воплощений, взятых в сочетании с приложенными чертежами, на 20 которых подобные элементы пронумерованы подобным образом.

Фиг. 1 является диаграммой флотационной системы, способа или устройства согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 2 является диаграммой флотационной камеры или колонны, которую можно использовать вместо флотационной камеры или колонны, которые образуют часть флотационной системы, способа или устройства, показанных на Фиг. 1, согласно 25 некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 3а показан обобщенный синтетический шарик, который может быть шариком или пузырьком на основе размера, полимерным шариком и пузырьком на основе массы и магнитным шариком и пузырьком согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 3b показана увеличенная часть синтетического шарика, показывающая молекулу или молекулярный сегмент для присоединения функциональной группы к поверхности синтетического шарика согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 4а показан синтетический шарик, имеющий корпус, изготовленный из синтетического материала, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 4b показан синтетический шарик с синтетической оболочкой согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 4c показан синтетический шарик с синтетическим покрытием согласно 40 некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 4d показан синтетический шарик, принимающий форму пористого блока, пористого материала или пеноматериала согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 5а показана поверхность синтетического шарика с канавками и/или стержнями согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 5b показана поверхность синтетического шарика с зубцами и/или отверстиями согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 5c показана поверхность синтетического шарика с уложенными в стопку

шариками согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 5d показана поверхность синтетического шарика с волосоподобными физическими структурами согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

5 Фиг. 6 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал термически удаляют из полимерных пузырьков или шариков, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 7 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал удаляют из полимерных пузырьков или шариков с помощью звука, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

10 Фиг. 8 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал химически удаляют из полимерных пузырьков или шариков, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 9 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал электромагнитно удаляют из полимерных пузырьков или шариков, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

15 Фиг. 10 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал механически удаляют из полимерных пузырьков или шариков, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 11 является диаграммой перерабатывающего устройства для извлечения шариков, в котором ценный материал удаляют из полимерных пузырьков или шариков в две или более стадии, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 12 является диаграммой устройства с использованием противотока для отделения минералов согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

25 На Фиг. 13а показан обобщенный синтетический шарик, функционализированный так, чтобы он был гидрофобным, где шарик может быть шариком или пузырьком на основе размера, полимерным шариком и пузырьком на основе массы и магнитным шариком и пузырьком согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

30 На Фиг. 13b показана увеличенная часть гидрофобного синтетического шарика, показывающая смачиваемую минеральную частицу, присоединенную к гидрофобной поверхности синтетического шарика.

На Фиг. 13c показана увеличенная часть гидрофобного синтетического шарика, показывающая гидрофобную неминеральную частицу, присоединенную к гидрофобной поверхности синтетического шарика.

35 На Фиг. 14а показана минеральная частица, одновременно присоединенная к множеству намного более мелких синтетических шариков.

На Фиг. 14b показана минеральная частица, одновременно присоединенная к множеству немного больших синтетических шариков.

На Фиг. 15а показана смачиваемая минеральная частица, одновременно присоединенная к множеству намного более мелких синтетических шариков.

40 На Фиг. 15b показана смачиваемая минеральная частица, одновременно присоединенная к множеству немного больших синтетических шариков.

На Фиг. 16а и 16b показаны некоторые воплощения настоящего изобретения, в которых синтетические шарики или пузырьки содержат одну часть, функционализированную для сбора молекул, и другую часть, функционализированную так, чтобы она была гидрофобной.

На Фиг. 17а показаны средства сбора, принимающие форму пеноматериала кубической формы с открытыми порами.

На Фиг. 17b показан фильтр согласно некоторым воплощениям настоящего

изобретения.

На Фиг. 17c показано сечение мембраны или транспортировочной ленты согласно одному воплощению настоящего изобретения.

5 На Фиг. 17d показано сечение мембраны или транспортировочной ленты согласно другому воплощению настоящего изобретения.

На Фиг. 18 показано разделительное перерабатывающее устройство, выполненное со смонтированной в нем транспортировочной лентой, покрытой функционализированным полимером, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

10 На Фиг. 19 показано разделительное перерабатывающее устройство, выполненное со смонтированным в нем фильтром в сборе, покрытым функционализированным полимером, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

На Фиг. 20 показана прямоочная барабанная (вращающаяся) камера, выполненная для повышения контакта между средствами сбора и минеральными частицами в суспензии согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

15 На Фиг. 21 показана противочная барабанная камера, выполненная для повышения контакта между средствами сбора и минеральными частицами в суспензии согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения.

Фиг. 22 является изображением, на котором показан сетчатый пеноматериал с медным минералом, захваченным во всей структуре.

20 Подробное описание изобретения Частично продолжающаяся заявка Частично продолжающаяся заявка включает Фиг. 1-22, например, включая Фиг. 1-16b, показывающие объект изобретения ранее поданной патентной заявки, и Фиг. 17a-22, показывающие объект изобретения, который образует основу этой частично продолжающейся заявки.

25 В этой частично продолжающейся заявке подробно описаны и разработаны в дополнительных подробностях различные разработки, относящиеся к применению специализированных средств сбора в форме пеноматериала, пенополистирола и т.п. в связи с Фиг. 17a - 22, которые описаны как указано далее.

Фиг. 17a - 17d

30 Как описано выше в связи с Фиг. 4b, синтетический шарик 70 может быть пористым блоком или принимать форму пористого материала или пеноматериала с множеством отдельных заполненных газом камер. Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения пеноматериал или пористый материал может принимать форму фильтра, мембраны или транспортировочной ленты, как описано в заявке РСТ/US12/39534 (номер патентного реестра 712-002.359-1), озаглавленной «Разделение минералов с
35 использованием функционализированных мембран», поданной 21 мая 2012 г., которая этим включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте. Поэтому описанные в данном документе синтетические шарики обобщены как специализированные средства сбора. Аналогично, пористый материал, пеноматериал или губку можно обобщить как
40 материал с трехмерной структурой с открытыми порами, пеноматериал с открытыми порами или сетчатый пеноматериал, который можно изготовить из мягких полимеров, твердых пластиков, керамики, углеродных волокон, стекла и/или металлов, и он может включать гидрофобный химикат, содержащий молекулы для притягивания и
45 присоединения минеральных частиц к поверхностям специализированных средств сбора.

Пеноматериал с открытыми порами или сетчатый пеноматериал обеспечивает преимущество по сравнению с материалами с неоткрытыми порами из-за наличия более высокого отношения площади поверхности к объему. Применение

функционализованного полимерного покрытия, которое способствует присоединению минерала к «сети» пеноматериала, обеспечивает более высокие скорости извлечения минералов, а также улучшает извлечение менее выделяемого минерала по сравнению с традиционным способом. Например, открытые поры в блоке специализированного пеноматериала обеспечивают проход текучей среды и частиц меньше размера пор, однако захватывают минеральные частицы, которые приходят в контакт с функционализированным полимерным покрытием на открытых порах. Это также обеспечивает выбор размера пор, зависящего от свойств суспензии и применения.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения специализированные средства сбора принимают форму пеноматериала/структуры с открытыми порами в виде параллелепипеда или куба 70a, как показано на Фиг. 17a. В зависимости от материала, который используют для изготовления средств сбора, относительная плотность средств сбора может быть меньше, равной или больше относительной плотности суспензии. Таким образом, когда средства сбора смешивают с суспензией для извлечения минералов, преимущественно использовать вращающиеся камеры, как показано на Фиг. 20 и 21. Эти вращающиеся камеры были описаны в заявке PCT/US16US/68843 (номер патентного реестра 712-002.427-1/CCS-0157), озаглавленной «извлечение минералов с формой вращающейся камеры с использованием специализированных средств», поданной 28 декабря 2016 г., по которой испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 62/272026, поданной 28 декабря 2015 г., которые обе включены путем ссылки в данный документ во всей их полноте.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения специализированные средства сбора могут принимать форму фильтра 70b с трехмерной структурой с открытыми порами, как показано на Фиг. 17b. Фильтр 70b можно использовать в фильтре в сборе, как показано, например, на Фиг. 19.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения специализированные средства сбора могут принимать форму мембраны 70c, сечение которой показано на Фиг. 17c. Как видно на Фиг. 17c, мембрана 70c может содержать слой пеноматериала с открытыми порами, присоединенный к подложке или основанию. Подложку можно изготовить из материала, который является менее пористым, чем слой пеноматериала с открытыми порами. Например, подложка может быть листом гибкого полимера для повышения долговечности мембраны. Мембрану 70c можно использовать в качестве транспортировочной ленты, как показано, например, на Фиг. 18.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения специализированные средства сбора могут принимать форму мембраны 70d, сечение которой показано на Фиг. 17d. Как видно на Фиг. 17d, мембрана 70d может содержать два слоя пеноматериала с открытыми порами, присоединенные к двум сторонам подложки или основы. Подложку можно изготовить из материала, который является менее пористым, чем слой пеноматериала с открытыми порами. Мембрану 70d также можно использовать в качестве транспортировочной ленты, как показано, например, на Фиг. 18.

В различных воплощениях настоящего изобретения показанные на Фиг. 17a - 17d специализированные средства сбора могут включать твердофазное тело или принимать форму твердофазного тела, выполненного с трехмерной структурой с открытыми порами для обеспечения множества поверхностей сбора, и можно выполнить покрытие для обеспечения на поверхностях сбора множества молекул, содержащих функциональную группу, имеющую химическую связь для присоединения одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, что вызывает присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения структура или пеноматериал с открытыми порами могут включать присоединенное к ним покрытие для обеспечения множества молекул для притягивания минеральных частиц, причем покрытие содержит гидрофобный химикат, выбранный из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана) и фторалкилсилана или того, что обычно известно как чувствительные к давлению клеи с низкой поверхностной энергией.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения твердофазное тело можно изготовить из материала, выбранного из полиуретана, сложнополиэфироуретана, полиэфироуретана, усиленных уретанов, покрытого ПВХ полиуретана, силикона, полихлоропрена, полиизоцианурата, полистирола, полиолефина, поливинилхлорида, эпоксидной смолы, латекса, фторполимера, полипропилена, фенольной смолы, ЭПДК (этилен-пропилен-диеновый каучук) и нитрила.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения твердофазное тело может содержать покрытие или слой, например, который можно модифицировать усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями адгезии, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или гидрофобным диоксидом кремния.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения твердофазное тело может содержать покрытие или слой, например, изготовленный из материала, выбранного из акриловых соединений, бутилкаучука, этиленвинилацетата, натурального каучука, нитрилов, блок-сополимеров стирола с этиленом, пропиленом и изопреном, полиуретанов и поливинилэфиров.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения между твердофазным телом и покрытием можно обеспечить клеящее вещество, так чтобы способствовать адгезии между твердофазным телом и покрытием.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения твердофазное тело можно изготовить из пластика, керамики, углеродного волокна или металла.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения трехмерная структура с открытыми порами может содержать от 10 до 200 пор на дюйм (от 4 до 80 пор на см).

В некоторых воплощениях настоящего изобретения специализированные средства сбора можно заключить в оболочку из клетчатой структуры, которая обеспечивает прохождение содержащей минералы суспензии через клетчатую структуру, так чтобы облегчить контакт между минеральными частицами в суспензии и специализированными средствами сбора.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения клетчатые структуры или фильтры, несущие минеральные частицы, можно удалить из перерабатывающего устройства, так что из них можно извлечь минеральные частицы, очистить и повторно использовать.

Фиг. 18. Покрытая функционализированным полимером транспортировочная лента. Например, на Фиг. 18 показано настоящее изобретение в форме машины, установки, системы или устройства 400, например, для отделения ценного материала от нежелательного материала в смеси 401, такой как жидкая масса (суспензия), с использованием первого перерабатывающего устройства 402 и второго перерабатывающего устройства 404. Первое перерабатывающее устройство 402 и второе перерабатывающее устройство 404 можно выполнить с покрытым функционализированным полимером элементом, который показан, например, в виде покрытой функционализированным полимером транспортировочной ленты 420, которая

движется между первым перерабатывающим устройством 402 и вторым перерабатывающим устройством 404, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения. Стрелки А1, А2, А3 показывают движение покрытой функционализированным полимером транспортировочной ленты 420. Технические средства, включая моторы, шестеренчатый привод и т.п. для движения транспортировочной ленты, подобной элементу 420, между двумя перерабатывающими устройствами, подобными элементам 402 и 404, известны в уровне техники, и объем защиты изобретения не ограничен любым конкретным их типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позже в будущем.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения покрытая функционализированным полимером транспортировочная лента 420 может содержать слоистую структуру, как показано на Фиг. 17 с или 17d.

Первое перерабатывающее устройство 402 может принимать форму первой камеры, бака, ячейки или колонны, которая содержит присоединяющую среду, в общем обозначенную 406. Первую камеру, бак или колонну 402 можно выполнить для приема смеси или жидкой массы 401 в форме текучей среды (например, воды), ценного материала и нежелательного материала в присоединяющую окружающую среду 406, например, которая имеет высокий рН, подходящий для присоединения ценного материала. Второе перерабатывающее устройство 404 может иметь форму второй камеры, бака, ячейки или колонны, которая содержит высвобождающую среду, в общем обозначенную 408. Вторую камеру, бак, ячейку или колонну 404 можно выполнить для приема, например, воды 422 в высвобождающую среду 408, например, которая может иметь низкий рН или получать ультразвуковые волны, что подходит для высвобождения ценного материала. Альтернативно, можно использовать поверхностно-активное вещество в высвобождающей среде 408 для отсоединения ценного материала от транспортировочной ленты 420, например при механическом перемешивании или звуковом перемешивании. Звукового перемешивания можно достичь с помощью источника звука, такого как источник 164 ультразвуковых волн, как показано на Фиг. 7. Механического перемешивания можно достичь с помощью перемешивающего устройства, такого как мешалка 188, как показано на Фиг. 10, или с помощью щетки (не показана), трущейся о поверхность транспортировочной ленты 420, при этом транспортировочная лента 420 движется через высвобождающую среду.

Во время работы первое перерабатывающее устройство 402 можно выполнить для приема смеси или жидкой массы 401 из воды, ценного материала и нежелательного материала и покрытой функционализированным полимером транспортировочной ленты 420, которую можно выполнить для присоединения ценного материала в присоединяющей среде 406. На Фиг. 18, как понятно, лента 420 выполнена и функционализирована полимерным покрытием для присоединения ценного материала в присоединяющей среде 406.

Первое перерабатывающее устройство 402 также можно выполнить для обеспечения отвода из трубопровода 441, например, отходов 442, как показано на Фиг. 18. Второе перерабатывающее устройство 404 также можно выполнить для обеспечения ценного материала, который высвобождают из обогащенного покрытого функционализированным полимером элемента в высвобождающей среде 408. Например, на Фиг. 18 второе перерабатывающее устройство 404 показано выполненным для обеспечения отвода через трубопровод 461 ценного материала в форме концентрата 462.

Фиг. 19. Покрытый функционализированным полимером фильтр В качестве примера на Фиг. 19 показано настоящее изобретение в форме машины, установки, системы или

устройства 500, например, для отделения ценного материала от нежелательного материала в смеси 501, такой как жидкая масса, с использованием первого перерабатывающего устройства 502, 502' и второго перерабатывающего устройства 504, 504'. Первое перерабатывающее устройство 502 и второе перерабатывающее устройство 504 можно выполнить для обработки покрытого функционализированным полимером элемента, который показан, например, как покрытый функционализированным полимером сборный фильтр 520, выполненный для движения между первым перерабатывающим устройством 502 и вторым перерабатывающим устройством 504', как показано на Фиг. 19 в виде части периодического способа, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения. На Фиг. 19, и в качестве примера, периодический способ показан как имеющий два первых перерабатывающих устройства 502, 502' и вторых перерабатывающих устройства 504, 504', хотя объем защиты изобретения не ограничен числом первых или вторых перерабатывающих устройств. Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения покрытый функционализированным полимером сборный фильтр 520 может принимать форму специализированных средств сбора, имеющих структуру с открытыми порами, или изготовленных из блоков пеноматериала, как показано на Фиг. 17b. Стрелка В1 указывает движение покрытого функционализированным полимером фильтра 520 от первого перерабатывающего устройства 502, и стрелка В2 указывает движение покрытого функционализированным полимером сборного фильтра 520 во второе перерабатывающее устройство 504. Технические средства, включая моторы, шестеренчатый привод и т.п. для движения фильтра, подобного элементу 520, от одного перерабатывающего устройства к другому перерабатывающему устройству, подобным элементам 502 и 504, известны в уровне техники, и объем защиты изобретения не ограничен любым их конкретным типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позднее в будущем.

Первое перерабатывающее устройство 502 может принимать форму первой камеры, бака, ячейки или колонны, которая содержит присоединяющую среду, которая имеет высокий рН, подходящий для присоединения ценного материала. Второе перерабатывающее устройство 504 может принимать форму второй камеры, бака, ячейки или колонны, которая содержит высвобождающую среду, которая может иметь низкий рН или получать ультразвуковые волны, что подходит для высвобождения ценного материала. Альтернативно, второе перерабатывающее устройство 504 можно выполнить в виде очистительного бака, в котором используют поверхностно-активное вещество для высвобождения ценного материала из фильтра 522, например, при механическом перемешивании или звуковом перемешивании.

Первое перерабатывающее устройство 502 также можно выполнить для обеспечения отвода из трубопровода 541, например, отходов 542, как показано на Фиг. 19. Второе перерабатывающее устройство 504 можно выполнить для получения текучей среды 522 (например, воды) и обогащенного покрытого функционализированным полимером сборного фильтра 520 для высвобождения ценного материала в высвобождающей среде. Например, на Фиг. 19 второе перерабатывающее устройство 504 показано выполненным для обеспечения отвода через трубопровод 561 ценного материала в форме концентрата 562.

Первое перерабатывающее устройство 502' также можно выполнить с трубопроводом 580 и насосом 280 для рециркулирования отходов 542 обратно в первое перерабатывающее устройство 502'. Объем защиты изобретения также включает второе перерабатывающее устройство 504', выполненное с соответствующим трубопроводом и насосом для рециркулирования концентрата 562 обратно во второе перерабатывающее

устройство 504'.

Фиг. 20 и 21. Барабанные камеры

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения специализированные средства сбора, показанные на Фиг. 17а, можно использовать для извлечения минералов в прямоточной установке, показанной на Фиг. 20. На Фиг. 20 показана прямоточная барабанная камера, выполненная для повышения контакта между специализированными средствами сбора и минеральными частицами в суспензии.

Как видно на Фиг. 20, барабанная камера 600 может содержать контейнер 602, выполненный для удержания смеси, содержащей специализированные средства 70а сбора и жидкую массу или суспензию 677. Суспензия 677 может содержать минеральные частицы (см. Фиг. 3а и 3b). Контейнер 602 может содержать первый вход 614, выполненный для приема специализированных средств 70а сбора, и второй вход, выполненный для приема суспензии 677. На другой стороне контейнера 602 можно обеспечить выход 620 для выгрузки по меньшей мере части смеси 681 из контейнера 602 после того, как обеспечено взаимодействие специализированных средств 70а сбора с минеральными частицами в суспензии 677 в контейнере. Смесь 681 может содержать нагруженные минералами средства или нагруженные минералами средства и рудный остаток или отходы 679. Расположение входов и выхода в контейнере 602, показанное на Фиг. 20, известно как прямоточная конфигурация. Специализированные средства 70а сбора могут содержать поверхности сбора, функционализированные химикатом, содержащим молекулы для притягивания минеральных частиц к поверхности сбора, так чтобы образовывать нагруженные минералами средства. В общем, если относительная плотность специализированных средств 70а сбора меньше чем у суспензии 677, то существенное количество специализированных средств 70а сбора в контейнере 602 может оставаться плавающим поверх суспензии 677. Если относительная плотность средств 70а сбора больше, чем у суспензии 677, то существенное количество специализированных средств 70а сбора может оседать на дно контейнера 602. Как таковое, взаимодействие между специализированными средствами 70а сбора и минеральными частицами в суспензии 677 может быть неэффективным для образования нагруженных минералами средств. Чтобы увеличить или повысить контакт между специализированными средствами 70а сбора и минеральными частицами в суспензии 677, можно обеспечить поворот контейнера 602, например так, что по меньшей мере можно обеспечить взаимодействие некоторой части смеси в верхней части контейнера с по меньшей мере некоторой частью смеси в нижней части контейнера 602. После выгрузки из контейнера 602, смесь 681, содержащую нагруженные минералами средства и рудные остатки, можно обработать с помощью разделяющего устройства, такого как сито, так что можно разделить нагруженные минералами среды и рудный остаток. Контейнер 602 может быть горизонтальной трубой или цилиндрическим барабаном, выполненным с возможностью вращения, указанного позицией на чертеже 610, например, вдоль горизонтальной оси.

На Фиг. 21 показана барабанная камера с противотоком, выполненная для повышения контакта между средствами сбора и минеральными частицами в суспензии, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения. Как видно на Фиг. 21, контейнер 602 барабанной камеры 600' содержит первый вход 614, второй вход 618, первый выход 622 и второй выход 624. Первый вход 614 можно расположить для приема специализированных средств 70а сбора, и второй выход 624 расположен для выгрузки рудного остатка 679. Вторым входом 618 можно расположить для приема суспензии 677, и первый выход 622 расположен для выгрузки нагруженных минералами средств 670.

Расположение входов и выходов в контейнере 602 известно как противоточная конфигурация. В противоточной конфигурации можно использовать внутреннее разделительное устройство, такое как сито, для предотвращения выгрузки нагруженных минералами средств и специализированных средств 70а сбора в контейнере 602 через второй выход 624. По существу, через второй выход 624 выгружают рудный остаток или отходы 679. Путем вращения контейнера 602 вдоль оси вращения 691 можно обеспечить взаимодействие по меньшей мере некоторой части смеси в верхней части контейнера 602 с по меньшей мере некоторой частью смеси в нижней части контейнера 602, так чтобы увеличить или повысить контакт между специализированными средствами 70а сбора и минеральными частицами в суспензии 677.

Трехмерная функционализированная открытая сетчатая структура Площадь поверхности является важным свойством в способе извлечения минералов, потому что она определяет количество массы, которую можно захватить и извлечь. Высокие отношения площади поверхности к объему обеспечивают более высокое извлечение на единицу объема средств, добавленных в ячейку. Как показано на Фиг. 17а - 17d, специализированные средства сбора показаны как имеющие структуру с открытыми порами. Пеноматериал с открытыми порами или сетчатый пеноматериал обеспечивает преимущество по сравнению с другими формами средств, такими как сфера, из-за наличия более высокого отношения площади поверхности к объему. Применение функционализованного полимерного покрытия, которое способствует присоединению минерала к «сети» пеноматериала, обеспечивает более высокие скорости извлечения и улучшенное извлечение менее выделяемого минерала по сравнению с обычным способом. Например, открытые поры обеспечивают проход текучей среды и не притянутых частиц меньше размера пор, однако захватывают несущие минералы частицы, которые приходят в контакт с функционализированным полимерным покрытием. Выбор размера пор зависит от свойств суспензии и применения.

Покрытый пеноматериал можно разрезать на множество форм. Например, покрытую полимером ленту из пеноматериала можно двигать через суспензию для сбора требуемых минералов и затем очищать для удаления собранных требуемых минералов. Очищенную ленту из пеноматериала можно повторно ввести в суспензию. Полоски, блоки и/или листы покрытого пеноматериала различного размера также можно использовать, когда они случайным образом перемешены наряду с суспензией в камере смешивания. Толщину и размер пор пеноматериала можно отрегулировать так, чтобы использовать как фильтр кассетного типа, который можно удалить, очистить от извлеченного минерала и повторно использовать.

Как упоминалось ранее, пеноматериал с открытыми порами или сетчатый пеноматериал при покрытии или пропитывании гидрофобным химикатом обеспечивает преимущество по сравнению с другими формами средств, такими как сфера, из-за наличия более высокого отношения площади поверхности к объему. Площадь поверхности является важным свойством в способе извлечения минералов, потому что она определяет количество массы, которую можно захватить и извлечь. Высокие отношения площади поверхности к объему обеспечивают более высокое извлечение на единицу объема средств, добавленных в ячейку.

Пеноматериал с открытыми порами или сетчатый пеноматериал обеспечивает функционализированные трехмерные открытые сетчатые структуры, имеющие высокую площадь поверхности с обширными внутренними поверхностями и извилистыми проходами, защищенными от истирания и преждевременного высвобождения присоединенных минеральных частиц. Это обеспечивает повышенный сбор и

увеличенную функциональную долговечность. Средства извлечения сферической формы, такие как шарики, а также ленты и фильтры, имеют низкое отношение площади поверхности к объему - эти средства не предоставляют высокой площади поверхности для максимального сбора минерала. Более того, некоторые средства, такие как шарики, ленты и фильтры, могут быть подвержены быстрому разрушению функциональности.

Применение функционализированного полимерного покрытия, которое способствует присоединению минерала к «сети» пеноматериала, обеспечивает более высокие скорости извлечения и улучшенное извлечение менее выделяемого минерала по сравнению с обычным способом. Этот пеноматериал имеет открытые поры, так что он обеспечивает проход текучей среды и не притянутых частиц меньше размера пор, однако захватывает несущие минералы частицы, которые приходят в контакт с функционализированным полимерным покрытием. Выбор размера пор зависит от свойств суспензии и применения.

Трехмерная структура с открытыми порами, оптимизированная для обеспечения гибкой липкой поверхности с низкой энергией, повышает сбор гидрофобных или гидрофобизованных минеральных частиц с широким интервалом размеров частиц. Эта структура может содержать пеноматериал с открытыми порами или принимать форму пеноматериала с открытыми порами, покрытого гибким липким полимером с низкой поверхностной энергией. Пеноматериал может содержать сетчатый полиуретан или принимать форму сетчатого полиуретана или другого соответствующего пеноматериала с открытыми порами, такого как силикон, полихлоропрен, полиизоцианурат, полистирол, полиолефин, поливинилхлорид, эпоксидная смола, латекс, фторполимер, фенольная смола, ЭПДК, нитрил, композиционные пеноматериалы и т.п. Покрытие может быть производным полисилоксана, таким как полидиметилсилоксан, и его можно модифицировать усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями клеящей способности, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, повышающими гидрофобность веществами, такими как гексаметилдисилазан, и/или неорганическими частицами, такими как диоксид кремния или гидрофобный диоксид кремния. Альтернативно, покрытие может содержать материалы или принимать форму материалов, обычно известных как чувствительные к давлению клеи, например, акриловых соединений, бутилкаучука, этиленвинилацетата, натурального каучука, нитрилов, блок-сополимеров стирола с этиленом, пропиленом и изопреном, полиуретанов и поливинилэфиров, при условии, что они составлены так, чтобы быть гибкими и липкими с низкой поверхностной энергией.

Трехмерная структура с открытыми порами может быть покрыта грунтовым покрытием или другой повышающей сцепление добавкой для способствования адгезии внешнего покрытия сбора с лежащей ниже структурой.

Помимо мягких полимерных пеноматериалов, можно использовать другие трехмерные структуры с открытыми порами, такие как твердые пластики, керамика, углеродное волокно и металлы. Примеры включают Incofoam®, Duocel®, металлические и керамические пеноматериалы, произведенные American Elements®, и пористые твердые пластики, такие как полипропилен с сотовой структурой и т.п. Эти структуры необходимо аналогично оптимизировать для обеспечения гибкой липкой поверхности с низкой энергией путем описанного выше покрытия.

Описанные выше трехмерные структуры с открытыми порами могут быть покрыты или они могут непосредственно реагировать с образованием гибкой липкой поверхности с низкой энергией.

Трехмерная структура с открытыми порами сама может образовывать гибкую

липкую поверхность с низкой энергией, например, путем образования такой структуры непосредственно из описанных выше покрывающих полимеров. Это выполняют посредством способов образования полимерных пеноматериалов с открытыми порами, известных в уровне техники.

5 Структура может находиться в форме листов, кубов, сфер или других форм, а также плотностей (описываемых путем пор на дюйм и распределения размера пор) и уровней извилистости, которые оптимизируют доступную поверхность, площадь поверхности, кинетику присоединения/отсоединения минералов и долговечность. Эти структуры можно дополнительно оптимизировать для определенных целевых интервалов размеров
10 минеральных частиц, причем более плотные структуры захватывают частицы меньших размеров. В общем, плотности пор могут составлять от 10 до 200 пор на дюйм (от 4 до 80 пор на см), более предпочтительно от 30 до 90 пор на дюйм (от 12 до 36 пор на см) и наиболее предпочтительно от 30 до 60 пор на дюйм (от 12 до 24 пор на см).

Конкретную форму структуры можно выбрать для оптимальной характеристики
15 для конкретного применения. Например, структуру (например, покрытый пеноматериал) можно разрезать на множество форм. Например, покрытую полимером ленту из пеноматериала можно двигать через суспензию, удаляя требуемый минерал, при этом ее очищают и повторно вводят в суспензию. Полоски, блоки и/или листы покрытого пеноматериала различного размера также можно использовать, когда они случайным
20 образом смешаны наряду с суспензией в смесительной камере. Альтернативно, можно образовать транспортировочную структуру, в которой пеноматериал заключен в клеточную структуру, которая обеспечивает проход содержащей минералы суспензии через клеточную структуру для введения в лежащую ниже структуру пеноматериала, где минерал может реагировать с пеноматериалом и после этого его дополнительно
25 обрабатывают в соответствии с настоящим изобретением. Толщину и размер пор можно изменять для образования подобного кассете фильтра, при этом фильтр удаляют, очищают от извлеченного минерала и повторно используют. Фиг. 22 представляет собой пример сечения покрытого полимером сетчатого пеноматериала, который использовали для извлечения минерала халькопирита (медного колчедана). Минеральные частицы,
30 захваченные из суспензии медной руды, можно наблюдать по всей сети пеноматериала.

Существуют множество характеристик пеноматериала, которые могут быть важными и их также необходимо учитывать, а именно:

Механическая прочность.

В идеале, пеноматериал является долговечным в способе отделения минералов.

35 Например, должен быть предпочтительным срок службы более 30000 циклов в системе установки. Как обсуждалось выше, существует множество структур пеноматериала, которые могут обеспечить требуемую долговечность, включая сложнополиэфироуретаны, полиэфироуретаны, усиленные уретаны, более долговечные формы (сферы и цилиндры), композиционные материалы, подобные покрытому ПВХ
40 полиуретану, и не уретаны. Другие потенциальные кандидаты механически прочного пеноматериала включают пеноматериалы из металла, керамики и углеродного волокна и твердые пористые пластики.

Химическая стойкость.

Способ отделения минералов может включать окружающую среду с высоким рН
45 (вплоть до 12,5), водную и абразивную. Уретаны подвержены гидролитическому разложению, особенно при чрезвычайно высоких значениях рН. Хотя функционализированное полимерное покрытие обеспечивает защиту лежащему ниже пеноматериалу, в идеале система носителя из пеноматериала является стойкой к

химической окружающей среде, в том случае, если она подвергается ее воздействию.

Сцепление с покрытием.

Если поверхностная энергия пеноматериала является слишком низкой, сцепление функционализованного полимерного покрытия с пеноматериалом будет очень затруднительным и он может истираться. Однако, как обсуждалось выше, пеноматериал с низкой поверхностной энергией можно загрузить грунтовкой с высокой энергией до нанесения функционализованного полимерного покрытия для улучшения сцепления покрытия с носителем из пеноматериала. Альтернативно, поверхность носителя из пеноматериала можно химически истереть для обеспечения «точек сцепления» на поверхности для удержания полимерного покрытия, или можно использовать пеноматериал с более высокой поверхностной энергией. Также функционализованное полимерное покрытие можно модифицировать для улучшения его сцепления с пеноматериалом с более низкой поверхностной энергией. Альтернативно, функционализованное полимерное покрытие можно изготовить для ковалентной связи с пеноматериалом.

Площадь поверхности.

Более высокая площадь поверхности предоставляет больше центров для связывания минерала с функционализированным полимерным покрытием, которое нанесено на основу из пеноматериала. Существует согласование между большей площадью поверхности (например, с использованием пеноматериала с малыми порами) и способностью покрытой пеноматериалом структуры захватывать минерал, при этом позволяя пустой породе проходить через нее и не быть захваченной, например, из-за небольшого размера пор, которые должны были бы эффективно улавливать пустую породу. Размер пор выбирают для оптимизации захвата требуемого минерала и минимизации механического увлечения нежелательной пустой породы. Распределение размеров пор.

Диаметр пор должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить удаление пустой породы и минерала, но достаточно малым для предоставления большой площади поверхности. Должно существовать оптимальное распределение диаметров пор для захвата и удаления минеральных частиц конкретного размера.

Извилистость.

Поры, которые представляют собой совершенно прямые цилиндры, имеют очень низкую извилистость. Поры, которые изворачиваются по всему пеноматериалу, имеют «извилистые проходы» и дают пеноматериал с высокой извилистостью. Степень извилистости можно выбрать для оптимизации возможного взаимодействия минеральной частицы с покрытой частью основы из пеноматериала, при этом она не должна быть слишком извилистой, чтобы нежелательная пустая порода не улавливалась основой из пеноматериала.

Функционализированный пеноматериал.

Можно ковалентно связать функциональные химические группы с поверхностью пеноматериала. Это может включать ковалентное связывание функционализованного полимерного покрытия с пеноматериалом или связывание небольших молекул с функциональными группами на поверхности пеноматериала, таким образом делая функциональную возможность сцепления с минералом более долговечной.

Размер пор (число пор на дюйм, ПНД) пеноматериала является важной характеристикой, которую можно эффективно использовать для улучшенного извлечения минералов и/или целевого минерала с конкретным интервалом размеров. По мере того, как ПНД увеличивается, удельная площадь поверхности (УПП)

пеноматериала также увеличивается. Присутствующая в способе высокая УПП увеличивает возможность контакта частиц, что приводит к уменьшению требуемого времени пребывания. Это, в свою очередь, может привести к реакторам меньшего размера. В то же время, пеноматериал с более высоким ПНД действует как фильтр из-за меньшего размера пор и позволяет только частицам меньше пор поступать в его сердцевину. Это обеспечивает способность выявлять, например, мелкие минеральные частицы по сравнению с крупными частицами или открывает возможность смешивания сочетания пеноматериалов с различным ПНД для оптимизации характеристики извлечения по всему распределению конкретных размеров.

Фиг. 1 - 16b патентной заявки 1 Фиг. 1 - 16b патентной заявки описаны следующим образом.

Фиг. 1

В качестве примера, на Фиг. 1 показано настоящее изобретение в форме устройства 10, содержащего флотационную камеру или колонну 12, выполненную для получения смеси текучей среды (например, воды), ценного материала и нежелательного материала, например, жидкой массы 14, получения синтетических пузырьков или шариков 70 (Фиг. 3a - Фиг. 5d), которые специализированы для всплывания при погружении в жидкую массу или смесь 14 и функционализированы для регулирования химии способа, выполняемого во флотационной камере или колонне, включая присоединение к ценному материалу в жидкой массе или смеси 14, и предоставления обогащенных синтетических пузырьков или шариков 18, содержащих присоединенный к ним ценный материал. В этом описании термины «синтетические пузырьки или шарики» и «полимерные пузырьки или шарики» используют взаимозаменяемо. Термины «ценный материал», «ценный минерал» и «минеральная частица» также используют взаимозаменяемо. В качестве примера, синтетические пузырьки или шарики 70 можно изготовить из полимера или материалов на основе полимеров, или диоксида кремния или материалов на основе диоксида кремния, или стекла или материалов на основе стекла, хотя область защиты изобретения включает другие типы или виды материала, либо известные в настоящее время, либо разработанные позднее в будущем. В целях описания одного примера настоящего изобретения, на Фиг. 1 синтетические пузырьки или шарики 70 и обогащенные синтетические пузырьки или шарики 18 показаны как обогащенные полимерные пузырьки или пузырьки на основе полимера, обозначенные 18. Флотационная камера или колонна 12 выполнена с верхней частью или трубопроводом 20 для предоставления обогащенных полимерных пузырьков или пузырьков 18 на основе полимера из флотационной камеры или колонны 12 для дополнительной обработки, соответствующей изложенному в данном документе.

Флотационную камеру или колонну 12 можно выполнить с верхней частью или трубопроводом 22, например, содержащим клапан 22a для получения жидкой массы или смеси 14, а также с нижней частью или трубопроводом 24 для получения синтетических пузырьков или шариков 70. Во время работы подъемная сила синтетических пузырьков или шариков 70 вызывает их всплывание вверх со дна в верхнюю часть флотационной камеры или колонны 12 через жидкую массу или смесь 14 во флотационной камере или колонне 12, так чтобы сталкиваться с водой, ценным материалом и нежелательным материалом в жидкой массе или смеси 14.

Функционализация синтетических пузырьков или шариков 70 вызывает их присоединение к ценному материалу в жидкой массе или смеси 14. Используемый в данном документе термин «функционализация» означает, что свойства материала, изготовленного из синтетических пузырьков или шариков 70, либо выбирают (на основе выбора материала),

либо модифицируют в течение изготовления и производства так, чтобы он был «притягивающим» для ценного материала, так что образуется связь между синтетическими пузырьками или шариками 70 и ценным материалом, так что ценный материал поднимается через камеру или колонну 12 из-за подъемной силы синтетических 5 пузырьков или шариков 70. Например, поверхность синтетических пузырьков или шариков содержит функциональные группы для сбора ценного материала.

Альтернативно, синтетические пузырьки или шарики функционализируют так, чтобы они были гидрофобными для притягивания смачиваемых минеральных частиц, эти минеральные частицы содержат присоединенные к ним коллекторные молекулы. В 10 результате столкновения синтетических пузырьков или шариков 70 и воды, ценного материала и нежелательного материала в жидкой массе или смеси 14 и присоединения синтетических пузырьков или шариков 70 и ценного материала в жидкой массе или смеси 14 обогащенные полимерные пузырьки или пузырьки 18 на основе полимера, содержащие присоединенный к ним ценный материал, всплывают в верхнюю часть 15 флотационной камеры 12 и образуют часть пены, образованной в верхней части флотационной камеры 12. Флотационная камера 12 может содержать верхнюю часть или трубопровод 20, выполненный для предоставления обогащенных полимерных пузырьков или пузырьков 18 на основе полимера, содержащих присоединенный к ним ценный материал, который можно дополнительно обработать в соответствии с тем, 20 что изложено в данном документе. В действительности, обогащенные полимерные пузырьки или пузырьки 18 на основе полимера можно отобрать с верха флотационной камеры 12 или их можно отвести с помощью верхней части или трубопровода 20.

Флотационную камеру или колонну 12 можно выполнить для содержания присоединительной окружающей среды, включая случаи, когда присоединительная 25 среда имеет высокий рН, так чтобы способствовать в ней процессу флотационного извлечения. Процесс флотационного извлечения может включать извлечение частиц руды при горных работах, включая медь. Объем защиты изобретения не ограничен каким-либо конкретным типом или видом способа флотационного извлечения, либо известным в настоящее время, либо разработанным позднее в будущем. Объем защиты 30 изобретения также не ограничен любым конкретным типом или видом представляющего интерес минерала, который может образовывать часть способа флотационного извлечения, либо известного в настоящее время, либо разработанного позднее в будущем.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения синтетические пузырьки 35 или шарики 70 можно выполнить с поверхностным потоком путем регулирования некоторого сочетания размера полимерных пузырьков или пузырьков на основе полимера и/или скорости закачивания, которую жидкая масса или смесь 14 получает во флотационной камере или колонне 12. Синтетические пузырьки или шарики 70 также можно выполнить с низкой плотностью, так чтобы они вели себя подобно пузырькам. 40 Синтетические пузырьки или шарики 70 также можно выполнить с регулируемым распределением размеров средства, которое можно специально подобрать для максимального извлечения различных сырьевых основ при флотации, по мере того, как качество ценного материала изменяется, включая изменения качества руды.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения флотационную камеру 45 или колонну 12 можно выполнить для получения синтетических пузырьков или шариков 70 вместе с воздухом, где воздух используют для создания требуемого слоя пены в смеси во флотационной камере или колонне 12, чтобы достичь требуемого сорта ценного материала. Синтетические пузырьки или шарики 70 можно выполнить для подъема

ценного материала к поверхности смеси во флотационной камере или колонне.

Концентратор 28

Устройство 10 также может содержать трубопровод 26, содержащий клапан 26а, для предоставления отходов в концентратор 28, выполненный для приема отходов из флотационной камеры или колонны 12. Концентратор 28 содержит трубопровод 30, содержащий клапан 30а, для подачи концентрированных отходов. Концентратор 28 также содержит подходящий трубопровод 32 для подачи оборотной воды обратно во флотационную камеру или колонну 12 для повторного использования в способе. Концентраторы, подобные элементу 28, известны в уровне техники, и объем защиты изобретения не ограничен любым конкретным типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позднее в будущем.

Способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50 Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения устройство 10 может дополнительно включать способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство, в общем обозначенные 50, выполненные для приема обогащенных полимерных пузырьков или пузырьков 18 на основе полимера и образования регенерированных полимерных пузырьков или пузырьков 52 на основе полимера без присоединенного к ним ценного материала, так чтобы обеспечить повторное использование полимерных пузырьков или пузырьков 52 на основе полимера в способе с замкнутым контуром. В качестве примера, способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50 могут принимать форму установки для промывки, посредством которой ценный минерал механически, химически или электростатически удаляют из полимерных пузырьков или пузырьков 18 на основе полимера.

Способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство могут включать высвобождающее устройство в форме второй флотационной камеры или колонны 54, содержащей трубопровод 56 с клапаном 56а, выполненной для приема обогащенных полимерных пузырьков или шариков 18 и по существу высвобождения ценного материала из полимерных пузырьков или шариков 18, а также содержащей верхнюю часть или трубопровод 57, выполненный для получения регенерированных полимерных пузырьков или шариков 52 в основном без присоединенного к ним ценного материала. Вторую флотационную камеру или колонну 54 можно выполнить для содержания в ней высвобождающей среды, включая случаи, когда высвобождающая среда имеет низкий рН или когда высвобождающая среда получается от ультразвуковых волн, пульсирующих во второй флотационной камере или колонне 54.

Способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50 также могут содержать трубопровод 58, содержащий клапан 56а, для подачи концентрированных минералов в концентратор 60, выполненный для приема концентрированных минералов из флотационной камеры или колонны 54. Концентратор 60 содержит трубопровод 62, содержащий клапан 62а, для предоставления концентрата. Концентратор 60 также содержит подходящий трубопровод 64 для предоставления оборотной воды обратно во вторую флотационную камеру или колонну 54 для повторного использования в способе. Концентраторы, подобные элементу 60, известны в уровне техники и область защиты изобретения не ограничена любым конкретным типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позднее в будущем.

Также предусматриваются воплощения, в которых обогащенные синтетические шарики или пузырьки помещают в химический раствор, так что растворяется ценный материал, или направляют в плавильную печь, в которой ценный материал выжигают, включая случаи, когда синтетические шарики или пузырьки после этого повторно

используют.

Регулирование дозировки

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения синтетические шарики или пузырьки 70 можно функционализировать для регулирования химии способа, выполняемого в камере или колонне, например, для высвобождения химиката для регулирования химии способа флотационного разделения.

В частности, флотационную камеру или колонну 12 на Фиг. 1 можно выполнить для получения блоков на основе полимера, подобных синтетическим шарикам, содержащих один или более химикатов, используемых во флотационном отделении ценного материала, включая добываемые руды, которые заключены в полимеры для обеспечения медленного или целевого высвобождения химиката, ранее высвобождаемого во флотационную камеру или колонну 12. В качестве примера, один или более химикатов могут включать химические смеси, как известные в настоящее время, так и разработанные позднее в будущем, включая обычные пенообразователи, коллекторы и другие добавки, используемые во флотационном отделении. Область защиты изобретения не ограничена типом или видом химикатов или химических смесей, которые могут высвободиться во флотационную камеру или колонну 12 с использованием синтетических пузырьков согласно настоящему изобретению.

Объем защиты изобретения включает другие типы или виды функционализации синтетических шариков или пузырьков, чтобы обеспечить другие типы или виды регулирования химии способа, выполняемого в камере или колонне, включая любые виды функционализации и регулирования, как известные в настоящее время, так и разработанные позднее в будущем. Например, синтетические шарики или пузырьки можно функционализировать для регулирования рН смеси, что образует часть способа флотационного отделения, выполняемого во флотационной камере или колонне.

Фиг. 2. Технология столкновения

На Фиг. 2 показано альтернативное устройство, в общем обозначенное 200, в форме альтернативной флотационной камеры 201, которая по меньшей мере частично основана на технологии столкновения смеси и синтетических пузырьков или шариков согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения. Смесь 202, например, жидкую массу, можно принимать в верхней части или в трубопроводе 204, и синтетические пузырьки или шарики 206 можно принимать в нижней части или в трубопроводе 208.

Флотационную камеру 201 можно выполнить так, чтобы она содержала первую установку 210 для приема смеси 202, а также можно выполнить так, чтобы она содержала вторую установку 212 для приема материалов на основе полимеров. Первая установка 210 и вторая установка 212 выполнены так, чтобы быть обращенными по направлению друг к другу, так чтобы предоставить смесь 202 и синтетические пузырьки или шарики 206, например, полимерные материалы или материалы на основе полимеров, с использованием технологии столкновения. На Фиг. 2 стрелки 210а представляют распыляемую смесь, и стрелки 212а представляют синтетические пузырьки или шарики 206, распыляемые по направлению друг к другу во флотационной камере 201.

Во время работы технология столкновения вызывает завихрения и столкновения с использованием энергии, достаточной для увеличения вероятности касания полимера или материалов 206 на основе полимеров и ценного материала в смеси 202, но не настолько большой, чтобы разрушить связи, которые образуются между полимером или материалами 206 на основе полимеров и ценным материалом в смеси 202. Насосы (не показаны) можно использовать для обеспечения давления смеси 202 и синтетических пузырьков и шариков 206, подходящего для применения технологии столкновения.

В качестве примера, первая установка 210 и вторая установка 212 могут принимать форму установок типа душевой головки, имеющих перфорированное сопло с множеством отверстий для распыления смеси и синтетических пузырьков или шариков по направлению друг к другу. Устройства типа душевой головки известны в уровне техники и область защиты изобретения не ограничена каким-либо их типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позднее в будущем. Более того, на основе того, что изложено в настоящей патентной заявке, специалист без лишних экспериментов способен определить число и размер отверстий для распыления смеси 202 и синтетических пузырьков и шариков 206 по направлению друг к другу, а также соответствующее давление накачки для обеспечения энергии, достаточной для увеличения вероятности касания полимера или материалов 206 на основе полимеров и ценного материала в смеси 202, но не слишком большой для разрушения связей, которые образуются между полимером или материалами 206 на основе полимеров и ценным материалом в смеси 202.

В результате столкновения между синтетическими пузырьками или шариками 206 и смесью обогащенные синтетические пузырьки или шарики, содержащие присоединенный к ним ценный материал, всплывают вверх и образуют часть пены во флотационной камере 201. Флотационная камера 201 может содержать верхнюю часть или трубопровод 214, выполненный для предоставления обогащенных синтетических пузырьков или шариков 216, например, показанных обогащенных полимерных пузырьков, содержащих присоединенный к ним ценный материал, которые можно дополнительно обработать в соответствии с тем, что изложено в данном документе.

Вместо флотационных камер или колонн можно использовать альтернативную установку 200 и вставить ее в установку или систему, показанную на Фиг. 1, и это может оказаться более эффективным, чем использование флотационных камер или колонн.

Фиг. 3a - 5d. Синтетические пузырьки или шарики Пузырьки или шарики, используемые в отделении минералов, в данном документе называют синтетическими пузырьками или шариками. По меньшей мере поверхность синтетических пузырьков или шариков имеет слой полимера, функционализованного для притягивания или присоединения к ценному материалу или минеральным частицам в смеси. Термин «полимерные пузырьки или шарики» и термин «синтетические пузырьки или шарики» используют взаимозаменяемо. Термин «полимер» в этом техническом описании означает большую молекулу, состоящую из многих звеньев одинаковой или похожей структуры, связанных друг с другом. Звено может быть мономером или олигомером, который образует основу, например, полиамидов (нейлон), сложных полиэфиров, полиуретанов, фенолформальдегида, мочевиноформальдегида, меламинформальдегида, полиацетата, полиэтилена, полиизобутилена, полиакрилонитрила, поли(винилхлорида), полистирола, поли(метилметакрилатов), поли(винилацетата), поли(винилиденхлорида), полиизопрена, полибутадиена, полиакрилатов, поли(карбоната), фенольной смолы, пол и иметилсил океана и других органических или неорганических полимеров. Данный перечень не обязательно является исчерпывающим. Таким образом, синтетический материал может быть твердым или жестким, подобно пластику, или мягким и гибким, подобно эластомеру. Хотя физические свойства синтетических шариков могут изменяться, поверхность синтетических шариков химически функционализируют для обеспечения множества функциональных групп для притягивания или присоединения к минеральным частицам. (В качестве примера, термин «функциональная группа» можно понимать как группу атомов, отвечающих за характерные реакции конкретного соединения, включая те, которые определяют структуру семейства соединений и определяют его

свойства).

Для помощи специалисту в понимании различных воплощений настоящего изобретения, на Фиг. 3а показан обобщенный синтетический шарик, и на Фиг. 3б показана увеличенная часть поверхности. Синтетический шарик может быть шариком или пузырьком на основе размера, полимерным шариком или пузырьком на основе массы и/или магнитным шариком или пузырьком. Как показано на Фиг. 3а и 3б, синтетический шарик 70 имеет тело шарика для обеспечения поверхности 74 шарика. По меньшей мере внешняя часть тела шарика изготовлена из синтетического материала, такого как полимер, так чтобы обеспечить множество молекул или молекулярных сегментов 76 на поверхности 74. Молекулу 76 используют для присоединения химической функциональной группы 78 к поверхности 74. В общем, молекула 76 может быть, например, углеводородной цепью и функциональная группа 78 может содержать анионную связь для притягивания или присоединения минерала, такого как медь, к поверхности 74. Ксантогенат, например, содержит как функциональную группу 78, так и молекулярный сегмент 76, внедряемый в полимер, который используют для изготовления синтетического шарика 70. Функциональная группа 78 также известна как коллектор, который является либо ионным, либо неионным. Ион может быть анионом или катионом. Анион включает оксигидрил, такой как карбоксильный, сульфаты и сульфонаты, и сульфогидрил, такой как ксантогенаты и дитиофосфаты. Другие молекулы или соединения, которые можно использовать для предоставления функциональной группы 78, включают, но не ограничены перечисленным, тионокарбоаматы, тиомочевины, ксантогены, монотиофосфаты, гидрохиноны и полиамиды. Аналогично, хелатирующий агент можно внедрить в или на полимер в качестве центра сбора для притягивания минерала, такого как медь. Как показано на Фиг. 3б, минеральная частица 72 присоединяется к функциональной группе 78 на молекуле 76. В общем, минеральная частица намного меньше синтетического шарика 70. К поверхности 74 синтетического шарика 70 можно притянуть или присоединить много минеральных частиц 72.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения синтетический шарик имеет твердофазное тело, изготовленное из синтетического материала, такого как полимер. Полимер может быть жестким или эластичным. Эластичный полимер может быть, например, полиизопреном или полибутадиеном. Синтетический шарик 70 имеет тело 80 шарика, имеющее поверхность, содержащую множество молекул с одной или более функциональными группами для притягивания минеральных частиц к поверхности. Полимер, содержащий функциональную группу для сбора минеральных частиц, называют функционализированным полимером. В одном воплощении вся внутренняя часть 82 синтетического шарика 80 изготовлена из одного и того же функционализованного материала, как показано на Фиг. 4а. В другом воплощении тело 80 шарика содержит оболочку 84. Оболочку 84 можно образовать путем расширения, например, тепловым расширением или путем понижения давления. Оболочка 84 может быть микро пузырьком или шариком. На Фиг. 4б оболочка 84, которая изготовлена из функционализованного материала, имеет внутреннюю часть 86. Внутреннюю часть 86 можно наполнить воздухом или газом, например, для того, чтобы способствовать подъемной силе. Внутреннюю часть 86 можно использовать для содержания жидкости, высвобождаемой в течение способа отделения минералов. Заключенная в оболочку жидкость может быть, например, полярной жидкостью или неполярной жидкостью. Заключенная в оболочку жидкость может, например, содержать подавитель для повышенного отделения меди, никеля, цинка, свинца в сульфидных

рудах на стадии флотации. Оболочку 84 можно использовать, например, для заключения в ней порошка, который является магнитным, так чтобы намагнитить синтетический шарик. Заключенные в оболочку жидкость или порошок могут содержать мономеры, олигомеры или сегменты коротких полимеров для смачивания поверхности минеральных частиц при высвобождении из шариков. Например, каждый из мономеров или олигомеров может содержать одну функциональную группу для присоединения минеральной частицы и ион для присоединения смачиваемой минеральной частицы к синтетическому шарiku. Оболочку 84 можно использовать для заключения в ней твердой сердцевины, такой как пенополистирол, для способствования, например, подъемной силе. В еще одном воплощении только покрытие тела шарика изготовлено из функционализированного полимера. Как показано на Фиг. 4 с, синтетический шарик имеет сердцевину 90, изготовленную из керамики, стекла или металла, и только поверхность сердцевины 90 имеет покрытие 88, изготовленное из функционализированного полимера. Сердцевина 90 может быть поллой сердцевинной или заполненной сердцевинной, в зависимости от применения. Сердцевина 90 может быть микропузырьком, сферой или шариком. Например, заполненная сердцевина, изготовленная из металла, делает плотность синтетического шарика выше плотности жидкой массы. Сердцевину 90 можно изготовить из магнитного материала, так что пара-, ферри-, ферро-магнетизм синтетического шарика больше пара-, ферри-, ферромагнетизма частицы нежелательной измельченной руды в смеси. В различных воплощениях синтетический шарик можно выполнить с ферромагнитной или ферримагнитной сердцевинной, которая притягивается к парамагнитным поверхностям. Сердцевину 90, изготовленную из стекла или керамики, можно использовать для того, чтобы сделать плотность синтетического шарика по существу равной плотности жидкой массы, так что когда синтетические шарики смешивают с жидкой массой для сбора минералов, шарики могут находиться в состоянии суспензии.

Согласно различным воплощениям настоящего изобретения синтетический шарик 70 может быть пористым блоком или принимать форму пористого материала или пеноматериала с множеством отдельных заполненных газом камер, как показано на Фиг. 4d. Сочетание воздуха и синтетических шариков или пузырьков 70 можно добавить в традиционную флотационную камеру с естественным всасыванием.

Необходимо понимать, что термин «шарик» не ограничивает форму синтетического шарика по настоящему изобретению сферической формой, как показано на Фиг. 3. В некоторых воплощениях настоящего изобретения синтетический шарик 70 может иметь эллиптическую форму, цилиндрическую форму, форму параллелепипеда. Более того, синтетический шарик может иметь иррегулярную форму.

Также необходимо понимать, что поверхность синтетического шарика по настоящему изобретению не ограничена в общем гладкой поверхностью, показанной на Фиг. 3a. В некоторых воплощениях настоящего изобретения поверхность может быть иррегулярной и неровной. Например, поверхность 74 может содержать некоторые физические структуры 92, подобные канавкам или стержням, как показано на Фиг. 5a. Поверхность 74 может содержать некоторые физические структуры 94, подобные отверстиям или зубцам, как показано на Фиг. 5b. Поверхность 74 может содержать некоторые физические структуры 96, образованные из уложенных в стопку шариков, как показано на Фиг. 5c. Поверхность 74 может содержать некоторые подобные волосам физические структуры 98, как показано на Фиг. 5d. Помимо функциональных групп на синтетических шариках, которые притягивают минеральные частицы к поверхности шарика, физические структуры могут способствовать захватыванию минеральных

частиц на поверхности шарика. Поверхность 74 можно выполнить в виде пчелиных сот или поверхности типа губки для захватывания минеральных частиц и/или увеличения контактирующей поверхности.

5 Также необходимо отметить, что синтетические шарики по настоящему изобретению можно выполнить различными способами для достижения одинаковой цели. А именно, можно использовать различные средства для притягивания минеральных частиц к поверхности синтетических шариков. Например, поверхность полимерных шариков, оболочки можно функционализировать молекулами или соединениями гидрофобных химикатов. Альтернативно, поверхность шариков, изготовленных из стекла, керамики
10 и металла можно покрыть молекулами или соединениями гидрофобных химикатов. Например, при использовании покрытия стеклянных шариков можно использовать полисилоксанаты для функционализации стеклянных шариков при изготовлении синтетических шариков. В жидкой массе в нее также можно добавлять коллекторы из ксантогената или гидроксамата для сбора минеральных частиц и придания минеральным
15 частицам гидрофобности. Когда используют синтетические шарики для сбора минеральных частиц в жидкой массе, имеющей значение рН около 8-9, можно высвободить минеральные частицы на обогащенных синтетических шариках с поверхности синтетических шариков в кислом растворе, таком как раствор серной кислоты. Также можно высвободить минеральные частицы, захваченные
20 обогащенными синтетическими шариками, путем звукового перемешивания, такого как ультразвуковые волны.

Множество полых объектов, тел, элементов или структур может включать полые цилиндры или сферы, а также капиллярные трубки или некоторое их сочетание. Область
25 защиты изобретения не ограничена типом, видом или геометрической формой полого объекта, тела, элемента или структуры или однородностью их смеси. Каждый полый объект, тело, элемент или структуру можно выполнить с таким размером, чтобы он не поглощал жидкость, включая воду, включая случаи, когда размер находится в интервале примерно 20-30 микрон. Каждый полый объект, тело, элемент или структуру можно
30 изготовить из стекла или стеклоподобного материала, а также некоторого другого подходящего материала, либо известного в настоящее время, либо разработанного позднее в будущем.

В качестве примера, множество полых объектов, тел, элементов или структур, которые получают в смеси, может составлять множество тысяч пузырьков или шариков на куб. фут (28,3 л) смеси, хотя область защиты изобретения по существу не ограничена
35 конкретным числом пузырьков. Например, смесь из примерно трех тысяч кубических футов (85 куб. м) может содержать много миллионов пузырьков или шариков, например, имеющих размер примерно 1 миллиметр.

Множество полых объектов, тел, элементов или структур можно выполнить с химикатами, нанесенными для предотвращения миграции жидкости в соответствующие
40 полости, незаполненные пространства или отверстия перед тем, как отверждается влажная бетонная смесь, включая случаи, когда химикаты являются гидрофобными химикатами.

Один или более пузырьков могут принимать форму небольшого количества газа, включая воздух, который захвачен или удерживается в полостях, незаполненных
45 пространствах или отверстиях множества полых объектов, тел, элементов или структур.

Объем защиты изобретения включает синтетические пузырьки или шарики, показанные в данном документе, изготовленные из полимера или материала на основе полимера, или диоксида кремния или материала на основе диоксида кремния, или стекла

или материала на основе стекла.

Фиг. 6-11. Механизм высвобождения

Различные воплощения настоящего изобретения представлены в качестве примеров, чтобы показать, как ценные минералы можно механически, химически, термически,
5 оптически или электромагнитно удалить или высвободить из обогащенных синтетических шариков или пузырьков.

В качестве примера, способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков различными способами.

10 Высвобождающее устройство может содержать или принимать форму нагревательного устройства 150 (Фиг. 6), выполненного для обеспечения тепла для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков, источника 164 ультразвуковых волн (Фиг. 7), выполненного для обеспечения ультразвуковых волн для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков,
15 контейнера 168 (Фиг. 8), выполненного для обеспечения кислоты или кислого раствора 170 для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков, источника 172 микроволн (Фиг. 9), выполненного для обеспечения микроволн для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков, мотора 186 и мешалки 188 (Фиг. 10), выполненных для перемешивания
20 обогащенных синтетических шариков или пузырьков для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков, и перерабатывающих устройств для составного высвобождения или извлечения (Фиг. 11), выполненных для использования технологий составного высвобождения или извлечения для удаления ценных минералов из обогащенных синтетических шариков или пузырьков. Согласно
25 некоторым воплощениям настоящего изобретения вышеупомянутое высвобождающее устройство может действовать при получении сигналов, например, от регулятора или управляющего процессора. В связи с вышеупомянутым, и в качестве примера, ниже подробно излагаются технологии высвобождения.

Термическое высвобождение ценного материала Синтетические шарики или пузырьки 70, показанные на Фиг. 3a - 5c, можно изготовить из полимера, который размягчается при подвергании воздействию повышенной температуры. Известно, что полимер может становиться каучукоподобным выше определенной температуры. Это обусловлено переходом полимер-стекло при температуре стеклования, T_g . В общем, физические свойства полимера зависят от размера или длины полимерной цепи. В полимерах выше
35 определенной молекулярной массы увеличение длины цепи как правило увеличивает температуру стеклования T_g . Это является результатом увеличения взаимодействий в цепи, таких как Ван-дер-ваальсовы притяжения и переплетения, которые могут происходить при увеличенной длине цепи. Полимер, такой как поливинилхлорид (ПВХ), имеет температуру стеклования примерно 83°C . Если полимерные пузырьки или шарики
40 70 имеют подобные волосам поверхностные структуры 98 (см. Фиг. 5d), чтобы захватывать минеральные частицы 72 (см. Фиг. 3b), подобные волосам поверхностные структуры 98 могут становиться мягкими. Таким образом, в некотором полимере в каучуковом состоянии подобные волосам поверхностные структуры 98 могут терять способность удерживать минеральные частицы. Способ отделения, показанный на Фиг. 1 и 2, вероятно происходит при комнатной температуре или примерно при 23°C . Любая температура, скажем, более 50°C , может размягчить подобную волосам поверхностную структуру 98 (см. Фиг. 5d). Для синтетических пузырьков или шариков 70, изготовленных их ПВХ, температуру примерно выше 83°C можно использовать для выбивания

минеральных частиц из поверхностной структуры синтетических пузырьков или шариков. Согласно одному воплощению настоящего изобретения способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для удаления минеральных частиц в обогащенных полимерных пузырьках 18. Например, по мере того, как обратная вода движется из концентратора 60 через трубопровод 64, нагревательное устройство 150 можно использовать для нагрева оборотной воды, как показано на Фиг. 6. Фактически, нагретую оборотную воду 152 можно отвести для промывки обогащенных полимерных пузырьков 18 внутри флотационной колонны 54, высвобождая таким образом по меньшей мере некоторую часть ценного материала или минеральных частиц, присоединенных к обогащенным полимерным пузырькам 18 в трубопровод 58. Обратную воду можно нагревать до или выше температуры стеклования полимера, который используют для изготовления полимерных пузырьков. Повышенная температура нагретой оборотной воды 152 также может ослаблять связи между коллекторами 78 и минеральными частицами 72 (см. Фиг. 3b). Нагревательное устройство можно использовать для кипячения воды с превращением ее в пар и для применения пара к обогащенным полимерным пузырькам.

Также можно вырабатывать перегретый пар под давлением и применять перегретый пар к обогащенным полимерным пузырькам.

Звуковое высвобождение ценного материала Когда ультразвуковые волны применяют в растворе или смеси, содержащей обогащенные полимерные пузырьки или шарики, по меньшей мере два возможных эффекта могут происходить при разрыве присоединения ценного материала к поверхности полимерных пузырьков или шариков. Звуковые волны могут вызвать быстрое движение присоединенных минеральных частиц от поверхности полимерных пузырьков или шариков, отрывая таким образом минеральные частицы от поверхности. Звуковые волны также могут вызвать изменение формы синтетических пузырьков, воздействуя на физические структуры на поверхности синтетических пузырьков. Известно, что ультразвук представляет собой циклическое звуковое давление с частотой выше верхнего предела, слышимого человеком. Таким образом, в общем, ультразвук начинается с примерно 20 кГц и продолжается до примерно 300 кГц. В ультразвуковых очистителях ультразвуковые очистители низкой частоты, как правило, удаляют частицы больших размеров более эффективно, чем при более высоких рабочих частотах. Однако, более высокие рабочие частоты, как правило, производят более проникающее очищающее действие и более эффективно удаляют частицы меньшего размера. В применениях по высвобождению минералов, включающих минеральные частицы от менее 100 мкм до 1 мм или более, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения частоты ультразвуковых волн составляют от 10 Гц до 10 МГц. В качестве примера, способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для удаления минеральных частиц в обогащенных полимерных пузырьках 18 путем применения ультразвука к раствору во флотационной колонне 54. Например, по мере того, как обратную воду из трубопровода 64 используют для промывки обогащенных полимерных пузырьков 18 внутри флотационной колонны 54, можно использовать источник 164 ультразвуковых волн для применения ультразвука 166 для высвобождения ценного материала (минеральных частиц 72, Фиг. 3b) из обогащенных полимерных пузырьков 18. Диаграмма, показывающая применение ультразвука, показана на Фиг. 7. Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения для применений по высвобождению минералов выбирают частоту ультразвука, которая является резонансной частотой синтетических шариков или пузырьков.

Химическое высвобождение ценного материала При физической сорбции ценные минералы обратимым образом связываются с синтетическими пузырьками или шариками, присоединяясь из-за электростатического притяжения, и/или Ван-дер-ваальсового связывания, и/или гидрофобного притяжения, и/или адгезивного присоединения. Физически сорбированные минеральные частицы можно десорбировать или высвободить с поверхности синтетических пузырьков или шариков, если значение рН раствора изменяется. Более того, химия поверхности большинства минералов зависит от рН. Некоторые минералы проявляют положительный поверхностный заряд при кислых условиях и отрицательный заряд при щелочных условиях. Воздействие изменений рН в общем зависит от коллектора и собранного минерала. Например, халькопирит становится десорбируемым при более высоком значении рН, чем галенит, а галенит становится десорбируемым при более высоком значении рН, чем пирит. Если ценный минерал собирают при рН от 8 до 11, можно ослабить связь между ценным минералом и поверхностью полимерных пузырьков или шариков путем понижения рН до 7 или ниже. Однако, кислый раствор, имеющий значение рН 5 или ниже должен быть более эффективным при высвобождении ценного минерала из обогащенных полимерных пузырьков или шариков. Согласно одному воплощению настоящего изобретения способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для удаления минеральных частиц в обогащенных полимерных пузырьках 18 путем изменения рН раствора во флотационной колонне 54. Например, по мере того, как оборотную воду из трубопровода 64 используют для промывки обогащенных полимерных пузырьков 18 внутри флотационной колонны 54, можно использовать контейнер 168 для высвобождения кислоты или кислого раствора 170 в оборотную воду, как показано на Фиг. 8. Существует множество кислот, легкодоступных для изменения рН. Например, серная кислота (H_2SO_4), соляная кислота (HCl), азотная кислота (HNO_3), перхлорная кислота ($HClO_4$), бромистоводородная кислота (HBr) и йодистоводородная кислота (HI) находятся среди сильных кислот, которые полностью диссоциируют в воде. Однако серная кислота и соляная кислота могут давать большее изменение рН при наименьшей стоимости. Значение рН, используемое для высвобождения минералов, составляет от 7 до 0. Использование очень низкого рН может вызвать разрушение полимерных шариков. Однако необходимо отметить, что в случае, когда ценный материал представляет собой, например, медь, можно обеспечить окружающую среду с более низким рН для присоединения минеральных частиц и обеспечить окружающую среду с более высоким рН для высвобождения минеральных частиц из синтетических шариков или пузырьков. В общем, значение рН выбирают для облегчения наиболее сильного присоединения и различные значения рН выбирают для облегчения высвобождения. Таким образом, согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения одно значение рН выбирают для присоединения минерала и другое значение рН выбирают для высвобождения минерала. Различные рН могут быть выше или ниже, в зависимости от конкретного минерала и коллектора.

Физически сорбированные минеральные частицы можно десорбировать или высвободить с поверхности синтетических пузырьков или шариков, если вводят поверхностно-активное вещество, которое препятствует адгезивной связи между частицами и поверхностью. В одном воплощении, когда поверхностно-активное вещество объединяют с механической энергией, частица легко отсоединяется от поверхности.

Электромагнитное высвобождение ценного материала Более одного способа можно использовать для электромагнитного разрыва связи между минеральными частицами

и синтетическими пузырьками или шариками. Например, можно использовать микроволны для нагрева обогащенных синтетических пузырьков или шариков и воды во флотационной колонне. Также можно использовать лазерный луч для ослабления связей между функциональными группами и самой полимерной поверхностью. Таким образом, можно обеспечить источник микроволн или источник лазерного света, которые обрабатывают обогащенные синтетические пузырьки или шарики. В качестве примера, способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для удаления минеральных частиц в обогащенных полимерных пузырьках 18 путем применения источника для излучения электромагнитных волн к раствору или смеси во флотационной колонне 54. Например, по мере того, как обратную воду из трубопровода 64 используют для промывки обогащенных полимерных пузырьков 18 внутри флотационной колонны 54, можно использовать источник 172 микроволн для применения пучка микроволн 174 для высвобождения ценного материала (минеральных частиц 72, Фиг. 3b) из обогащенных полимерных пузырьков 18. Диаграмма, демонстрирующая применение ультразвука, показана на Фиг. 9.

Механическое высвобождение ценного материала Когда обогащенные синтетические пузырьки или шариками плотно упакованы, так что они находятся близко друг к другу, трение между соседними синтетическими пузырьками или шариками может вызвать отсоединение минеральных частиц, присоединенных к обогащенным синтетическим пузырькам или шарикам. В качестве примера, способ извлечения шариков или перерабатывающее устройство 50, показанное на Фиг. 1, можно приспособить для механического удаления минеральных частиц в обогащенных полимерных пузырьках 18. Например, мотор 186 и мешалку 188 используют для передвижения обогащенных полимерных пузырьков, вызывая трение друг об друга обогащенных полимерных пузырьков или шариков 18 внутри флотационной колонны 54. Если синтетические пузырьки или шариками являются магнитными, мешалка 188 может быть магнитной мешалкой. Диаграмма, показывающая механическое высвобождение ценного материала, показана на Фиг. 10.

Другие типы или виды технологий высвобождения Нагревательное устройство, подобное элементу 150 (Фиг. 6), источник ультразвуковых волн, подобный элементу 164 (Фиг. 7), контейнер, подобный элементу 168 (Фиг. 8), источник микроволн, подобный элементу 172 (Фиг. 9), мотор и мешалка, подобные элементам 186, 188 (Фиг. 10) известны в уровне техники, и объем защиты изобретения не ограничен любым конкретным их типом или видом, либо известным в настоящее время, либо разработанным позже в будущем.

Объем изобретения также включает другие типы или виды высвобождающего устройства, соответствующие замыслу настоящего изобретения, либо известные в настоящее время, либо разработанные позже в будущем.

Многостадийное удаление ценного материала Более одного способа высвобождения ценного материала из обогащенных синтетических пузырьков или шариков можно использовать в одном способе извлечения шариков или в перерабатывающем устройстве в одно и то же время. Например, хотя обогащенные синтетические пузырьки или шариками 18 подвергаются ультразвуковому перемешиванию (см. Фиг. 7), обратную воду также можно нагреть с помощью нагревателя воды, такого как нагревательное устройство 150, показанное на Фиг. 6. Более того, в воду также можно добавить кислый раствор для понижения pH во флотационной колонне 54. В другом воплощении настоящего изобретения одинаковые или различные способы высвобождения используют

последовательно на различных стадиях. В качестве примера, обогащенные полимерные пузырьки 216 из устройства 200 отделения (см. Фиг. 2) можно обработать в многостадийном перерабатывающем устройстве 203, показанном на Фиг. 11. Устройство 200 содержит первое извлекающее перерабатывающее устройство 218, в котором
5 используют кислый раствор для по меньшей мере частичного высвобождения ценного материала из обогащенных полимерных пузырьков 216. Фильтр 219 используют для отделения высвобожденного материала 226 от полимерных пузырьков 220. Во втором извлекающем перерабатывающем устройстве 222 используют источник ультразвука для применения ультразвукового перемешивания к полимерным пузырькам 220 для
10 высвобождения остающегося ценного материала, если он присутствует, из полимерных пузырьков. Фильтр 223 используют для отделения высвобожденного минерала 226 от регенерированных полимерных пузырьков 224. Понятно, что можно выполнять более двух стадий обработки, и возможны различные сочетания способов высвобождения.

Фиг. 12. Горизонтальный трубопровод Согласно некоторым воплощениям
15 настоящего изобретения способ отделения можно выполнять в горизонтальном трубопроводе, как показано на Фиг. 12. Как показано на Фиг. 12, синтетические пузырьки или шарики 308 можно использовать в способе или они могут составлять часть способа отделения на основе размера с использованием противотоков со смешиванием, применяемым в таком устройстве, как горизонтальный трубопровод, в
20 общем обозначенный 300. На Фиг. 12 горизонтальный трубопровод 310 выполнен с ситом 311 для отделения обогащенных синтетических пузырьков или шариков 302, содержащих присоединенный к ним ценный материал, от смеси по меньшей мере частично на основе разницы размеров. Горизонтальный трубопровод 310 можно выполнить для отделения обогащенных синтетических пузырьков или шариков 302,
25 содержащих присоединенный к ним ценный материал, от смеси с использованием противотоков со смешиванием, так чтобы получить в горизонтальном трубопроводе 310 суспензию 304, текущую в первом направлении А, получить в горизонтальном трубопроводе 300 синтетические пузырьки или шарики 308, текущие во втором направлении В, противоположном первому направлению А, предоставить из
30 горизонтального трубопровода 308 обогащенные синтетические пузырьки или шарики 302, содержащие присоединенный к ним ценный материал, и текущие во втором направлении В, и предоставить из горизонтального трубопровода 310 отработанный материал или отходы 306, которые отделяют от смеси с использованием сита 311, и текущие во втором направлении В. Во флотационном трубопроводе 310 не обязательно,
35 чтобы синтетические шарики или пузырьки 308 были легче суспензии 304. Плотность синтетических шариков или пузырьков 308 может быть по существу равной плотности суспензии 304, так что синтетические шарики или пузырьки могут находиться во взвешенном состоянии, при этом они смешиваются с суспензией 304 в горизонтальном трубопроводе 310.

40 Необходимо понимать, что шарики или пузырьки на основе размера, шарики или пузырьки на основе массы, магнитные шарики или пузырьки, описанные в сочетании с Фиг. 3а - 5d, можно функционализовать так, чтобы они были гидрофобными, чтобы притягивать минеральные частицы. На Фиг. 13а показан обобщенный гидрофобный синтетический шарик. На Фиг. 13b показана увеличенная часть поверхности шарика и минеральная частица и на Фиг. 13 с показана увеличенная часть поверхности шарика и неминеральная частица. Как показано на Фиг. 13а, гидрофобный синтетический шарик 170 имеет полимерную поверхность 174 и множество частиц 172, 172', присоединенных к полимерной поверхности 174. На Фиг. 13b показана увеличенная часть полимерной

поверхности 174, на которой множество молекул 179 приводят полимерную поверхность 174 в гидрофобное состояние.

Минеральная частица 171 в суспензии после объединения с одной или более коллекторными молекулами 73 становится смачиваемой минеральной частицей 172.

5 Коллекторная молекула 73 содержит функциональную группу 78, присоединенную к минеральной частице 171, и гидрофобный конец или молекулярный сегмент 76. Гидрофобный конец или молекулярный сегмент 76 притягивается к гидрофобным молекулам 179 на полимерной поверхности 174. На Фиг. 13с показана увеличенная часть полимерной поверхности 179 для притягивания неминеральной частицы 172'.

10 Неминеральная частица 172' имеет тело 171' частицы с одним или более присоединенными к нему гидрофобными молекулярными сегментами 76. Гидрофобный конец или молекулярный сегмент 76 притягивается к гидрофобным молекулам 179 на полимерной поверхности 174. Термин «полимер» в этом техническом описании означает большую молекулу, состоящую из многих звеньев одинаковой или похожей структуры,

15 связанных вместе. Более того, полимер, связанный с Фиг. 13а - 13с, может быть естественно гидрофобным или функционализированным так, чтобы быть гидрофобным. Некоторые полимеры, имеющие длинную углеводородную цепь или, например, кремний-кислородную основную цепь, как правило, являются гидрофобными. Гидрофобные полимеры включают полистирол, поли(d,l-лактид), поли(диметилсилоксан),

20 полипропилен, полиакрилат, полиэтилен и т.п. Пузырьки или шарики, такие как синтетический шарик 170, можно изготовить из стекла, покрываемого гидрофобным силиконовым полимером, включая полисилоксанаты, так что пузырьки или шарики становятся гидрофобными. Пузырьки или шарики можно изготовить из металла,

25 покрываемого, например, сополимером силикона и алкида, так что привести пузырьки или шарики в гидрофобное состояние. Пузырьки или шарики можно изготовить из керамики, покрываемой, например, фторалкилсиланом, так что привести пузырьки или шарики в гидрофобное состояние. Пузырьки или шарики можно изготовить из гидрофобных полимеров, таких как полистирол и полипропилен, для обеспечения гидрофобной поверхности. Смачиваемые минеральные частицы, присоединенные к

30 гидрофобным синтетическим пузырькам или шарикам, можно высвободить термически, с помощью ультразвука, электромагнитно, механически или в окружающей среде с низким рН.

На Фиг. 14а показан сценарий, когда минеральная частица 72 одновременно присоединяется к множеству синтетических шариков 74. Таким образом, хотя

35 синтетические шарики 74 намного меньше в размере минеральной частицы 72, множество синтетических шариков способны поднять минеральную частицу 72 вверх во флотационной камере. Подобным образом более мелкую минеральную частицу 72 также можно поднять вверх с помощью множества синтетических шариков 74, как показано на Фиг. 14b. Чтобы увеличить вероятность реализации этого «совместного»

40 подъема, большое число синтетических шариков 74 можно смешать с суспензией. В отличие от воздушных пузырьков, плотность синтетических шариков можно выбрать так, что синтетические шарики остаются в суспензии перед их подъемом к поверхности во флотационной камере.

На Фиг. 15а и 15b показан похожий сценарий. Как показано, смачиваемая

45 минеральная частица 172 одновременно присоединяется к множеству гидрофобных синтетических шариков 174.

Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения только часть поверхности синтетического шарика функционализируют так, чтобы она была

гидрофобной. Это обладает следующими выгодами.

1. Предотвращение агрегирования слишком многих шариков или ограничение агрегирования шариков.

2. После присоединения минерала масса минерала вероятно заставляет шарик поворачиваться, что обеспечивает положение минерала под шариком, по мере того как он поднимается через флотационную колонну.

а. Лучшая очистка, так как это может позволить пропускать пустую породу

б. Защищает присоединенную минеральную частицу или частицы от сбивания и

с. Обеспечивает более чистый подъем на верх зоны сбора во флотационной камере.

10 Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения только часть поверхности синтетического шарика функционализируют коллекторами. Это также обладает выгодами.

1. После присоединения минерала масса минерала вероятно заставляет шарик поворачиваться, что обеспечивает положение минерала под шариком, по мере того как он поднимается через флотационную колонну.

а. Лучшая очистка, так как это может позволить пропускать пустую породу

б. Защищает присоединенную минеральную частицу или частицы от сбивания и

с. Обеспечивает более чистый подъем на верх зоны сбора во флотационной камере.

20 Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения одну часть синтетического шарика функционализируют коллекторами, при этом другую часть того же синтетического шарика функционализируют так, чтобы она была гидрофобной, как показано на Фиг. 16a и 16b. Как показано на Фиг. 16a, синтетический шарик 74 имеет часть поверхности, на которой полимер функционализирован так, чтобы содержать коллекторные молекулы 73 с функциональной группой 78 и молекулярный сегмент 76, присоединенный к поверхности шарика 74. Синтетический шарик 74 также имеет другую часть поверхности, на которой полимер функционализирован так, чтобы содержать гидрофобные молекулы 179. В показанном на Фиг. 16b воплощении всю поверхность синтетического шарика 74 можно функционализировать так, чтобы она содержала коллекторные молекулы 73, однако часть поверхности функционализируют так, чтобы она содержала гидрофобные молекулы 179, придающие ей гидрофобность.

30 Этот «гибридный» синтетический шарик может собирать минеральные частицы, которые являются смачиваемыми и несмачиваемыми.

Применения

Объем охраны изобретения описан в связи с отделением минералов, включая отделение меди от руды. Необходимо понимать, что синтетические шарики по настоящему изобретению, независимо от того функционализированы они так, чтобы содержать коллектор, или функционализированы так, чтобы быть гидрофобными, также выполнены для применения в разделении нефтеносных песков для отделения битума от песка и воды при добыче битума при добычных работах в нефтеносных песках. Аналогично этому функционализированные фильтры и мембраны согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения также выполнены для разделения нефтеносных песков. Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения поверхность синтетического шарика можно функционализировать так, чтобы она содержала коллекторные молекулы. Коллектор содержит функциональную группу с ионом, способным образовывать химическую связь с минеральной частицей.

45 Минеральную частицу, связанную с одной или более коллекторными молекулами, называют смачиваемой минеральной частицей. Согласно некоторым воплощениям настоящего изобретения синтетический шарик можно функционализировать так, чтобы

она была гидрофобной для сбора одной или более смачиваемой минеральной частицы.

Объем охраны изобретения включает другие типы или виды применений, либо известные в настоящее время, либо разработанные позднее в будущем, например, включающие схему флотации, выщелачивание, плавление, гравитационный цикл, магнитный цикл или регулирование загрязнения воды.

Родственное семейство заявок

Эта заявка также родственна семейству из девяти РСТ заявок, которые все одновременно поданы 25 мая 2012, указанному ниже:

заявка РСТ/US12/39528 (номер патентного реестра 712-002.356-1), озаглавленная «Флотационное разделение с использованием синтетических пузырьков и шариков малой массы»,

заявка РСТ/US12/39524 (номер патентного реестра 712-002.359-1), озаглавленная «Отделение минералов с использованием функционализированных полимерных мембран»,

заявка РСТ/US 12/39540 (номер патентного реестра 712-002.359-2), озаглавленная «Отделение минералов с использованием сортированных по размеру, взвешенных и намагниченных шариков»,

заявка РСТ/US 12/39576 (номер патентного реестра 712-002.382), озаглавленная «Синтетические пузырьки/шарики, функционализированные молекулами для притягивания или присоединения к представляющим интерес минеральным частицам», которая соответствует патенту US 9352335,

заявка РСТ/US 12/39591 (712-2.383-1/CCS-0090), озаглавленная «Способ и система для высвобождения минерала из синтетических пузырьков и шариков», поданная 25 мая

2012, по которой испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 61/489893, поданной 25 мая 2011, и US 61/533544, поданной 12 сентября 2011, которая соответствует одновременно рассматриваемой заявке US 14/117912, поданной 15 ноября 2013,

заявка РСТ/US/39596 (номер патентного реестра 712-002.384), озаглавленная «Синтетические пузырьки и шарики, имеющие гидрофобную поверхность»,

заявка РСТ/US/39631 (номер патентного реестра 712-002.385), озаглавленная «Отделение минералов с использованием функционализированных фильтров и мембран», которая соответствует патенту US 9302270,

заявка РСТ/US 12/39655 (номер патентного реестра 712-002.386), озаглавленная «Извлечение минералов из отходов с использованием функционализированных полимеров»,

заявка РСТ/US 12/39658 (номер патентного реестра 712-002.387), озаглавленная «Технологии транспортировки синтетических шариков или пузырьков во флотационной камере или колонне», все включены в данный документ путем ссылки во всей их полноте.

Эта заявка также родственна заявке РСТ/US2013/042202 (номер патентного реестра 712-002.389/CCS-0086), поданной 22 мая 2013, озаглавленной «Заряженные специализированные полимерные шарики/пузырьки, функционализированные молекулами для притягивания и присоединения к представляющим интерес минеральным частицам, для флотационного разделения», по которой испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 61/650210, поданной 22 мая 2012, которая включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

Эта заявка также родственна заявке РСТ/US2014/037823, поданной 13 мая 2014, озаглавленной «Полимерные поверхности, содержащие силоксановую функциональную

группу», по которой испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 61/822679 (номер патентного реестра 712-002.395/CCS-0123), поданной 13 мая 2013, а также патентной заявки US 14/118984 (номер патентного реестра 712-002.385/CCS-0092), поданной 27 января 2014, и она является частично продолжающей заявкой по отношению к заявке PCT/US 12/39631 (712-2.385/CCS-0092), поданной 25 мая 2012, все включены в данный документ путем ссылки во всей их полноте.

Эта заявка также родственна заявке PCT/US 13/28303 (номер патентного реестра 712-002.377-1/CCS-0081/82), поданной 28 февраля 2013, озаглавленной «Способ и система для флотационного разделения в магнитно регулируемом и управляемом пеноматериале», которая также включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

Эта заявка также родственна заявке PCT/US 16/57334 (номер патентного реестра 712-002.424-1/CCS-0151), поданной 17 октября 2016, озаглавленной «Возможности способа увеличения извлечения, применяемого при добычи молибдена», которая также включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

Эта заявка также родственна заявке PCT/US 16/37322 (номер патентного реестра 712-002.425-1/CCS-0152), поданной 17 октября 2016, озаглавленной «Обогащение минеральной руды с использованием специализированных материалов для отделения минералов и извлечения крупных частиц», которая также включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

Эта заявка также родственна заявке PCT/US 16/62242 (номер патентного реестра 712-002.426-1/CCS-0154), поданной 16 ноября 2016, озаглавленной «Использование специализированных средств для извлечения минералов в потоке отходов в конце способа флотационного разделения», которая также включена в данный документ путем ссылки во всей ее полноте.

Эта заявка родственна заявке PCT/US 16US/68843 (номер патентного реестра 712-002.427-1/CCS-0157), озаглавленной «Барабанная камера из извлечения минералов с использованием специализированных средств», поданной 28 декабря 2016, по которой испрашивается приоритет согласно дате подачи предварительной заявки US 62/272026, озаглавленной «Конструкция барабанной камеры для извлечения минералов с использованием специализированных средств», поданной 28 декабря 2015, которые обе включены в данный документ путем ссылки во всей их полноте.

Объем охраны изобретения Также необходимо понимать, что любые признаки, характеристики, альтернативы или модификации, описанные в данном документе в связи с конкретным воплощением, также можно применить, использовать или объединить с любым другим воплощением, описанным в данном документе. Необходимо отметить, что специализированные средства сбора, содержащие, например, структуру с открытыми порами, показанную на Фиг. 17а, можно изготовить из материала, который имеет относительную плотность меньше, равную или больше плотности суспензии. Специализированные средства сбора можно изготовить из магнитного полимера, или они могут содержать магнитную сердцевину, так чтобы пара-, ферри-, ферро-магнетизм специализированных средств сбора был больше пара-, ферри-, ферромагнетизма частиц нежелательной измельченной руды в суспензии. Таким образом, хотя изобретение описано и проиллюстрировано по отношению к его примерам воплощения, вышеизложенные и различные другие добавления и исключения можно выполнить здесь и согласно указанному, не отклоняясь от замысла и объема охраны настоящего изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Средство сбора для извлечения минеральных частиц, содержащее:
твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами,
5 для обеспечения множества поверхностей сбора, и
множество молекул, обеспеченных на поверхностях сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, вызывая присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора, где твердофазное тело включает покрытие
10 или слой, выполненный с гидрофобным химикатом, выбранным из производного полисилоксана, и покрытие или слой модифицирован усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями адгезии, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или гидрофобным
15 диоксидом кремния.
2. Средство сбора по п. 1, в котором производное полисилоксана выбрано из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана), фторалкилсилана и/или чувствительных к давлению клеев с низкой поверхностной энергией, для обеспечения указанных молекул.
3. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело изготовлено из полиуретана.
4. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело имеет покрытие или слой, изготовленный из материала, выбранного из акриловых соединений, бутилкаучука, этиленвинилацетата, натурального каучука, нитрилов, блок-сополимеров стирола с этиленом, пропиленом и изопреном, полиуретанов и поливинилэфиров.
5. Средство сбора по п. 2, дополнительно содержащее повышающую адгезию добавку, выполненную для усиления адгезии между твердофазным телом и покрытием или слоем.
6. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело изготовлено из пластика, керамики, углеродного волокна или металла.
7. Средство сбора по п. 1, в котором трехмерная структура с открытыми порами
30 содержит от 10 до 200 пор на дюйм (от 4 до 80 пор на см).
8. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело содержит блок сетчатого пеноматериала, обеспечивающего трехмерную структуру с открытыми порами.
9. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело содержит фильтр, обеспечивающий трехмерную структуру с открытыми порами, причем структура
35 содержит открытые поры для обеспечения потока через фильтр текучей среды в водной смеси.
10. Средство сбора по п. 1, в котором твердофазное тело содержит транспортировочную ленту, имеющую поверхность, выполненную с трехмерной структурой с открытыми порами.
- 40 11. Средства сбора по п. 1, в которых трехмерная структура с открытыми порами содержит пеноматериал с открытыми порами.
12. Средства сбора по п. 11, в которых пеноматериал с открытыми порами изготовлен из материала или материалов, выбранных из группы, которая включает сложнополиэфироуретаны, полиэфироуретаны, усиленные уретаны, композиционные
45 материалы типа покрытого ПВХ полиуретана, не-уретаны, а также металлические, керамические пеноматериалы и пеноматериалы из углеродного волокна и твердые пористые пластики для повышения механической прочности.
13. Средства сбора по п. 11, в которых пеноматериал с открытыми порами покрыт

поливинилхлоридом и затем покрыт гибким липким полимером с низкой поверхностной энергией для повышения химической стойкости.

14. Средства сбора по п. 11, в которых пеноматериал с открытыми порами загрунтован грунтовкой с высокой энергией до нанесения функционализованного полимерного покрытия для увеличения адгезии функционализованного полимерного покрытия к поверхности пеноматериала с открытыми порами.

15. Средства сбора по п. 14, в которых поверхность пеноматериала с открытыми порами подвергнута химическому или механическому истиранию для обеспечения «точек сцепления» на поверхности для удержания функционализованного полимерного покрытия.

16. Средства сбора по п. 11, в которых поверхность пеноматериала с открытыми порами покрыта функционализированным полимерным покрытием, которое ковалентно связано с поверхностью для повышения адгезии между функционализированным полимерным покрытием и поверхностью.

17. Средства сбора по п. 11, в которых поверхность пеноматериала с открытыми порами покрыта функционализированным полимерным покрытием в форме гибкого липкого полимера с низкой поверхностной энергией и толщиной, выбранной для улавливания определенных минеральных частиц и сбора частиц с определенным размером, включая случаи, когда тонкие покрытия выбраны для сбора фракций с пропорционально более мелким размером частиц, и толстые покрытия выбраны для сбора дополнительных фракций с большим размером частиц.

18. Средства сбора по п. 11, в которых удельная площадь поверхности выполнена с конкретным числом пор на дюйм, которое определено так, чтобы быть нацеленным на конкретный интервал размеров минеральных частиц в суспензии.

19. Средства сбора по п. 11, включающие различные пеноматериалы с открытыми порами, имеющие различные удельные площади поверхности, которые смешаны для извлечения минеральных частиц с конкретным распределением размеров в суспензии.

20. Устройство для извлечения минеральных частиц, содержащее:

перерабатывающее устройство, выполненное для приема одного или более средств сбора, несущих минеральные частицы, при этом каждое из указанных одного или более средств сбора содержит твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами для обеспечения множества поверхностей сбора и множества молекул, присоединенных к поверхностям сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, вызывающую присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора, и

высвобождающее устройство, выполненное для разрыва химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы с поверхностей сбора, где твердофазное тело включает покрытие или слой, выполненный с гидрофобным химикатом, выбранным из производного полисилоксана, и покрытие или слой модифицирован усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями адгезии, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или гидрофобным диоксидом кремния.

21. Устройство по п. 20, в котором производное полисилоксана выбрано из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана), фторалкилсилана и/или чувствительных к давлению клеев с низкой поверхностной энергией, для обеспечения указанных молекул.

22. Устройство по п. 20, в котором высвобождающее устройство содержит мешалку, выполненную для обеспечения механического перемешивания, так чтобы разорвать химическую связь функциональной группы.

23. Устройство по п. 20, в котором твердофазное тело содержит транспортировочную ленту, несущую минеральные частицы, причем высвобождающее устройство содержит установку для очистки щетками, выполненную для трения транспортировочной ленты, так чтобы разорвать химическую связь функциональной группы.

24. Способ извлечения минералов, включающий обеспечение перерабатываемого устройства, выполненного для приема одного или более средств сбора, несущих минеральные частицы, при этом каждое из указанных одного или более средств сбора содержит твердофазное тело, выполненное с трехмерной структурой с открытыми порами для обеспечения множества поверхностей сбора и множества молекул, присоединенных к поверхностям сбора, причем молекулы содержат функциональную группу, имеющую химическую связь для притягивания одной или более минеральных частиц в водной смеси к молекулам, вызывающую присоединение минеральных частиц к поверхностям сбора, и

разрыв химической связи функциональной группы, так чтобы удалить минеральные частицы с поверхностей сбора, где твердофазное тело включает покрытие или слой, выполненный с гидрофобным химикатом, выбранным из производного полисилоксана, и покрытие или слой модифицирован усилителями клейкости, пластификаторами, сшивающими агентами, агентами переноса цепи, удлинителями цепи, усилителями адгезии, арильными или алкильными сополимерами, фторированными сополимерами, гексаметилдисилазаном, диоксидом кремния или гидрофобным диоксидом кремния.

25. Способ по п. 24, в котором производное полисилоксана выбрано из группы, состоящей из полисилоксанатов, поли(диметилсилоксана), фторалкилсилана и/или чувствительных к давлению клеев с низкой поверхностной энергией, для обеспечения указанных молекул.

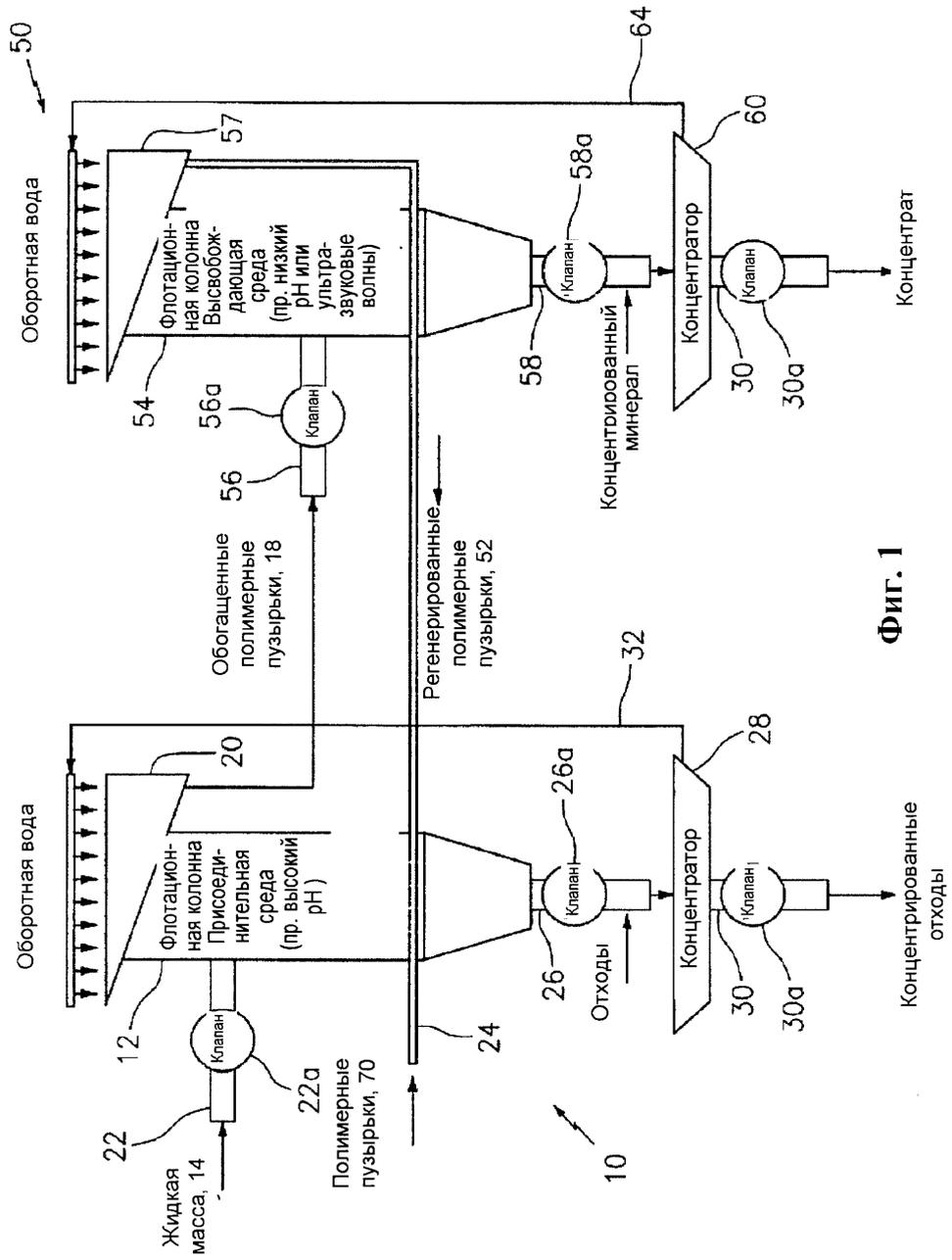
26. Способ по п. 24, дополнительно включающий обеспечение мешалки, выполненной для обеспечения механического перемешивания, так чтобы облегчить указанный разрыв, и указанный разрыв выполняют в растворе поверхностно-активного вещества.

27. Способ по п. 24, в котором твердофазное тело содержит транспортировочную ленту, несущую минеральные частицы, причем указанный способ дополнительно включает трение установкой для очистки щетками транспортировочной ленты для указанного разрыва.

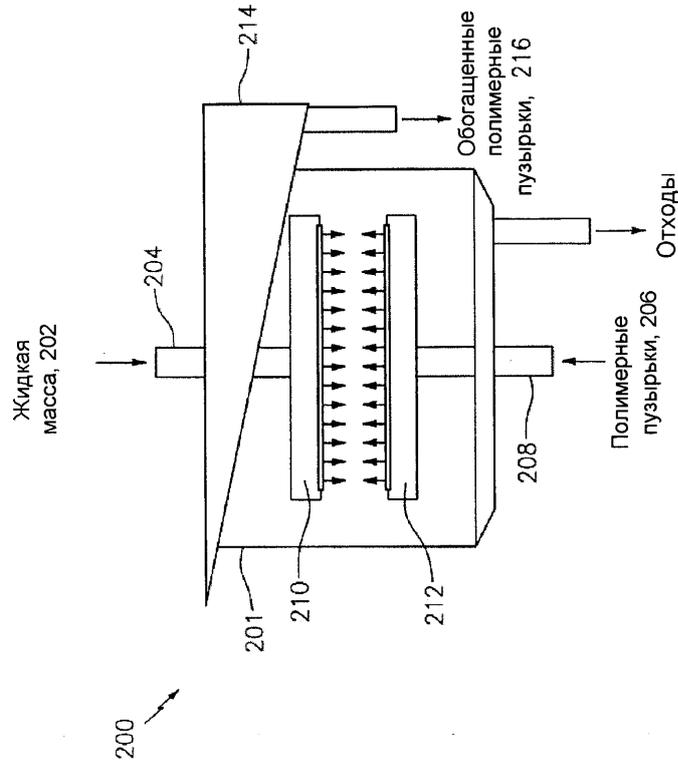
28. Способ по п. 24, дополнительно включающий обеспечение источника звука, выполненного для обеспечения ультразвуковых волн для указанного разрыва, где указанный разрыв осуществляют в жидкой среде.

40

45

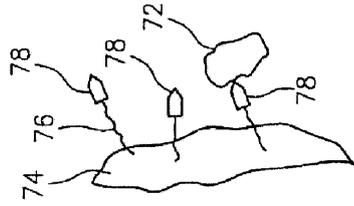


Фиг. 1

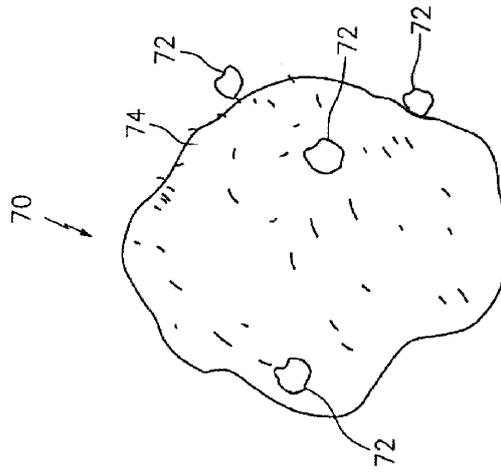


Фиг. 2 Альтернативная флотационная камера или колонна

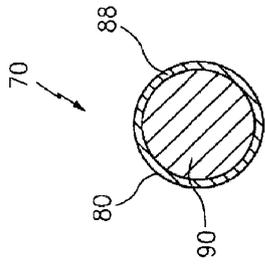
3/22



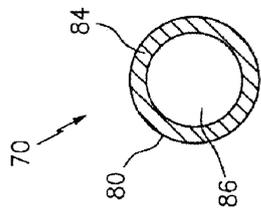
Фиг. 3б



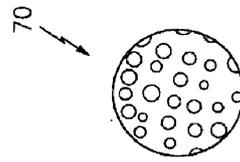
Фиг. 3а



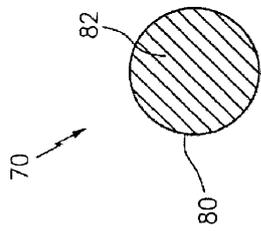
Фиг. 4с



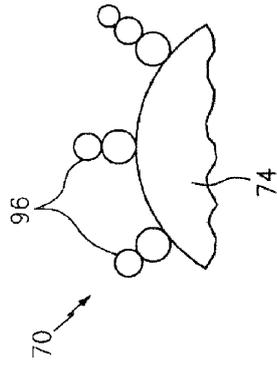
Фиг. 4б



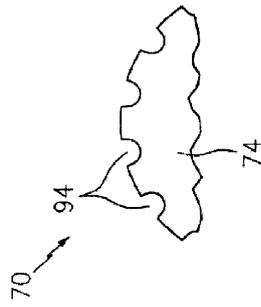
Фиг. 4д



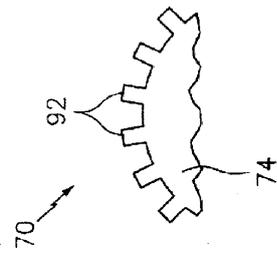
Фиг. 4а



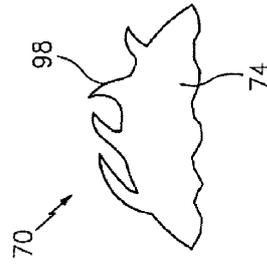
Фиг. 5с



Фиг. 5b

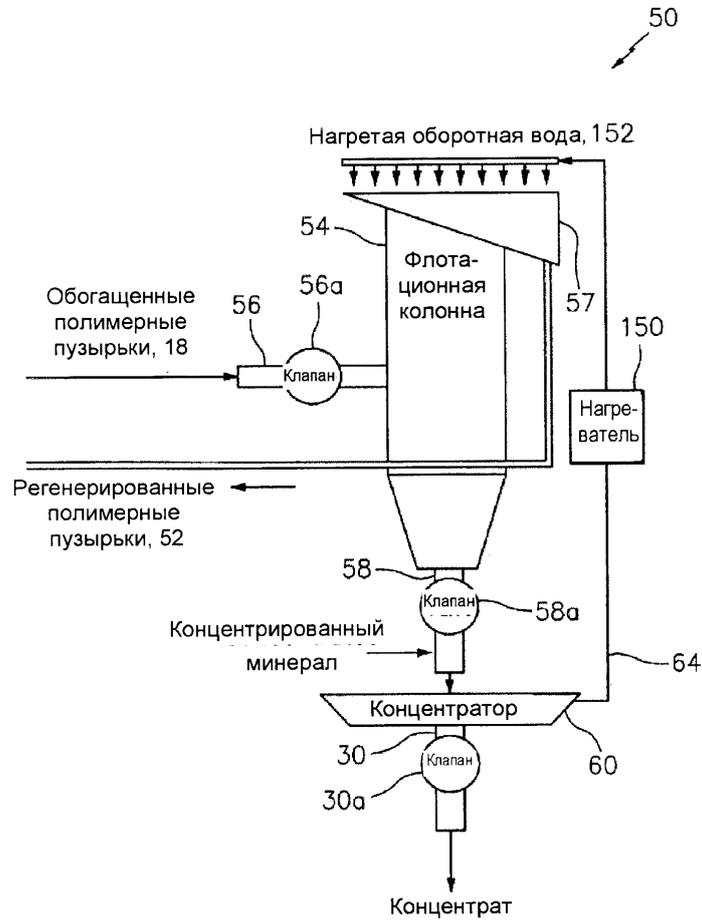


Фиг. 5а



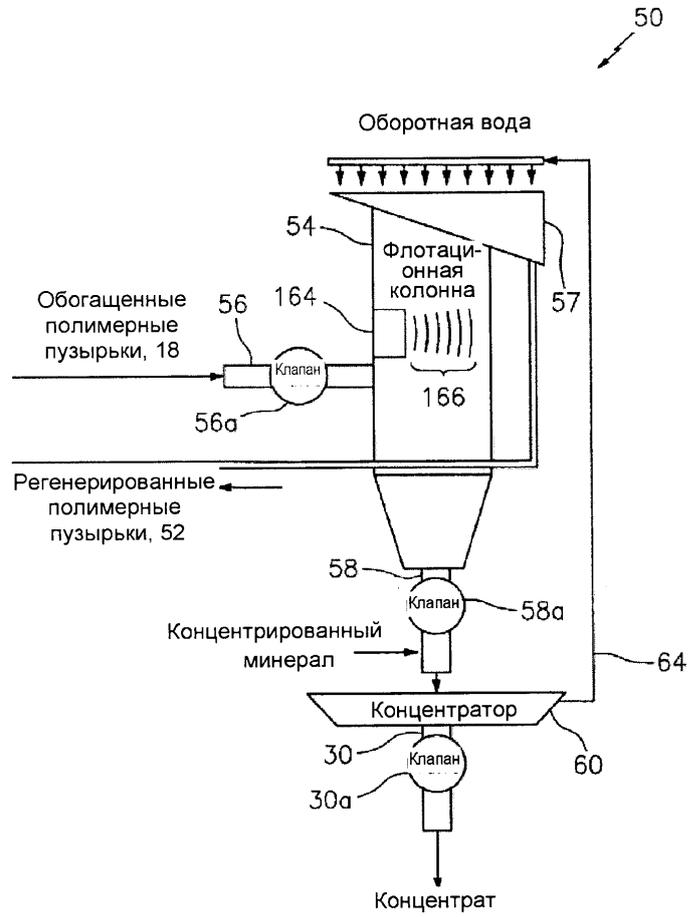
Фиг. 5d

6/22

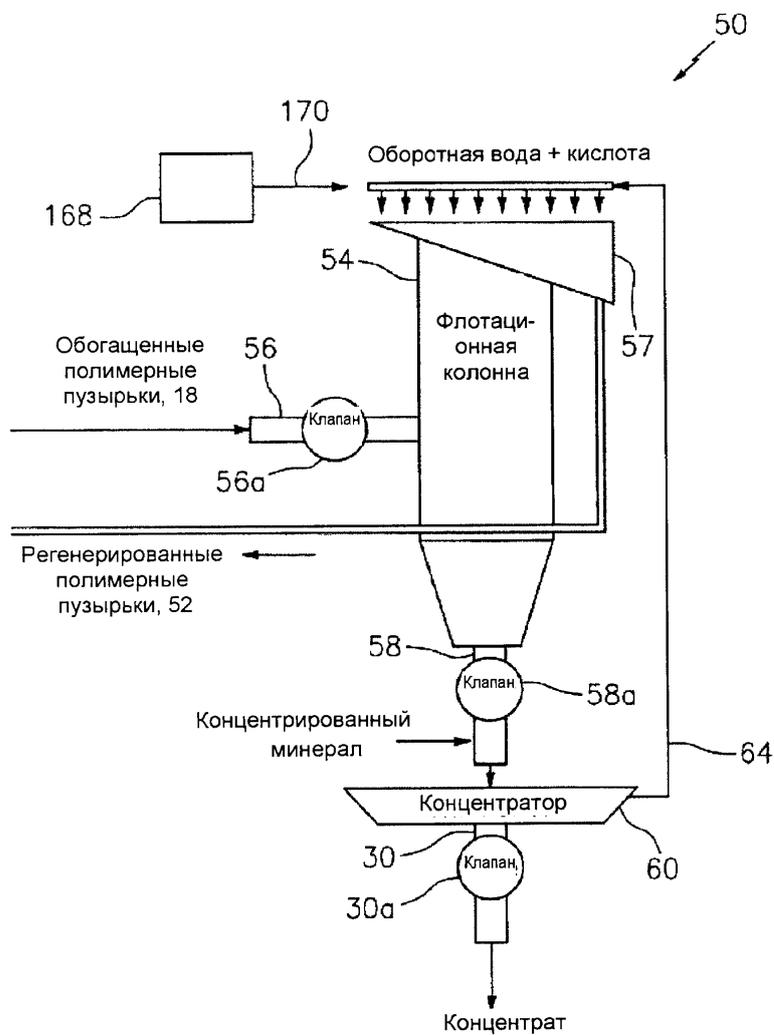


Фиг. 6

7/22

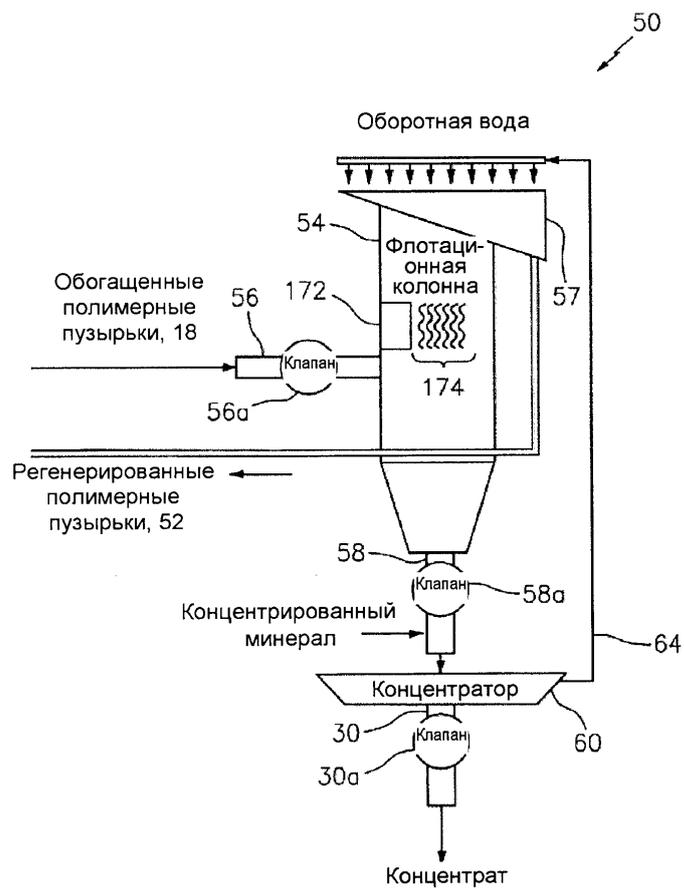


Фиг. 7



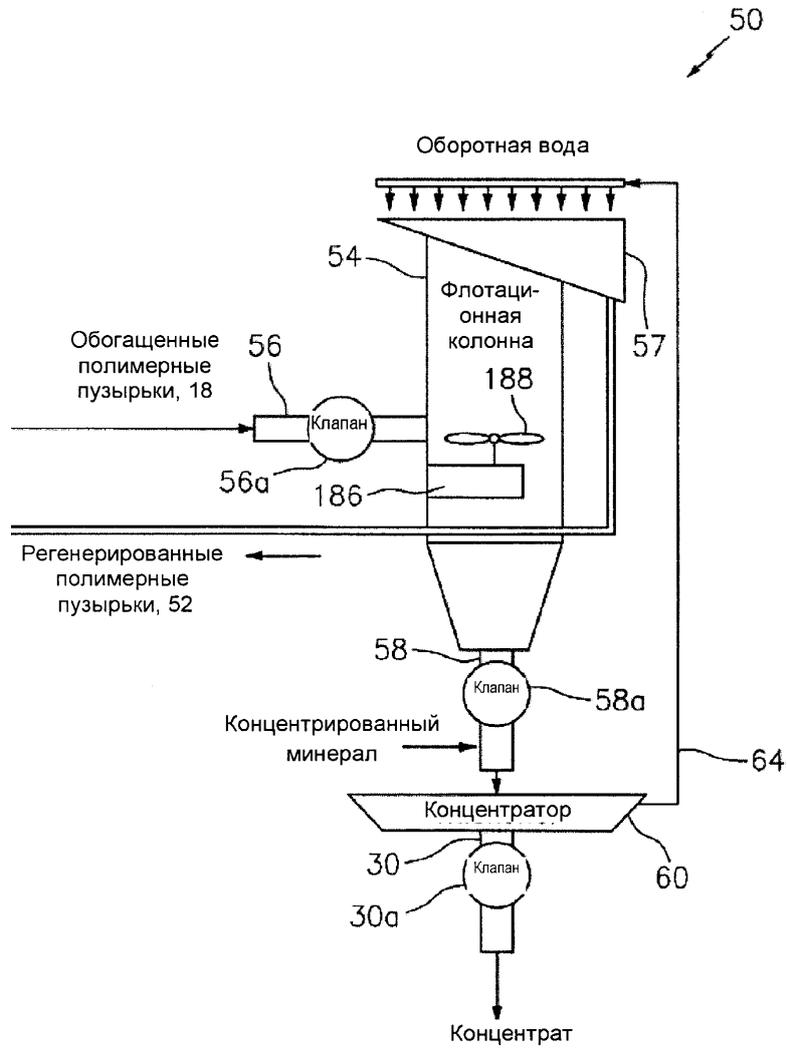
Фиг. 8

9/22

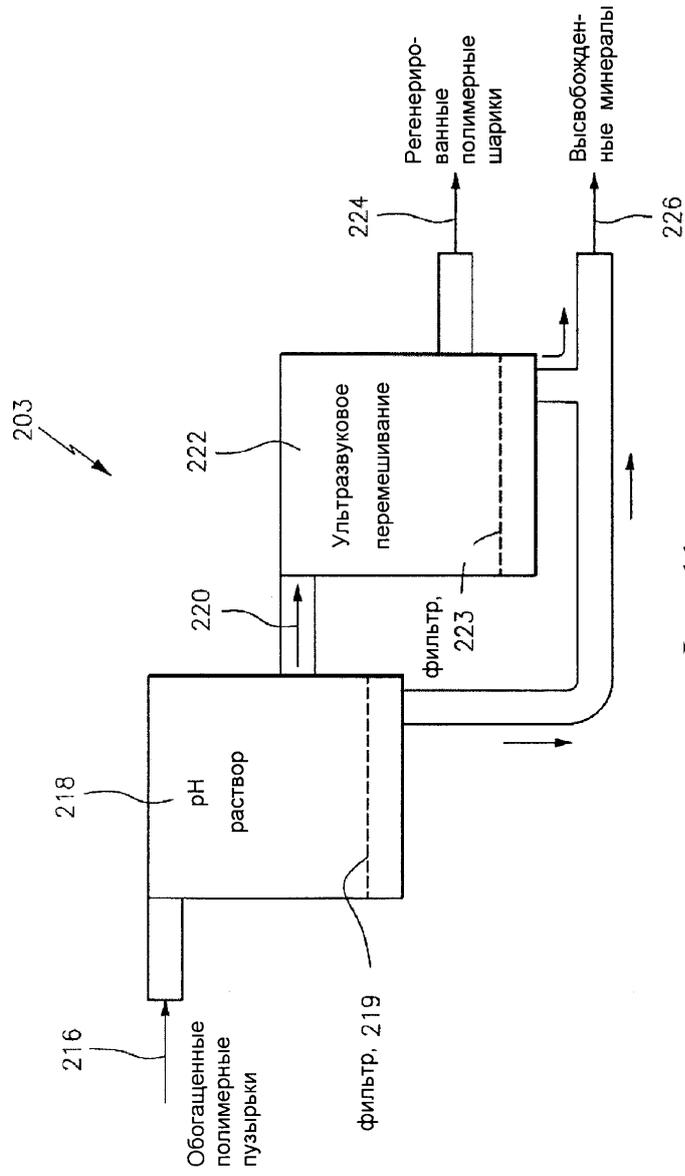


Фиг. 9

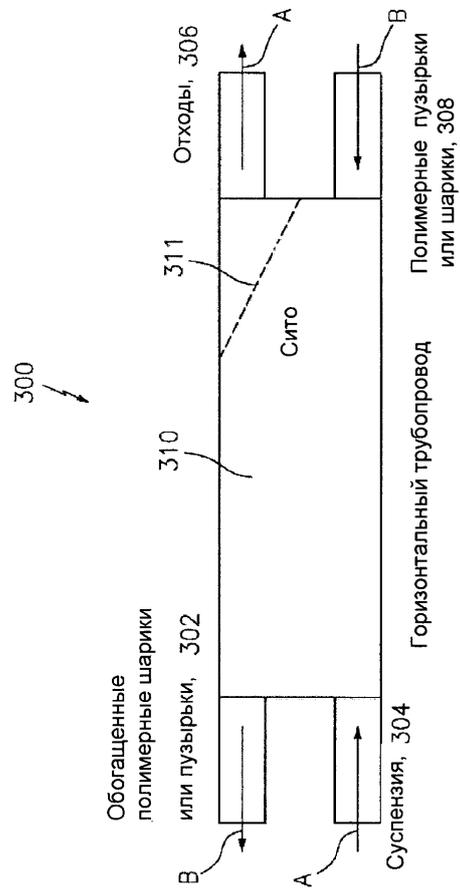
10/22



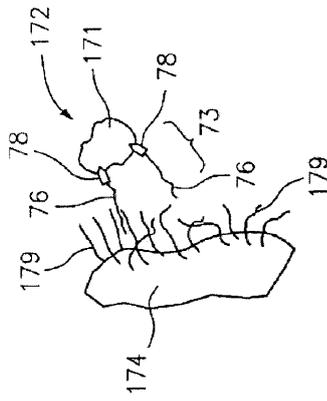
Фиг. 10



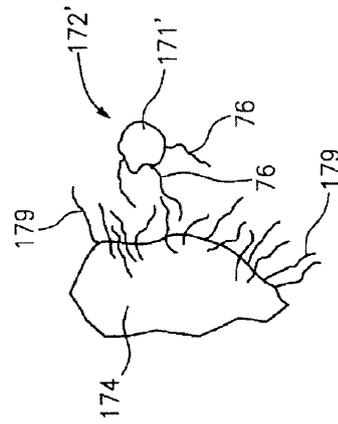
Фиг. 11



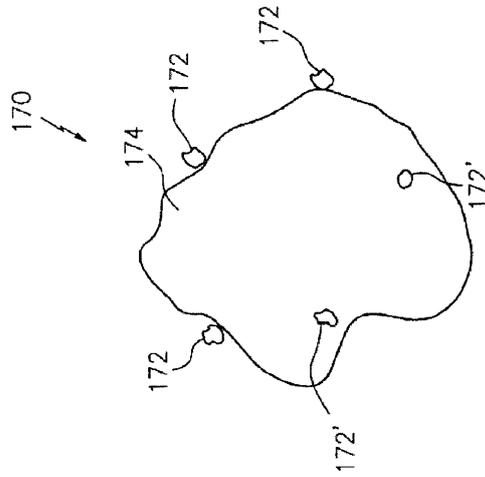
Фиг. 12 Отделение пузырьков или шариков на основе размера с использованием противотоков со смешиванием



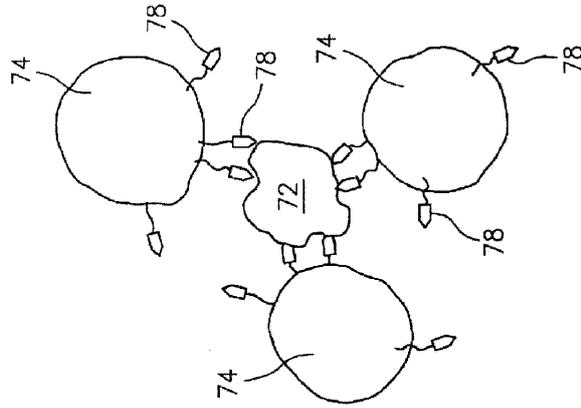
Фиг. 13б



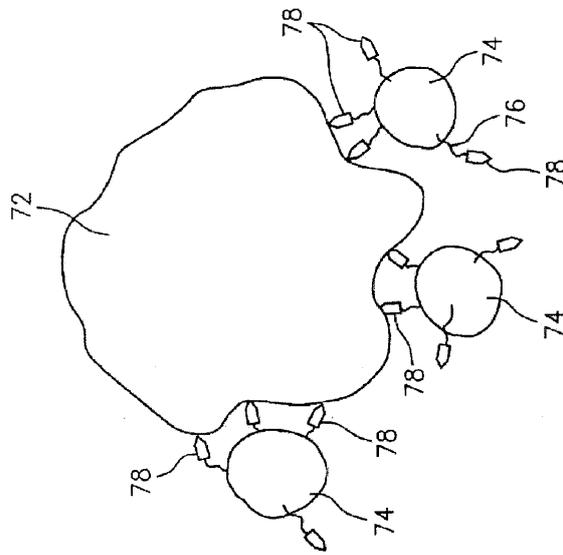
Фиг. 13с



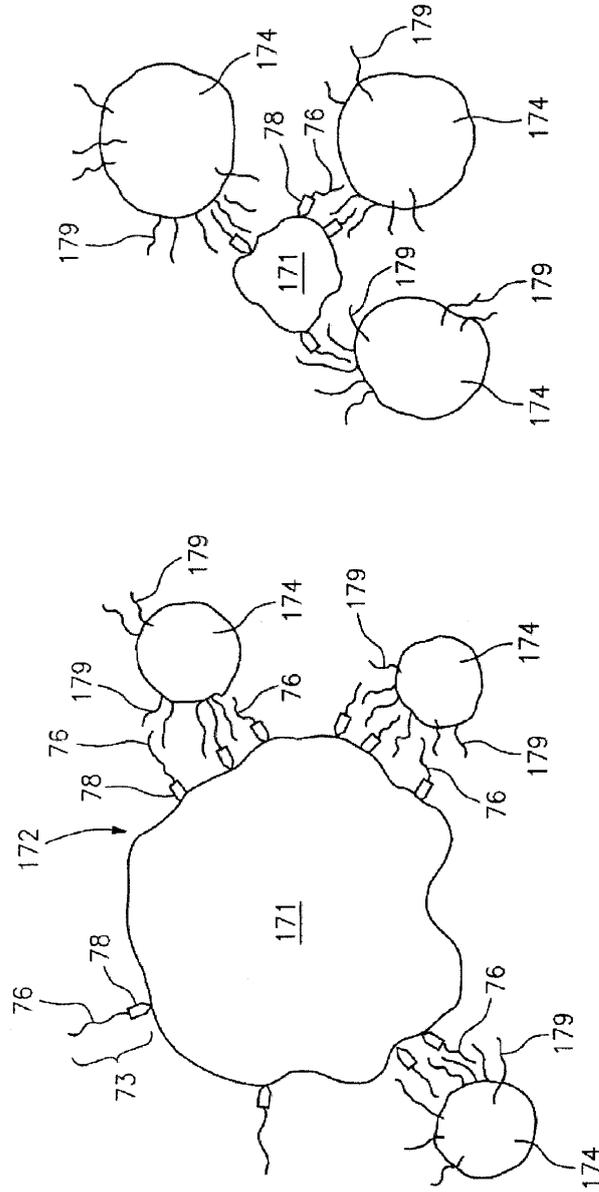
Фиг. 13а



Фиг. 14b

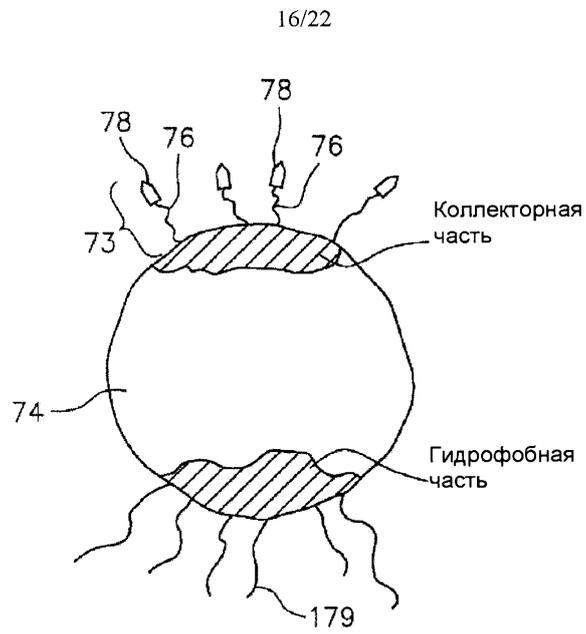


Фиг. 14a

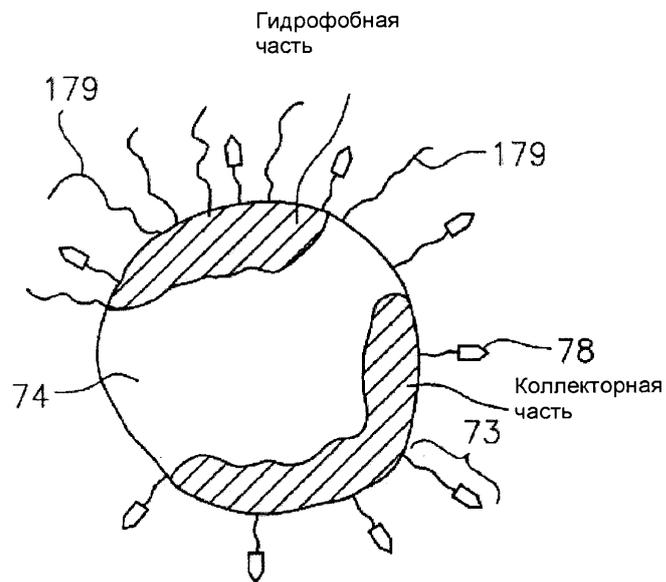


Фиг. 15b

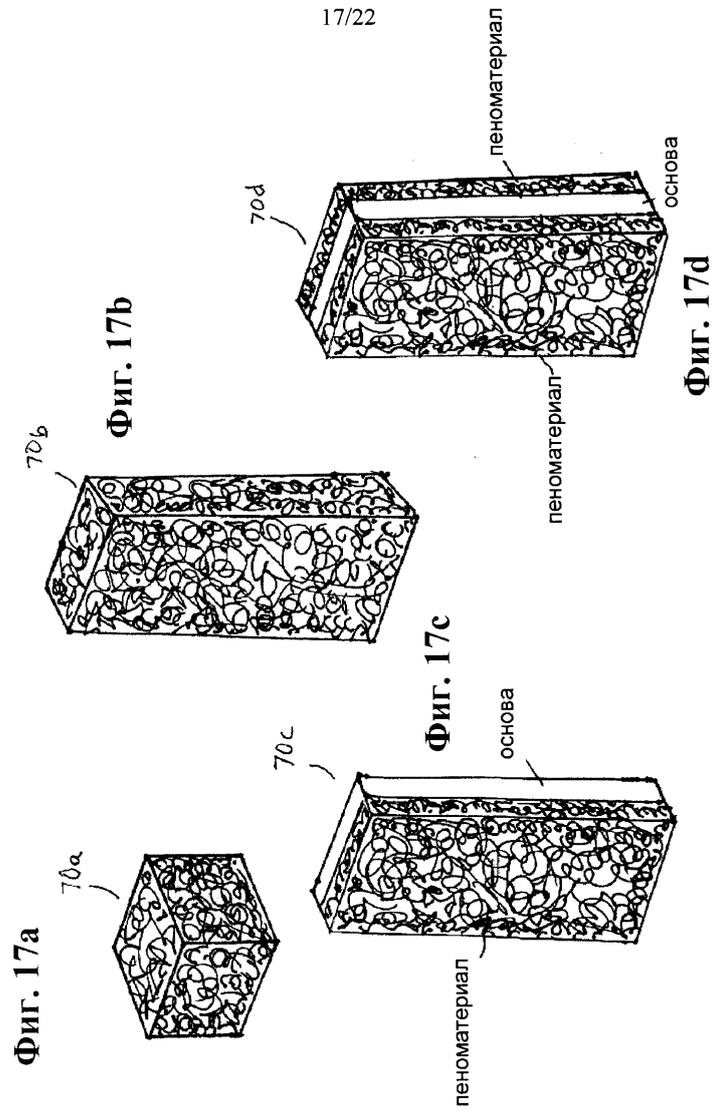
Фиг. 15a

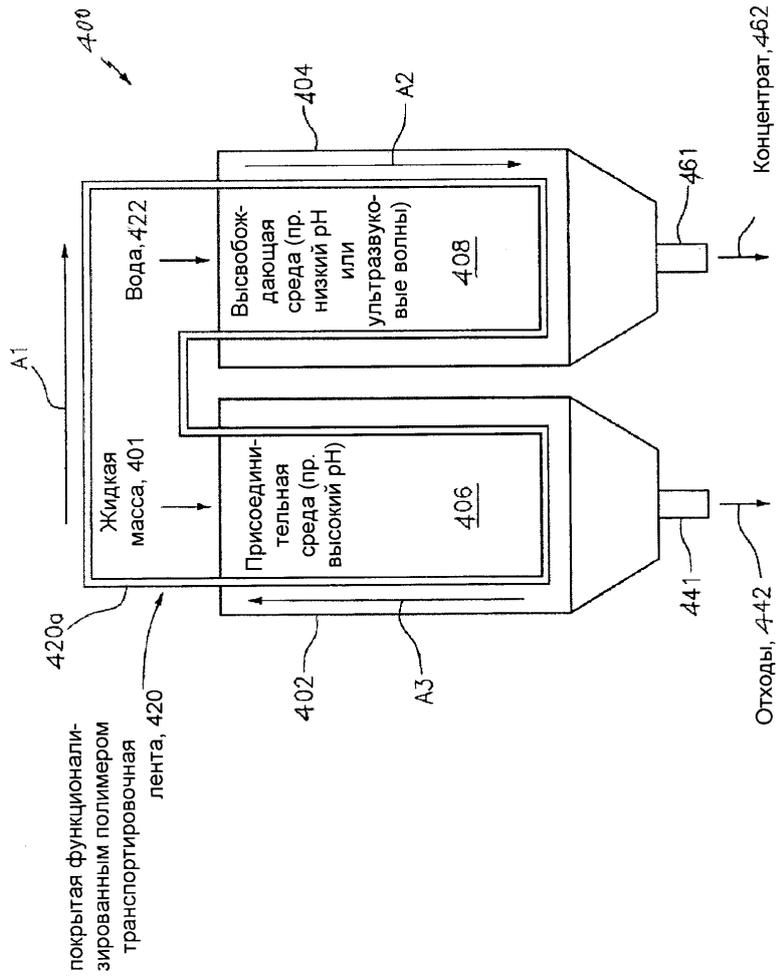


Фиг. 16а

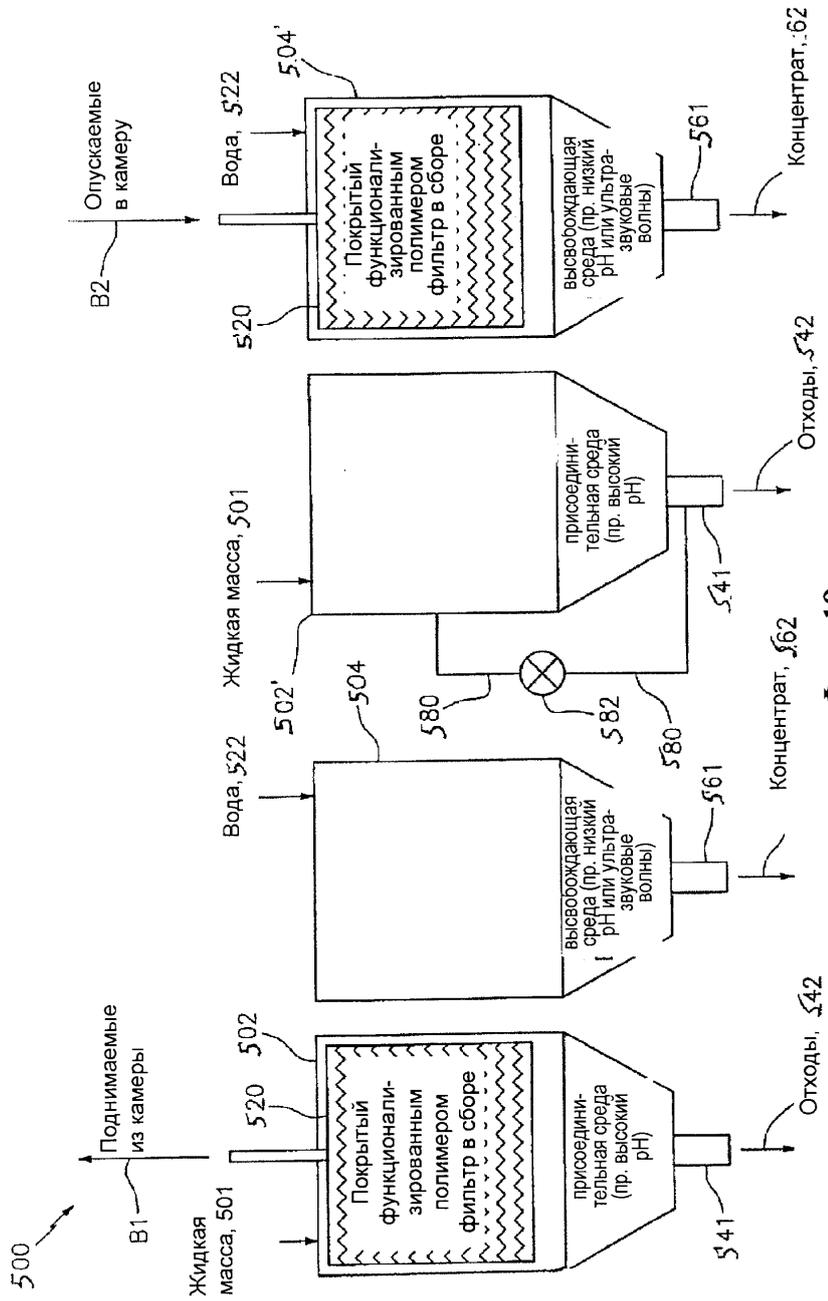


Фиг. 16б

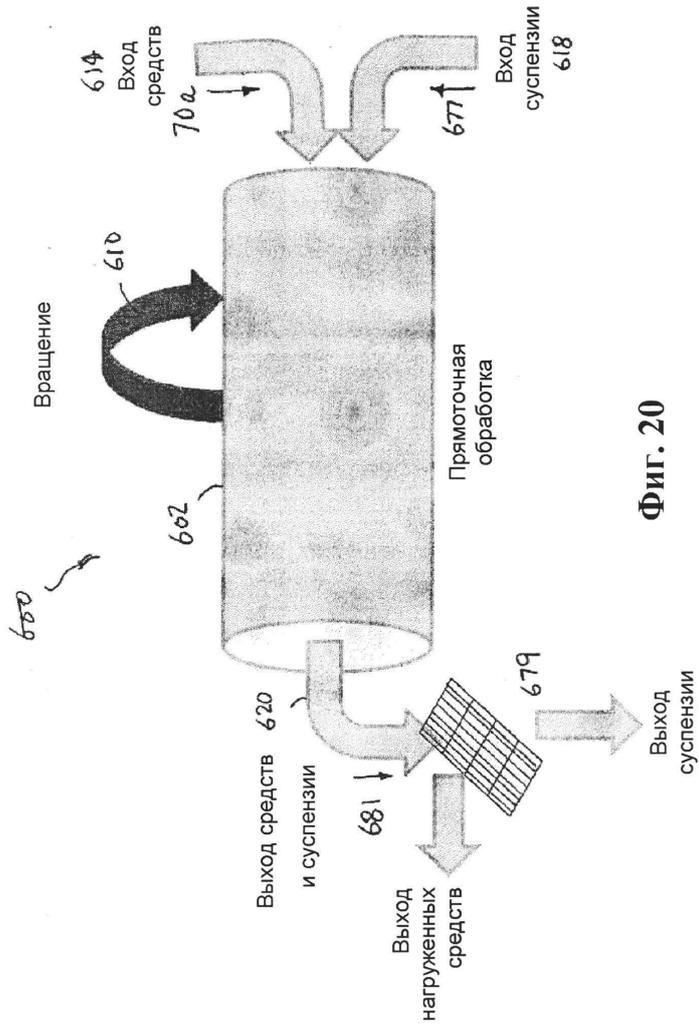




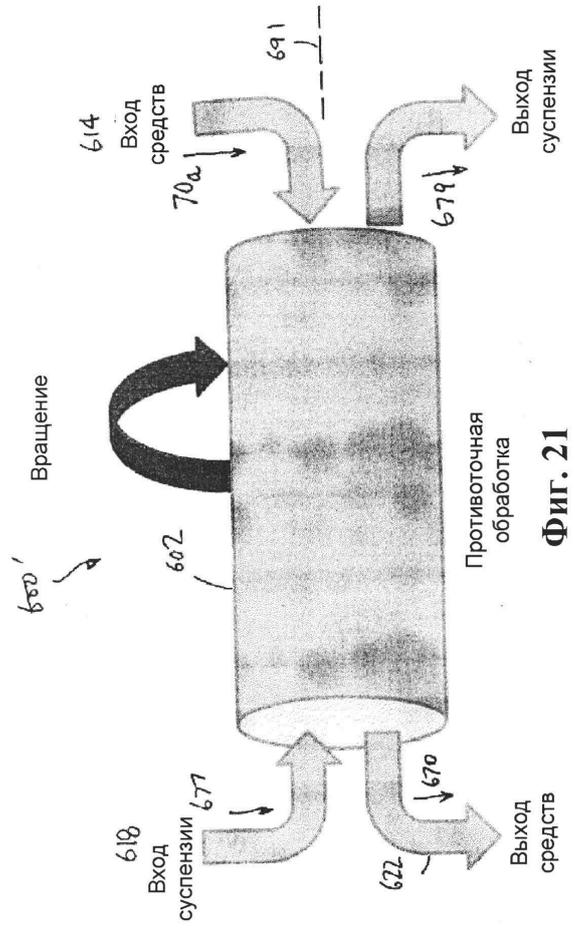
Фиг. 18



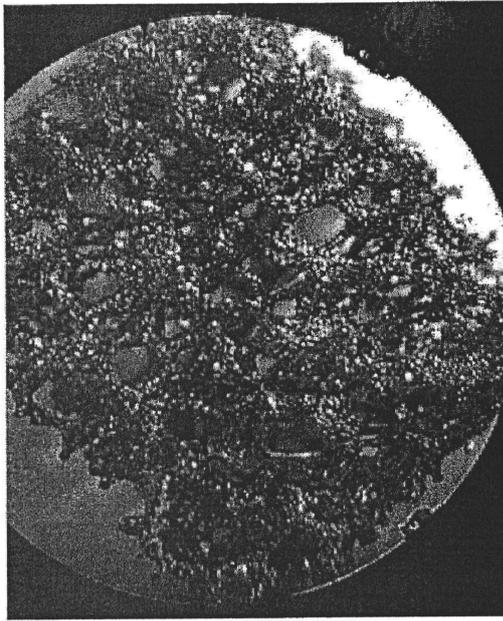
Фиг. 19



Фиг. 20



22/22



Сетчатый пеноматериал с Si минералом, захваченным по всей структуре

Фиг. 22