

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **016714**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2012.07.30**

(51) Int. Cl. **B03D 1/14** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**200801814**

(22) Дата подачи заявки  
**2007.02.16**

---

(54) **СОДЕРЖАЩИЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

---

(31) **11/355,469**

(56) **US-A1-20050269248**

(32) **2006.02.16**

**US-A-4589980**

(33) **US**

**US-A1-20030146134**

(43) **2009.02.27**

**SU-A1-1303195**

(86) **PCT/US2007/004284**

**SU-A-634792**

(87) **WO 2007/098115 2007.08.30**

**SU-A3-1402250**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**НАЛКО КОМПАНИ (US)**

**RU-C1-2079376**

(72) Изобретатель:  
**Трэн Бо Л., Кузнецов Дмитрий Л. (US)**

(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Борисова Е.Н. (RU)**

---

(57) Предложены способы и составы для разделения материалов. В одном воплощении настоящее изобретение обеспечивает способ отделения первого материала от второго материала. Например, способ может включать смешивание первого материала и второго материала в суспензии с обогатительным составом. Обогажительный состав может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, полученных из способа производства биодизельного топлива, и один или более зеленый коллектор. В суспензии можно обеспечить воздушные пузырьки, чтобы создать агрегаты пузырек-частица с первым материалом, и можно обеспечить отделение агрегатов пузырек-частица от второго материала.

**016714**

**B1**

**016714**  
**B1**

Настоящее изобретение относится в общем к обоганительным технологиям. В частности, настоящее изобретение относится к обоганительным составам и способам их применения.

Обогащение представляет собой способ отделения полезного материала от отходов. В общем случае при обогащении используют различие в гидрофобности соответствующих компонентов. В этом способе минеральную руду измельчают до определенного малого размера и образуют суспензию с водой. Суспензию вводят во флотационное устройство, продуваемое воздухом. Воздух преимущественно прилипает к гидрофобным частицам суспензии, заставляя их всплывать на верх устройства. Флотируемые частицы собирают, обезвоживают и накапливают в качестве продажного конечного продукта. Гидрофильные частицы имеют тенденцию мигрировать к дну контактного сосуда, откуда их можно удалить в виде отходов обогащения и перерабатывать в хвостохранилищах. В других способах, таких как обратная флотация, продажный конечный продукт может опускаться на дно.

Чтобы облегчить обогащение, используют несколько типов традиционных реагентов, таких как пенообразователи, коллекторы, промоторы и кондиционеры. Однако эти реагенты могут быть дорогими и токсичными, из-за чего снижается экономичность обоганительных способов.

Поэтому желательно обеспечивать и использовать экономичные и экологически благоприятные, или "зеленые", обоганительные составы.

Настоящее изобретение относится в общем к обоганительным технологиям. Более конкретно, настоящее изобретение относится к обоганительным составам и способам их применения.

В одном воплощении настоящее изобретение обеспечивает способ отделения первого материала от второго материала. Например, способ может включать смешивание первого материала и второго материала в суспензии с обоганительным составом. Обоганительный состав может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, полученных в способе производства биодизельного топлива, и один или более "зеленых" или экологически благоприятных коллекторов. Обоганительный состав может также включать один или более "зеленых" коллекторов и один или более побочных продуктов реакции переэтерификации с использованием триглицеридов. Воздушные пузырьки могут быть обеспечены в суспензии, чтобы сформировать агрегаты пузырек-частица с первым материалом, и можно обеспечить возможность отделения агрегатов пузырек-частица от второго материала.

В одном воплощении "зеленый" коллектор можно выбрать из группы, состоящей из неионных ПАВ с низким показателем ГЛБ, природных липидов, модифицированных липидов, гидрофобных полимеров и их сочетаний. "Зеленый" означает экологически благоприятный, биоразлагаемый, негорючий, неопасный и/или нетоксичный.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт можно приготовить добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца сложных алкильных эфиров жирных кислот в способе производства биодизельного топлива и/или получать добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца глицерина в способе производства биодизельного топлива. Например, содержащий жирные кислоты побочный продукт можно получить в способе производства биодизельного топлива добавлением кислоты к нижнему продукту стадии этерификации и/или добавлением кислоты к промывочной воде (например, мыльной воде) сложноэфирного продукта. Содержащий жирные кислоты побочный продукт можно также получать подкислением потоков любого способа производства биодизельного топлива, содержащих один или более компонент солей жирных кислот.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт включает от примерно одного до примерно 50 мас.% одного или более сложных метиловых эфиров и от примерно 50 до примерно 99 мас.% одной или более жирных кислот.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает один или более компонент, выбранный из группы, состоящей из сложных метиловых эфиров, солей, метанола, глицерина, воды и их сочетаний.

В одном воплощении свободные жирные кислоты включают один или более компонент, выбранный из группы, состоящей из пальмитиновой кислоты, пальмитолеиновой кислоты, стеариновой кислоты, олеиновой кислоты, линолевой кислоты, линоленовой кислоты, арахидиновой кислоты, эйкозеновой кислоты, бегеновой кислоты, лигноцериновой кислоты, тетракозеновой кислоты и их сочетаний.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт включает один или более компонент, выбранный из группы, состоящей из  $C_6$ - $C_{24}$  насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, солей  $C_6$ - $C_{24}$  насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, сложных метиловых эфиров, сложных этиловых эфиров и их сочетаний.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает один или более компонент, выбранный из группы, состоящей из  $C_2$ - $C_6$  моно-, ди- и трехатомных спиртов и их сочетаний.

В одном воплощении содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает одну или более неорганическую соль.

В одном воплощении настоящее изобретение обеспечивает способ разделения гидрофобных и гид-

рофильных частиц в водной суспензии. Например, способ может включать добавление обогатительного состава к водной суспензии, чтобы увеличить гидрофобность гидрофобных частиц. Обогажительный состав может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, полученных из способа производства биодизельного топлива, и один или более "зеленых" коллекторов. Водную суспензию можно смешать, чтобы способствовать адсорбции содержащего жирные кислоты побочного продукта на поверхности гидрофобных частиц, чтобы увеличить гидрофобность гидрофобных частиц. Воздушные пузырьки можно обеспечить в водной суспензии таким образом, чтобы гидрофобные частицы собирались на поверхности воздушных пузырьков, образуя агрегаты пузырек-частица. Агрегаты пузырек-частица могут всплывать на поверхность водной суспензии, и их можно отделить от гидрофильных частиц.

В одном альтернативном воплощении настоящее изобретение обеспечивает обогатительный состав, включающий один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, полученных из способа производства биодизельного топлива, и один или более "зеленых" коллекторов.

В другом воплощении настоящее изобретение обеспечивает обогатительный состав, включающий один или более "зеленых" коллекторов и один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов реакций переэтерификации с использованием триглицеридов.

Преимущество настоящего изобретения состоит в том, чтобы обеспечить экономичные способы разделения двух или более материалов.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в том, чтобы обеспечить усиливающие гидрофобность составы, которые можно использовать в способах флотации с пониженными затратами.

Дополнительные признаки и преимущества описаны здесь далее и станут очевидны из следующего подробного описания.

Настоящее изобретение относится в общем к обогатительным технологиям. Более конкретно, настоящее изобретение относится к обогатительным составам и способам их применения.

В настоящем описании термин "обогатительный" означает отделение полезного материала от отходов, в частности гидрофобных веществ от гидрофильных веществ. Подходящие способы осуществления этого включают, не ограничиваясь этим, флотацию, обратную флотацию и аналогичные технологии.

В настоящем описании термин "побочные продукты" следует понимать как побочные продукты, полученные из способов производства биодизельного топлива, и/или реакций переэтерификации с использованием триглицеридов.

В одном воплощении настоящее изобретение обеспечивает обогатительные составы, включающие побочные продукты производства биодизельного топлива. Побочные продукты производства биодизельного топлива могут включать, например, смеси прямоцепочечных монокарбоновых кислот, содержащих от 6 до 24 углеродных атомов.

Неожиданно обнаружено, что побочные продукты производства биодизельного топлива по настоящему изобретению являются эффективными в качестве реагентов для применения в обогатительных технологиях, таких как, например, способы флотации. Кроме того, эти побочные продукты являются вообще экологически благоприятными и безопасными. Эти побочные продукты являются также негорючими и могут обеспечить преимущества в тех видах применения, в которых существует требование "высокой" температуры воспламенения. Эти побочные продукты можно использовать, чтобы дополнять или заменять традиционные опасные коллекторы во флотационных способах, такие как дизельное топливо, тем самым снижая зависимость от этих экологически неблагоприятных материалов. Дизельное топливо повсеместно используют в минералоперерабатывающей промышленности. Значительную долю отработанного дизельного топлива от этих способов закапывают в землю, отравляя окружающую среду и создавая опасность для здоровья людей. Настоящее изобретение предлагает дополнительное преимущество от того, что не отравляет окружающей среды и/или не угрожает здоровью людей при сливе в землю.

Биодизельное топливо представляет собой более чисто сгорающий заменитель дизельного топлива, изготовленный из натуральных возобновляемых источников. Например, биодизельное топливо может включать сложные алкильные эфиры жирных кислот, используемые в качестве более чисто сгорающего заменителя дизельного топлива, изготовленного из таких источников, как новые и бывшие в употреблении растительные масла и животные жиры.

Согласно американскому Центру сбора данных по топливу Министерства энергетики США приблизительно 55% биодизельного топлива в настоящее время производят из повторно используемого жирового или масляного сырья, включая повторно используемый кулинарный топленый жир. Другая половина промышленности ограничивается растительными маслами, наименее дорогое из которых это соевое масло. Соевая промышленность является двигателем коммерциализации биодизельного топлива из-за избытка производственных мощностей, избытков продукта и снижающихся цен. Сходные проблемы относятся к промышленности повторно используемого жира и животных жиров, хотя даже эти виды сырья менее дороги, чем соевые масла. Исходя из комбинированных ресурсов обеих отраслей промышленности, сырья достаточно для того, чтобы поставить 1,9 млрд галлонов (7,2 млрд л) биодизельного топлива.

Биодизельное топливо можно изготавливать химическим способом, называемым переэтерификацией, в котором растительное масло или животные жиры переводят в сложные алкильные эфиры жирных

кислот, глицерин и остальные соединения, из которых извлекают содержащие жирные кислоты побочные продукты. Такие масла и жиры включают, например, сало, сырое талловое масло, кокосовое масло, рапсовое масло, масло канолы, косточковое пальмовое масло и соевое масло. Триглицериды, основные компоненты животных жиров и растительных масел, представляют собой сложные эфиры глицерина, трехатомного спирта и жирных кислот с различной молекулярной массой. Три пути синтеза можно использовать, чтобы производить сложные алкильные эфиры жирных кислот из масел и жиров:

- катализируемая основаниями переэтерификация масла;
- прямая катализируемая кислотой этерификация масла и
- конверсия масла в жирные кислоты и последующая этерификация до биодизельного топлива.

Большинство сложных алкильных эфиров жирных кислот производят катализированным основанием способом. Обычно катализатором, используемым для переэтерификации масла, чтобы производить биодизельное топливо в промышленном масштабе, может быть, как правило, любое основание, наиболее предпочтительно гидроксид натрия или гидроксид калия.

В способе производства биодизельного топлива масла и жиры можно фильтровать и предварительно обрабатывать, чтобы удалить воду и загрязнители. Если присутствуют свободные жирные кислоты, их можно удалить или трансформировать в биодизельное топливо с использованием специальной технологии предварительной обработки, такой как катализируемая кислотой этерификация. Предварительно обработанные масла и жиры можно затем смешать со спиртом и с катализатором (например, с основанием). Основание, используемое для реакции, обычно представляет собой гидроксид натрия или гидроксид калия, причем его растворяют в спирте (обычно в этаноле или метаноле), используемом, чтобы получить соответствующий алкоксид, при стандартном взбалтывании или смешивании. Следует понимать, что можно использовать любое подходящее основание. Алкоксид можно затем ввести в закрытый реакционный сосуд и добавить масла и жиры. Систему можно затем герметизировать и выдержать при примерно 71°C (160°F) в течение примерно 1-8 ч, хотя для некоторых систем необходимо, чтобы реакции происходили при комнатной температуре.

Когда реакции завершены, молекулы масла (например, триглицериды) оказываются разрушены и получаются два главных продукта: 1) фаза сырца сложных алкильных эфиров жирной кислоты (т.е. фаза биодизельного топлива) и 2) фаза сырца глицерина. Как правило, фаза сырца сложных алкильных эфиров жирной кислоты образует слой поверх более плотной фазы сырца глицерина. Поскольку глицериновая фаза более плотная, чем фаза биодизельного топлива, то они могут разделиться под действием силы тяжести, например глицериновая фаза просто оседает на дно отстойника. В некоторых случаях, чтобы ускорить разделение двух фаз, можно использовать центрифугу.

В одном воплощении содержащие жирные кислоты побочные продукты могут иметь источником рафинирование фазы сырца сложных алкильных эфиров жирной кислоты и/или сырца глицериновой фазы в способе производства биодизельного топлива. Например, фаза сырца сложных алкильных эфиров жирной кислоты, как правило, включает смесь сложных алкильных эфиров жирной кислоты, воду и компонент солей жирной кислоты. Эти соли жирной кислоты главным образом образуют раствор с водной фазой (например, мыльную воду), где они могут дополнительно отделяться от компонента сложных алкильных эфиров жирной кислоты к водной фазе, содержащей компонент солей жирной кислоты, можно добавить любую подходящую кислоту, такую, например, как соляная кислота, чтобы получить содержащие жирные кислоты побочные продукты по настоящему изобретению. Аналогично, сырец глицериновой фазы, как правило, включает смесь глицерина, воды и компонент солей жирной кислоты. Эти соли жирной кислоты образуют раствор или суспензию с водной фазой, где их можно дополнительно отделять от глицеринового компонента добавлением любой подходящей кислоты, чтобы извлечь содержащие жирные кислоты побочные продукты, подходящие для настоящего изобретения.

Следует отметить то, что содержащие жирные кислоты побочные продукты по настоящему изобретению можно получать подкислением любых потоков/стадий от любого способа производства биодизельного топлива, которые содержат компонент солей жирной кислоты (например, мыльная вода), включая, например, промывочную воду. Эти содержащие жирные кислоты побочные продукты, полученные из любых различных стадий/потоков способа производства биодизельного топлива, можно использовать как ценный компонент обогащающих составов по настоящему изобретению. Содержащие жирные кислоты побочные продукты производства биодизельного топлива можно производить во все увеличивающихся количествах. В результате побочные продукты производства биодизельного топлива являются недорогими, и их использование может стать экономичным и высокоэффективным во множестве обогащающих технологий.

В одном воплощении содержащие жирные кислоты побочные продукты производства биодизельного топлива могут состоять из свободных жирных кислот и сложных метиловых и этиловых эфиров. Дополнительные компоненты побочных продуктов могут включать соли, метанол, этанол, глицерин и влагу (например, воду). Смесь жирных кислот может включать пальмитиновую кислоту, пальмитолеиновую кислоту, стеариновую кислоту, олеиновую кислоту, линолевую кислоту, линопеновую кислоту, арахиновую кислоту, эйкозеновую кислоту, бегеновую кислоту, лигноцериную кислоту, тетракозеновую ки-

слоту и их сочетания.

В альтернативном воплощении составы содержащих жирные кислоты побочных продуктов могут включать одну или более  $C_6$ - $C_{24}$  насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, их соли и сложные метиловые и/или этиловые эфиры. Побочный продукт может дополнительно включать один или более  $C_1$ - $C_6$  моно-, ди- или трехатомных спиртов, таких как (например, метанол, этанол, глицерин и гликоли). В одном воплощении побочные продукты могут содержать от примерно 0,01 до примерно 15 мас.%  $C_2$ - $C_6$  моно-, ди- и трехатомных спиртов.

Побочные продукты могут дополнительно включать одну или более неорганические соли, такие как, например, соли (например, хлориды и сульфаты) натрия, калия и/или кальция. В одном воплощении побочные продукты могут содержать от примерно 0,05 до примерно 15 мас.% неорганических солей.

Вышеприведенный состав предполагает, что побочные продукты могут представлять собой отличный гидрофобизирующий реагент, подходящий для применения в качестве коллектора или промотора во флотационном или подобных способах. Например, сильно гидрофобные  $C_6$ - $C_{24}$  жирные кислоты, содержащиеся в побочных продуктах, как известно, облегчают прилипание воздушных пузырьков во время флотации.

Более того, содержащие жирные кислоты побочные продукты могут быть богаты ненасыщенными олеиновой, линолевой и линоленовой жирными кислотами. Если эти жирные кислоты покрывают обрабатываемые частицы (например, во время флотации), они могут медленно сшиваться в присутствии воздуха, образуя стойкий гидрофобный слой.

В альтернативном воплощении содержащие жирные кислоты побочные продукты можно дополнительно смешивать с добавками, чтобы улучшать разделительные свойства этих обогатительных составов. Такие добавки могут включать один или более "зеленых" коллекторов. В альтернативном воплощении содержащие жирные кислоты побочные продукты можно дополнительно смешивать с добавками, чтобы улучшать разделительные свойства этих обогатительных составов. В одном воплощении такие добавки могут включать жидкое топливо, такое как, например, керосин, дизельное топливо и их сочетания. В одном воплощении "зеленые" коллекторы могут включать неионные ПАВ с низким показателем ГЛБ, природные липиды, модифицированные липиды, гидрофобные полимеры и их сочетания.

Первым типом "зеленых" коллекторов могут быть неионные ПАВ, у которых показатель ГЛБ ниже приблизительно 15. Они включают, например, жирные кислоты, жирные сложные эфиры, сложные фосфатные эфиры, гидрофобные полимеры, простые эфиры, производные гликоля, производные саркозина, ПАВ и полимеры на основе кремния, производные сорбита, сложные эфиры и производные сахарозы и глюкозы, производные на основе ланолина, сложные эфиры глицерина, этоксилированные жирные сложные эфиры, этоксилированные амины и амиды, этоксилированные линейные спирты, этоксилированные триглицериды, этоксилированные растительные масла, этоксилированные жирные кислоты и т.д. и их сочетания.

Второй тип "зеленых" коллекторов может представлять собой природные липиды. Они являются природными органическими молекулами, которые можно выделить из растительных и животных клеток (и тканей) экстракцией с неполярными органическими растворителями. Значительная часть этих молекул представляет собой углеводороды (или гидрофобы). В результате они не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях, таких как эфир, хлороформ, бензол или алкан. Итак, определение липидов скорее можно основать на их физических свойствах (т.е. гидрофобности и растворимости), чем на строении или химическом составе. Липиды могут включать широкое множество молекул различной структуры, например, такие как триацилглицеролы, стероиды, воски, фосфолипиды, сфинголипиды, терпены и карбоновые кислоты. Их можно найти в разных растительных маслах (например, соевое масло, арахисовое масло, оливковое масло, льняное масло, конопляное масло), рыбьем жире, сливочном масле и животных жирах (например, в сале).

Триацилглицеролы, присутствующие в природных липидах, можно рассматривать как большие ПАВ молекулы с тремя углеводородными хвостами, которые могут быть слишком велики, чтобы адсорбироваться между углеводородными хвостами молекул коллектора, адсорбированных или адсорбирующихся на поверхности минерала. Таким образом, третьим типом "зеленых" коллекторов могут быть природные липидные молекулы, расщепленные с использованием одного из нескольких различных способов молекулярного реструктурирования.

Ацильные группы природных липидов содержат четное количество углеводов от 12 до 20 и могут быть насыщенными или ненасыщенными. Ненасыщенные ацильные группы обычно имеют цис-геометрию, которая не благоприятна для образования плотно упакованных монослоев углеводов. Некоторые из липидов имеют более высокие степени ненасыщенности, чем другие. В результате может быть желательным либо использовать липиды с более низкими степенями ненасыщенности в том виде, как они встречаются в природе, или использовать липиды с более высокими степенями ненасыщенности после гидрогенизации. Гидрогенизация может снижать степень ненасыщенности ацильных групп. Эту методику можно применять к природным липидам или после расщепления триацилглицеролов, присутствующих в природных липидах, к меньшим молекулам.

Четвертым типом "зеленых" коллекторов могут быть гидрофобные полимеры, такие как, например, полиметилгидросилоксаны, полисиланы, полиэтиленовые производные и углеводородные полимеры, получаемые как реакцией обмена с раскрытием кольца, так и катализированной металлоценами полимеризацией.

Многие из "зеленых" коллекторов можно использовать в сочетании с соответствующими растворителями, которые включают, но не ограничиваются ними, легкие минеральные масла, петролейные эфиры, короткоцепочные спирты, у которых число углеродных атомов менее восьми, и любые другие реагенты, которые легко растворяют или диспергируют "зеленые" коллекторы в водных средах. Легкие минеральные масла включают дизельное топливо, керосин, бензин, продукты перегонки нефти, терпентин, нафтенческие масла и т.д. Необходимое количество растворителей зависит от сольватационной силы используемых растворителей. В некоторых случаях можно использовать более одного типа растворителей для большей эффективности или экономичности.

В одном воплощении коллектор по настоящему изобретению включает смесь содержащего жирные кислоты побочного продукта, "зеленый" коллектор, и один или более  $C_4$ - $C_{16}$  спиртов, альдегидов или сложных эфиров. В одном воплощении  $C_4$ - $C_{16}$  спирты, альдегиды или сложные эфиры представляют собой продукты реакции гидроформилирования 1-пропена. В одном воплощении  $C_4$ - $C_{16}$  спирт представляет собой 4-метилциклогексанметанол (МЦГМ). Присутствие  $C_4$ - $C_{16}$  спиртов, альдегидов или сложных эфиров облегчает распределение коллектора во флотационной суспензии. В одном воплощении коллектор включает от примерно 70 до примерно 80 мас.% содержащего жирные кислоты побочного продукта, от примерно 10 до примерно 20 мас.% "зеленого" коллектора и от примерно 1 до примерно 20 мас.%  $C_4$ - $C_{16}$  спиртов, альдегидов или сложных эфиров.

В одном воплощении настоящее изобретение обеспечивает способы усиления гидрофобности соединений в некоторых обогащательных способах. Например, обогащательные составы, включающие содержащие жирные кислоты побочные продукты, могут быть полезны при обогащении следующих материалов, включая, но не ограничиваясь этим, группу угля, пластмассы, песок и гравий, фосфатные, алмазосодержащие и другие минеральные руды или искусственные материалы. В альтернативных воплощениях обогащательные составы можно использовать в способах, чтобы увеличивать гидрофобность сыпучих материалов, особенно в таких видах применений, как флотация, приводящая к обогащению угля, фосфатов, алмазосодержащей руды и т.п. Обогащательные составы можно также использовать в сочетании с другими подходящими флотационными коллекторами и промоторами.

Флотационный способ представляет собой один из наиболее широкоиспользуемых способов отделения ценного материала от не представляющего ценности материала, присутствующего, например, в кусочках или мелких частицах. Например, в этом способе мелкие частицы образуют дисперсию в воде или другом подходящем растворе, и малые воздушные пузырьки вводят в суспензию таким образом, чтобы гидрофобные частицы могли селективно собираться на поверхности воздушных пузырьков и выходить из суспензии (например, поднимаясь к поверхности), причем гидрофильные частицы остаются внизу. Гидрофильные частицы могут также опускаться на дно суспензии, чтобы собираться в виде ила.

Содержащие жирные кислоты побочные продукты можно использовать для разделения материалов, например, в любом подходящем флотационном способе. Следует принимать во внимание, что требуемые конечные продукты могут подниматься на поверхность во время флотации и/или опускаться на дно, в таких способах как обратная флотация. Например, в способах флотации диоксида кремния требуемый продукт может опускаться на дно суспензии, а отходы могут подниматься наверх суспензии.

В альтернативном воплощении настоящее изобретение обеспечивает способ отделения первого материала от второго материала. Например, способ может включать смешивание первого материала и второго материала в суспензии с обогащательным составом. Обогащательный состав может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, извлеченных из способа производства биодизельного топлива. Обогащательный состав также может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов реакций переэтерификации с использованием триглицеридов. Воздушные пузырьки могут быть обеспечены в суспензии, чтобы образовать агрегаты пузырек-частица с первым материалом, и агрегаты пузырек-частица могут быть отделены от второго материала. Обогащательный состав может дополнительно включать добавку "зеленого" коллектора, смешанную с содержащим жирные кислоты побочным продуктом. Добавка "зеленого" коллектора может представлять собой, например, неионные ПАВ с низким показателем ГЛБ, природные липиды, модифицированные липиды, гидрофобные полимеры и их сочетания.

В альтернативных воплощениях содержащий жирные кислоты побочный продукт можно получать добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца алкильных эфиров жирных кислот в способе производства биодизельного топлива и/или получать его добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца глицерина в способе производства биодизельного топлива.

В другом воплощении настоящее изобретение обеспечивает способ разделения гидрофобных и гидрофильных частиц в водной суспензии. Например, способ может включать добавление обогащательного

состава к водной суспензии, чтобы увеличить гидрофобность гидрофобных частиц. Обогажительный состав может включать один или более содержащих жирные кислоты побочных продуктов, полученных из способа производства биодизельного топлива. Водную суспензию можно перемешать, чтобы способствовать адсорбции содержащего жирные кислоты побочного продукта на поверхности гидрофобных частиц с тем, чтобы увеличить гидрофобность гидрофобных частиц. Воздушные пузырьки могут быть обеспечены в водной суспензии, чтобы гидрофобные частицы собирались на поверхности воздушных пузырьков, образуя агрегаты пузырек-частица. Можно обеспечить возможность всплывания агрегатов пузырек-частица на поверхность водной суспензии, чтобы отделить их от гидрофильных частиц.

Материалы, подлежащие отделению, могут иметь любой подходящий размер. Например, не ограничиваясь этим, материалы могут иметь размер от 2 до 0,04 мм. Суспензия может также содержать до 50% твердых частиц. Любые подходящие механические или химические силы можно использовать, чтобы привести частицы суспензии в контакт с обогажительными составами по настоящему изобретению. Флотируемый продукт и нефлотируемые отходы можно собирать из настоящих способов.

#### Примеры

Следующие примеры различных воплощений настоящего изобретения приведены только для иллюстрации и не ограничивают данное изобретение.

#### Пример 1.

Образец угольной суспензии с установки по производству угля в Пенсильвании подвергли флотации в лаборатории с использованием флотационной машины Denver. Испытания были предназначены для того, чтобы определить применимость содержащих жирные кислоты побочных продуктов в качестве самостоятельных коллекторов. Пенообразователь, используемый в этих испытаниях, представлял собой сырец 4-метилциклогексанметанола. Содержащий жирные кислоты побочный продукт получили подкислением нижних продуктов реактора биодизельного топлива и промывочной воды биодизельного топлива. В примерах 1 и 2 "тонна" означает 1000 кг (2204,6 фунтов).

Результаты, представленные в табл. 1, показывают, что чистый содержащий жирные кислоты побочный продукт является менее эффективным коллектором, чем жидкое топливо #2 в тех же условиях. Однако материал продемонстрировал коллекторные характеристики, сходные с характеристиками чистого жидкотопливного коллектора, когда увеличили дозировку пенообразователя.

Таблица 1

Сравнение коллекторных характеристик жидкого топлива #2 и чистого содержащего жирные кислоты побочного продукта

Пенообразователь МЦГМ, 0,15 кг/тонн					Пенообразователь МЦГМ 0,30 кг/тонн	
Коллектор	Жидкое топливо		Содержащий жирные кислоты побочный продукт		Содержащий жирные кислоты побочный продукт	
	Доза, кг/тонна	Извлечение горючих (%)	Доза, кг/тонна	Извлечение горючих (%)	Доза, кг/тонна	Извлечение горючих (%)
0,37	9,5	54,8	13,2	27,1	10,8	57,7
0,75	8,9	77,9	12,2	48,0	10,6	66,7
1,50	8,6	75,2	10,4	62,2	11,3	77,7

#### Пример 2.

Дополнительные флотационные испытания проведены с другой партией угольной суспензии, полученной на той же установке, с использованием тех же условий испытаний, что в примере 1. Используемым пенообразователем вновь был сырец 4-метилциклогексанметанола в количестве 0,15 кг/т. Сравнительные флотационные характеристики вновь получили с использованием коллектора жидкого топлива #2. Приготовили три коллекторные смеси из 80 мас.% содержащего жирные кислоты побочного продукта, 10 мас.% добавки "зеленого" коллектора и 10 мас.% сырца 4-метилциклогексанметанола. Коллекторные смеси перечислены в табл. 2 под названием "зеленый" коллектор. Результаты показывают, что коллекторные смеси, содержащие 10% "зеленого" коллектора, работают так же или лучше, чем чистый жидкотопливный коллектор с тем же уровнем пенообразователя.

Сравнение коллекторных характеристик жидкого топлива #2 и смесей с содержащим жирные кислоты побочным продуктом

Состав коллектора	Доза коллектора, кг/т	Конц. Зола (%)	Извлечение горючих (%)
100% Жидкого топлива #2	0,75	10,9	63,9
	1,5	9,8	81,5
80% Содержащий жирные кислоты побочный продукт 10% Масло канолы 10% МЦГМ	0,75	11,1	76,3
	1,5	11,0	84,6
80% Содержащий жирные кислоты побочный продукт 10% Соевое масло 10% МЦГМ	0,75	10,8	75,9
	1,5	10,6	84,1
80% Содержащий жирные кислоты побочный продукт 10% Моноолеат сорбитола 10% МЦГМ	0,75	9,6	79,5
	1,5	9,7	82,0

Следует понимать, что различные изменения и модификации предпочтительных в настоящее время воплощений, описанных здесь, очевидны специалистам в этой технологии. Такие изменения и модификации можно делать, не отклоняясь от сущности и объема предмета настоящего материала и не умаляя его указанных преимуществ. Таким образом, подразумевается, что такие изменения и модификации находятся в пределах прилагаемой формулы изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ отделения первого материала от второго материала, включающий смешивание первого материала и второго материала в суспензии с обогатительным составом, где обогатительный состав включает по меньшей мере один "зеленый" коллектор и по меньшей мере один содержащий жирные кислоты побочный продукт, полученный из способа производства биодизельного топлива, или по меньшей мере один содержащий жирные кислоты побочный продукт, полученный из реакций переэтерификации с использованием триглицеридов;
  - обеспечение воздушных пузырьков в суспензии, чтобы образовывать агрегаты пузырек-частица с первым материалом, и
  - обеспечение возможности отделения агрегатов пузырек-частица от второго материала, причем содержащий жирные кислоты побочный продукт включает по меньшей мере один сложный метиловый эфир или сложный этиловый эфир и указанный содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает глицерин и состав дополнительно включает воду и неорганическую соль.
2. Способ по п.1, где "зеленый" коллектор выбран из группы, состоящей из неионных ПАВ с низким показателем гидрофильно-липофильного баланса, ГЛБ, природных липидов, модифицированных липидов, гидрофобных полимеров и их сочетаний.
3. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт получен добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца сложных алкильных эфиров жирных кислот в способе производства биодизельного топлива.
4. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт получен добавлением кислоты к содержащему соли жирных кислот раствору фазы сырца глицерина в способе производства биодизельного топлива.
5. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт получен подкислением по меньшей мере одного потока способа производства биодизельного топлива, содержащего по меньшей мере один компонент солей жирной кислоты.
6. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт получен из реакций переэтерификации с использованием триглицеридов.
7. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает один или более компонентов, выбранных из группы, состоящей из сложных метиловых эфиров, сложных этиловых эфиров, солей, метанола, этанола, глицерина, воды и их сочетаний.
8. Способ по п.7, где содержащий жирные кислоты побочный продукт включает один или более



компонентов, выбранных из группы, состоящей из  $C_6$ - $C_{24}$  насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, солей  $C_6$ - $C_{24}$  насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, сложных метиловых эфиров, сложных этиловых эфиров и их сочетаний.

9. Способ по п.8, где жирные кислоты выбраны из группы, состоящей из пальмитиновой кислоты, пальмитолеиновой кислоты, стеариновой кислоты, олеиновой кислоты, линолевой кислоты, линоленовой кислоты, арахидиновой кислоты, эйкозеновой кислоты, бегеновой кислоты, лигноцеридовой кислоты, тетракозеновой кислоты и их сочетаний.

10. Способ по п.9, где содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает один или более компонентов, выбранных из группы, состоящей из  $C_2$ - $C_6$  моно-, ди- и трехатомных спиртов и их сочетаний.

11. Способ по п.1, где содержащий жирные кислоты побочный продукт включает от одного до 50 мас.% одного или более сложных метиловых эфиров и от 50 до 90 мас.% одной или более жирных кислот.

12. Способ по п.11, где содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает от 0,01 до 15 мас.% одного или более  $C_2$ - $C_6$  моно-, ди- или трехатомных спиртов или их смесь.

13. Способ по п.12, где содержащий жирные кислоты побочный продукт дополнительно включает от 0,05 до 15 мас.% одной или более неорганических солей.

14. Способ по п.1, дополнительно включающий добавление одного или более  $C_4$ - $C_{16}$  спиртов, альдегидов или сложных эфиров к суспензии.

15. Способ по п.14, где  $C_4$ - $C_{16}$  спирт представляет собой 4-метилциклогексанметанол.

