

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 034098

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.26

(21) Номер заявки
201690639

(22) Дата подачи заявки
2014.09.09

(51) Int. Cl. B01D 53/18 (2006.01)
B01D 53/52 (2006.01)

(54) СМЕСИ ИЗ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ И РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ
СЕРОВОДОРОДА

(31) 14/042,647

(32) 2013.09.30

(33) US

(43) 2016.08.31

(86) PCT/US2014/054641

(87) WO 2015/047712 2015.04.02

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЮОП ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
Бродерик Эрин М., Бхаттачария
Алакананда, Мецца Бекей Дж. (US)

(74) Представитель:
Чекалкин А.Ю., Фелицына С.Б. (RU)

(56) US-A1-20110185633
US-A1-20120134905
US-A1-20110229393
US-A1-20100147022
WO-A1-2012037736

(57) Изобретение включает способ удаления из газовых смесей сероводорода. Способ включает использование смеси из растворителя для физического абсорбирования и ионной жидкости. Смесь обеспечивает получение улучшенного абсорбирования сероводорода в сопоставлении с указанными растворителями для физического абсорбирования при отсутствии ионной жидкости при низких парциальных давлениях сероводорода. Для регенерирования смеси используют цикл регенерирования, включающий добавление растворителя, такого как вода.

034098

B1

034098

B1

Данная заявка испрашивает приоритет по заявке США № 14/042647, поданной 30 сентября 2013 года.

Уровень техники

Отделение сероводорода от газовых смесей, таких как природный газ, дымовой газ, синтез-газ и сланцевый газ, имеет промышленное значение. Удаление сероводорода необходимо для улучшения качества топлива на основе природного газа или для использования синтез-газа. Его удаление важно по экологическим причинам как потому, что он представляет собой ядовитый газ в достаточных количествах, так также и потому, что при нагревании он вступает в реакцию с образованием диоксида серы, который также представляет собой угрозу для окружающей среды. В дополнение к этому сероводород может оказаться коррозионно-активным для металлических труб, что делает удаление сероводорода необходимым для транспортирования природного газа. Сероводород представляет собой кислый газ, который является загрязнителем природного газа. Современные растворители для абсорбирования, такие как водные растворы аминов, в том числе алканоламинов, и диметилвые простые эфиры полиэтиленгликоля, способны абсорбировать H_2S , но им свойственны и недостатки. В присутствии H_2S регенерирование и разложение аминов могут представлять собой проблему. Желательными являются более высокая емкость по сероводороду и более мягкий цикл регенерирования в сопоставлении с тем, что имеет место для водных аминов. Общие проблемы в отношении растворителей для физического абсорбирования заключаются в низких рабочих температурах и высоких рабочих давлениях. В дополнение к этому для извлечения растворителей, утрачиваемых в подаваемом потоке, могут потребоваться промывания выходящего потока.

Ионные жидкости способны сольбилизовать полярные молекулы или вступать с ними в реакцию. Ионные жидкости образованы из катиона и аниона и являются жидкими при температуре, равной технологической температуре или меньшей ее. Ионные жидкости характеристическим образом являются невоспламеняющимися, неразлагающимися, вязкими, термостойкими и характеризуются низким давлением паров. Большинство данных характеристик представляет собой свойства, которые являются предпочтительными в связи с решениями проблем современной технологии удаления сероводорода. Несмотря на выгодность множества характеристик ионных жидкостей высокая вязкость ионных жидкостей может бросить вызов их использованию. Как это теперь было установлено, ионные жидкости могут быть добавлены к растворителям для абсорбирования с широким спектром массовых процентов для смягчения проблемы с вязкостью и достижения результатов, которые являются лучшими в сопоставлении с тем, что имеет место для использования растворителя при отсутствии ионной жидкости. С определенным диапазоном концентраций к растворителям для физического абсорбирования добавляют ионные жидкости на имидазольной и фосфониевой основе, что оказывает воздействие на эксплуатационные характеристики ионной жидкости. При использовании данных комбинаций из ионных жидкостей и растворителей для физического абсорбирования было обнаружено улучшение удаления сероводорода.

Раскрытие изобретения

Изобретение включает способ удаления сероводорода из потока газа, в котором поток газа вводят в контакт со смесью из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования. Растворитель для физического абсорбирования может быть выбран, но без ограничения только этим, из группы, состоящей из диметилового простого эфира пропиленгликоля (DEPG), N-метил-2-пирролидона, метанола, пропиленкарбоната, диметилового простого эфира поли(пропиленгликоля) (PPGDME), диацетата поли(пропиленгликоля) (PPGDAc), диацетата поли(бутиленгликоля) (PBGDAc) с линейными или разветвленными C_4 мономерами, поли(диметилсилоксана) (PDMS), простого перфторполиэфира (PFPE), триацетата глицерина (GTA), ацетона, метилацетата, 1,4-диоксана, 2-метоксиэтилацетата, 2-нитропропана, N,N-диметилацетамида, ацетилацетона, 1-нитропропана, изооктана, 2-(2-бутоксизтокси)этилацетата, N-формилморфолина, 2-бутоксизтилацетата и N-трет-бутилформамида.

Предпочтительно растворитель для физического абсорбирования выбран из группы, состоящей из диметилового простого эфира пропиленгликоля, N-метил-2-пирролидона, метанола и пропиленкарбоната.

Ионная жидкость содержит катион, выбранный, но без ограничения только этим, из группы, состоящей из аммония, фосфония, имидазолия, пиразолия, пиридиния, пирролидиния, сульфония, пиперидиния, капролактамия, гуанидиния и морфолина. Ионная жидкость содержит анион, выбранный из группы, состоящей из галогенидов, карбоксилатов, сульфонов, сульфатов, тозилатов, карбонатов, фосфатов, фосфинатов, боратов, цианатов, бис(трифторметилсульфонил)имидов и апротонных гетероциклических анионов. Предпочтительно катион представляет собой имидазолий или тетраалкилфосфоний, а анион представляет собой ацетат. Смесью может содержать 1-99 об.% ионной жидкости и 1-99 об.% растворителя для физического абсорбирования, 5-95 об.% ионной жидкости и 5-95 об.% растворителя для физического абсорбирования, 25-75 об.% ионной жидкости и 25-75 об.% растворителя для физического абсорбирования или 40-60 об.% ионной жидкости и 40-60 об.% растворителя для физического абсорбирования. Растворитель для физического абсорбирования может быть протонным растворителем или апротонным растворителем. Способ может дополнительно включать регенерирование смеси из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования. Регенерирование абсорбированного сероводорода может сначала включать добавление растворителя для удаления сероводорода из смеси. К получающейся в результате смеси из ионной жидкости, растворителя для физического абсорбирования и рас-

творителя для регенерирования может быть подведено тепло для удаления летучих компонентов.

Еще один вариант осуществления регенерирования смеси из растворителя и ионной жидкости, где имеют место растворитель для физического абсорбирования и ионная жидкость, химически абсорбирующая диоксид углерода и сероводород, включает отправление смеси из растворителя для физического абсорбирования и ионной жидкости на слой короткоциклового безнагревной адсорбции (адсорбции при переменном давлении) для удаления диоксида углерода с последующими добавлением растворителя для удаления сероводорода, а после этого подвода тепла для удаления летучих компонентов.

Осуществление изобретения

Один вариант осуществления изобретения включает композицию, содержащую ионную жидкость и растворитель для физического абсорбирования. Растворители для физического абсорбирования, которые могут быть использованы, включают, но не ограничиваются только этим, диметиловые простые эфиры пропиленгликоля (DEPG), N-метил-2-пирролидон, метанол, пропиленкарбонат, диметиловый простой эфир поли(пропиленгликоля) (PPGDME), диацетат поли(пропиленгликоля) (PPGDAC), диацетат поли(бутиленгликоля) (PBGDAC) с линейными или разветвленными C4 мономерами, поли(диметилсилоксан) (PDMS), простой перфторполиэфир (PFPE), триацетат глицерина (GTA), ацетон, метилацетат, 1,4-диоксан, 2-метоксиэтилацетат, 2-нитропропан, N,N-диметилацетамид, ацетилацетон, 1-нитропропан, изооктан, 2-(2-бутоксизтокси)этилацетат, N-формилморфолин, 2-бутоксизтилацетат и N-трет-бутилформамид. Предпочтительно растворитель для физического абсорбирования представляет собой диметиловый простой эфир пропиленгликоля, N-метил-2-пирролидон, метанол и пропиленкарбонат. Катион ионных жидкостей может быть выбран из нижеследующего, но без ограничения только этим: аммоний, фосфоний, имидазолий, пиразолий, пиридиний, пирролидиний, сульфоний, пиперидиний, капролактамин, гуанидиний и морфолин. Предпочтительными являются фосфониевая и имидазолиевая ионные жидкости. Анион ионной жидкости может быть выбран из нижеследующего, но без ограничения только этим: галогениды, карбоксилаты, сульфаты, тозилаты, карбонаты, фосфаты, фосфинаты, бораты, цианаты, бис(трифторметилсульфонил)имиды и апротонные гетероциклические анионы. Ионную жидкость предпочтительно выбирают из группы, состоящей из ионных жидкостей в виде ацетатов фосфония и имидазолия. Композиция может дополнительно содержать воду.

Композиция может содержать 1-99 об.% ионной жидкости и 1-99 об.% растворителя для физического абсорбирования. Она может содержать 5-95 об.% ионной жидкости и 5-95 об.% растворителя для физического абсорбирования. В других вариантах осуществления композиция содержит 25-75 об.% ионной жидкости и 25-75 об.% растворителя для физического абсорбирования. В еще одном варианте осуществления изобретения композиция содержит 40-60 об.% ионной жидкости и 40-60 об.% растворителя для физического абсорбирования.

Изобретение также включает способ очистки потоков газа, которые также называют газовыми смесями, при использовании данных композиций. Данный способ включает введение газовой смеси в контакт со смесью из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования в зоне абсорбента, где смесь из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования абсорбирует по меньшей мере один компонент из упомянутой газовой смеси, а после этого смесь из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования регенерируют для удаления абсорбированного компонента или компонентов. Способ является подходящим для использования в случае серосодержащих газовых смесей, а в частности газовых смесей, содержащих сероводород. В число газовых смесей, которые могут быть подвергнуты обработке, попадают природный газ, дымовой газ, синтез-газ и сланцевый газ.

В данном способе растворители для физического абсорбирования, которые могут быть использованы, включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: диметиловые простые эфиры пропиленгликоля (DEPG), N-метил-2-пирролидон, метанол, пропиленкарбонат, диметиловый простой эфир поли(пропиленгликоля) (PPGDME), диацетат поли(пропиленгликоля) (PPGDAC), диацетат поли(бутиленгликоля) (PBGDAC) с линейными или разветвленными C4 мономерами, поли(диметилсилоксан) (PDMS), простой перфторполиэфир (PFPE), триацетат глицерина (GTA), ацетон, метилацетат, 1,4-диоксан, 2-метоксиэтилацетат, 2-нитропропан, N,N-диметилацетамид, ацетилацетон, 1-нитропропан, изооктан, 2-(2-бутоксизтокси)этилацетат, N-формилморфолин, 2-бутоксизтилацетат и N-трет-бутилформамид. Предпочтительно растворитель для физического абсорбирования представляет собой диметиловые простые эфиры пропиленгликоля, N-метил-2-пирролидон, метанол и пропиленгликоль. Катион ионных жидкостей может быть выбран из нижеследующего, но без ограничения только этим: аммоний, фосфоний, имидазолий, пиразолий, пиридиний, пирролидиний, сульфоний, пиперидиний, капролактамин, гуанидиний и морфолин. Анион ионной жидкости может быть выбран из нижеследующего, но без ограничения только этим: галогениды, карбоксилаты, сульфаты, тозилаты, карбонаты, фосфаты, фосфинаты, бораты, цианаты, бис(трифторметилсульфонил)имиды и апротонные гетероциклические анионы. Предпочтительные ионные жидкости могут быть выбраны из группы, состоящей из ионных жидкостей в виде ацетатов фосфония и имидазолия. Композиция может дополнительно содержать воду. Смесью из растворителя для физического абсорбирования и ионной жидкости может содержать 5-95 об.% ионной жидкости и 5-95 об.% растворителя для физического абсорбирования. В еще одном варианте осуществления смесь содержит 25-75 об.% ионной жидкости и 25-75 об.%

растворителя для физического абсорбирования. Смесь может содержать 40-60 об.% упомянутой ионной жидкости и 40-60 об.% упомянутого растворителя для физического абсорбирования. Способ является в особенности подходящим для использования в случае газовых смесей, содержащих диоксид углерода. В число газовых смесей, которые могут быть подвергнуты обработке, попадают природный газ, дымовой газ, синтез-газ и сланцевый газ. Природный газ представляет собой встречающийся в природе углеводородный газ, в основном состоящий из метана, переменных количеств алканов с большим количеством атомов углерода, диоксида углерода, азота и сероводорода, а также примесей. Синтез-газ представляет собой топливную газовую смесь, главным образом состоящую из водорода, монооксида углерода и зачастую диоксида углерода, а также примесей. Сланцевый газ представляет собой форму природного газа, которая встречается захваченной в сланцевых пластах и становится все более и более важным источником природного газа. Дымовой газ является газом, выходящим из топочного устройства или электростанции, и состоит из азота, диоксида углерода, водяного пара, кислорода и загрязнителей, таких как сажа, монооксид углерода, оксиды азота и оксиды серы.

Добавление ионной жидкости к растворителю для физического абсорбирования обладает способностью обеспечить исключение потребности в охлаждении и промывании выходящего потока. Добавление ионных жидкостей к растворителям для физического абсорбирования в определенном диапазоне концентраций демонстрирует улучшение эксплуатационных характеристик в сопоставлении с тем, что имеет место в случае указанных растворителей для физического абсорбирования при низких парциальных давлениях H_2S . В число благоприятных эффектов от добавления ионной жидкости к растворителю для физического абсорбирования входят улучшенные эксплуатационные характеристики по емкости и более низкое возможное рабочее давление.

В настоящем изобретении растворитель для физического абсорбирования добавляют к ионной жидкости на фосфониевой или имидазолиевой основе и перемешивают вплоть до получения в результате гомогенной смеси. Смесь из ионной жидкости и растворителя располагали в автоклаве, в котором создавали повышенное давление 5515 кПа (800 фунт/дюйм²) для газовой смеси 1 мол.% H_2S/CH_4 . Смесь из ионной жидкости и растворителя перемешивали в течение 1 ч при комнатной температуре, а после этого из газового свободного пространства отбирали образец, который анализировали по методу газовой хроматографии на предмет уровня содержания сероводорода (табл. 1). Необходимо отметить то, что литры отражают всю жидкость (например, ионную жидкость + растворитель).

Таблица 1

Ионная жидкость	Растворитель	% (масс.) растворителя	Емкость (моль $H_2S/л$)
bmimOAc	отсутствует	0	0,413
bmimOAc	DEPG	17	0,35
bmimOAc	DEPG	51	0,36
bmimOAc	DEPG	74	0,148
bmimOAc	DEPG	83	не обнаружена
отсутствует	DEPG	100	не обнаружена
bmimOAc	MeOH	49	не обнаружена
отсутствует	MeOH	100	не обнаружена

Табл. 1 демонстрирует результаты для ионной жидкости в виде ацетата 1-бутил-3-метилимидазолия и продемонстрированные уровни процентного содержания растворителей для физического абсорбирования. Табл. 2 сопоставляет абсорбирование диоксида углерода и сероводорода при добавлении 55 кПа (8 фунт/дюйм²) кислого газа в виде диоксида углерода или сероводорода. При сопоставлении абсорбирования H_2S с абсорбированием CO_2 в зависимости от добавленного растворителя согласно наблюдениям материал ионной жидкости селективно абсорбирует H_2S . Ионные жидкости, использующиеся в следующих далее примерах, представляют собой ацетат трис(бутил/пропил)метилфосфония (сокращенно обозначаемый как PmixOAc) и ацетат 1-бутил-3-метилимидазолия (сокращенно обозначаемый как bmimOAc).

Часть способа изобретения представляет собой регенерирование смесей ионная жидкость/растворитель для физического абсорбирования. В одном варианте осуществления смесь из метана и сероводорода приводят в контакт со смесью из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования, и сероводород абсорбируется смесью ионной жидкости, что в результате приводит к получению потока отделенного метанового продукта. После этого к смеси добавляют растворитель, такой как вода, спирты, алканы, простые эфиры или ароматические растворители, для того, чтобы сероводород был бы высвобожден для удаления. Затем может быть подведено тепло для удаления растворителя. После этого оставшаяся смесь ионная жидкость/растворитель может быть рециркулирована для удаления сероводорода.

Таблица 2

Ионная жидкость	Растворитель	% (масс.) растворителя	Емкость (моль $H_2S/л$)	Емкость (моль $CO_2/л$)
PmixOAc	MeOH	75	не обнаружена	0,13
PmixOAc	DEPG	74	0,24	0,26

В еще одном варианте осуществления поток, который подвергают обработке, представляет собой смесь из метана, диоксида углерода и сероводорода, которую вводят в контакт со смесью из ионной жидкости и растворителя. CO_2 и H_2S могут быть удалены на данной стадии в зависимости от количества и типа растворителя, добавленного к ионной жидкости. После этого имеет место двухстадийное регенерирование при использовании слоя короткоциклового безнагревной адсорбции, который функционирует в условиях, достаточных для стимулирования десорбирования диоксида углерода, а смесь из ионной жидкости, растворителя и сероводорода проходит сквозь для проведения дальнейшей обработки. Затем в соответствии с вышеизложенным добавляют растворитель, такой как вода, для стимулирования удаления сероводорода. После этого добавленный растворитель, такой как вода, удаляют.

Рабочие условия включали 5515 кПа (800 фунт/дюйм²) смеси 1 мол.% $\text{H}_2\text{S}/\text{CH}_4$, добавляемой в автоклав и перемешиваемой в течение 1 ч при комнатной температуре. Дальнейшие добавления H_2S к смеси из ионной жидкости и растворителя в результате приводили к уменьшению емкости (табл. 3).

Таблица 3

Ионная жидкость	Добавленное соединение H_2S	Емкость (моль $\text{H}_2\text{S}/\text{л}$)
PmixOAc	55 кПа (8 фунт/дюйм ²)	0,384
	55 кПа (8 фунт/дюйм ²)	0,414
	55 кПа (8 фунт/дюйм ²)	0,008
Регенерирование при использовании воды	55 кПа (8 фунт/дюйм ²)	0,417

Для регенерирования к фазе ионной жидкости добавляли растворитель, например воду, и проводили перемешивание. Хемисорбированное соединение H_2S десорбируется, и добавленный растворитель (воду) из ионной жидкости удаляют под действием тепла и пониженного давления. После этого ионную жидкость подвергали повторному испытанию на абсорбирование сероводорода (табл. 4). В ходе процесса регенерирования для содействия десорбированию H_2S могут быть добавлены другие растворители, такие как низеследующие, но без ограничения только этим: метанол, ацетон и пентан.

Таблица 4

Ионная жидкость	Емкость (моль $\text{H}_2\text{S}/\text{л}$)
bmimOAc	0,326
Регенерирование 1	0,358
Регенерирование 2	0,335
Регенерирование 2	0,374

Как это было установлено на основании данных экспериментов, смеси ионные жидкости + растворители (как неводные, так и водные) способны абсорбировать сероводород из смеси метан/сероводород. Увеличение мас.% растворителя в смеси приводит к уменьшению емкости по абсорбированию сероводорода. В случае добавления к ионной жидкости равных количеств (при расчете на мас.%) протонного растворителя (такого как метанол) и непротонного растворителя (такого как диметилловые простые эфиры полиэтиленгликоля) смесь из ионной жидкости и непротонного растворителя будет характеризоваться большей емкостью по абсорбированию сероводорода в сопоставлении со смесью из ионной жидкости и протонного растворителя. Диоксид углерода может быть абсорбирован некоторыми смесями ионная жидкость + растворитель, которые абсорбируют очень мало сероводорода. В зависимости от функционирования способа по мере надобности можно обеспечить абсорбирование сероводорода или диоксида углерода или обоих данных компонентов из смеси с метаном. Емкость ионной жидкости по абсорбированию сероводорода уменьшается при дальнейшем добавлении сероводорода, но ионная жидкость, которая содержит хемисорбированный сероводород, может быть регенерирована в результате добавления растворителя, такого как вода. Ионная жидкость, которая содержит хемисорбированный сероводород, может быть регенерирована по меньшей мере несколько раз.

Абсорбирование сероводорода в смеси из ионной жидкости и растворителя может быть подавлено в результате добавления протонного растворителя. Смеси из протонного растворителя и ионной жидкости, которые абсорбируют очень мало сероводорода, все еще способны абсорбировать диоксид углерода. Ионные жидкости, которые химически абсорбировали сероводород, могут быть регенерированы в результате добавления растворителя.

Примеры

Абсорбирование H_2S .

К ацетату три(бутил/пропил)метилфосфония (2,93, 0,010 моль) добавляли метанол (0,057 г, 0,018 моль) и смесь перемешивали вплоть до получения в результате гомогенной смеси. Смесь загружали в автоклав на 70 мл и создавали повышенное давление 5515 кПа (800 фунт/дюйм²) газовой смеси H_2S (1%)/ CH_4 . После перемешивания в течение 1 ч при комнатной температуре применяли метод ГХ для свободного пространства над продуктом и наблюдали уменьшение уровня содержания серы.

Регенерирование ионной жидкости.

К смеси из ацетата три(бутил/пропил)метилфосфония и метанола (15 мас.%) (3,45 г) добавляли воду (20 г). В результате нагревания (100°C) при пониженном давлении летучие компоненты удаляли. Еще раз к ионной жидкости добавляли метанол (15 мас.%) и эксперимент по абсорбированию H_2S повторяли.

Конкретные варианты осуществления

Несмотря на описание нижеследующего в связи с конкретными вариантами осуществления необходимо понимать то, что данное описание предназначено для иллюстрирования, а не ограничения объема предшествующего описания изобретения и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ удаления сероводорода из потока газа, в котором поток газа приводят в контакт со смесью из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования или неводного растворителя. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где поток газа выбран из группы, состоящей из природного газа, дымового газа, синтез-газа и сланцевого газа. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где растворитель для физического абсорбирования выбран из группы, состоящей из диметилового простого эфира пропиленгликоля (DEPG), N-метил-2-пирролидона, метанола, пропиленкарбоната, диметилового простого эфира поли(пропиленгликоля) (PPGDME), диацетата поли(пропиленгликоля) (PPGDAC), диацетата поли(бутиленгликоля) (PBGDAC) с линейными или разветвленными C4 мономерами, поли(диметилсилоксана) (PDMS), простого перфторполиэфира (PFPE), триацетата глицерина (GTA), ацетона, метилацетата, 1,4-диоксана, 2-метоксиэтилацетата, 2-нитропропана, N,N-диметилацетамида, ацетилацетона, 1-нитропропана, изооктана, 2-(2-бутоксизтокси)этилацетата, N-формилморфолина, 2-бутоксизтоксиэтилацетата и N-трет-бутилформамида. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где неводный растворитель выбран из группы, состоящей из алканов, алкенов, ароматических соединений, простых эфиров, спиртов, кетонов и полярных апротонных соединений. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где алканы выбраны из группы, состоящей из пентана, гексана, гептана, октана и циклогексана, алкены выбраны из группы, состоящей из бутена и пентена, ароматические соединения выбраны из группы, состоящей из толуола, бензола и ксилола, простые эфиры выбраны из группы, состоящей из диметилового простого эфира, диэтилового простого эфира и тетрагидрофурана, спирты выбраны из группы, состоящей из этанола, изопропанола, бутанола, пентанола, гексанола, гептанола, пропиленгликоля, этиленгликоля и глицерина, кетоны выбраны из группы, состоящей из ацетона, бутанола и 3-пентанона, а полярные апротонные соединения выбраны из группы, состоящей из дихлорметана, ацетонитрила, хлороформа, диметилформамида и диметилсульфоксида. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где растворитель для физического абсорбирования выбран из группы, состоящей из диметилового простого эфира пропиленгликоля (DEPG), N-метил-2-пирролидона, метанола и пропиленкарбоната. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где ионная жидкость содержит катион, выбранный из группы, состоящей из аммония, фосфония, имидазолия, пиразолия, пиридиния, пирролидиния, сульфония, пиперидиния, капролактамия, гуанидиния и морфолина. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где ионная жидкость содержит анион, выбранный из группы, состоящей из галогенидов, карбоксилатов, сульфонов, сульфатов, тозилатов, карбонатов, фосфатов, фосфинатов, боратов, цианатов, бис(трифторметилсульфонил)имидов и апротонных гетероциклических анионов. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где катион представляет собой имидазолий или тетраалкилфосфоний. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где анион представляет собой ацетат. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где композиция содержит 1-99 об.% ионной жидкости и 1-99 об.% растворителя для физического абсорбирования. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где композиция содержит 5-95 об.% ионной жидкости и 5-95 об.% растворителя для физического абсорбирования. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из

предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где композиция содержит 25-75 об.% ионной жидкости и 25-75 об.% растворителя для физического абсорбирования. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где композиция содержит 40-60 об.% ионной жидкости и 40-60 об.% растворителя для физического абсорбирования. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где растворитель для физического абсорбирования является непротонным растворителем или протонным растворителем. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, в которых дополнительно осуществляют регенерирование смеси из ионной жидкости и растворителя для физического абсорбирования, где для регенерирования сначала осуществляют добавление растворителя для удаления из смеси сероводорода, а после этого получающуюся в результате смесь из ионной жидкости, растворителя для физического абсорбирования и растворителя для регенерирования нагревают и фракционируют для отделения летучих компонентов. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, в которых дополнительно осуществляют регенерирование ионной жидкости, которая нагружена диоксидом углерода и сероводородом, в результате того, что сначала пропускают ионную жидкость через короткоциклоый безнагревный абсорбер для удаления диоксида углерода и затем добавляют растворитель для удаления сероводорода. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где растворитель выбран из группы, состоящей из воды, спиртов, алканов, алкенов, простых эфиров, кетонов, полярных апротонных и ароматических растворителей. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, в которых дополнительно осуществляют добавление к ионной жидкости протонного или непротонного растворителя. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, где рабочая температура находится в диапазоне от 0 до 100°C, а рабочее давление находится в диапазоне от 689 кПа (100 фунт/дюйм²) до 14 МПа (2000 фунт/дюйм²).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ удаления сероводорода из потока газа, в котором поток газа приводят в контакт со смесью из ионной жидкости, содержащей катион имидазолия и анион, выбранный из карбоксилатов, и диметилового простого эфира пропиленгликоля, причем указанная смесь содержит от 1 до 74 мас.% диметилового эфира пропиленгликоля.

2. Способ по п.1, в котором упомянутый поток газа выбран из группы, состоящей из природного газа, дымового газа, синтез-газа и сланцевого газа.

3. Способ по п.1, в котором дополнительно осуществляют регенерирование упомянутой смеси из указанной ионной жидкости и диметилового простого эфира пропиленгликоля, где для упомянутого регенерирования сначала осуществляют введение растворителя для удаления из упомянутой смеси сероводорода, а после этого получающуюся в результате смесь из указанной ионной жидкости, диметилового простого эфира пропиленгликоля и растворителя для регенерирования нагревают и фракционируют для отделения летучих компонентов.

4. Способ по п.1, в котором дополнительно осуществляют регенерирование ионной жидкости, которая нагружена диоксидом углерода и сероводородом, в результате того, что сначала пропускают упомянутую ионную жидкость через короткоциклоый безнагревный абсорбер для удаления диоксида углерода и затем добавляют растворитель для удаления упомянутого сероводорода.

5. Способ по п.1, в котором рабочая температура находится в диапазоне от 0 до 100°C, а рабочее давление находится в диапазоне от 689 кПа (100 фунт/дюйм²) до 14 МПа (2000 фунт/дюйм²).



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2