

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041769**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.30(51) Int. Cl. **B01D 53/14** (2006.01)
C10L 3/10 (2006.01)(21) Номер заявки
202190004(22) Дата подачи заявки
2019.05.31**(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОТОКА НЕЙТРАЛИЗОВАННОЙ
ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**(31) **18176963.9; 18176959.7**

(72) Изобретатель:

(32) **2018.06.11****Зидер Георг (DE), Фернандес-Родилес
Ракель (US), Инграм Томас (DE)**(33) **EP**(43) **2021.03.22**

(74) Представитель:

(86) **PCT/EP2019/064163****Беляева Е.Н. (BY)**(87) **WO 2019/238433 2019.12.19**(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БАСФ СЕ (DE)(56) **CA-A-873791
RU-C1-2602908
DE-A1-102005033837**

(57) Способ получения нейтрализованного потока текучей среды из потока текучей среды, содержащего метанол, и по меньшей мере один кислотный газ, включающий а) этап абсорбции, при котором поток текучей среды приводят в контакт с абсорбентом в абсорбере, причем получают загруженный метанолом и кислотными газами абсорбент и, по меньшей мере, частично, нейтрализованный поток текучей среды; б) этап регенерации, при котором, по меньшей мере, часть полученного на этапе а) загруженного абсорбента регенерируют в регенераторе, причем получают, по меньшей мере, частично, регенерированный абсорбент и газообразный поток, содержащий метанол, воду и по меньшей мере один кислотный газ; в) этап рециркуляции, при котором по меньшей мере один частичный поток регенерированного абсорбента из этапа б) возвращают на этап абсорбции а); д) этап конденсации, при котором конденсат, содержащий метанол и воду, переконденсируют из газообразного потока из этапа б); е) этап дистилляции, на котором, по меньшей мере, часть конденсата из этапа д) направляют в дистилляционную колонну, причем получают верхний поток, содержащий метанол, и донный поток, содержащий воду; отличающийся тем, что, по меньшей мере, часть донного потока из этапа е) возвращают в регенератор. Устройство для нейтрализации потока текучей среды, содержащего метанол и по меньшей мере один кислотный газ, по п.1, содержащее а) абсорбер, содержащий зону абсорбции по меньшей мере одно подающее устройство для абсорбента, одно подающее устройство для потока текучей среды, подлежащей нейтрализации, отводной канал текучей среды для загруженного абсорбента, точку отвода для нейтрализованного потока текучей среды и, при необходимости, зону обратной промывки с подающим устройством для промывочного средства; б) регенератор, содержащий зону регенерации, испаритель, подающее устройство для загруженного абсорбента, отводной канал текучей среды в донной части регенератора и отводной канал газа в верхней части регенератора; в) по меньшей мере один верхний конденсатор, соединенный с отводным каналом газа регенератора, содержащий отводной канал газа и отводной канал конденсата; и д) дистилляционную колонну, содержащую конденсатор, испаритель, подающее устройство для отвода конденсата из верхнего конденсатора, отводной канал пара в верхней области колонны и отводной канал текучей среды в донной части дистилляционной колонны, причем регенератор содержит подающее устройство, соединенное с отводным каналом текучей среды в донной части дистилляционной колонны.

041769 B1**041769 B1**

Настоящее изобретение касается способа получения потока нейтрализованной текучей среды, в частности, получения нейтрализованного природного газа, с низким содержанием метанола. Кроме того, настоящее изобретение касается устройства для нейтрализации потока метанолсодержащей текучей среды, и его применения.

Удаление кислотных газов из потоков текучей среды является желательным по различным причинам.

Природный газ после добычи, помимо метана, содержит другие различные компоненты, такие как другие углеводороды, воду, а также кислотные газы, такие как CO_2 , H_2S или меркаптан.

Неочищенный природный газ, так называемый товарный газ, перед продажей необходимо подвергать очистке, чтобы он соответствовал спецификациям и требованиям клиентов и сбытовых компаний.

Так, например, из природного газа необходимо удалять воду, так как при недостаточном высушивании природного газа это может привести к образованию гидратов метана. Твердые гидраты метана могут вызывать сильное падение давления в нагнетательных трубах и засорение или даже повреждение клапанов и трубопроводов.

Высушивание также гарантирует постоянную теплоту сгорания газа при подаче в общественную сеть газоснабжения.

Кроме того, такие кислотные газы, как CO_2 , H_2S и меркаптаны, необходимо удалять, так как они являются коррозионными и могут привести к коррозионному повреждению в трубопроводах или в установках по переработке неочищенного газа. К тому же, такие кислотные газы, как CO_2 и H_2S являются вредными для окружающей среды и могут являться причиной так называемых кислотных дождей.

Во время получения сжиженного природного газа (англ.: Liquid Natural Gas=LNG) перед сжижением необходимо провести очистку неочищенного газа, в том числе необходимо отделить CO_2 до значения 50 об.ч./млн, чтобы предотвратить образование твердого вещества в сжижаемом потоке.

Поэтому неочищенный газ, как правило, проходит различные этапы очистки перед подачей в сеть природного газа в виде товарного газа.

Обычно сначала отделяют большую часть содержащейся воды и конденсата природного газа. При этом неочищенный газ обычно охлаждают, поэтому вода и компоненты, образующие конденсат природного газа, такие как алканы с длинной цепью и ароматические вещества, переконденсируются. Переконденсированные текучей среды, т.е. конденсат природного газа и воды, могут быть отделены от несжиженного природного газа. Отделение воды и конденсата природного газа, как правило, осуществляют в месте или рядом с местом добычи газа.

В более холодных районах в природный газ после отделения воды и конденсата природного газа и перед транспортировкой на установку по переработке природного газа обычно добавляют метанол. Метанол является ингибитором в отношении образования гидратов метана в неочищенном газе.

Таким образом, добавление метанола в неочищенный газ позволяет транспортировать его с конвейера на установку по переработке природного газа при низких температурах окружающей среды.

Однако добавление метанола в неочищенный газ может привести к проблемам на последующих этапах переработки в установке по переработке природного газа.

В установке по переработке природного газа обычно осуществляют один или более следующих этапов:

- (i) нейтрализация;
- (ii) удаление воды;
- (iii) удаление ртути;
- (iv) удаление азота;
- (v) удаление конденсатов природного газа; и/или
- (vi) сжижение для получения сжиженного природного газа.

На этапе (i) нейтрализации неочищенный газ обычно проходит через абсорбент, который по меньшей мере поглощает часть кислотных газов, таким образом получают нейтрализованный природный газ и абсорбент, загруженный кислотными газами.

На этапе (i) нейтрализации присутствующий в неочищенном газе метанол, как правило, не полностью соабсорбируется в абсорбенте, поэтому нейтрализованный природный газ по-прежнему содержит определенное остаточное количество метанола до подачи на этап (ii) удаления воды. В частности, в тех случаях, когда сам абсорбент содержит остаточное количество метанола. В абсорбенте может содержаться остаточное количество метанола, если для нейтрализации используют регенерированный абсорбент, из которого метанол не был полностью удален.

Однако остаточное количество метанола может привести к проблемам на последующем этапе (ii) удаления воды.

Например, удаление воды может быть осуществлено в виде адсорбции изменения давления (или адсорбции при переменном давлении (PSA)), предпочтительно в виде адсорбции изменения температуры (TSA) или в виде гликолевой сушки.

Если этап (ii) удаления воды осуществляют, например, в виде PSA или TSA, при котором в качестве твердого сушильного агента используют молярное сито, то при наличии остаточного метанола необхо-

димо использовать молярное сито 4Å вместо молярного сита 3Å, чтобы кроме воды и метанола также поглотить дополнительные компоненты, такие как H₂S и этан. Кроме того, поглощение метанола конкурирует с предпочтительным поглощением воды. Совместное поглощение метана и других компонентов при использовании молярного сита требует применения большего количества адсорбера. Кроме того, метанол может привести к более быстрому коксованию молярного сита при его регенерации за счет повышения температуры.

Как при адсорбции с использованием PSA или TSA, так и при использовании дегидрирующих устройств на основе так называемого гликольного обезвоживания может произойти отток метанола через разные части устройства, так как при регенерации сушильного агента отделенная вода также дополнительно содержит метанол.

Присутствие метанола обычно требует дополнительной последующей очистки отделенной воды, при которой от нее отделяют метанол, чтобы снова получить метанол и/или воду такой чистоты, при которой вещества могут быть использованы повторно в качестве подпиточной воды или ингибитора.

Поэтому RU 2602908 раскрывает способ нейтрализации неочищенного газа, при котором получают нейтрализованный природный газ с незначительным содержанием MeOH.

При этом способе неочищенный газ, содержащий MeOH, сначала направляют в абсорбер. В абсорбере неочищенный газ, содержащий MeOH, вступает в контакт с водным раствором амина. При этом также, помимо кислотных газов, как, например, CO₂, поглощается большая часть MeOH. В регенераторе при более высоких температурах регенерируется загруженный раствор амина, при этом кислотные газы и MeOH из него удаляют. Образовавшийся поток через верхнюю часть регенератора подают в конденсатор, в котором подавляющую долю метанола переконденсируют вместе с впрыскиваемым паром и отделяют от кислотных газов, оставшихся в газовой фазе. RU 2602908 раскрывает последующую переработку конденсата, содержащего MeOH, из регенератора в дистилляционной колонне, расположенной ниже. При этом конденсат из регенератора разделяют на метанол (продукт верхней части) и воду (продукт низа колонны). Затем MeOH может быть повторно использован в качестве ингибитора в неочищенном газе. Почти полностью очищенную от MeOH воду помещают в буферную емкость и смешивают там с регенерированным абсорбирующим средством для компенсации потери воды и возвращают назад в абсорбер.

Недостатком описанного в RU 2602908 способа является то, что в случае рециркуляции донного потока от дистилляции метанола в абсорбер необходимо возвращать практически свободный от метанола донный поток, поскольку остаточные количества метанола в возвращаемом абсорбенте снижают поглощение метанола в абсорбере. Содержание метанола в донном потоке дистилляции метанола зависит, например, от энергии, поступающей в испаритель, коэффициента рефлюкса и количества пластин в колонне. Практически свободный от метанола донный поток может быть получен либо при работе колонны с высокой производительностью испарителя, путем установления высокого коэффициента рефлюкса и/или благодаря тому, что колонна имеет большое количество пластин. Это увеличивает эксплуатационные расходы и/или капитальные вложения.

Подобные проблемы могут возникнуть при получении синтез-газа. Таким образом, при получении синтез-газа с помощью парового риформинга метана в качестве побочного продукта может быть образован метанол. Таким образом, в жидком потоке, помимо водорода и кислотных газов, таких как CO₂ и CO, также может присутствовать и метанол. После отделения, по меньшей мере, части кислотных газов при их промывке нейтрализованный синтез-газ и/или нейтрализованный водород также могут содержать остаточное количество метанола. Кроме воды, которая, как правило, может поступать через водный абсорбент, при последующем высушивании синтез-газа и/или водорода также могут возникнуть описанные выше проблемы.

Поэтому задача настоящего изобретения заключалась в получении потока нейтрализованной текучей среды, в частности, нейтрализованного природного газа, который имеет низкое содержание MeOH, при этом способ его получения должен иметь более низкие эксплуатационные расходы и/или капитальные вложения.

В частности, данное изобретение должно обеспечить высокую долю регенерации метанола, используемого в качестве ингибитора.

Кроме того, оно должно способствовать уменьшению количества компонентов абсорбента, таких как вода, которые необходимо подавать для компенсации возможных потерь в способе. По этой причине способ согласно изобретению должен способствовать возвращению потоков из определенных этапов технологических процессов на другие этапы технологических процессов.

Задачу данного изобретения решают с помощью способа получения потока нейтрализованной текучей среды из потока текучей среды, содержащего метанол и по меньшей мере один кислотный газ, включающего:

а) этап адсорбции, при котором поток текучей среды приводят в контакт с абсорбентом в абсорбере с получением загруженного метанолом и кислотными газами абсорбента и, по меньшей мере, частично, потока нейтрализованной текучей среды;

б) этап регенерации, при котором по меньшей мере одну часть полученного на этапе а) загруженно-абсорбента регенерируют в регенераторе, причем получают один, по меньшей мере, частично, регене-

рированный абсорбент и один газообразный поток, содержащий метанол, воду и по меньшей мере один кислотный газ;

с) этап рециркуляции, при котором, по меньшей мере, частичный поток регенерированного абсорбента из этапа b) возвращают на этап а) абсорбции;

d) этап конденсации, при котором конденсат, содержащий метанол и воду, переконденсируют из газообразного потока из этапа b);

e) этап дистилляции, на котором, по меньшей мере, часть конденсата из этапа d) направляют в дистилляционную колонну, причем получают верхний поток, содержащий метанол, и донный поток, содержащий воду;

отличающийся тем, что, по меньшей мере, часть донного потока из этапа возвращают e) в регенератор.

В способе согласно изобретению используют поток текучей среды, содержащий метанол и по меньшей мере один кислотный газ.

Количество метанола в потоке текучей среды предпочтительно находится в диапазоне 50-5000 об.ч./млн, особенно предпочтительно 100-1000 об.ч./млн и весьма предпочтительно 200-800 об.ч./млн.

Предпочтительно метанол добавляют к потоку текучей среды перед этапом а). Но метанол также может образоваться в виде побочного продукта при получении потока текучей среды, например, при паровом риформинге метана.

Далее использованный поток текучей среды содержит по меньшей мере один кислотный газ. Предпочтительно неочищенный природный газ содержит CO₂ и/или H₂S. Кроме CO₂ и/или H₂S в неочищенном природном газе могут присутствовать другие кислотные газы, такие как COS и меркаптан. Кроме того, также может содержаться SO₃, SO₂, CS₂ и HCN.

Содержание кислотных газов в потоке текучей среды, в общем, находится в диапазоне 0,01-40 об.%, предпочтительно 0,05-15 об.% и особенно предпочтительно 0,1-5 об.%.

Поток текучей среды, вводимый в способ по изобретению, может дополнительно содержать воду.

Содержание воды в потоке текучей среды обычно находится в диапазоне от >0 об.% до содержания, соответствующего концентрации насыщения воды в потоке текучей среды при данных условиях давления и температуры.

В предпочтительной форме выполнения использованный в способе согласно изобретению поток текучей среды содержит углеводороды. Содержание углеводородов в потоке текучей среды, в общем, составляет 60-99,9 об.%, предпочтительно 85-99,5 об.% и особенно предпочтительно 95-99 об.%.

Присутствующие в потоке текучей среды углеводороды содержат предпочтительно 80-100 об.% метана, особенно предпочтительно 90-99,9 об.% и весьма предпочтительно 95-99 об.% метана.

Помимо содержания метана и кислотных газов, поток текучей среды может содержать другие компоненты, такие как другие газы (N₂ или He), ртуть или природные радиоактивные вещества.

Количество других компонентов в потоке текучей среды, в общем, составляет 0-4 об.%, предпочтительно 0,0001-3, об.% и весьма предпочтительно 0,0005-1,5 об.%.

Поток текучей среды может быть любым потоком текучей среды, который содержит по меньшей мере один кислотный газ и метанол. Предпочтительно поток текучей среды является неочищенным природным газом. Но поток текучей среды также может быть синтез-газом или биогазом, в которые добавлен метанол или при производстве которых метанол образовался в качестве побочного продукта. В качестве неочищенного природного газа обычно используют неочищенный природный газ, от которого при перекоденсации отделили конденсат природного газа и воду. Разделение конденсата природного газа и воды может быть осуществлено с помощью известными специалистам способов, например, при понижении температуры транспортируемого неочищенного газа и отделении перекоденсированных компонентов, таких как вода и конденсат природного газа, от неконденсированных компонентов неочищенного природного газа.

Предпочтительно используют поток текучей среды, полное давление которого находится в диапазоне 20-120 бар, особенно предпочтительно 40-100 бар и весьма предпочтительно 50-80 бар.

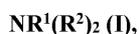
Этап абсорбции.

Поток текучей среды направляют согласно изобретению на этап абсорбции, при котором поток текучей среды приводят в контакт с абсорбентом в абсорбере с получением загруженного метанолом и кислотными газами абсорбента и, по меньшей мере, частично, потока нейтрализованной текучей среды.

Абсорбент.

Абсорбент содержит по меньшей мере один амин. Предпочтительными аминами являются следующие:

i) амины формулы I



где R¹ выбран из C₁-C₆-гидроксиалкильных групп, C₁-C₆-алкокси-C₂-C₆-алкильных групп, гидрокси-C₁-C₆-алкокси-C₂-C₆-алкильных групп и 1-пиперазинил-C₂-C₆-алкильных групп, и R² независимо выбран из H, C₁-C₆-алкильных групп и C₂-C₆-гидроксиалкильных групп;

ii) амины формулы II



где R^3 , R^4 , R^5 и R^6 независимо друг от друга выбраны из H, C_1 - C_6 -алкильных групп, C_2 - C_6 -гидроксиалкильных групп, C_1 - C_6 -алкокси- C_2 - C_6 -алкильных и C_2 - C_6 -аминоалкильных групп, и X означает C_2 - C_6 -алкиленовую группу, $-X^1-NR^7-X^2-$ или $-X^1-O-X^2-$, где X^1 и X^2 независимо друг от друга означают C_2 - C_6 -алкиленовые группы, и R^7 означает H, C_1 - C_6 -алкильную группу, C_2 - C_6 -гидроксиалкильную группу или C_2 - C_6 -аминоалкильную группу;

iii) 5-7-членные насыщенные гетероциклы с по меньшей мере одним атомом азота в кольце, которые могут содержать один или два дополнительных гетероатома, выбранных из азота и кислорода, и

iv) их смеси.

Особыми примерами предпочтительно применяемых аминов являются:

i) 2-аминоэтанол (моноэтаноламин), 2-(метиламино)этанол, 2-(этиламино)-этанол, 2-(н-бутиламино)этанол, 2-амино-2-метилпропанол, N-(2-аминоэтил)-пиперазин, метил-диэтаноламин, этил-диэтаноламин, диметиламинопропанол, трет-бутиламиноэтоксизтанол (ТВАЕЕ), 2-амино-2-метилпропанол, диизопроаноламин (DIPA);

ii) 3-метиладельнопропиламин, этилендиамин, диэтилентриамин, триэтилентетрамин, 2,2-диметил-1,3-диаминопропан, гексаметилендиамин, 1,4-диаминобутан, 3,3-иминобиспропиламин, трис(2-аминоэтил)амин, бис(3-диметиламинопропил)амин, тетраметилгексаметилендиамин;

iii) пиперазин, 2-метилпиперазин, N-метилпиперазин, 1-гидроксиэтил-пиперазин, 1,4-бис-гидроксиэтилпиперазин, 4-гидроксиэтилпиперидин, гомопиперазин, пиперидин, 2-гидроксиэтилпиперидин и морфолин; и

iv) их смеси.

В предпочтительной форме выполнения абсорбент содержит по меньшей мере один из аминов моноэтаноламин (МЕА), метиламинопропиламин (МАРА), пиперазин (PIP), диэтаноламин (DEA), триэтаноламин (ТЕА), диэтилэтаноламин (DEEA), диизопроаноламин (DIPA), аминоэтоксизтанол (АЕЕ), трет-бутиламиноэтоксизтанол (ТВАЕЕ), диметиламинопропанол (DIMAP) и метилдиэтаноламин (MDEA) или их смеси.

Другими аминами, которые могут быть использованы в способе согласно изобретению, являются трет-бутиламино-пропандиол, трет-бутиламиноэтокси-этилморфолин, трет-бутиламиноэтилморфолин, метоксизтоксизтоксизтил-трет-бутиламин, трет-бутиламиноэтилпирролидон.

Предпочтительно амин является стерически затрудненным амином или третичным амином. Стерически затрудненный амин является вторичным амином, в котором аминный азот связан, по меньшей мере, со вторичным атомом углерода и/или, по меньшей мере, с третичным атомом углерода; или первичный амин, в котором аминный азот связан с третичным атомом углерода. Предпочтительным стерически затрудненным амином является трет-бутиламиноэтоксизтанол. Предпочтительным третичным амином является метилдиэтаноламин.

Если желательно полностью или почти полностью удалить CO_2 , содержащийся в потоке текучей среды, то абсорбент также предпочтительно содержит активатор, если амин, содержащийся в абсорбенте, является стерически затрудненным амином или третичным амином. В общем, активатор является стерически незатрудненным первичным или вторичным амином. В этих стерически незатрудненных аминах аминный азот, по меньшей мере, аминной группы, связан только с первичными атомами углерода и атомами водорода. Если желательно удалить часть газа, содержащегося в потоке текучей среды, например, селективное удаление H_2S из потока текучей среды, содержащей H_2S и CO_2 , то абсорбент предпочтительно не содержит активатор.

Стерически незатрудненный первичный или вторичный амин, который может быть использован в качестве активатора, выбран, например, из алканоламинов, таких как моноэтаноламин (МЕА), диэтаноламин, (DEA), этиламиноэтанол, 1-амино-2-метил-пропан-2-ол, 2-амино-1-бутанол, 2-(2-аминоэтокси)этанол и 2-(2-аминоэтокси)этанамин, полиаминов, таких как гексаметилендиамин, 1,4-диаминобутан, 1,3-диаминопропан, 3-(метиламино)-пропиламин (МАРА), N-(2-гидроксиэтил)этилендиамин, 3-(диметиламино)-пропиламин (DMAРА), 3-(диэтиламино)пропиламин, N,N"-бис(2-гидроксиэтил)этилендиамин, 5-, 6- или 7-членные насыщенные гетероциклы с по меньшей мере одной NH-группой в кольце, которые могут содержать один или два других выбранных из азота и кислорода гетероатома в кольце, как пиперазин, 2-метилпиперазин, N-метилпиперазин, N-этилпиперазин, N-(2-гидроксиэтил)-пиперазин, N-(2-аминоэтил)пиперазин, гомопиперазин, пиперидин и морфолин.

Особенно предпочтительными являются 5-, 6- или 7-членные насыщенные гетероциклы с по меньшей мере одной NH-группой в кольце, которые могут содержать один или два других выбранных из азота и кислорода, гетероатома в кольце. Весьма предпочтительным является пиперазин.

В форме выполнения изобретения абсорбент содержит третичный амин метилдиэтаноламин и активатор пиперазин.

Молярное отношение активатора к стерически затрудненному амину или третичному амину предпочтительно находится в диапазоне 0,05-1,0, особенно предпочтительно в диапазоне 0,05-0,7.

В общем, абсорбент содержит 10-60 мас.% амина.

Абсорбент может дополнительно содержать физические растворители. Подходящими физическими

растворителями являются, например, N-метилпирролидон, тетраметилсульфон, олигоэтиленгликоль-диалкиловый эфир, такой как олигоэтиленгликольметилизопропиловый эфир (SEPASOLV MPE), олигоэтиленгликольдиметиловый эфир (SELEXOL). Физические растворители содержатся в абсорбенте, в общем, в количестве 1-60 мас.%, предпочтительно 10-50 мас.%, особенно предпочтительно 20 - 40 мас.%.

Абсорбент в предпочтительной форме выполнения содержит менее 10 мас.%, например, менее 5 мас.%, особенно предпочтительно менее 2 мас.% неорганических щелочных солей, как, например, карбоната калия.

Абсорбент также содержит добавки, такие как ингибиторы коррозии, антиоксиданты, энзимы, антивспенивающие средства и т.д. В общем, количество таких добавок находится в диапазоне около 0,01-3 мас.% абсорбента.

В абсорбер может быть добавлен свежий абсорбент, или в абсорбер может быть добавлен регенерированный абсорбент из этапа e) рециркуляции. Подача свежего абсорбента означает, что компоненты абсорбента еще полностью не прошли этапы b)-e). Подача регенерированного абсорбента требует, чтобы, по меньшей мере, часть компонентов абсорбента полностью прошла этапы b)-e).

Абсорбент предпочтительно содержит 0,05 об.% или менее метанола, особенно предпочтительно 0,03 об.% или менее метанола, весьма предпочтительно 0,01 об.% или менее метанола и более предпочтительно 0,005 об.% или менее метанола.

Абсорбент предпочтительно является водным. Это означает, что разные компоненты абсорбента, такие как амин, метанол, физические растворители, добавки смешивают в вышеуказанных количествах с водой.

Весьма предпочтительно в качестве абсорбента применяют водный раствор метилдиэтаноламина.

Абсорбер.

Соединение потока текучей среды с абсорбентом на этапе a) осуществляют в абсорбере.

Абсорбер предпочтительно является абсорбционной башней или абсорбционной колонной, например, колонной с наполнителем, насадочной или тарельчатой колонной.

В общем, абсорбер содержит зону абсорбции и выборочно зону обратной промывки.

Зона абсорбции.

Зона абсорбции представляет собой секцию абсорбционной колонны, в которой поток текучей среды соединяют с абсорбентом для массообмена.

Соединение потока текучей среды с абсорбентом на этапе a) осуществляют в зоне абсорбции предпочтительно противотоком.

Для улучшения контакта с абсорбентом и создания большей пограничной поверхности массообмена зона абсорбции содержит, как правило, встроенные элементы, например, наполнители, насадки и/или тарелки, такие как клапанная, колпачковая тарелка, тарелка Торманна или сетчатая тарелка.

Если зона абсорбции содержит наполнители или насадки, то высота наполнителей/насадок в зоне абсорбции предпочтительно находится в диапазоне 5-20 м, особенно предпочтительно в диапазоне 6-15 м и весьма предпочтительно в диапазоне 8-14 м.

Если зона абсорбции содержит тарелки, то количество тарелок зоны абсорбции предпочтительно находится в диапазоне 8-30, особенно предпочтительно 12-25 и весьма предпочтительно 15-23 тарелки.

В колонне с наполнителем или насадочной колонне зона абсорбции может быть разделена на один или более участков, предпочтительно 2-4 участка. Между отдельными участками зоны абсорбции могут быть расположены несущие и поддерживающие и/или распределительные тарелки, которые улучшают распределение абсорбента по всему поперечному сечению колонны.

Температура абсорбента, попадающего в зону абсорбции, составляет, в общем, около 0-60°C, предпочтительно 10-50°C и особенно предпочтительно 25-50°C.

Давление в абсорбере обычно находится в диапазоне 30-120 бар, особенно предпочтительно 40 - 100 бар и весьма предпочтительно 50-80 бар.

Место подачи направленного потока текучей среды предпочтительно находится ниже зоны абсорбции или в ее донной части. Предпочтительно подачу осуществляют через газораспределитель.

Абсорбент может иметь одну или более точек подачи вводимого абсорбента. Так, абсорбер может иметь одно подающее устройство для свежего абсорбента и одно подающее устройство для регенерированного абсорбента. Но свежий и регенерированный абсорбент также можно подавать вместе в абсорбер через одно подающее устройство. Одна или более точек подачи находятся предпочтительно выше зоны абсорбции или в ее верхней зоне. Через подающее устройство для свежего абсорбента также можно подавать отдельные компоненты абсорбента, такие как затворная вода.

Если абсорбер имеет дополнительную зону обратной промывки, то подачу предпочтительно осуществляют между зоной абсорбера и зоной обратной промывки.

При соединении потока текучей среды с абсорбентом в зоне абсорбции получают, по меньшей мере, частично, нейтрализованный поток текучей среды и абсорбент, загруженный MeOH и кислотными газами.

В верхней зоне абсорбера находится, как правило, место отвода потока нейтрализованной текучей среды. В зоне отвода может быть размещен отделитель текучей среды для разделения любых остатков текучей среды абсорбента или промывочного средства из вытекающего потока текучей среды.

В нижней зоне абсорбера, предпочтительно в отстойнике, находится, в общем, место приема для загруженного абсорбента.

По меньшей мере, частично, нейтрализованный поток текучей среды в зоне абсорбции может, при необходимости, быть соединен с промывочной жидкостью.

Подлежащее устройство промывочного средства предпочтительно находится в верхней зоне или над зоной абсорбции.

Особенно предпочтительной промывочной жидкостью является водная текучая среда. Промывочная жидкость в способе может означать собственную текучую среду, т.е. текучая среда на водной основе, которая возникает в другом месте в способе, или водную текучую среду, подаваемую извне. Предпочтительно промывочная жидкость содержит конденсат, образованный при охлаждении потока нейтрализованной текучей среды ниже по течению (так называемый конденсат верхней части абсорбера), и/или пресную воду.

При соединении, по меньшей мере, частично, потока нейтрализованной текучей среды с промывочной жидкостью, транспортируемые компоненты абсорбента, такие как амины, могут быть вымыты. При соединении с водной промывочной жидкостью также может уравниваться водный баланс способа, если через вытекающие потоки переносится больше воды, чем поступает через входящие потоки.

Зона обратной промывки.

Выборочно абсорбер может содержать так называемую зону обратной промывки. В зоне обратной промывки в нейтрализованный поток текучей среды подают навстречу промывочную текучую среду противотоком.

Зона обратной промывки является, как правило, секцией абсорбера, который находится над местом загрузки абсорбента.

Предпочтительно зона обратной промывки содержит наполнители, насадки и/или тарелки для улучшения соединения потока текучей среды с промывочной жидкостью. Особенно предпочтительно зона обратной промывки содержит тарелки, более предпочтительно клапанные, колпачковые тарелки, тарелки Торманна или сетчатые тарелки.

Зона обратной промывки содержит предпочтительно 1-7, особенно предпочтительно 2-6, и весьма предпочтительно 3-5 тарелок, или высота наполнителей (наполнителей/насадок) предпочтительно составляет 1-6 м, особенно предпочтительно 2-5 и весьма предпочтительно 2-3 м.

Промывочная жидкость, в общем, проходит над зоной обратной промывки или в верхней части зоны обратной промывки. В качестве промывочной жидкости могут быть использованы ранее названные промывочные текучей среды.

Можно перерабатывать промывочную жидкость через зону обратной промывки. Для этого промывочную жидкость собирают под зоной промывки, например, с помощью подходящей сборной тарелки, и насосом подают к верху конца зоны обратной промывки. Можно охладить переработанную промывочную жидкость, желательнее до температуры 20-70°C, особенно предпочтительно 30-60°C. Для этого промывочную жидкость целесообразно способом перекачивать через кулер. Чтобы избежать накопления вымытых компонентов абсорбента в промывочной жидкости, предпочтительно пропускать часть потока промывочной жидкости из зоны обратной промывки.

Спецификация потока нейтрализованной текучей среды.

Поток нейтрализованной текучей среды, как описано ранее, предпочтительно отводят через отводной канал в верхней части абсорбера.

Выборочно нейтрализованный поток текучей среды может проходить через конденсатор.

В качестве конденсатора могут быть использованы, например, конденсаторы с охлаждающим змеевиком или трубой со спиральным сварным швом, пластинчатым теплообменником, двухтрубным охладителем, а также теплообменником с пучком труб. В общем, конденсатор используют при температурах в диапазоне 10-60°C, предпочтительно 20-50°C, особенно предпочтительно 20-30°C.

Нейтрализованный поток текучей среды, полученный на этапе а), предпочтительно содержит 0,01-10 об.ч./млн метанола, особенно предпочтительно 0,05-5 об.ч./млн метанола, и весьма предпочтительно 0,1-3 об.ч./млн метанола.

Содержание воды в нейтрализованном потоке текучей среды, в общем, составляет 80 - 100 % концентрации насыщения водой в потоке текучей среды при данных условиях давления и температуры.

Если поток нейтрализованной текучей среды используют как товарный газ, то содержание H₂S в нейтрализованном потоке текучей среды предпочтительно составляет 5 об.ч./млн или менее, и содержание CO₂ составляет 2 об.% и менее.

Если поток потока нейтрализованной текучей среды используют как сжиженный природный газ, то содержание CO₂ в нейтрализованном потоке текучей среды предпочтительно составляет 100 об.ч./млн или менее и особенно предпочтительно 50 об.ч./млн и менее. Содержание H₂S в нейтрализованном потоке при LNG (сжиженном природном газе) предпочтительно составляет 5 об.ч./млн и менее, и особенно предпочтительно 2 об.ч./млн и менее.

Последующая переработка.

В дополнение к получению нейтрализованного потока текучей среды на этапе а), нейтрализованный поток текучей среды подвергают одному или более из следующих этапов обработки:

- aa) удаление воды;
- bb) удаление ртути;
- cc) удаление азота;
- dd) удаление конденсатов природного газа; и/или
- ee) сжижение (LNG)

Удаление воды aa) предпочтительно осуществляют в виде адсорбции изменения давления (или адсорбции при переменном давлении (PSA)) и особенно предпочтительно в виде адсорбции изменения температуры (TSA) или в виде гликолевой сушки.

PSA или TSA можно получить с помощью известных специалисту способов. Распространенные варианты выполнения описаны, например, в Nag, Ashis, "Destination and Hydrocarbon Processing Practices", PennWell 2016, ISBN 978-1-59370-343-1 или в A. Terrigeol, GPA Europe, Annual Conference, Берлин, Германия, 23-25 мая 2012г. (<https://www.cecachemicals.com/export/sites/ceca/.content/medias/downloads/products/dtm/molecular-sieves-contaminants-effects-consequences-and-mitigation.pdf>).

При PSA или TSA предпочтительно применяют цеолит, активный уголь или молекулярное сито.

Предпочтительно в PSA или TSA используют молекулярное сито в виде твердого адсорбирующего вещества.

При гликолевой сушке предпочтительно используют жидкий абсорбент, как моноэтиленгликоль (MEG), диэтиленгликоль (DEG), триэтиленгликоль (TEG) или тетраэтиленгликоль (TREG). Особенно предпочтительно в качестве жидкого абсорбента применяют TEG.

Гликолевую сушку можно проводить согласно известным специалисту вариантам способа. Примеры гликолевой сушки также, например, приведены в Nag, Ashis "Destination and Hydrocarbon Processing Practices", PennWell 2016, ISBN 978-1-59370-343-1.

После сушки aa) можно, при необходимости, осуществлять дополнительные этапы переработки, такие как bb) удаление ртути, cc) удаление азота, dd) удаление конденсатов природного газа и ee) сжижение природного газа в сжиженный природный газ. Подробности названных вариантов способа также приведены в Nag, Ashis "Hydrocarbon Processing Practices".

С помощью одного или более этапов aa)-dd) очистки получают обычно поток текучей среды, отвечающий требованиям спецификации конечного потребителя и/или сбытовых компаний, или природный газ может быть продан как товарный газ или он может быть сжижен во время следующего этапа ee) сжижения для получения LNG.

Загруженный абсорбент.

На этапе a) также получают абсорбент, загруженный кислотными газами.

Загруженный абсорбент может подаваться непосредственно на этап b) регенерации.

Этап уменьшения давления (при необходимости).

В особенно предпочтительном варианте выполнения данного способа загруженный абсорбент перед введением на этап b) регенерации сначала проходит сначала этап уменьшения давления.

На этапе уменьшения давления загруженные адсорбирующие вещества, в общем, направляют в бак уменьшения давления.

Для этого, как правило, в извлеченных загруженных адсорбирующих веществах на тарелке абсорбера уменьшают давление в помощью дроссельного клапана.

Предпочтительно в загруженных адсорбирующих веществах уменьшают давление до 3-15 бар, более предпочтительно до 4-12 и особенно предпочтительно до 5-10 бар.

Уменьшение давления, как правило, приводит к десорбции соадсорбированных углеводородов, которые переходят в газовую фазу (так называемый газ мгновенного испарения). Газ мгновенного испарения можно вернуть в процесс адсорбции с помощью компрессора, сжечь на месте для получения энергии или сжечь в факеле.

Бак уменьшения давления, как правило, означает контейнер, который не содержит особенных встроенных элементов. Предпочтительным баком для уменьшения давления является так называемый испарительный барабан. В качестве бака для уменьшения давления также принимают во внимание колонны со встроенными элементами, например, наполнителями, насадками или тарелками.

Во время уменьшения давления получают газообразную фазу (газ мгновенного испарения).

В верхней части бака для уменьшения давления, как правило, находится отводной канал газа для газа, превращающегося в газовую фазу. В зоне отвода газа может быть снова предпочтительно расположен отделитель текучей среды. При необходимости, из газа мгновенного испарения в другой адсорбционной колонне могут быть отделены содержащиеся в ней кислотные газы. Как правило, для этого частичный поток регенерированного растворителя подают в дополнительную колонну адсорбции.

На дне бака для уменьшения давления, как правило, собирается, по меньшей мере, частично, загруженный кислотными газами, которые не перешли в газовую фазу, абсорбент, и, как правило, направляется на этап b).

Этап регенерации.

По меньшей мере, частично, загруженные кислотными газами адсорбирующие вещества согласно изобретению направляют на этап b) регенерации.

Во время этапа регенерации по меньшей мере одну часть полученного на этапе а) загруженного абсорбента регенерируют в регенераторе, причем получают один, по меньшей мере, частично, регенерированный абсорбент и один газообразный поток, содержащий метанол, воду и по меньшей мере один кислотный газ.

Перед вводом на этап б) регенерации адсорбирующее вещество, по крайней мере, частично, загруженное кислотными газами, предпочтительно проходит через теплообменник.

В теплообменнике, по меньшей мере, частично, загруженный кислотными газами абсорбент нагревают предпочтительно до температуры в диапазоне 50-150°C, особенно предпочтительно 70-130°C и весьма предпочтительно 80-110°C.

В особенно предпочтительной форме выполнения в теплообменнике в качестве нагревающего агента используют регенерированный абсорбент, извлеченный из отстойника регенератора. Преимуществом этой формы выполнения является то, что тепловая энергия регенерированного абсорбента из этапа б) может быть использована для нагрева загруженного абсорбента. Благодаря этому можно уменьшить затраты на производство энергии и ее получение со стороны всего процесса.

Регенератор.

Согласно изобретению этап регенерации осуществляют в регенераторе. Как правило, регенератор выполнен в виде стриппинг-колонны. Регенератор предпочтительно содержит зону регенерации и испаритель.

Регенератор предпочтительно функционирует при давлении в верхней части в диапазоне 1-5 бар, предпочтительно 1,2-4 и особенно предпочтительными 1,3-2,5 бар.

В отстойнике регенератора, в общем, расположен канал для отвода текучей среды для регенерированного растворителя.

В верхней части регенератора, как правило, находится отводной канал газа для газообразного потока. В зоне отвода газа предпочтительно установлен отделитель текучей среды.

Газообразный поток направляют согласно изобретению на этап d) конденсации, как описано ранее.

Зона регенерации.

В общем, регенератор содержит зону регенерации, расположенную над отстойником. Предпочтительно зоной регенерации считают область регенератора, в которой загруженный абсорбент соединяется с паром, образующимся перед испарителем отстойника.

Для улучшения контакта и создания большей пограничной поверхности массообмена зона регенерации содержит, как правило, встроенные элементы, например, наполнители, насадки и/или тарелки, такие как клапанная, колпачковая тарелка, тарелка Торманна или сетчатая тарелка.

Если зона регенерации содержит насадки или наполнители, то высота насадок/наполнителей в зоне регенерации предпочтительно находится в диапазоне 5-15 м, особенно предпочтительно 6-12 м и весьма предпочтительно 8-12 м.

Если зона регенерации содержит тарелки, то количество тарелок зоны регенерации предпочтительно находится в диапазоне 10-30, особенно предпочтительно 15-25 и весьма предпочтительно 17-23 тарелки.

В колонне с наполнителем или насадочной колонне зона регенерации может быть далее разделена на несколько участков, предпочтительно 2-4. Между участками зоны регенерации могут быть расположены несущие и поддерживающие и/или распределительные тарелки, которые улучшают распределение текучей среды по всему поперечному сечению регенератора.

Как правило, загруженный абсорбент предпочтительно направляют в верхнюю зону или над ней в регенератор. Если регенератор содержит дополнительную зону обратной промывки, как описано ниже, загруженный абсорбент предпочтительно вводят в регенератор между зоной регенерации и зоной обратной промывки.

В зоне регенерации пар, образовавшийся в испарителе, главным образом поступает в противотоке с абсорбентом, проходящим вниз через зону регенерации.

Газообразный поток может контактировать с промывочной жидкостью в зоне регенерации.

Если регенератор не имеет зону очистки, то подающее устройство для промывочного средства предпочтительно находится в верхней области или выше зоны регенерации.

Более предпочтительно, промывочная жидкость представляет собой текучая среда на водной основе, такую как пресная вода или текучая среда на водной основе, полученная в другом месте способа.

Температура промывочной жидкости обычно находится в диапазоне 20-60°C, предпочтительно в диапазоне 30-55°C и более предпочтительно 30-40°C.

В предпочтительной форме выполнения, часть конденсата из этапа d) используют в качестве промывочной жидкости.

В особо предпочтительной форме выполнения, это, по меньшей мере, часть промывочной жидкости донного потока из этапа e).

Более предпочтительно, чтобы промывочная жидкость состояла исключительно из донного потока из этапа e).

Отстойник.

Зону регенератора ниже зоны регенерации, в общем, называют отстойник.

В этой области регенерированный абсорбент обычно собирают и подают в испаритель через отводной канал жидкости в донной части регенератора по трубам и/или частично возвращают в абсорбер в виде регенерированного абсорбента.

Отстойник может быть разделен сборным дном, расположенным между отводным каналом отстойника и местом подачи пара, который образуется в испарителе.

Испаритель.

Как правило, по меньшей мере, часть регенерированного абсорбента направляют в испаритель из отводного канала отстойника регенератора.

Предпочтительно отводной канал отстойника из регенератора полностью входит в испаритель. Испаритель обычно означает кипятильник (испаритель парового котла), испаритель с естественной циркуляцией (термосифон) или выпарной аппарат с принудительной циркуляцией.

Испаритель регенератора предпочтительно расположен за регенератором и соединен с отводным каналом отстойника с помощью труб.

Испаритель, в общем, нагревают 100-150°C, особенно предпочтительно 105-140°C и весьма предпочтительно 110-130°C.

В испарителе, по меньшей мере, в общем, выпаривают часть вытяжки из отводного канала отстойника и возвращают в регенератор. Впрыскивание образовавшегося пара и непревращенных в пар текучих сред предпочтительно происходит под зоной регенерации, предпочтительно в отстойнике регенератора.

Если в отстойнике расположена дополнительная сборная тарелка (сборный поддон), то подачу образующегося пара предпочтительно осуществляют под сборной тарелкой.

Зона обратной промывки:

В особенно предпочтительной форме выполнения, регенератор над зоной регенерации, особенно предпочтительно над местом подачи загруженного абсорбента, содержит зону обратной промывки.

Зона обратной промывки, как правило, выполнена в виде секции регенератора, расположенной над зоной регенерации.

Предпочтительно зона обратной промывки содержит встроенные элементы, особенно предпочтительно наполнители, насадки и/или тарелки для улучшения соединения потока текучей среды с промывочной жидкостью.

В предпочтительной форме выполнения встроенные элементы являются наполнителями и/или насадками. Высота насадок (наполнителей/насадок) предпочтительно находится в диапазоне 1-10, особенно предпочтительно 2-8 и более предпочтительно 3-6 м.

В весьма предпочтительной форме выполнения зона обратной промывки содержит тарелки, особенно предпочтительно клапанные тарелки или колпачковые тарелки.

Зона промывки содержит предпочтительно 1-10, более предпочтительно 2-7 и наиболее предпочтительно 2-6 тарелок.

Промывочную жидкость обычно вводят в верхнюю область зоны обратной промывки или выше зоны обратной промывки.

В качестве промывочной жидкости, как правило, используют водный или слегка нейтрализованный водный раствор, особенно предпочтительно воду.

В особенно предпочтительной форме выполнения, это, по меньшей мере, часть промывочной жидкости донного потока из этапа e). Более предпочтительно, промывочная жидкость состоит исключительно из донного потока из этапа e).

В еще одной форме выполнения, часть конденсата из этапа d) может быть направлена в зону обратной промывки в качестве промывочной жидкости.

Температура промывочной жидкости, как правило, находится в диапазоне 10-60°C, предпочтительно 20-55°C и особенно предпочтительно 40-50°C.

В зоне обратной промывки остаточное количество принесенных аминов может вымываться из абсорбента, таким образом кислотный отработанный газ, выходящий из регенератора, в основном не содержит амины. Кроме того, в зоне обратной промывки содержание воды в газовом потоке, который получен в верхней части регенератора, может быть уменьшено, так как при контакте с более холодным промывочным средством часть парообразной воды может конденсироваться.

Преимуществом этого является то, что эту воду не нужно отделять на последующем этапе дистилляции.

Этап c) рециркуляции.

Согласно изобретению образовавшийся в отстойнике регенератора регенерированный абсорбент из этапа b) возвращают на этап a) абсорбции.

При этом возврат регенерированного абсорбента, как описано ранее, происходит в одном из мест подачи абсорбера для регенерированного абсорбента.

Этап d) конденсации.

Газообразный поток из регенератора согласно изобретению направляют на этап d) конденсации.

На этапе конденсации конденсат, содержащий метанол и воду, переконденсируют из газообразного потока из этапа b).

Предпочтительно этап конденсации осуществляют таким образом, что газообразный поток из этапа b) проходит через один или более конденсаторов (дефлегматоров регенератора).

В предпочтительной форме выполнения, газообразный поток из этапа b) проходит через один дефлегматор регенератора.

Дефлегматоры обычно содержат теплообменник и резервуар, в котором жидкая фаза может быть отделена от газовой фазы. Однако теплообменник и резервуар также могут быть объединены в один элемент.

Дефлегматоры регенератора эксплуатируют таким образом, что метанол и присутствующая, при необходимости, вода конденсируются, в то время как кислотные газы остаются преимущественно в газовой фазе.

В качестве дефлегматоров регенератора могут быть использованы, например, конденсаторы с охлаждающим змеевиком или трубой со спиральным сварным швом, двухтрубным охладителем, а также теплообменником с пучком труб.

В общем, дефлегматор регенератора используют при температурах в диапазоне 10-60°C, предпочтительно 20-55°C, особенно предпочтительно 30-40°C.

Предпочтительно первый из двух дефлегматоров регенератора охлаждают воздухом или водой для охлаждения, а второй из двух дефлегматоров регенератора охлаждают охлаждающей текучей средой.

В общем, первый дефлегматор регенератора используют при температурах 20-60°C и предпочтительно 25-45°C.

Второй дефлегматор регенератора, в общем, используют с охлаждающей текучей средой при температурах 3-20°C, предпочтительно 5-15°C, особенно предпочтительно 5-10°C.

Еще одним преимуществом формы выполнения с по меньшей мере двумя дефлегматорами является то, что содержание метанола в кислотном отработанном газе может уменьшаться, так как при низких температурах может переконденсироваться большее количество метанола. Это позволяет увеличить долю регенерации метанола, например, до более чем 80%, относительно метанола, введенного в способ. Кроме того, можно повысить чистоту получаемого метанола.

Непереконденсированную газовую фазу предпочтительно отводят из способа в виде отработанных газов (отработанный газ).

Согласно изобретению, по меньшей мере, часть верхнего конденсата регенератора поступает на этап e) дистилляции. Здесь предпочтительно, чтобы при использовании нескольких конденсаторов конденсаты объединялись перед вводом на этап e).

Предпочтительно 50-100 об.%, более предпочтительно 70-100 об.%, особенно предпочтительно 90 из 100 об.%, верхнего конденсата регенератора, и наиболее предпочтительно 100 об.%, поступает на этап e) дистилляции.

Верхний конденсат, не введенный на этапе e), может быть возвращен в регенератор в виде промывочной жидкости.

При этом, верхний конденсат может быть возвращен в регенератор предпочтительно вместе с донным потоком из этапа e) в регенератор.

Этап e) дистилляции.

В соответствии с настоящим изобретением после этапа d) конденсации следует этап e) дистилляции, в ходе которого, по меньшей мере, часть конденсата с этапа d) направляется в дистилляционную колонну для получения верхнего потока, содержащего метанол, и донного потока, содержащего воду.

Этап e) дистилляции, как правило, осуществляют в ректификационной колонне.

Ректификация может осуществляться с использованием известных специалистам устройств, таких как колонны с колпачковыми тарелками, колонны с сетчатыми тарелками или колонны с наполнителями/насадками.

Ректификационная колонна предпочтительно содержит 3-25 тарелок, более предпочтительно 5-20 тарелок и наиболее предпочтительно 7-15 тарелок.

Подачу в ректификационную колонну предпочтительно осуществляют в пространственной области, расположенной между 25 и 95% тарелок ректификационной колонны (считая снизу), более предпочтительно в пространственной области между 40 и 60% тарелок ректификационной колонны. Например, подача в ректификационную колонну может осуществляться в области середины пластин.

Энергия, необходимая для ректификации, как правило, обеспечивается испарителем в донной части колонны. Такой испаритель, как правило, представляет собой испаритель-рекуператор, испаритель с естественной циркуляцией или испаритель с принудительной циркуляцией.

Таким образом, в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления абсолютное давление в верхней части ректификационной колонны предпочтительно находится в диапазоне 1-5 бар, более предпочтительно 1-4 бар, особенно предпочтительно 1,1-3 бар.

При соответствующих давлениях температуры в верхней части ректификационной колонны, как правило, находятся в диапазоне 50-80°C, предпочтительно 55-75°C, более предпочтительно 60-70°C.

Газовый поток, который отводят в верхней части ректификационной колонны, как правило, поступает через конденсатор.

Рабочая температура в конденсаторе предпочтительно составляет 10-50°C, предпочтительно 20-45°C, особенно предпочтительно 30-40°C.

В соответствии с настоящим изобретением могут использоваться, например, конденсаторы с охлаждающими змеевиками или змеевиковые конденсаторы, трубчатые конденсаторы с рубашкой, теплообменники пластинчатого типа и кожухотрубные теплообменники.

В конденсаторе, как правило, получают конденсат, содержащий преимущественно метанол.

Конденсат, полученный в конденсаторе, предпочтительно в количестве более 50 об.% возвращают в виде обратного потока в верхнюю часть ректификационной колонны, предпочтительно в количестве более 65 об.%, наиболее предпочтительно в количестве более 80 об.%.

Та часть конденсата, которая не возвращают, может быть выведена из способа и повторно использована в качестве ингибитора для предотвращения образования гидрата метана в неочищенном природном газе.

В донной части ректификационной колонны, как правило, осуществляют отвод донного потока, содержащего преимущественно воду.

Содержание метанола в донном потоке, полученном на этапе е), предпочтительно составляет 10 мас.ч./млн-5 мас.%, более предпочтительно 100 мас.ч./млн-3 мас.%, наиболее предпочтительно 200 мас.ч./млн-1 мас.%.

Рециркуляция донного потока с этапа е) дистилляции.

Согласно настоящему изобретению, по меньшей мере, часть донного потока, полученного на этапе е) дистилляции, возвращают в регенератор, используемый на этапе б).

Предпочтительно донный поток, полученный на этапе е) дистилляции, возвращают в регенератор, в количестве 50-100 об.%, более предпочтительно 70-100 об.%, наиболее предпочтительно 90-100 об.%. В предпочтительном варианте осуществления изобретения донный поток, полученный на этапе е) дистилляции, возвращают в регенератор полностью (100 об.%). Это может снизить подачу пресной воды, необходимой для поддержания водного баланса в общем процессе.

Если регенератор не имеет дополнительной зоны обратной промывки, донный поток, полученный на этапе е) дистилляции, предпочтительно подают обратно в верхнюю часть зоны регенерации или выше зоны регенерации через подающее устройство.

Если регенератор имеет дополнительную зону обратной промывки, донный поток, полученный на этапе е) дистилляции, предпочтительно подают обратно в верхнюю часть зоны обратной промывки или выше зоны обратной промывки через подающее устройство.

Подачу донного потока, полученного на этапе е), в регенератор предпочтительно осуществляют в соответствии с описанием выше.

Донный поток, полученный на этапе е) дистилляции, предпочтительно подают в виде промывочной воды обратно в верхнюю часть зоны регенерации или выше зоны регенерации, а в случае наличия зоны обратной промывки - в зону обратной промывки в соответствии с описанием выше.

При необходимости вместе с донным потоком, полученным на этапе е), в регенератор можно дополнительно подавать пресную воду. Такая подача воды может осуществляться через то же подающее устройство. В качестве альтернативы, вода может подаваться через отдельное подающее устройство.

Тем не менее, в регенератор подают предпочтительно исключительно конденсат, полученный на этапе е), без пресной воды в соответствии с описанием выше.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения донный поток, полученный на этапе е), используют в качестве теплоносителя в теплообменнике перед его рециркуляцией в регенератор. Предпочтительно, донный поток с этапа е) используют в качестве теплоносителя в теплообменнике, который нагревает верхний конденсат регенератора, полученный на этапе d), перед его направлением на этап е) дистилляции. Этот вариант осуществления изобретения обеспечивает возможность снижения энергопотребления.

Устройство.

Настоящее изобретение также относится к устройству для нейтрализации потока текучей среды, содержащего метанол и по меньшей мере один кислотный газ по п.1, включающему следующие компоненты:

а) абсорбер, содержащий зону абсорбции по меньшей мере одно подающее устройство для абсорбента, одно подающее устройство для потока текучей среды, подлежащей нейтрализации, отводной канал жидкости для загруженного абсорбента, отводной канал газа нейтрализованного потока текучей среды и, при необходимости, зону обратной промывки с подающим устройством для промывочного средства;

б) регенератор, содержащий зону регенерации, испаритель, подающее устройство для загруженного абсорбента, отводной канал жидкости в донной части регенератора и отводной канал газа в верхней части регенератора;

с) по меньшей мере один верхний конденсатор, соединенный с отводным каналом газа регенератора, содержащий отводной канал газа и отводной канал конденсата; и

d) дистилляционную колонну, содержащую конденсатор, испаритель, подающее устройство для отвода конденсата из верхнего конденсатора, отводной канал пара в верхней области колонны и отводной канал жидкости в донной части дистилляционной колонны, причем регенератор содержит подающее устройство, соединенное с отводным каналом жидкости в донной части дистилляционной колонны.

Предпочтительный вариант осуществления такого устройства показан на фиг. 1.

На фиг. 2 показан предпочтительный вариант осуществления изобретения, в соответствии с которым регенератор дополнительно содержит зону обратной промывки.

Абсорбер предпочтительно выполнен в виде абсорбционной колонны или поглотительной башни.

Абсорбционная колонна предпочтительно содержит зону абсорбции. В рамках данного изобретения зона абсорбции представляет собой секцию абсорбционной колонны, в которой поток текучей среды соединяют с абсорбентом для массообмена. Для улучшения контакта и создания большей пограничной поверхности массообмена зона абсорбции предпочтительно содержит встроенные элементы, например, наполнители, насадки и/или тарелки.

При использовании колонны с наполнителями или насадками зона абсорбции предпочтительно разделена на две-четыре расположенные друг над другом секции, которые отделены друг от друга несущими и поддерживающими и/или распределительными тарелками.

Если зона абсорбции содержит наполнители или насадки, то высота наполнителей/насадок в зоне абсорбции предпочтительно находится в диапазоне 5-20 м, особенно предпочтительно 6-15 м и весьма предпочтительно 8-14 м.

Если зона абсорбции содержит тарелки, то количество тарелок зоны абсорбции предпочтительно находится в диапазоне 8-30, особенно предпочтительно 12-25 и весьма предпочтительно 15-23 тарелки.

В нижней части зоны или под ней находится подающее устройство для потока текучей среды, подлежащего нейтрализации.

Над зоной абсорбции, предпочтительно в верхней части абсорбционной колонны, предпочтительно имеется отводной канал потока текучей среды, подлежащего нейтрализации.

В зоне отводного канала для нейтрализованного потока текучей среды предпочтительно установлен отделитель текучей среды.

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления изобретения в верхней части зоны абсорбции или над зоной абсорбции расположено подающее устройство для промывочного средства.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения абсорбер включает дополнительную зону обратной промывки над зоной абсорбции.

Зона обратной промывки, как правило, выполнена как секция абсорбера в виде ректификационной секции, расположенной над подающим устройством абсорбента. Зона обратной промывки предпочтительно имеет наполнители или насадки и/или тарелки для усиления контакта между потоком текучей среды и жидкостью для очистки. В частности, зона обратной промывки содержит тарелки, более предпочтительно клапанные, колпачковые тарелки, тарелки Торманна или сетчатые тарелки.

Предпочтительно, над зоной обратной промывки имеется подающее устройство для промывочного средства.

Зона обратной промывки содержит предпочтительно 1-7 тарелок, более предпочтительно 2-6, наиболее предпочтительно 3-5 тарелок, высота насадок (наполнителей/насадок) предпочтительно составляет 1-6 м, более предпочтительно 2-5 м, наиболее предпочтительно 2-3 м.

Под зоной обратной промывки может располагаться тарелка для сбора жидкости для очистки, из которой будет осуществляться рециркуляция жидкости для очистки. При этом рециркуляция, как правило, осуществляется с помощью насоса, который перекачивает жидкость для очистки из тарелки для сбора жидкости для очистки в подающее устройство. В случае рециркуляции может осуществляться охлаждение жидкости для очистки с помощью теплообменника.

В донной части абсорбера предпочтительно расположен отводной канал жидкости для загруженного абсорбента.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения между отводным каналом жидкости для загруженного абсорбента в абсорбере и подающим устройством для загруженного абсорбента в регенераторе предусмотрен теплообменник. Теплоноситель, используемый для этого теплообменника, предпочтительно представляет собой поток рециркуляции регенерированного абсорбента из донной части регенератора в абсорбер. В таком предпочтительном варианте осуществления можно снизить энергопотребление всего процесса.

Отводной канал жидкости из абсорбера предпочтительно соединен через теплообменник с регенератором b) посредством трубопровода.

Теплообменник может быть выполнен в виде пластинчатого теплообменника или кожухотрубного теплообменника. В качестве теплоносителя, используемого в теплообменнике, предпочтительно является донный поток из регенератора b).

Регенератор содержит зону регенерации, испаритель, подающее устройство для загруженного абсорбента отводной канал жидкости в донной части регенератора и отводной канал газа в верхней части регенератора.

В контексте настоящего изобретения зона регенерации рассматривается как область регенератора, в которой загруженный абсорбент контактирует с паром, который генерируется в испарителе-рекуператоре.

Чтобы повысить эффективность контакта и обеспечить большую границу массового переноса, зона регенерации предпочтительно включает внутренние элементы, которые предпочтительно представляют собой наполнители или насадки и/или тарелки.

В колонне с наполнителями или насадками зона регенерации предпочтительно разделена на 2-4 насадочные секции, которые расположены одна над другой и отделены друг от друга несущими и удерживающими тарелками и/или распределительной тарелкой.

Если зона регенерации включает наполнители или насадки, высота наполнителей/насадок в зоне регенерации предпочтительно составляет 5-15 м, более предпочтительно 6-12 м и наиболее предпочтительно 8-12 м.

Если зона регенерации включает тарелки, количество тарелок в зоне регенерации предпочтительно составляет 10-30 тарелок, более предпочтительно 15-25 тарелок, наиболее предпочтительно 17-23 тарелки.

Подающее устройство для загруженного абсорбента как правило, расположена выше зоны регенерации или в верхней части зоны регенерации.

Регенератор дополнительно включает испаритель.

Испаритель, предпочтительно, представляет собой испаритель-рекуператор, испаритель с естественной циркуляцией или испаритель с принудительной циркуляцией.

Испаритель предпочтительно соединен с отводным каналом жидкости в донной части регенератора посредством трубопровода. Термин "донная часть", как правило, относится к области, расположенной под зоной регенерации.

Смесь жидкости и пара, которую получают в испарителе, предпочтительно подают в нижнюю часть регенератора через подающее устройство, расположенное над отводным каналом жидкости в донной части, но под зоной регенерации.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления варианте донная часть регенератора разделена тарелкой для сбора абсорбента. Собранный в ней абсорбент подают в теплообменник. Под тарелкой для сбора абсорбента осуществляют подачу пара и рециркуляцию жидкости.

Регенератор дополнительно содержит точку отвода газообразного потока, образующегося в ходе регенерации. Точка отвода газообразного потока, образующегося в ходе регенерации, предпочтительно расположена в верхней части регенератора. В зоне, где расположена точка отвода предпочтительно установлен отделитель текучей среды.

В особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения регенератор дополнительно содержит зону обратной промывки. Зона обратной промывки, как правило, выполнена как секция регенератора в форме ректификационной секции, расположенной над зоной регенерации или подающим устройством для загруженного абсорбента.

Чтобы повысить эффективность контакта и обеспечить большую границу массового переноса, зона обратной промывки предпочтительно включает внутренние элементы, которые предпочтительно представляют собой наполнители или насадки и/или тарелки.

Особенно предпочтительно, в зоне обратной промывки расположены тарелки, например, клапанные, колпачковые тарелки, тарелки Торманна или сетчатые тарелки.

Зона обратной промывки предпочтительно содержит 1-10 тарелок, более предпочтительно 2-7 тарелок, наиболее предпочтительно 2-6 тарелок.

Если зона обратной промывки включает наполнители или насадки, высота внутренних элементов предпочтительно составляет 1-10 м, более предпочтительно 2-8 м, наиболее предпочтительно 3-6 м.

Предпочтительно, над зоной обратной промывки или в верхней части зоны обратной промывки имеется подающее устройство для жидкости.

Точка отвода газообразного потока, образующегося в ходе регенерации, соединена с верхним конденсатором. Верхний конденсатор включает отводной канал газа и отводной канал конденсата.

В соответствии с настоящим изобретением могут использоваться, например, конденсаторы с охлаждающими змеевиками или змеевиковые конденсаторы, трубчатые конденсаторы с рубашкой и кожухотрубные теплообменники.

В предпочтительном варианте осуществления устройство по изобретению содержит по меньшей мере два конденсатора, каждый из которых имеет один отводной канал газа и один отводной канал конденсата, при этом первый конденсатор предпочтительно имеет воздушное или водяное охлаждение, а второй конденсатор предпочтительно охлаждают с использованием охлаждающего агента. Преимуществом этого варианта осуществления является то, что содержание метанола в кислотных отходящих газах может быть уменьшено из-за большего количества конденсирующегося метанола. Благодаря этому может быть повышена степень регенерации метанола, например, до более чем 80%, от общего количества метанола, которое подают в способ.

Устройство по настоящему изобретению дополнительно содержит дистилляционную колонну, включающую конденсатор, испаритель, подающее устройство, соединенное с отводным каналом кон-

денсата из верхнего конденсатора, отводной канал пара в верхней области колонны и отводной канал жидкости в донной части дистилляционной колонны,

Дистилляционная колонна предпочтительно выполнена в виде колонны с колпачковыми тарелками или колонны с сетчатыми тарелками или предпочтительно в виде колонны с наполнителями/насадками. Внутренние элементы могут располагаться в одном или нескольких слоях. Ректификационная колонна предпочтительно содержит 3-25 тарелок, более предпочтительно 5-20 тарелок и наиболее предпочтительно 7-15 тарелок.

Подающее устройство, соединенное с отводным каналом конденсата из верхнего конденсатора, предпочтительно находится в пространственной области, расположенной между 25 и 95% тарелок ректификационной колонны (считая снизу), более предпочтительно в пространственной области между 40 и 60% тарелок ректификационной колонны. Например, подающее устройство может быть расположено в области середины пластин.

В донной части дистилляционной колонны предпочтительно находится отводной канал жидкости.

Отводной канал жидкости предпочтительно соединен с испарителем посредством трубопровода.

Испаритель, предпочтительно, представляет собой испаритель-рекуператор, испаритель с естественной циркуляцией или испаритель с принудительной циркуляцией.

Смесь жидкости и пара, которую получают в испарителе, предпочтительно подают в нижнюю часть дистилляционной колонны через подающее устройство для пара.

Отвод пара предпочтительно осуществляется в верхней части ректификационной колонны.

Пары, образующиеся в ходе дистилляции, направляются по трубопроводу в верхний конденсатор. Верхний конденсатор, как правило, включает теплообменник и емкость, в которой может осуществляться сепарация жидкой фазы от газовой фазы.

В соответствии с настоящим изобретением могут использоваться, например, конденсаторы с охлаждающими змеевиками или змеевиковые конденсаторы, трубчатые конденсаторы с рубашкой и кожухотрубные теплообменники.

В конденсаторе, как правило, получают конденсат, содержащий преимущественно метанол.

Конденсат, полученный в конденсаторе, предпочтительно в количестве более 50 об.% возвращают через трубопровод в верхнюю часть ректификационной колонны, предпочтительно в количестве более 65 об.%, более предпочтительно в количестве более 80 об.%.

Та часть конденсата, которая не возвращают, может быть выведена из способа через трубопровод и повторно использоваться в качестве ингибитора для предотвращения образования гидрата при низких температурах.

Согласно настоящему изобретению регенератор имеет подающее устройство, соединенное с отводным каналом жидкости в донной части дистилляционной колонны.

Если регенератор не имеет зоны обратной промывки, подающее устройство предпочтительно расположено выше зоны регенерации или в верхней части зоны регенерации.

Если регенератор имеет зону обратной промывки, подающее устройство предпочтительно расположено выше зоны обратной промывки или в верхней части зоны обратной промывки.

В соответствии с еще одним предпочтительным вариантом осуществления теплообменник расположен между отводным каналом жидкости в донной части дистилляционной колонны с) и подающим устройством в регенератор. В этом теплообменнике отходящий поток из донной части дистилляционной колонны с) используют в качестве теплоносителя для конденсата, поступающего из верхнего конденсатора регенератора, перед тем, как выходящий конденсат подают в дистилляционную колонну с).

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления устройство по изобретению включает расширительную емкость.

Расширительная емкость соединена с абсорбером а) и регенератором б).

С расширительной емкостью предпочтительно через клапан соединен отводной канал жидкости из донной части абсорбера.

В расширительной емкости осуществляют конверсию, по меньшей мере, части кислотных газов в загруженном абсорбенте в газовую фазу и ее отделение от неиспарившейся жидкой фазы.

Газовую фазу, как правило, отводят в верхней части расширительной емкости в виде кислотного отходящего газа и затем выводят из способа.

В донной части расширительной емкости предпочтительно расположен отводной канал жидкости неиспарившейся жидкой фазы, который соединен с регенератором посредством трубопровода. Подающее устройство жидкой фазы из расширительной емкости предпочтительно находится выше зоны регенерации.

Более предпочтительно, теплообменник расположен между расширительной емкостью и регенератором, при этом в теплообменнике отходящий поток из донной части регенератора используют в качестве теплоносителя.

Применение устройства.

Настоящее изобретение также относится к применению устройства по изобретению или одной из предпочтительных форм его выполнения или комбинаций предпочтительных форм выполнения для про-

изводства природного газа с уменьшенной кислотностью и с низким содержанием метанола. Такое устройство может, в частности, использоваться в странах и регионах, в которых климатические условия требуют подавления образования гидратов с использованием метанола.

Устройство может быть использовано в соответствии с вышеописанными технологическими условиями.

Преимущества.

Устройство по настоящему изобретению, применение устройства по настоящему изобретению и способ по настоящему изобретению, в которых донный поток, полученный на этапе е), возвращают в регенератор, являются преимущественными по сравнению с абсорбером в соответствии с известным уровнем техники, при применении которого в донном потоке, полученном на этапе е), может быть более высокое остаточное содержание метанола.

На этапе е) дистилляции ректификационная колонна может быть оснащена меньшим количеством тарелок или работать с меньшей производительностью испарителя по сравнению с предшествующим уровнем техники. Таким образом можно снизить эксплуатационные расходы и/или капитальные затраты.

Кроме того, преимуществом способа согласно изобретению является то, что метанол, подаваемый в качестве ингибитора, может быть возвращен обратно с высоким коэффициентом, предпочтительно более 80%, по отношению к подаваемому метанолу. Это еще больше уменьшает эксплуатационные расходы всего процесса.

В контексте настоящего изобретения было неожиданно обнаружено, что в случае подачи донного потока, полученного на этапе е), в регенератор в соответствии с изобретением обеспечивается лишь небольшая степень абсорбции в регенерированном абсорбенте (или такая абсорбция полностью отсутствует).

Таким образом, восстановленный абсорбент имеет такое незначительное содержание метанола, что метанол, который вводят на этапе а) с помощью подкисленного потока жидкости, может быть почти полностью удален. Таким образом можно оптимально использовать рециркулирующие потоки и уменьшить подачу компонентов абсорбента для компенсации потерь.

Преимуществом удаления метанола из подкисленного потока жидкости является то что проблемы, возникающие при наличии метанола, могут уменьшаться на последующих этапах обработки.

Если последующее удаление воды осуществляют, например, как PSA или TSA, при которых в качестве твердого сушильного агента используют молярное сито, то необходимо использовать молярное сито 3Å вместо молярного сита 4Å, так как адсорбция воды не конкурирует с адсорбцией метанола. Благодаря этому также не адсорбируются другие компоненты, как H₂S и этан. Это позволяет меньше использовать этап нейтрализации. Незначительное содержание метанола приводит к уменьшению коксования молярного сита при его восстановлении за счет повышения температуры.

Например, если гликолевая сушка является так называемой единицей TEG (TEG=триэтиленгликоль), присутствие метанола затрудняет регенерацию TEG. Эти недостатки также можно уменьшить с помощью способа или устройства согласно изобретению и их применения.

В обоих случаях (PSA/TSA и гликолевая сушка) уменьшается утечка метанола через детали установки. Особенно предпочтительно отделенная при регенерации сушильного агента вода содержит меньше метанола, в результате чего, при необходимости, уменьшаются или полностью предотвращаются затраты по последующей переработке воды.

Примеры.

Изобретение подробно разъясняется с помощью следующих примеров.

Примеры основаны на расчетах, выполненных с помощью имитационной модели. Для описания фазового равновесия использовали модель Pitzer (K. S. Pitzer, Activity Coefficients in Electrolyte Solutions 2-е изд., CRC Press, 1991, Глава 3, Ion Interaction Approach: Theory). Имитация процессов абсорбции описана с помощью использования коэффициента массопередачи; подробности приведены в Aspriion (Aspriion, N.: None-equilibrium Rate-Based Simulation of Reactive Systems: Simulation Model, Heat Transfer, and Influence of Film Discretization, Ind. Eng. Chem. Res. (2006) 45(6), 2054-2069). Конструкция дистилляционной колонны или разделение воды и метанола в верхней части регенератора осуществляли с помощью термодинамической модели, основанной на использовании NRTL к описанию парожидкостного баланса водного метанола.

Давление, указанное в данном документе, является абсолютным давлением.

В данном документе "нм³/ч" означает объемный поток, указанный в нормальных кубических метрах в час. Нормальный кубический метр относится к температуре 273,15 К и давлению 1,01325 бар. Все сведения в единице "об.%" также относятся к этим условиям.

Для всех примеров используют следующие условия процесса.

Подаваемый газ: 0,2 об.% CO₂, 520 об.ч./млн метанола, следы углеводорода (CH₄, C₂H₆) при температуре 26°C и давлении 63,5 бар.

Абсорбент: Раствор амина, состоящий из пиперазина и метил-диэтанолamina с общим содержанием амина 40 мас.%. На 1000 нм³/ч подаваемого газа используют 0,1 м³/ч восстановленного абсорбента. Восстановленный абсорбент имеет температуру 35°C.

Абсорбционная колонна имеет в качестве встроенных элементов наполнитель с общей высотой заправки 14 м.

В регенераторе для колонны регенерации также используют насадки с высотой засыпки 10 м. Регенератор работает при давлении 1,5 бар.

Дистилляционная колонна работает при давлении 1,25 бар. При моделировании колонна моделируется с помощью 10 теоретических ступеней разделения. Подача находится на 6-й ступени, отсчитанной снизу.

Все примеры должны выполнять одинаковую задачу разделения, определенную в следующем.

Содержание метанола в подкисленном потоке жидкости (природном газе), полученном в верхней части абсорбера, не должно превышать значения 1 об.ч./млн.

Содержание CO_2 в подкисленном потоке жидкости (природном газе), полученном в верхней части абсорбера, не должно превышать значения 15 об.ч./млн.

Метанол, восстановленный в верхней части при дистилляции метанола, должен иметь чистоту более 96 мас. %.

Далее будет обсуждаться только разница в отношении этапа е) дистилляции, поскольку никаких существенных различий в отношении основных рабочих параметров на этапах а)-d) абсорбции, регенерации, конденсации и рециркуляции не возникает.

Пример 1.

Имитируют способ в установке в соответствии с фиг. 1. Способ включает абсорбционную колонну, расширительную емкость (испарительный резервуар высокого давления), регенератор с испарителем и верхний конденсатор. Поток жидкости (метанол+вода), конденсацию которого осуществляют в верхнем конденсаторе, подают через теплообменник в колонну, расположенную далее по ходу процесса. Здесь осуществляют сепарацию метанола (верхнего продукта) и воды (нижнего продукта) путем дистилляции. Нижний продукт подают обратно в верхнюю часть регенератора.

Коэффициент обратного потока v в дистилляционной колонне составляет 7,5. Степень регенерации метанола составляет 90% от количества метанола в потоке текучей среды, который подают на этап а).

Пример 2.

Имитируют способ в установке в соответствии с фиг. 2. Форма выполнения в значительной степени соответствует примеру 1, за исключением того, что в регенератор была дополнительно включена секция обратной промывки с тремя тарелками.

Все остальные компоненты, а также условия процесса соответствуют примеру 1. При включении зоны обратной промывки в регенератор с одинаковой производительностью испарителя в регенераторе, а также с дистилляцией метанола, степень регенерации метанола также составляет 90%. Секция обратной промывки позволяет снизить содержание амина в конденсаторе регенератора и, следовательно, в секции дистилляции; кроме того, снижается количество аминов, растворенных в газе, и уменьшается возможный капельный унос через секцию обратной промывки.

Сравнительный пример 1.

На основе патентной заявки RU2602908 осуществляли имитирование способа в соответствии с фиг. 3. Подлежащий очистке поток неочищенного газа идентичен двум подробно описанным выше примерам; кроме того, использовали устройство таких же размеров и испаритель такой же мощности (регенератор и этап дистилляции). Существенное отличие состоит в том, что воду, полученную в результате дистилляции метанола, возвращают непосредственно в верхнюю часть абсорбционной колонны, а не в верхнюю часть регенератора, как было описано ранее. При том же количестве тарелок и производительности испарителя в колонне для метанола в очищенном природном газе более невозможно достичь требуемого содержания метанола (<1 об.ч./млн) с использованием описанной формы выполнения. Остаточное содержание метанола составляет 27 об.ч./млн. Другими словами, чтобы добиться такой же степени регенерации метанола, необходимо использовать дистилляционную колонну с большим количеством тарелок и/или большей производительностью испарителя.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения нейтрализованного потока текучей среды из потока текучей среды, содержащего метанол и по меньшей мере один кислотный газ, включающий:

а) этап абсорбции, на котором поток текучей среды приводят в контакт с абсорбентом в абсорбере с получением загруженного метанолом и кислотными газами абсорбента и, по меньшей мере, частично, нейтрализованного потока текучей среды;

б) этап регенерации, на котором по меньшей мере одну часть полученного на этапе а) загруженного абсорбента регенерируют в регенераторе, причем получают, по меньшей мере, частично, восстановленный абсорбент и газообразный поток, содержащий метанол и по меньшей мере один кислотный газ;

с) этап рециркуляции, на котором, по меньшей мере, часть потока восстановленного абсорбента, полученного на этапе б), возвращают на этап а) абсорбции,

д) этап конденсации, на котором получают конденсат, содержащий метанол и воду, из газообразного потока, полученного на этапе б);

е) этап дистилляции, на котором, по меньшей мере, часть конденсата, полученного на этапе д) на-

правляют в дистилляционную колонну, получая верхний поток, содержащий метанол, и донный поток, содержащий воду;

отличающийся тем, что, по меньшей мере, часть донного потока, полученного на этапе е) возвращают в регенератор.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что использованный в способе поток текучей среды содержит метанол в диапазоне 50-5000 об.ч./млн.

3. Способ по одному из пп.1 и 2, отличающийся тем, что использованный в способе поток текучей среды содержит углеводороды, и углеводороды, использованные в способе, содержат метан в диапазоне 90-99,5 об.%, и/или причем использованный в способе поток текучей среды содержит кислотные газы в диапазоне 0,01-40 об. %.

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что между этапом а) абсорбции и этапом б) регенерации осуществляют дополнительный этап уменьшения давления.

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что 50-100 об.% донного потока из этапа е) возвращают в регенератор.

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что, по меньшей мере, часть донного потока, полученного на этапе е), возвращают в верхнюю область или выше зоны регенерации на этапе б), или тем, что регенератор, используемый на этапе б), содержит зону регенерации и зону обратной промывки, и загруженный абсорбент вводят между зоной регенерации и зоной обратной промывки, и, по меньшей мере, часть донного потока, полученного на этапе е) возвращают в верхнюю область или выше зоны обратной промывки.

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что давление в верхней зоне дистилляционной колонны на этапе е) находится в диапазоне 1-3 бар.

8. Способ по одному из пп.1-7, отличающийся тем, что дистилляционная колонна на этапе е) содержит 3-25 тарелок.

9. Способ по одному из пп.1-8, отличающийся тем, что дистиллят, полученный в конденсаторе дистилляционной колонны на этапе е) возвращают в степени более 50 об.% в виде рефлюкса в дистилляционную колонну.

10. Способ по одному из пп.1-9, отличающийся тем, что на этапе d) конденсации используют по меньшей мере два конденсатора, причем первый конденсатор охлаждают воздухом или охлаждающей водой, а второй конденсатор охлаждают охлаждающим средством.

11. Способ по одному из пп.6-10, отличающийся тем, что зона обратной промывки регенератора содержит тарелки или наполнители, или насадки, и количество тарелок находится в диапазоне 1-10 тарелок, или высота наполнителей/насадок находится в диапазоне 1-10 м.

12. Способ по одному из пп.1-11, отличающийся тем, что абсорбент является водным абсорбентом.

13. Способ по одному из пп.1-12, отличающийся тем, что нейтрализованный поток текучей среды, полученный на этапе а) подвергают одному или более из следующих этапов обработки:

aa) удаление воды;

bb) удаление ртути;

cc) удаление азота;

dd) удаление конденсатов природного газа; и/или

ee) сжижение.

14. Устройство для нейтрализации потока текучей среды, содержащего метанол и по меньшей мере один кислотный газ, способом по п.1, содержащее:

а) абсорбер, содержащий зону абсорбции по меньшей мере одно подающее устройство для абсорбента, одно подающее устройство для потока текучей среды, подлежащей нейтрализации, отводной канал жидкости для загруженного абсорбента, точку отвода для нейтрализованного потока текучей среды;

б) регенератор, содержащий зону регенерации, испаритель, подающее устройство для загруженного абсорбента, отводной канал жидкости в донной части регенератора и отводной канал газа в верхней части регенератора;

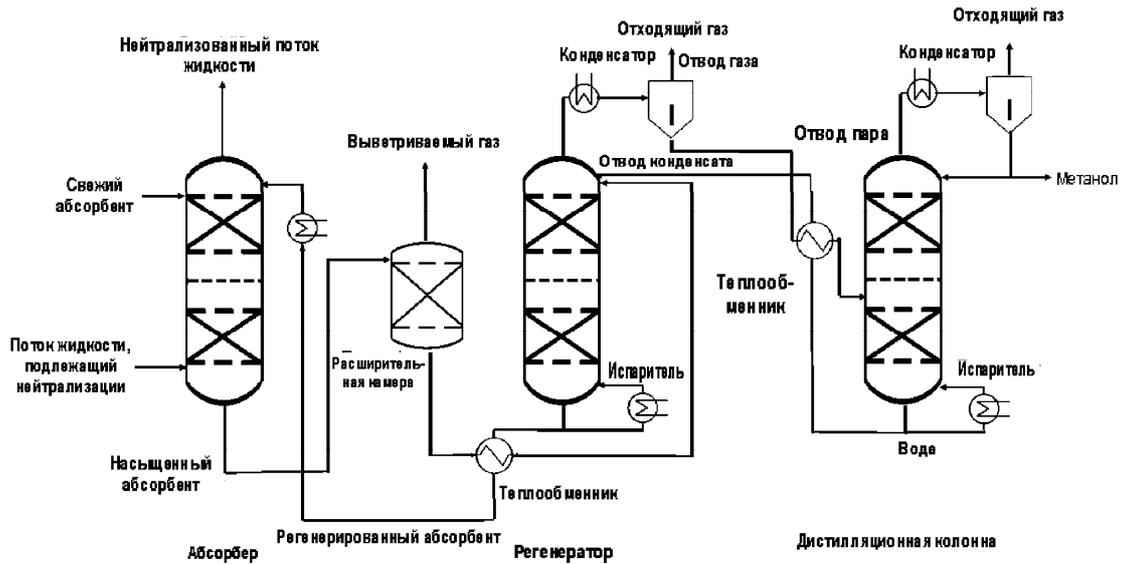
с) по меньшей мере один верхний конденсатор, соединенный с отводным каналом газа регенератора, содержащий отводной канал газа и отводной канал конденсата; и

д) дистилляционную колонну, содержащую конденсатор, испаритель, подающее устройство для отвода конденсата из верхнего конденсатора, отводной канал пара в верхней области колонны и отводной канал жидкости в донной части дистилляционной колонны,

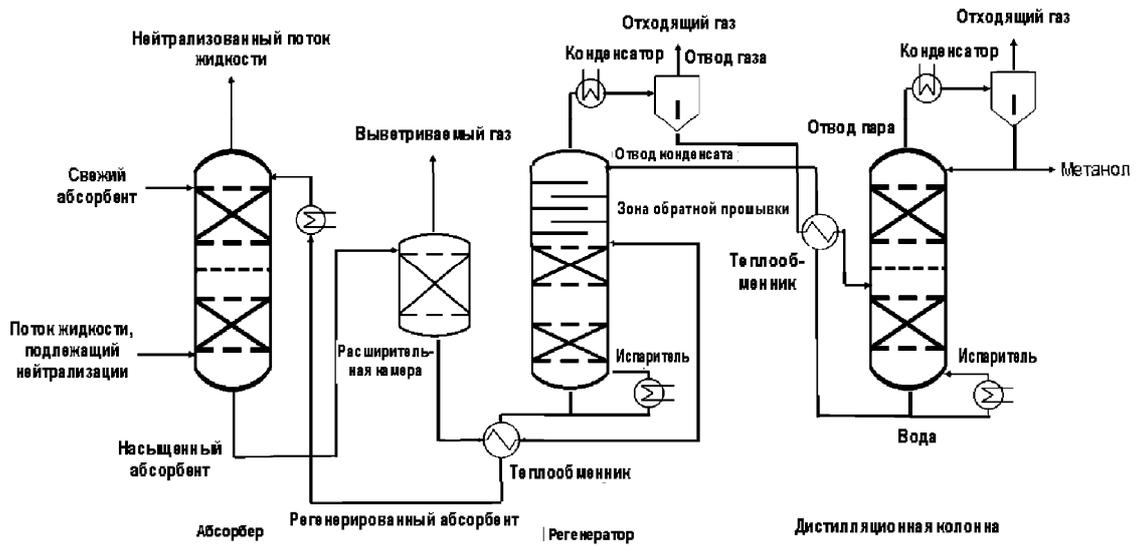
причем регенератор содержит подающее устройство, соединенное с отводным каналом жидкости в донной части дистилляционной колонны.

15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что абсорбер дополнительно содержит зону обратной промывки с подающим устройством для промывочного средства.

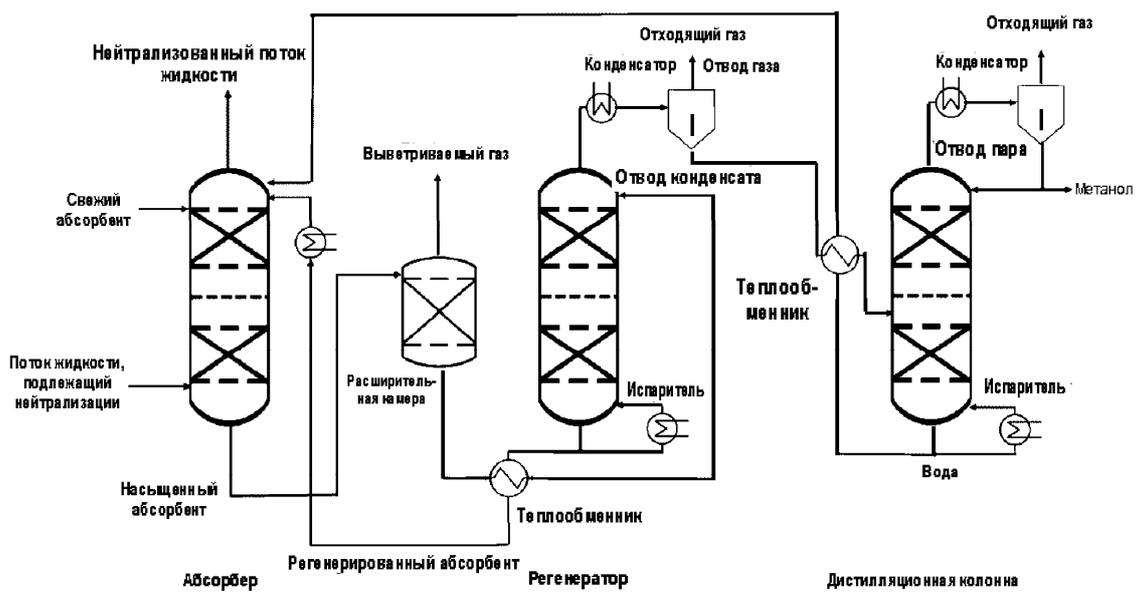
16. Применение устройства по п.14 или 15 в качестве устройства для производства нейтрализованного природного газа с низким содержанием метанола.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

