



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012131551/04, 10.01.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.01.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.01.2010 US 61/294,971;
06.01.2011 US 12/985,613

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2014 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 10.08.2015 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2003045756 A1, 06.03.2003. US
5378442 A, 03.01.1995. RU 2193441 C2, 27.11.2002(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.07.2012(86) Заявка РСТ:
US 2011/020631 (10.01.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/087972 (21.07.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ПОНТБРИАНД Майкл В. (US),
БАБУРАО Барат (US)

(73) Патентообладатель(и):

АЛЬСТОМ ТЕКНОЛОДЖИ ЛТД (СН)

(54) СПОСОБ ВОДНОЙ ПРОМЫВКИ И СИСТЕМА ДЛЯ СПОСОБА УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА
УГЛЕРОДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа в секции водной промывки поглотительной колонны, декарбонизированный отработанный газ должен иметь диоксид углерода, поглощаемый и удаляемый с помощью контакта пар-жидкость с раствором, поглощающим диоксид углерода, содержащим растворитель, в поглотительной колонне. Способ включает: приведение потока воды, по существу не содержащего растворителя, в противоточный контакт с декарбонизированным отработанным газом в секции контроля выбросов

поглотительной колонны для извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа с образованием растворителя, содержащего промывочную воду, и восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ; и приведение охлажденной промывочной воды в противоточный контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ, в секции охлаждения отработанного газа поглотительной колонны для охлаждения восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, образуя тем самым охлажденный отработанный газ и



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B01D 53/14 (2006.01)*B01D 53/18* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012131551/04, 10.01.2011**(24) Effective date for property rights:
10.01.2011

Priority:

(30) Convention priority:
14.01.2010 US 61/294,971;
06.01.2011 US 12/985,613(43) Application published: **27.01.2014** Bull. № 3(45) Date of publication: **10.08.2015** Bull. № 22(85) Commencement of national phase: **23.07.2012**(86) PCT application:
US 2011/020631 (10.01.2011)(87) PCT publication:
WO 2011/087972 (21.07.2011)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**PONTBRIAND Majkl V. (US),
BABURAO Barat (US)**

(73) Proprietor(s):

AL'STOM TEKNOLODZHI LTD (CH)(54) **WATER FLUSHING METHOD AND SYSTEM FOR CARBON DIOXIDE TRAPPING METHOD**

(57) Abstract:

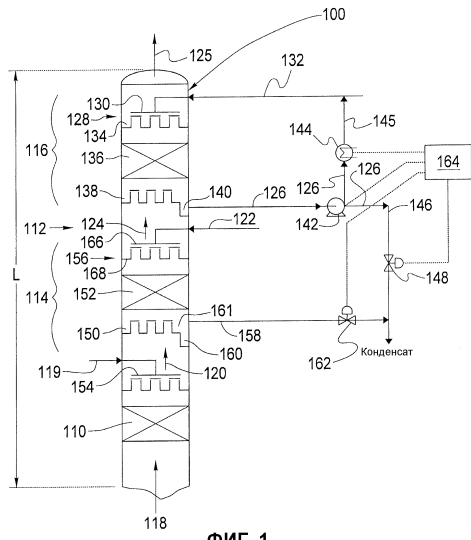
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a method of extracting a solvent from decarbonised spent gas in the water flushing section of an absorption column; the decarbonised spent gas must have carbon dioxide absorbed and removable through vapour-liquid contact with a solvent which absorbs carbon dioxide, which contains a solvent, in the absorption column. The method includes: bringing a substantially solvent free water stream into counterflow contact with decarbonised spent gas in the emission control section of the absorption column to extract the solvent from the decarbonised spent gas to form a solvent containing flush water and the recovered solvent containing spent gas; bringing the cooled flush water into counterflow contact with the recovered solvent containing spent gas in the spent gas cooling section of the absorption column to cool the recovered solvent containing spent gas, thereby forming cooled spent gas and the used flush

water. The invention also relates to a system.

EFFECT: invention provides equilibrium of the recovered solvent.

20 cl, 2 dwg, 2 tbl, 2 ex



ФИГ. 1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет временной заявки на патент США № 61/294971, поданной 14 января 2010 года, содержание которой включено в настоящий документ полностью в качестве ссылки.

5 Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее описание относится к системе водной промывки для способа улавливания диоксида углерода (CO₂). Более конкретно, настоящее описание относится к способу и системе промывки отработанного газа после поглощения CO₂ для уменьшения выбросов растворителя и поддержания равновесия воды.

10 Уровень техники

С точки зрения контроля выбросов в воздух и заботы об окружающей среде, существует очевидная необходимость в уменьшении количеств и концентраций выбросов диоксида углерода (CO₂), возникающих в результате сгорания угля, нефти и других углеродных топлив. Для этой цели в настоящее время разрабатываются способы удаления диоксида углерода из отработанного газа (также повсеместно упоминаемого как "отходящий газ"), возникающего в результате такого сгорания. Один из таких способов использует поглощение CO₂ из отработанных газов с использованием водных растворов растворителей. Примеры растворителей включают амин-содержащие растворы. Примеры аминов включают, но не ограничиваясь этим, например, алканоламин, моноэтаноламин, и тому подобное, и их сочетания и/или смеси, которые далее упоминают как "амины" или "аминовые соединения".

Один из примеров способа на основе растворителя для удаления CO₂ с использованием аминов предусматривают в патенте США № 5318758, который включают в качестве ссылки в настоящий документ во всей его полноте. Патент '758 предлагает способ, который осуществляет декарбонизацию посредством использования водного раствора аминового соединения в качестве раствора для поглощения диоксида углерода из отработанного газа в поглотительной колонне.

Как правило, способ на основе использования растворителя для удаления CO₂ из отработанного газа включает отработанный газ, подаваемый с помощью подающего нагнетателя для горючего газа, который охлаждают с помощью охладительной башни, а затем вводят в поглотительную колонну. В секции поглощения CO₂ поглотительной колонны поступающий отработанный газ приводят в противоточный контакт с поглощающим раствором, подаваемым через узел подачи поглощающего раствора, по меньшей мере, через одно сопло. В результате CO₂ в отработанном газе поглощается и удаляется с помощью поглощающего раствора. Нагруженный поглощающий раствор, который поглощает CO₂, направляется в регенерационную башню с помощью насоса для высвобождения поглощающего раствора через узел высвобождения поглощающего раствора. В регенерационной башне нагруженный поглощающий раствор регенерируется и вводится снова в поглотительную башню через узел подачи поглощающего раствора.

Большинство способов улавливания CO₂ на основе использования растворителей включают экзотермическую реакцию между растворителем и отработанным газом, которая приводит к установлению некоторого профиля температуры в поглотительной колонне. В зависимости от параметров способа, максимальная температура (известная также как "пиковая температура") в колонне может находиться в верхней, нижней или средней секции поглотительной колонны. Из-за этого повышения температуры имеются некоторые потери растворителя вдоль колонны, которые происходят в способе. Эти

потери растворителя происходят в основном с участием декарбонизированного отработанного газа, который покидает верхнюю часть поглотительной колонны.

В способе улавливания CO₂ с помощью химического растворителя, такого как амины, секция промывки может быть включена поверх поглотительной колонны для уменьшения этих потерь в выбросах. Декарбонизированный отработанный газ приводят в контакт с промывочной водой в секции промывки, установленной поверх абсорбера, которая улавливает некоторую часть растворителя из газовой фазы, и извлекают в жидкую фазу. Извлеченный растворитель в жидкой фазе можно использовать либо непосредственно в способе поглощения CO₂, либо направлять в секцию восполнения растворителя.

В зависимости от способов выделения газа перед поглотительной колонной для CO₂, отработанный газ, поступающий в поглотительную колонну, является в основном насыщенным. Для поддержания поглотительной емкости растворителя важно осуществлять способ без каких-либо потерь растворителя, а также без аккумуляции воды. Любая аккумуляция избыточной воды в поглотительной колонне приведет к разбавлению концентрации растворителя, что повлияет на характеристики массопереноса и на изменение парциальных давлений вдоль колонны. По этой причине важно обеспечить, чтобы количество воды, поступающей в способ и покидающей его, были очень близки, что называется "равновесие воды". Известные ранее и описанные секции промывки не обеспечивают равновесия восстановленного растворителя. Способы и системы, описанные в настоящем документе, видимо, решают, по меньшей мере, эти проблемы.

Сущность изобретения

В соответствии с аспектами, иллюстрируемыми в настоящем документе, предусматривается способ извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа в секции водной промывки поглотительной колонны, декарбонизированный отработанный газ должен иметь диоксид углерода, поглощаемый и удаляемый посредством контакта пар-жидкость с раствором, поглощающим диоксид углерода, содержащим растворитель, в поглотительной колонне, способ включает: приведение потока воды, по существу не содержащего растворителя, в противоточный контакт с декарбонизированным отработанным газом в секции контроля выбросов поглотительной колонны для извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа с образованием растворителя, содержащего промывочную воду, и восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ; и приведение охлажденной промывочной воды в противоточный контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ, в секции охлаждения отработанного газа поглотительной колонны для охлаждения восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, с образованием при этом охлажденного отработанного газа и использованной промывочной воды.

В соответствии с другим аспектом, иллюстрируемым в настоящем документе, предусматривают систему извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа в поглотительной колонне, декарбонизированный отработанный газ должен иметь диоксид углерода, поглощаемый и удаляемый посредством контакта пар-жидкость с раствором, поглощающим диоксид углерода, содержащим растворитель, система содержит: секцию контроля выбросов, конфигурируемую для приведения потока воды, по существу не содержащего растворителя, в контакт с декарбонизированным отработанным газом для извлечения растворителя из

декарбонизированного отработанного газа и для образования растворителя, содержащего промывочную воду и восстановленный растворитель, содержащий отработанный газ; и секцию охлаждения отработанного газа, конфигурируемую для приведения охлажденной промывочной воды в контакт с восстановленным
5 растворителем, содержащим отработанный газ, для охлаждения восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, и для конденсирования воды из декарбонизированного отработанного газа, с образованием при этом охлажденного отработанного газа и использованной промывочной воды.

10 Описанные выше и другие особенности иллюстрируются с помощью следующих далее фигур и подробного описания.

Краткое описание чертежей

Если обращаться к чертежам, где сходные детали нумеруются сходным образом на различных Фигурах:

15 Фиг.1 изображает поглотительную колонну для CO_2 , имеющую секцию водной промывки в соответствии с одним из вариантов осуществления, описанных в настоящем документе; и

Фиг.2 изображает поглотительную колонну для CO_2 , имеющую секцию водной промывки в соответствии с одним из вариантов осуществления, описанных в настоящем документе.

20 Подробное описание

Фиг.1 иллюстрирует поглотительную колонну 100, имеющую, по меньшей мере, один поглощающий слой 110 и секцию 112 водной промывки. В этой системе секция 112 водной промывки разделена, по меньшей мере, на две секции, а именно на секцию 114 контроля выбросов и секцию 116 охлаждения отработанного газа.

25 Отработанный газ 118 поступает в поглотительную колонну 100 и восходит, по меньшей мере, на часть длины L поглотительной колонны. По меньшей мере, в одном поглощающем слое 110 диоксид углерода (CO_2), присутствующий в отработанном газе 118, поглощается посредством приведения в контакт отработанного газа с раствором 119 для поглощения CO_2 противоточным образом. В одном из вариантов осуществления, раствор 119 для поглощения CO_2 представляет собой раствор, содержащий амин.

Примеры аминов включают, но не ограничиваясь этим, например, алканоламин, моноэтаноламин, и тому подобное, и их сочетания и/или смеси, которые далее упоминают как "амины" или "аминовые соединения". Амин-содержащий раствор может также содержать промотор для ускорения кинетики химической реакции, вовлеченной в улавливание CO_2 с помощью аммиачного раствора. Например, промотор может содержать амин (например, пиперазин) или фермент (например, угольную ангидразу или ее аналоги), который может находиться в форме раствора или быть иммобилизован на твердой или полутвердой поверхности.

40 Удаление CO_2 из отработанного газа 118 создает декарбонизированный отработанный газ 120. Декарбонизированный отработанный газ 120 содержит, например, некоторое количество раствора для поглощения CO_2 в форме паров (далее "растворитель"). Например, декарбонизированный отработанный газ 120 может
45 содержать некоторое количество аминового растворителя в форме паров.

Для поглощения и тем самым удаления или уменьшения некоторого количества растворителя в декарбонизированном отработанном газе 120 декарбонизированный отработанный газ 120 восходит, по меньшей мере, на некоторую часть длины L

поглотительной колонны 100 и встречает на своем пути секцию 112 водной промывки. Как показано на Фиг.1, декарбонизированный отработанный газ 120 встречает на своем пути секцию 114 контроля выбросов, которая облегчает восстановление или удаление растворителя из декарбонизированного отработанного газа.

5 Секция 114 контроля выбросов содержит поток 122 воды (упоминается также как "восполняемая вода"). Поток 122 воды содержит относительно мало загрязнений и примесей, таких, например, как растворитель, и облегчает поглощение растворителя из декарбонизированного отработанного газа 120. Хотя это не показано на фигуре, предполагается, что может быть использован поток 122 воды из какой-либо точки в
10 самом способе, например, он может представлять собой конденсат из регенератора, и тому подобное.

Декарбонизированный отработанный газ 120 вступает в контакт с потоком 122 воды противоточным образом, когда декарбонизированный отработанный газ восходит, по меньшей мере, на некоторую часть длины L поглотительной колонны 100 и поток
15 воды нисходит, по меньшей мере, на часть поглотительной колонны.

Поскольку поток 122 воды содержит относительно мало загрязнений и примесей, градиент концентрации растворителя (например, амина) между декарбонизированным отработанным газом 120 и потоком воды является высоким, что приводит к поглощению
20 растворителя из декарбонизированного отработанного газа и к образованию восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ 124. Восстановленный растворитель, содержащий отработанный газ 124, покидающий секцию 114 контроля выбросов, почти не содержит никакого растворителя, поэтому потери растворителя в паровой фазе уменьшаются. Благодаря этому высокому градиенту концентраций скорость циркуляции воды для секции 114 контроля выбросов является очень низкой.
25 Это, в свою очередь, влияет на температуру отработанного газа 124, покидающего секцию 114 контроля выбросов.

Существуют минимальные различия между входной температурой декарбонизированного отработанного газа 120 и выходной температурой
восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ 124, в секции 114
30 контроля выбросов. Соответственно, для понижения температуры восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ 124, и для удаления избытка воды из него отработанный газ 124 подают в секцию 116 охлаждения отработанного газа, которая приводит в контакт отработанный газ 124 с водой с образованием
охлажденного отработанного газа 125. Поддержание равновесия воды, то есть
35 поддержание количества воды, покидающей поглотительную колонну, 100 таким же, как количество воды, вводимой в поглотительную колонну, или сходным с ним также облегчается с помощью секции 116 охлаждения отработанного газа. Отработанный газ 124 поступает в секцию 116 охлаждения отработанного газа посредством восхождения его, по меньшей мере, на часть длины L поглотительной колонны 100.

40 В секции 116 охлаждения отработанного газа контроль выбросов растворителей является минимальным, и по этой причине использованная промывочная вода 126 из секции 116 охлаждения отработанного газа может быть использована где-то еще в поглотительной колонне 100 или в целом в способе удаления загрязнений из отработанного газа.

45 Если обращаться опять к Фиг.1, в одном из вариантов осуществления, секция 116 охлаждения отработанного газа имеет распределитель 128 жидкости. Распределитель 128 жидкости может содержать, например, коллектор 130, имеющий сопла или что-либо подобное, для диспергирования промывочной 132 воды в поглотительной колонне

100 и тарелку 134 или что-либо подобное для распределения жидкости, для дополнительного распределения промывочной воды в поглотительной колонне.

Секция 116 охлаждения отработанного газа может также содержать устройство 136 массопереноса, такое как поддоны, тарелки или что-либо подобное с насадкой, расположенные под распределителем 128 для жидкости. Как показано на Фиг.1, устройство 136 массопереноса располагается под тарелкой 134 для распределения жидкости. Секция 116 охлаждения отработанного газа может также содержать устройство 138 сбора, такое как тарелка для сбора жидкости, расположенное под устройством 136 массопереноса, которое действует для сбора промывочной воды 132, которая нисходит, по меньшей мере, на часть длины L поглотительной колонны 100. Устройство 138 сбора подает промывочную воду в резервуар 140, откуда промывочная вода извлекается, как использованная промывочная вода 126.

Насос 142 находится в сообщении текучих сред (например, посредством трубопроводов, шлангов, желобов или чего-либо подобного) с резервуаром 140 устройства 128 сбора. Насос 142 облегчает удаление воды, собранной с помощью устройства 138 сбора, и подает ее в резервуар 140.

Теплообменник 144 находится в сообщении текучих сред с насосом 142 и конфигурируется для уменьшения температуры использованной промывочной воды 126 с образованием охлажденной жидкости 145. Как показано на Фиг.1, по меньшей мере, часть охлажденной жидкости 145 рециркулируют в секцию 116 охлаждения отработанного газа. В одном из вариантов осуществления, как показано на Фиг.1, охлажденная жидкость восполняет промывочную воду 132, которая подают в секцию 116 охлаждения отработанного газа. Система не является ограниченной в этом отношении, поскольку предполагается, что промывочная вода 132 может состоять целиком из охлажденной жидкости 145.

Если опять сослаться на Фиг.1, ответвляющаяся линия 146 располагается в сообщении текучих сред с насосом 142 и устройством 138 сбора. Ответвляющаяся линия 146 располагается так, что не вся использованная промывочная вода 126 может охлаждаться и возвращаться в секцию 116 охлаждения отработанного газа. Например, часть использованной промывочной воды 126 можно подавать в теплообменник 144, а часть извлеченной жидкости можно подавать в ответвляющуюся линию 146. В одном из примеров, 50% использованной промывочной воды 126 подают в теплообменник 144 и 50% использованной промывочной воды подают в ответвляющуюся линию 146.

Ответвляющаяся линия 146 может содержать один или несколько контрольных клапанов 148 или других устройств для контроля потока, для регулировки количества использованной промывочной воды 126, удаляемой из системы 112 водной промывки, или для регулировки количества использованной промывочной воды, которая протекает через ответвляющуюся линию. Использованная промывочная вода 126, которую подают в ответвляющуюся линию 146, может быть направлена в танк для восполнения обедненного растворителя (не показан) или в верхнюю часть поглотительной колонны 100 (не показана). Использованная промывочная вода 126, поскольку она содержит мало аминового растворителя или вообще его не содержит, может также быть использована где-либо еще в системе обработки отработанного газа, в целом.

Подобно секции 116 очистки отработанного газа, секция 114 контроля выбросов также содержит устройство 150 сбора для сбора промывочной воды в секции контроля выбросов. Устройство 150 сбора располагается между устройством 152 переноса материала и распределителем 154 поглощающего раствора. Распределитель 154 поглощающего раствора облегчает распределение раствора 119 для поглощения CO₂

в поглощающем слое 110. Раствор 119 для поглощения CO_2 вступает в контакт с отработанным газом 118 противоточным образом, когда отработанный газ 118 восходит, по меньшей мере, на часть длины L поглотительной колонны 100 и раствор для поглощения CO_2 перемещается в противоположном направлении.

5 Если опять упоминать секцию 114 контроля выбросов на Фиг.1, распределитель 156 жидкости (упоминается также как устройство для распределения текучих сред) располагается в поглотительной колонне 100 и находится в сообщении текучих сред с источником потока воды 122. Распределитель 156 жидкости конфигурируют для

10 Ответвляющаяся линия 158 располагается в сообщении текучих сред с резервуаром 160 устройства 150 сбора. Ответвляющаяся линия 158 может находиться в сообщении текучих сред с ответвляющейся линией 146, и может содержать один или несколько контрольных клапанов 162 или устройств для контроля потока, для регулировки количества растворителя, содержащего промывочную воду 161, которая извлекается

15 из секции 114 контроля выбросов. Растворитель, содержащий промывочную воду 161 из системы 114 контроля выбросов, может направляться в танк для восполнения обедненного растворителя (не показан) или в верхнюю часть поглотительной колонны 100 или использоваться в системе удаления загрязнений из отработанного газа в целом. Контроллер 164 может находиться в сообщении с одним или несколькими

20 компонентами, описанными выше. Контроллер 164 может представлять собой, например, компьютер общего назначения, интегральную схему, предназначенную для конкретного применения, или пневматический, электрический или механический контроллер. Контроллер 164 можно конфигурировать для автоматической регулировки

25 одного или нескольких параметров системы для контроля выбросов растворителя и для поддержания равновесия воды в системе 112 промывочной воды или в системе удаления CO_2 , в целом. Например, как показано на Фиг.1, контроллер 164 может находиться в сообщении с теплообменником 144, с насосом 142 или с клапанами 148, 162 для контроля потока. Система не является ограниченной в этом отношении,

30 поскольку контроллер 164 может находиться в сообщении с другими компонентами. В одном из вариантов осуществления, контроллер 164 может конфигурироваться для регулировки количества растворителя, например амина, который извлекают с

35 помощью системы 112 промывочной воды, посредством регулировки величины потока 122 воды, который вступает в контакт с декарбонизированным отработанным газом 120. Например, если контроллер 164 определяет, что выбросы растворителя или потери растворителя в системе соответствуют заданному порогу или превышают его, контроллер 164 может действовать, увеличивая величину потока 122 воды, добавляемой в секцию 114 контроля выбросов.

40 В другом варианте осуществления, контроллер 164 можно также конфигурировать для контроля равновесия воды посредством регулировки температуры промывочной воды 132, приводимой в контакт с декарбонизированным отработанным газом 120 в секции 116 охлаждения отработанного газа, тем самым регулируя количество воды, удаляемой из восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ 124. Равновесие воды может также контролироваться, например, посредством оценки или

45 определения величины потока 122 воды, добавляемой в секцию 112 водной промывки (для равновесия промывочной воды) или в систему удаления CO_2 в целом (для равновесия системы), и по сравнению с количеством воды, удаляемой из секции 116 охлаждения отработанного газа (например, с помощью насоса 142 или ответвляющейся линии 146).

В зависимости от сравнения, осуществляемого с помощью контроллера 164, контроллер может увеличивать или уменьшать температуру промывочной воды 132 (например, посредством регулировки потока промывочной воды в теплообменник 144) для регулировки количества воды, удаляемой из восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ 124, и тем самым поддерживать равновесие воды в желаемом диапазоне. Контроллер 164 может быть способным к измерению или определению концентрации растворителя, собранного, например, в поглотительной колонне 100, и к регулировке температуры промывочной воды, если концентрация растворителя соответствует определенным порогам.

В другом варианте осуществления, контроллер 164 может также контролировать количество использованной промывочной воды 126, подаваемой в ответвляющуюся линию 146, посредством регулировки одного или нескольких клапанов 148 для контроля потока или насоса 142.

Распределитель 156 жидкости секции 114 контроля выбросов может содержать, например, коллектор 166 с соплами или чем-либо подобным для диспергирования потока воды 122 в колонне и тарелку 168 для распределения жидкости или что-либо подобное, для дополнительного распределения промывочной воды в колонне 100.

В другом варианте осуществления, как показано на Фиг.2, поглотительную колонну 100, которая содержит секцию 112 промывки и связанные с ней компоненты, как подробно описано выше, конфигурируют для рециркуляции, по меньшей мере, части использованной промывочной воды в секцию 116 охлаждения отработанного газа и для направления, по меньшей мере, части извлекаемой жидкости в секцию 114 контроля выбросов.

Как показано на Фиг.2, резервуар 140 находится в сообщении текучих сред с насосом 142. Насос 142 извлекает использованную промывочную воду 126 из резервуара 140. После извлечения, по меньшей мере, часть использованной промывочной воды 126 подают в теплообменник 144, как описано более подробно выше. Другую часть использованной промывочной воды 126 подают в секцию 114 контроля выбросов.

Количество использованной промывочной воды 126, которое подают в секцию 114 контроля выбросов, может контролироваться посредством открывания или закрывания контрольного клапана 170, который располагается между секцией 116 охлаждения отработанного газа и секцией 114 контроля выбросов. Контрольный клапан 170 может управляться вручную или автоматически. Контрольный клапан 170 может находиться в сообщении с контроллером 164, который может закрывать или открывать контрольный клапан 170 на основе информации, данных или сигналов относительно количеств промывочной воды, подаваемых в секцию 114 контроля выбросов с помощью других источников, как описано в настоящем документе.

Поскольку восстановленный растворитель, содержащий отработанный газ 124, содержит очень мало растворителя или вообще его не содержит, использованная промывочная вода 126, которая вступает в контакт с отработанным газом 124, будет иметь очень низкую концентрацию растворителя. Таким образом, использованную промывочную воду 126 можно рециркулировать для повторного использования в секции 116 охлаждения отработанного газа или подавать в секцию 114 контроля выбросов. Повторное использование использованной промывочной воды 126 может уменьшить количество свежей воды, подаваемой в поглотительную башню в форме потока 122 воды и промывочной воды 132.

Увеличение количества воды, поставляемой в секцию 114 контроля выбросов, облегчает соответствующую циркуляцию и распределение воды, которая вступает в

противоточный контакт с декарбонизированным отработанным газом 120. Посредством поддержания соответствующей циркуляции и распределения воды в секции 114 контроля выбросов из декарбонизированного отработанного газа 120 может быть удалено желаемое количество растворителя. Поддержание количества или соответствующая циркуляция воды в секции 114 контроля выбросов может быть достигнута посредством использованной промывочной воды 126 в секцию контроля выбросов. Эти попытки не увеличивают затраты, связанные с подачей свежей воды, например потока 122 воды, в секцию контроля выбросов.

Для дальнейшего уменьшения величины потока 122 воды, подаваемого в секцию 114 контроля выбросов, по меньшей мере, часть растворителя, содержащего промывочную воду 161, извлеченную из резервуара 160 с помощью насоса 172 в ответвляющуюся линию 158, может рециркулироваться и доставляться в верхнюю часть секции контроля выбросов.

Как показано на Фиг.2, по меньшей мере, часть растворителя, содержащего промывочную воду 161, в ответвляющейся линии 158 направляют с помощью линии 174 для соединения, по меньшей мере, с частью использованной промывочной воды 126 с образованием рециклируемой жидкости 176. Рециклируемую жидкость 176 вводят в верхнюю часть секции 114 контроля выбросов через коллектор 166. После введения в секцию 114 контроля выбросов рециклируемая жидкость 176 вместе с потоком 122 воды нисходит, по меньшей мере, на длину L поглотительной башни 100, поглощая при этом растворитель из декарбонизированного отработанного газа 120 с образованием отработанного газа 124.

Количество растворителя, содержащего промывочную воду 161, подаваемое в секцию 114 контроля выбросов, можно регулировать с помощью контрольного клапана 178. Как показано на Фиг.2, контрольный клапан 178 располагается в линии 174, однако предполагается, что контрольный клапан 178 может располагаться в ответвляющейся линии 158. Контрольный клапан 178 может находиться в сообщении с контроллером 164, который может закрывать или открывать контрольный клапан 178 на основе информации, данных или сигналов, относительно количеств промывочной воды, подающихся в секцию 114 контроля выбросов из других источников, описанных в настоящем документе.

Рассмотренные варианты осуществления иллюстрируются в Примерах, приведенных ниже, которые приводятся для иллюстрации определенных аспектов описанных вариантов осуществления. Примеры, как предполагается, не предусматривают ограничения вариантов осуществления каким-либо образом.

Примеры

Пример 1

Для иллюстрации эффективности системы, показанной на Фиг.1, осуществляют моделирование, чтобы показать воздействие на выбросы растворителя, а также на равновесие воды. При этом моделировании используют отработанный газ с 90% CO₂, удаляемый из ~260-МВт_е (мегаватт электрической энергии) тепловой электростанции на буром угле. Считается, что необходимые выбросы растворителя составляют ~2 миллионных доли объемных (м.д. объем). На основе условий для входного отработанного газа выходные температуры отработанного газа согласно вычислениям должны составлять ~112 градусов Фаренгейта (°F) (35°C) для получения равновесия воды. Моделирование включает поглощающий раствор, содержащий амин.

Таблица ниже иллюстрирует воздействие системы, показанной на Фиг.1, по сравнению с обычным способом, то есть способом, имеющим только один слой для водной

промывки. С помощью обычного способа (случай 1, ниже), если циркуляцию регулируют для обеспечения равновесия воды посредством поддержания более близких выходных температур газа, контроль выбросов растворителя не достигается (9 м.д. объем по сравнению с 2 м.д. объем). С другой стороны, если скорости циркуляции регулируют для получения выбросов растворителя ~7 м.д. объем (случай 3), выходные температуры не удовлетворяют ограничениям для равновесия воды. Как контроль выбросов растворителя, так и равновесие воды достигаются в системе, иллюстрируемой на Фиг.1.

Таблица 1

Сравнение обычной и новой схем водной промывки

№ случая	Тип случая	Выбросы растворителя, м.д. объем	Выходная температура чистого отработанного газа, °F (°C)	Скорость циркуляции воды, Галлоны в минуту (л/мин)
1	Обычный	9,2	112,40 (40)	6100 (1605)
2	Система на Фиг.1	2,0	111,75 (35)	6100 + 20 (восполнение) (1605+5,3)
3	Обычный 2	7,1	98,85 (34)	8000 (2105)

Пример 2

Для иллюстрации эффективности системы, показанной на Фиг.2, осуществляют моделирование, чтобы показать воздействие на выбросы растворителя, а также на равновесие воды. Систему на Фиг.2 сравнивают с обычной системой, то есть имеющей только один слой для водной промывки, а также с системой в соответствии с Фиг.1.

С помощью обычной схемы потока (случай 4, ниже), если циркуляцию регулируют для получения равновесия воды посредством поддержания более близких выходных температур отработанного газа, контроль выбросов растворителя не достигается (9 м.д. объем по сравнению с 2 м.д. объем). Если скорости циркуляции регулируют для получения выбросов растворителя ~7 м.д. объем (случай 5), выходная температура отработанного газа не удовлетворяет ограничениям для равновесия воды. Хотя как контроль выбросов, так и равновесие воды достигаются посредством использования системы в соответствии с Фиг.1 (случай 6), скорости выбросов растворителя могут дополнительно уменьшаться посредством использования системы в соответствии с Фиг.2 (случай 7).

Таблица 2

Сравнение обычных систем с системами, иллюстрируемыми на Фиг.1 и 2

№ случая	Тип случая	Выбросы растворителя, м.д. объем	Выходная температура чистого отработанного газа, °F (°C)	Скорость циркуляции воды, Галлоны в минуту (л/мин)
4	Обычный	9,2	112,40	6100 (1605)
5	Обычный 2	7,1	98,85	8000 (2105)
6	Система на Фиг.1	2,0	111,75	6100 + 20 (восполнение) (1605+5,3)
7	Система на Фиг.2	0,46	111,70	6100 + 10 (восполнение) +1800 (рециркуляция) (1605+5,3+474)

Хотя настоящее изобретение описывается со ссылкой на различные иллюстративные варианты осуществления, специалистам в данной области будет понятно, что могут быть проделаны различные изменения, и эквиваленты могут заменять его элементы без отклонения от рамок настоящего изобретения. В дополнение к этому, множество модификаций может осуществляться для адаптации конкретной ситуации или материала к концепции настоящего изобретения без отклонения от основных его рамок. По этой причине, предполагается, что настоящее изобретение не будет ограничиваться конкретным вариантом осуществления, описанным как наилучший режим, предлагаемый для осуществления изобретения, но что настоящее изобретение будет включать все

варианты осуществления, попадающие в рамки прилагаемой формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Способ извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа в секции водной промывки поглотительной колонны, декарбонизированный отработанный газ должен иметь диоксид углерода, поглощаемый и удаляемый с помощью контакта пар-жидкость с раствором, поглощающим диоксид углерода, содержащим растворитель, в поглотительной колонне, способ включает:

приведение потока воды, по существу не содержащего растворителя, в противоточный контакт с декарбонизированным отработанным газом в секции контроля выбросов поглотительной колонны для извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа с образованием растворителя, содержащего промывочную воду, и восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ; и

приведение охлажденной промывочной воды в противоточный контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ, в секции охлаждения отработанного газа поглотительной колонны для охлаждения восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, образуя тем самым охлажденный отработанный газ и использованную промывочную воду.

2. Способ по п.1, в котором растворитель представляет собой амин-содержащий раствор.

3. Способ по п.1, дополнительно включающий: регулировку количества растворителя, поглощаемого с помощью секции водной промывки, посредством регулировки величины потока воды, вступающего в контакт с декарбонизированным отработанным газом; и

регулировку количества воды, удаляемой из восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, посредством регулировки температуры охлажденной промывочной воды, вступающей в контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ.

4. Способ по п.1, дополнительно включающий: сбор использованной промывочной воды с помощью устройства сбора, расположенного между секцией охлаждения отработанного газа и секцией контроля выбросов;

удаление собранной использованной промывочной воды из устройства сбора; охлаждение, по меньшей мере, части удаленной использованной промывочной воды с образованием охлажденной промывочной воды; и

возвращение, по меньшей мере, части охлажденной промывочной воды в секцию охлаждения отработанного газа.

5. Способ по п.4, дополнительно включающий: регулировку количества использованной промывочной воды, удаляемой из секции охлаждения отработанного газа, посредством регулировки количества охлажденной промывочной воды, возвращаемой в секцию охлаждения отработанного газа.

6. Способ по п.5, дополнительно включающий: регулировку количества воды, удаляемой из декарбонизированного отработанного газа, в секции охлаждения отработанного газа посредством регулировки температуры охлажденной промывочной воды, приводимой в контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ.

7. Способ по п.1, дополнительно включающий:

сбор использованной промывочной воды с помощью устройства сбора, расположенного между секцией охлаждения отработанного газа и секцией контроля выбросов;

удаление собранной использованной промывочной воды из устройства сбора; и подачу, по меньшей мере, части удаленной использованной промывочной воды в секцию контроля выбросов.

8. Способ по п.7, дополнительно включающий:

подачу остатка удаленной использованной промывочной воды в теплообменник; охлаждение удаленной использованной промывочной воды с образованием

охлажденной промывочной воды; и

подачу охлажденной промывочной воды в секцию охлаждения отработанного газа.

9. Способ по п.7, дополнительно включающий:

приведение в контакт декарбонизированного отработанного газа с удаленной использованной промывочной водой и с потоком воды противоточным образом, в выбросах, с образованием растворителя, содержащего промывочную воду.

10. Способ по п.9, дополнительно включающий:

сбор растворителя, содержащего промывочную воду, в устройстве сбора в секции контроля выбросов; и

повторное использование, по меньшей мере, части растворителя, содержащего промывочную воду, в секции контроля выбросов.

11. Способ по п.10, где часть растворителя, содержащего промывочную воду, повторно используемую в секции контроля выбросов, объединяют с использованной промывочной водой из секции охлаждения отработанного газа; и

объединенный растворитель, содержащий промывочную воду и использованную промывочную воду, подают в секцию контроля выбросов.

12. Способ по п.10, дополнительно включающий:

подачу, по меньшей мере, части растворителя, содержащего промывочную воду, в поглощающий слой в поглотительной колонне.

13. Система для извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа в поглотительной колонне, декарбонизированный отработанный газ должен иметь диоксид углерода, поглощаемый и удаляемый посредством контакта пар-жидкость с раствором, поглощающим диоксид углерода, содержащим растворитель, система содержит:

секцию контроля выбросов, конфигурируемую для приведения потока воды, по существу не содержащей растворителя, в контакт с декарбонизированным отработанным газом, для извлечения растворителя из декарбонизированного отработанного газа и для образования растворителя, содержащего промывочную воду, и восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ; и

секцию охлаждения отработанного газа, конфигурируемую для приведения охлажденной промывочной воды в контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ, для охлаждения восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, и конденсирования воды из декарбонизированного отработанного газа, образуя при этом охлажденный отработанный газ и использованную промывочную воду.

14. Система по п.13, где растворитель представляет собой аминовое соединение.

15. Система по п.13, дополнительно содержащая:

контроллер, конфигурируемый для регулировки количества растворителя, поглощаемого в секции контроля выбросов, посредством регулировки величины потока

воды, вступающей в контакт с декарбонизированным отработанным газом.

16. Система по п.15, где контроллер конфигурируют для регулировки количества воды, удаляемой из восстановленного растворителя, содержащего отработанный газ, посредством регулировки температуры охлажденной промывочной воды, вступающей
5 в контакт с восстановленным растворителем, содержащим отработанный газ.

17. Система по п.13, дополнительно содержащая:

устройство сбора, расположенное между секцией охлаждения отработанного газа и секцией контроля выбросов, устройство сбора конфигурируют для сбора использованной промывочной воды из секции охлаждения отработанного газа;

10 насос в сообщении текучих сред с резервуаром устройства сбора для удаления собранной использованной промывочной воды из устройства сбора;

теплообменник в сообщении текучих сред с насосом для охлаждения, по меньшей мере, части удаленной использованной промывочной воды с образованием охлажденной промывочной воды; и

15 распределитель жидкости, расположенный в поглотительной колонне и в сообщении текучих сред с теплообменником, распределитель жидкости конфигурируют для распределения охлажденной промывочной воды в секции охлаждения отработанного газа.

18. Система по п.17, дополнительно содержащая:

20 второй распределитель жидкости, расположенный в поглотительной колонне и в сообщении текучих сред с насосом, второй распределитель жидкости конфигурируют для распределения, по меньшей мере, части удаленной использованной промывочной воды в секции контроля выбросов.

19. Система по п.18, дополнительно содержащая:

25 устройство сбора, расположенное между секцией контроля выбросов и поглощающим слоем, устройство сбора конфигурируют для сбора растворителя, содержащего промывочную воду, из секции контроля выбросов;

насос в сообщении текучих сред с резервуаром устройства сбора для удаления собранного растворителя, содержащего промывочную воду, из секции контроля
30 выбросов; и

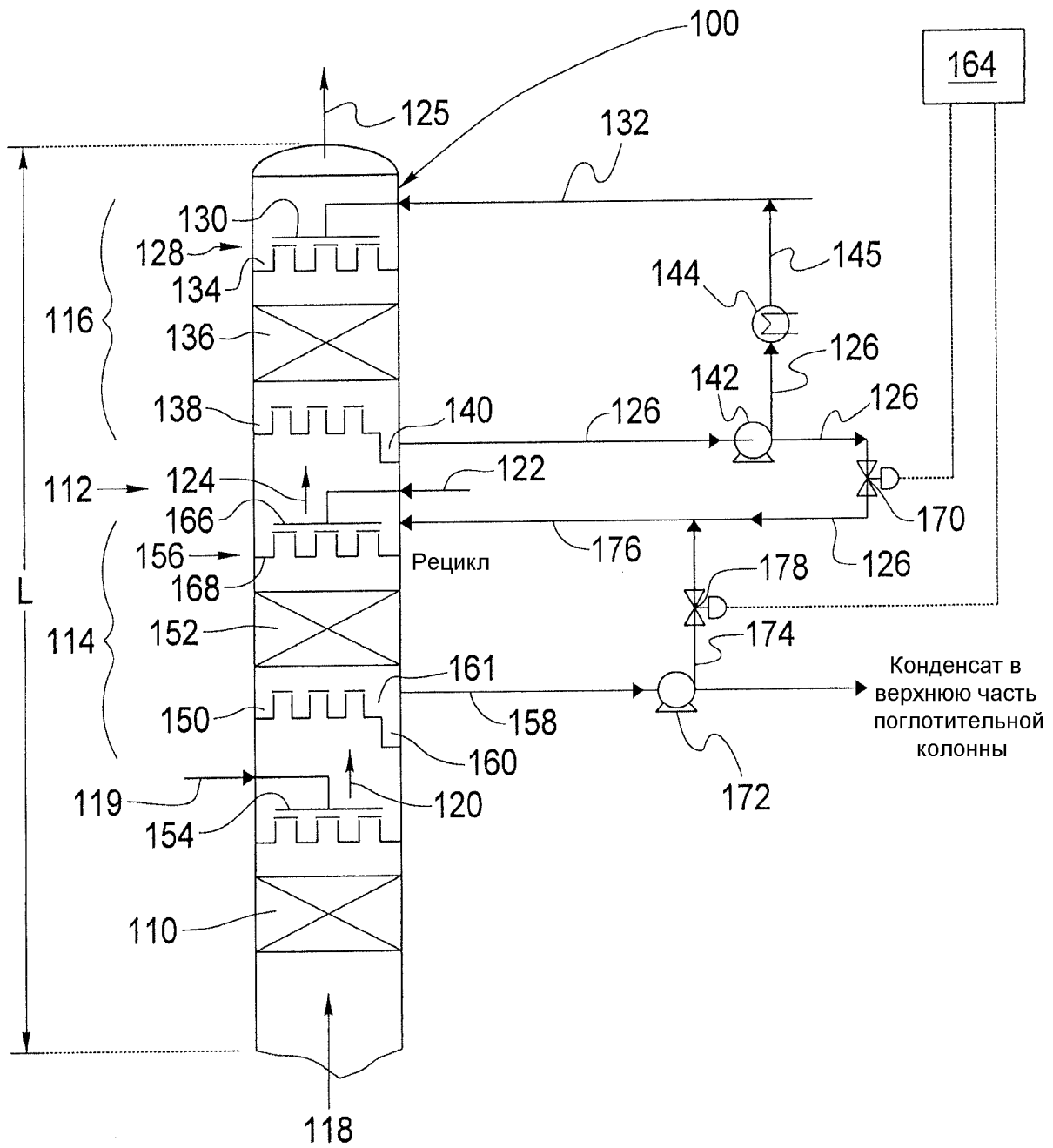
линию для направления, по меньшей мере, части удаленного растворителя, содержащего промывочную воду, во второй распределитель жидкости.

20. Система по п.19, дополнительно содержащая:

35 рециклированную жидкость, подаваемую во второй распределитель жидкости, где рециклируемая жидкость содержит, по меньшей мере, часть удаленного растворителя, содержащего промывочную воду, из секции контроля выбросов и, по меньшей мере, часть использованной промывочной воды из секции охлаждения отработанного газа.

40

45



ФИГ. 2