



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B01D 53/14 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2017121592, 01.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.10.2015

Дата регистрации:  
10.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
21.11.2014 US 14/549,954

(45) Опубликовано: 10.07.2018 Бюл. № 19

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 21.06.2017

(86) Заявка РСТ:  
US 2015/053488 (01.10.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/081074 (26.05.2016)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЧЖОУ Шаоцзюнь (US),  
МЕЙЕР Ховард С. (US),  
ЛИ Шигуан (US)

(73) Патентообладатель(и):  
ГЭЗ ТЕКНОЛОДЖИ ИНСТИТЮТ (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2826266 A, 11.03.1958. WO 2012/  
120370 A2, 13.09.2012. WO 2010/039785 A1,  
08.04.2010. RU 2397011 C2, 20.08.2010. RU  
2565693 C2, 20.10.2015.

R U  
2 6 6 0 8 8 1  
C 1  
1 8 0 9 2 6 6 0 8 8 1  
U R

(54) ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ  
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу удаления диоксида углерода из растворителя. Способ удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, имеющий первое содержание диоксида углерода, включает приложение первого давления, составляющего по меньшей мере приблизительно четыре атмосферы и не более чем 10 атмосфер, к растворителю, нагревание растворителя до первой температуры, подачу растворителя в аппарат первой стадии для продувки, выдувание диоксида углерода из растворителя в аппарате для продувки первой стадии, получая первый

обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода, удаление первого газового потока из аппарата для продувки первой стадии, подачу первого обработанного растворителя в аппарат для продувки второй стадии при второй температуре, которая является меньшей, чем первая температура, и втором давлении, которое является меньшим, чем первое давление, выдувание диоксида углерода из первого обработанного растворителя в аппарате для

R U 2 6 6 0 8 8 1 C 1

R U 2 6 6 0 8 8 1 C 1

продувки второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода, удаление второго газового потока из аппарата для продувки второй стадии

и извлечение второго обработанного растворителя из аппарата для продувки второй стадии. Изобретение обеспечивает эффективный и рентабельный способ удаления диоксида углерода из растворителя. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 2 ил.

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC  
B01D 53/14 (2018.05)

(21)(22) Application: 2017121592, 01.10.2015

(24) Effective date for property rights:  
01.10.2015Registration date:  
10.07.2018

Priority:

(30) Convention priority:  
21.11.2014 US 14/549,954

(45) Date of publication: 10.07.2018 Bull. № 19

(85) Commencement of national phase: 21.06.2017

(86) PCT application:  
US 2015/053488 (01.10.2015)(87) PCT publication:  
WO 2016/081074 (26.05.2016)Mail address:  
129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

LI, Shiguang (US),  
MEYER, Howard, S. (US),  
ZHOU, Shaojun (US)

(73) Proprietor(s):

GAS TECHNOLOGY INSTITUTE (US)

C1  
2 6 6 0 8 8 1  
R U  
C 1

## (54) ENERGY-SAVING METHOD FOR REGENERATION OF SOLVENT FOR CARBON DIOXIDE RECOVERY

## (57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to a process for removing carbon dioxide from a solvent. Process for removing carbon dioxide from a solvent containing carbon dioxide having a first carbon dioxide content, includes applying a first pressure of at least about four atmospheres and no more than 10 atmospheres, to the solvent, heating the solvent to the first temperature, feeding the solvent to the first stage purging apparatus, blowing carbon dioxide from the solvent in the first stage blowdown apparatus to obtain a first treated solvent having a second carbon dioxide content that is less than the first carbon dioxide content, and a first gas stream containing carbon dioxide, removing the first gas stream from the first stage purge apparatus, feeding the first treated solvent to the second stage purge

apparatus at a second temperature, which is smaller than the first temperature, and a second pressure that is less than the first pressure, blowing carbon dioxide from the first treated solvent in the second stage blowdown apparatus to obtain a second treated solvent having a third carbon dioxide content which is less than the second carbon dioxide content, and a second gas stream containing carbon dioxide, removing the second gas stream from the second stage purge apparatus, and recovering the second treated solvent from the second stage purge apparatus.

EFFECT: invention provides an efficient and cost-effective method for removing carbon dioxide from a solvent.

20 cl, 2 dwg

Настоящее изобретение осуществлено при государственной поддержке по контракту № DE-FE 0012829, предоставленному Министерством энергетики США. Государство обладает определенными правами на настоящее изобретение.

## **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ НАСТОЯЩЕЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ**

5 Настоящее изобретение относится к энергосберегающему способу удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, посредством этого регенерируя растворитель.

## **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ НАСТОЯЩЕГО ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Многочисленные химические и промышленные способы производят потоки 10 жидкостей, содержащих кислотные газы. Удаление кислотного газа обычно требуется для соответствия нормам по охране окружающей среды и/или удовлетворения требований последующих процессов. Современные способы удаления кислотных газов включают противоточную абсорбцию регенерируемым растворителем в абсорбционной колонне, в который кислотный газ перемещается вверх и поглощающий жидкость 15 регенерируемый растворитель течет вниз. Обогащенный кислотным газом растворитель, покидающий дно абсорбера, направляют в десорбер через теплообменник с перекрестным током, где он становится нагретым. В десорбере типа набивная или тарельчатая колонна, кислотные газы удаляют из обогащенного раствора контактом его с потоком в противоточном направлении. Часть обедненного кислотным газом 20 раствора со дна десорбера циркулирует через ребойлер, в котором вспомогательный поток применяют для частичного испарения аминового раствора, который, после конденсации потока в десорбере, обеспечивает теплоту, необходимую для регенерации амина, высвобождая кислотный газ. Насыщенный водой горячий поток кислотного газа, покидающий верхнюю часть десорбера, охлаждают, собирая конденсированную 25 воду. Остаток кислотного газа предпочтительно сжимать для хранения при высоком давлении для того, чтобы предотвратить высвобождение больших количеств кислотного газа в атмосферу.

Регенерируемые жидкие растворители включают, например, химические растворители, такие как первичные, вторичные и третичные амины и карбонат калия, и физические 30 растворители, такие как DEPG или диметиловый эфир полиэтиленгликоля (Selexol™ или Coastal AGR®), NMP или N-метил-2-пирролидон (Purisol®), метанол (Rectisol®), морфолиновые производные (Morphysorb®) и пропиленкарбонат (Fluor Solvent™). Способ Shell Sulfinol® представляет собой гибридный способ, применяя комбинацию физического растворителя, сульфолана, и химического растворителя, 35 дизопропаноламина (DIPA) или метилдиэтаноламина (MDEA). Каждый из физического растворителя и одного из химических растворителей составляет 35-45% раствора, причем балансом является вода. Кислотные газы включают, например, диоксид углерода, сульфид водорода, диоксид серы, дисульфид углерода, циановодород и карбонилсульфид. Способ улавливания отработанного диоксида углерода из больших 40 точечных источников, таких как электростанция на ископаемом топливе, представляет большой интерес из-за опасения климатических изменений в результате выброса CO<sub>2</sub>. Ожидают, что количество CO<sub>2</sub>, получаемое в результате сжигания ископаемого топлива в США, увеличится на 3,2% с приблизительно 5,6 до 5,8 триллионов метрических тонн с 2012 по 2035, причем более 30% CO<sub>2</sub> будет производиться в секторе электроэнергии, 45 получаемой на углесжигающих электростанциях. Следовательно, для содействия решению проблем, связанных с глобальным изменением климата, и снижения выброса парниковых газов в США на 17% к 2020 и 83% к 2050 относительно исходного значения

на 2005, вероятно появление федерального законодательства, направленного на углесжигающие электростанции. Более того, стоимость извлечения диоксида углерода является достаточно высокой для общепринятых способов из-за потребления большого количества энергии, требуемой для последующего способа сжатия, в котором диоксид углерода должен быть сжат и сжижен с первоначального давления, которое является только немногим большим давления окружающей среды.

Существует необходимость или потребность в эффективном и более рентабельном способе удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, вместе с последующим способом сжатия диоксида углерода, который снижает требуемое общее количество потребляемой мощности.

### **СУЩНОСТЬ НАСТОЯЩЕГО ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Настоящее изобретение относится к способу удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, имеющего первое содержание диоксида углерода. Способ включает стадии нагревания растворителя, содержащего диоксид углерода, до первой температуры и приложения первого давления к растворителю, содержащему диоксид углерода; подачи растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарат для продувки первой стадии с высокими температурой и давлением; выдувания диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарате для продувки первой стадии, получая первый обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода; и удаления первого газового потока, содержащего диоксида углерода, из аппарата для продувки первой стадии. Способ также включает стадии подачи первого обработанного растворителя в аппарат для продувки второй стадии при второй температуре, которая является меньшей, чем первая температура, и втором давлении, которое является меньшим, чем первое давление; выдувания диоксида углерода из первого обработанного растворителя в аппарат для продувки второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода; удаления второго газового потока, содержащего диоксида углерода, из аппарата для продувки второй стадии; и удаления второго обработанного растворителя из аппарата для продувки второй стадии.

Излагая более лаконично, способ настоящего изобретения включает стадии выдувания диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарате для продувки первой стадии, получая первый обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода; и выдувания диоксида углерода из первого обработанного растворителя в аппарате для продувки второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода.

С учетом приведенного выше, признак и преимущество настоящего изобретения заключается в обеспечении эффективного и экономичного способа регенерации растворителя (например, удаляя диоксид углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода) и последующего сжатия до высокого давления. Приведенные выше и другие признаки и преимущества станут более понятными из следующего подробного описания настоящего изобретения, прочитываемого вместе с чертежами.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Фигура 1 схематически иллюстрирует двустадийный способ регенерации растворителя

согласно настоящему изобретению.

Фигура 2 схематически иллюстрирует многостадийную компрессорную линию, применяемую для сжатия и сжижения диоксида углерода генерируемого двустадийным способом регенерации растворителя.

## **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ НАСТОЯЩЕГО ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Ссылаясь на фигуру 1, двухстадийный способ регенерации растворителя 100 показан для удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода.

Поток растворителя, содержащего диоксид углерода, 102 помещают под избыточное давление, применяя насос 104, и нагревают, применяя теплообменник 106, и затем

- 10 подают в аппарат для продувки первой стадии 108. Первое давление составляет, соответственно, по меньшей мере, приблизительно четыре атмосферы, или, по меньшей мере, приблизительно восемь атмосфер, или, по меньшей мере, приблизительно десять атмосфер. Первая температура составляет, соответственно, по меньшей мере, приблизительно 125°C, или, по меньшей мере, приблизительно 135°C, или, по меньшей
- 15 мере, приблизительно 145°C. Аппарат для продувки первой стадии может представлять собой прямоточный ребойлер или другой подходящий аппарат для продувки с нагревательными элементами.

Поток растворителя, содержащего диоксид углерода, 102 может иметь первое содержание диоксида углерода (перед любым удалением диоксида углерода) в диапазоне 20 приблизительно 1-12% по весу, соответственно, по меньшей мере, приблизительно 8% по весу, и может быть большим или меньшим, в зависимости от конкретного растворителя и конкретного применения. Подходящие растворители включают, без ограничения, водный амиак, аминовые растворители, такие как моноэтаноламины, дизетаноламины и триэтаноламины, водный карбонат калия, и другие известные 25 растворители. Один подходящий растворитель представляет собой активированный N-метилдиэтаноламин ("aMDEA"), который содержит пиперазиновый активирующий агент.

Диоксид углерода выдывают из растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарате для продувки первой стадии 108, получая первый обработанный растворитель, 30 имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода. Первый газовый поток, содержащий диоксид углерода, 110 покидает аппарат для продувки первой стадии 108, и его подают в конденсатор 112, который конденсирует пары воды и отделяет их от газообразного диоксида углерода. Газовый поток диоксида 35 углерода 114 покидает конденсатор 112, и его можно направлять в сторону всасывания второй или третьей стадии сжатия многостадийной компрессорной линии, как объясняется ниже. Поток конденсированной воды 116 покидает конденсатор 112, и его смешивают с потоком конденсированной воды 128, описанным ниже. Поток первого обработанного растворителя 118 покидает аппарат для продувки первой стадии 108, 40 и его подают в аппарат для продувки второй стадии 120 при второй температуре, которая является меньшей, чем первая температура, и втором давлении, которое является меньшим, чем первое давление.

Первый обработанный растворитель имеет второе содержание диоксида углерода, 45 которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерод, и составляет, соответственно, по меньшей мере, приблизительно на 30% меньше, или, по меньшей мере, приблизительно на 50% меньше, или, по меньшей мере, приблизительно на 75% меньше, чем первое содержание диоксида углерода. В качестве примера, когда первое содержание диоксида углерода составляет приблизительно 8-12% по весу, второе

содержание диоксида углерода может составлять приблизительно 6% или меньше по весу, или приблизительно 4% или меньше по весу, или приблизительно 2% или меньше по весу. Вторая температура является, соответственно, по меньшей мере, приблизительно на 5°C меньшей, чем первая температура, или, по меньшей мере, приблизительно на 5°C меньшей, чем первая температура, или, по меньшей мере, приблизительно на 25°C меньшей, чем первая температура, и является, соответственно, не большей, чем приблизительно 130°C, или не большей, чем приблизительно 120°C, или не большей, чем приблизительно 110°C. Второе давление является, соответственно, по меньшей мере, приблизительно на 50% меньшим, чем первое давление, или, по меньшей мере, приблизительно на 60% меньшим, чем первое давление, или, по меньшей мере, приблизительно на 75% меньшим, чем первое давление, причем все описанные давления измеряли в абсолютных единицах. Например, когда первое давление составляет приблизительно 6-10 атмосфер, второе давление является, соответственно не большим, чем приблизительно три атмосферы, или не большим, чем приблизительно 1,5 атмосферы.

Диоксид углерода выдывают из первого обработанного растворителя в аппарате для продувки второй стадии 120, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода. Второй газовый поток, содержащий диоксид углерода, 122 покидает аппарат для продувки второй стадии 120, и его подают в конденсатор 124, который конденсирует водяной пар и отделяет его от газообразного диоксида углерода. Поток газообразного диоксида углерода 126 покидает конденсатор 124, и его подают на первую стадию компрессии многостадийной компрессорной линии, как объясняется ниже. Поток конденсированной воды 128 покидает конденсатор 124, и его добавляют ко второму потоку обработанного растворителя 130 после того, как поток 130 покидает аппарат для продувки второй стадии 120 и проходит через перекрестный 106 и холодильник 125. Второй поток обработанного растворителя 130, причем к нему добавляют поток конденсированной воды 128, становится потоком 131, и его можно транспортировать, применяя насос для растворителя 132, получая поток 133 для повторного применения в способе абсорбции диоксида углерода или для другого подходящего применения.

Альтернативно, но не обязательно, второй поток обработанного растворителя 130 можно подавать в аппарат для продувки третьей стадии, чья структура и функционирование повторяет структуру и функционирование аппарата для продувки второй стадии 120, и его можно описать соответствующими номерами позиций.

Аналогично, поток обработанного растворителя, покидающий аппарат для продувки третьей стадии, можно подавать в аппарат для продувки четвертой и последующих стадий, по желанию, снижая содержание диоксида углерода до очень низкого уровня. Затем, способ мог бы включать стадии выдувания диоксида углерода из второго обработанного растворителя в аппарате для продувки третьей стадии 120, получая третий обработанный растворитель, имеющий четвертое содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем третье содержание диоксида углерода, и третий газовый поток, содержащий диоксид углерода; удаления третьего газового потока, содержащего диоксид углерода, из аппарата для продувки третьей стадии; и извлечения третьего обработанного растворителя из аппарата для продувки третьей стадии. Затем, третий обработанный растворитель можно было бы подавать в аппарат для продувки четвертой стадии, имеющий ту же конфигурацию 120. Затем, способ мог бы включать стадии подачи третьего обработанного растворителя в аппарат для продувки четвертой стадии;

выдувания диоксида углерода из третьего обработанного растворителя в аппарате для продувки четвертой стадии, получая четвертый обработанный растворитель, имеющий пятое содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем четвертое содержание диоксида углерода, и четвертый газовый поток, содержащий диоксид углерода; удаления четвертого газового потока, содержащего диоксид углерода, из аппарата для продувки четвертой стадии; и извлечения четвертого обработанного растворителя из аппарата для продувки четвертой стадии.

Аппарат для продувки второй стадии 120 может представлять собой стандартный расширитель или другой подходящий аппарат для продувки. Второй обработанный растворитель имеет третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и является, соответственно, по меньшей мере, приблизительно на 30% меньшим, или, по меньшей мере, приблизительно на 50% меньшим, или, по меньшей мере, приблизительно на 90% меньшим, чем второе содержание диоксида углерода. Например, когда второе содержание диоксида углерода составляет приблизительно 2-6% по весу, третье содержание диоксида углерода может являться не большим, чем приблизительно 4,0% по весу, или не большим, чем приблизительно 1% по весу или не большим, чем приблизительно 0,2% по весу.

Фигура 2 показывает HYSYS® модель шестистадийной компрессорной линии 200, которую применяют для компрессии извлеченного диоксида углерода (например, потоков 114 и 126, фигура 1) до большего давления или жидкого состояния.

Компрессорная линия 200 включает компрессор первой стадии 202, соответственно, поршневой насос, холодильник первой стадии 204, компрессор второй стадии 206, холодильник второй стадии 208, компрессор третьей стадии 210, холодильник третьей стадии 212, компрессор четвертой стадии 214, холодильник четвертой стадии 216, компрессор пятой стадии 218, холодильник пятой стадии 220 и компрессор шестой стадии 222. Компрессоры 202, 206, 210, 214, 218 и 222 сжимают диоксид углерода на стадиях от исходного давления, соответствующего давлению потока диоксида углерода 114, 126 (фигура 1) до давления сжижения, достаточного для поддержания диоксида углерода в полностью жидкому состоянию, например, приблизительно 150 атмосфер или 2200 фунт/кв.дюйм. Холодильники 204, 208, 212, 216 и 220 охлаждают сжатый диоксид углерода на каждой стадии, соответственно, до приблизительно температуры окружающей среды.

Поток диоксида углерода 114 (фигура 1), исходящий из аппарата для продувки первой стадии 108, обычно имеет давление, аналогичное давлению стороны низкого давления многостадийной компрессорной линии второй и третьей стадии, соответственно, по меньшей мере, приблизительно шесть атмосфер, или, по меньшей мере, приблизительно восемь атмосфер, или, по меньшей мере, приблизительно десять атмосфер, и температура равна или немного выше температуры окружающей среды, обусловленной конденсатором 112. Поскольку поток диоксида углерода 114 уже имеет значительно большее давление, чем давление со стороны низкого давления многостадийной компрессорной линии, не требуется проходить компрессорную линию 200 в компрессоре первой стадии 210, но можно, вместо этого, проходить компрессор второй стадии 214 и/или компрессор третьей стадии 218. Это приводит в результате к значительному энергосбережению и снижению расходов, по сравнению с способами извлечения диоксида углерода предшествующего уровня техники, которые требуют подачи всего количества диоксида углерода в компрессор первой стадии 202, обычно не более чем 2 атмосферы, соответственно, но не более 1,5 атмосфер.

Поток диоксида углерода 126, исходящий из аппарата для продувки второй стадии

120, обычно имеют давление, аналогичное второму давлению, описанному выше, обычно не более чем 2 атмосферы, соответственно, не более чем 1,5 атмосферы, и температура равна или немного выше температуры окружающей среды, обусловленной конденсатором 124. Из-за его меньшего давления, поток диоксида углерода 126 можно, 5 соответственно, вводить в компрессорную линию 200 компрессора первой стадии 202. Однако, поскольку поток диоксида углерода 126 представляет только часть всего диоксида углерода, входящего в компрессорную линию 200 из потоков 114 и 126, суммарные энергосбережение и снижение расходов являются значительными, по сравнению с общепринятыми способами извлечения диоксида углерода, которые подают 10 весь извлеченный диоксид углерода в первую стадию компрессорной линии. На практике, количество диоксида углерода, генерируемое из потока 126 в аппарате для продувки второй стадии 120, может находиться в диапазоне приблизительно 20-60% всего диоксида углерода, и количество диоксида углерода, генерируемое из потока 114 в аппарате для продувки первой стадии 108, может находиться в диапазоне приблизительно 30-80% 15 всего диоксида углерода.

### ПРИМЕРЫ

Применяя двухстадийный способ регенерации продувкой, показанный на фигуре 1, и шестистадийную компрессорную линию, показанную на фигуре 2, диоксид углерода удаляют из aMDEA растворителя, содержащего 8% по весу активирующего агента и 20 имеющего первоначальную загрузку диоксида углерода 5-8% по весу. Растворитель, содержащий диоксид углерода, подают в аппарат для продувки первой стадии, прямоточный ребайлер при трех наборах температур и давления: 1) 140°C и 8,16 атмосфер, 2) 130°C и 6,8 атмосфер, и 3) 120°C и 5,44 атмосфер. Для каждого прогона, извлеченный диоксид углерода сжимают и сжижают, применяя показанную 25 компрессорную линию (фигура 2). Диоксид углерода, генерируемый в прямоточном ребайлере первой стадии, подают на вторую или третью стадию компрессорной линии. Диоксид углерода, генерируемый в расширителе второй стадии, подают на первую стадию компрессорной линии. Потребляемую мощность, требуемая для суммарного сжатия, регистрировали и сравнивали с потребляемой мощностью, требуемой для 30 сжатия и сжижения соответствующего количества диоксида углерода, генерируемого в общепринятой десорбционной колонне и полной подаче на первую стадию компрессорной линии.

Результаты моделирования HYSIS® показаны в таблице 1. Как показано, чем выше первая температура и первое давление растворителя, содержащего диоксид углерода, 35 поступающего в ребайлер первой стадии, тем больше сбережение энергии, требуемой для сжатия, по сравнению с диоксидом углерода, генерируемым в общепринятой десорбционной колонне.

Таблица 1

Пример	Температура °C	Давление, атм.	% CO <sub>2</sub> на стадии сжатия			% снижение потребляемой мощности относительно контроля
			3 <sup>ая</sup> стадия	2 <sup>ая</sup> стадия	1 <sup>ая</sup> стадия	
1	140	8,16	50,3	0	49,7	20,1
2	130	6,80	0	66,7	33,3	12,6
3	120	5,44	0	50,7	49,3	9,6
контроль	120	1,36	0	0	100	0

45 Варианты осуществления настоящего изобретения, описанные в настоящем изобретении, в настоящее время являются предпочтительными. Различные модификации и улучшения можно осуществлять, не выходя за пределы объема и сущности настоящего изобретения. Объем настоящего изобретения определен прилагаемой формулой

изобретения, и все изменения, попадающие в пределы смыслового содержания и диапазона эквивалентов, предполагаются включенными в настоящее изобретение.

(57) Формула изобретения

1. Способ удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, имеющий первое содержание диоксида углерода, включающий стадии:

приложения первого давления, составляющего по меньшей мере приблизительно четыре атмосферы и не более чем 10 атмосфер, к растворителю, содержащему диоксид углерода, и нагревания растворителя, содержащего диоксид углерода, до первой температуры;

подачи растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарат первой стадии для продувки;

выдувания диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарате для продувки первой стадии, получая первый обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода;

удаления первого газового потока, содержащего диоксид углерода, из аппарата для продувки первой стадии;

подачи первого обработанного растворителя в аппарат для продувки второй стадии при второй температуре, которая является меньшей, чем первая температура, и втором давлении, которое является меньшим, чем первое давление;

выдувания диоксида углерода из первого обработанного растворителя в аппарате для продувки второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе

содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода;

удаления второго газового потока, содержащего диоксид углерода, из аппарата для продувки второй стадии; и

извлечения второго обработанного растворителя из аппарата для продувки второй стадии.

2. Способ по п. 1, где первая температура составляет по меньшей мере приблизительно 125°C.

3. Способ по п. 1, где первая температура составляет по меньшей мере приблизительно 135°C и первое давление составляет по меньшей мере приблизительно восемь атмосфер.

4. Способ по п. 1, где вторая температура составляет не более чем приблизительно 120°C и второе давление составляет не более чем приблизительно три атмосферы.

5. Способ по п. 1, где вторая температура составляет не более чем приблизительно 110°C и второе давление составляет не более чем приблизительно 1,5 атмосферы.

6. Способ по п. 1, где первое содержание диоксида углерода составляет по меньшей мере приблизительно 8% по весу.

7. Способ по п. 1, где второе содержание диоксида углерода является не большим, чем приблизительно 6% по весу.

8. Способ по п. 1, где третье содержание диоксида углерода является не большим, чем приблизительно 4% по весу.

9. Способ по п. 1, где аппарат для продувки первой стадии содержит ребойлер.

10. Способ по п. 1, где аппарат для продувки второй стадии содержит расширитель.

11. Способ по п. 1, где растворитель, содержащий диоксид углерода, содержит растворитель, выбранный из группы, состоящей из водного амиака, аминовых растворителей, водного карбоната калия, и их комбинаций.

12. Способ по п. 1, где растворитель, содержащий диоксид углерода, содержит активированный N-метилдиэтаноламин.

13. Способ удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, имеющего первое содержание диоксида углерода, включающий стадии:

5 нагревания растворителя, содержащего диоксид углерода, до первой температуры по меньшей мере приблизительно 125°C и создания первого давления по меньшей мере приблизительно четыре атмосферы и не более чем 10 атмосфер;

подачи растворителя, содержащего диоксид углерода, в ребойлер первой стадии;

выдувания диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, в

10 ребойлере первой стадии, получая первый обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода;

удаления первого газового потока, содержащего диоксид углерода, из ребойлера первой стадии;

15 подачи первого обработанного растворителя в расширитель второй стадии при второй температуре, которая составляет не более чем приблизительно 120°C, и втором давлении, которое является по меньшей мере приблизительно на 40% меньшим, чем первое давление;

выдувания диоксида углерода из первого обработанного растворителя в расширителе

20 второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода;

удаления второго газового потока, содержащего диоксид углерода, из расширителя второй стадии; и

25 извлечения второго обработанного растворителя из расширителя второй стадии.

14. Способ по п. 13, где первая температура составляет по меньшей мере

приблизительно 135°C и первое давление составляет по меньшей мере приблизительно восемь атмосфер.

15. Способ по п. 13, где вторая температура составляет не более чем приблизительно

30 110°C и второе давление составляет не более чем приблизительно три атмосферы.

16. Способ по п. 13, дополнительно включающий стадии:

подачи первого газового потока, содержащего диоксид углерода, на вторую стадию многостадийной компрессорной линии;

подачи второго газового потока, содержащего диоксид углерода, на первую стадию

35 многостадийной компрессорной линии; и

сжатия первого и второго газовых потоков, содержащих диоксид углерода.

17. Способ по п. 13, дополнительно включающий стадии:

подачи первого газового потока, содержащего диоксид углерода, на третью стадию многостадийной компрессорной линии;

40 подачи второго газового потока, содержащего диоксид углерода, на первую стадию многостадийной компрессорной линии; и

сжатия первого и второго газовых потоков, содержащих диоксид углерода.

18. Способ удаления диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, имеющего первое содержание диоксида углерода, включающий стадии:

45 выдувания диоксида углерода из растворителя, содержащего диоксид углерода, в аппарате для продувки первой стадии, получая первый обработанный растворитель, имеющий второе содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем первое содержание диоксида углерода, и первый газовый поток, содержащий диоксид углерода,

причем первый газовый поток, содержащий диоксид углерода, находится под давлением по меньшей мере 6 атмосфер и при температуре, равной или слегка превышающей комнатную; и

выдувания диоксида углерода из первого обработанного растворителя в аппарате

- 5 для продувки второй стадии, получая второй обработанный растворитель, имеющий третье содержание диоксида углерода, которое является меньшим, чем второе содержание диоксида углерода, и второй газовый поток, содержащий диоксид углерода.

19. Способ по п. 18, дополнительно включающий стадии:

подачи первого газового потока, содержащего диоксид углерода, на вторую стадию

- 10 многостадийной компрессорной линии;

подачи второго газового потока, содержащего диоксид углерода, на первую стадию многостадийной компрессорной линии; и

сжатия первого и второго газовых потоков, содержащих диоксид углерода.

20. Способ по п. 18, дополнительно включающий стадии:

- 15 подачи первого газового потока, содержащего диоксид углерода, на третью стадию многостадийной компрессорной линии;

подачи второго газового потока, содержащего диоксид углерода, на первую стадию многостадийной компрессорной линии; и

сжатие первого и второго газовых потоков, содержащих диоксид углерода.

20

25

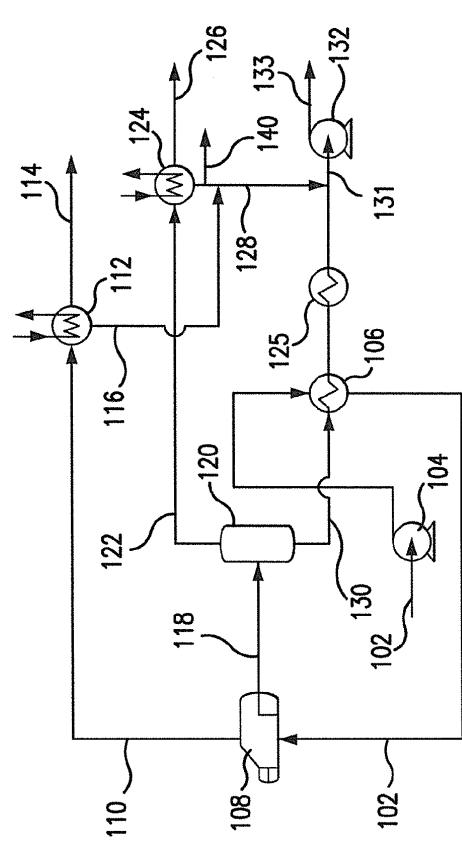
30

35

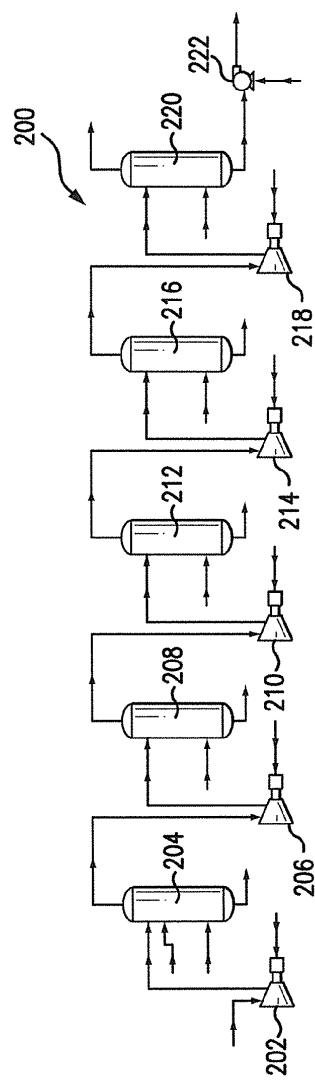
40

45

1/1



ФИГ. 1



ФИГ. 2