



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01D 53/047 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016145371, 20.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.04.2015

Дата регистрации:
13.03.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.04.2014 EP 14165492.1

(43) Дата публикации заявки: 23.05.2018 Бюл. №
15

(45) Опубликовано: 13.03.2019 Бюл. № 8

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 22.11.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2015/058510 (20.04.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/162090 (29.10.2015)

Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

САДАСИВАН ВИДЖАЯКУМАРИ
Сивакумар (US),
САНДЕРС Чарльз-Эдуард (KR),
ШАХ Ватсал Мукундлал (US)

(73) Патентообладатель(и):

ШЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ
МААТСХАППИЙ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: CA 1199881 A, 28.01.1986. DE
969431 C, 04.06.1958. RU 2061733 C1,
10.06.1996.

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ ПОТОКА ГАЗА, СОДЕРЖАЩЕГО МЕТАН И ЭТИЛЕН

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, включающему в себя стадию сорбции, которая включает контактирование газового потока, содержащего метан и этилен, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену, что в результате приводит к сорбции этилена и от 0 до 90% метана сорбентом и образованию газового

потока, содержащего метан в количестве от 10 до 100% в расчёте на количество метана в потоке газа, подвергаемого обработке на стадии сорбции; и стадию десорбции, которая включает десорбирование поглощённого этилена и, необязательно, поглощённого метана, что в результате приводит к образованию газового потока, содержащего этилен и, необязательно, метан. 9 з.п. ф-лы, 3 табл., 2 ил.

RU 2 681 910 C 2

RU 2 681 910 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B01D 53/047 (2018.08)

(21)(22) Application: **2016145371, 20.04.2015**

(24) Effective date for property rights:
20.04.2015

Registration date:
13.03.2019

Priority:

(30) Convention priority:
22.04.2014 EP 14165492.1

(43) Application published: **23.05.2018** Bull. № 15

(45) Date of publication: **13.03.2019** Bull. № 8

(85) Commencement of national phase: **22.11.2016**

(86) PCT application:
EP 2015/058510 (20.04.2015)

(87) PCT publication:
WO 2015/162090 (29.10.2015)

Mail address:
109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"

(72) Inventor(s):
**SADASIVAN VIJAYAKUMARI, Sivakumar (US),
SANDERS, Charles-Edouard (KR),
SHAH, Vatsal Mukundlal (US)**

(73) Proprietor(s):
**SHELL INTERNATIONALE RESEARCH
MAATSCHAPPIJ B.V. (NL)**

(54) **METHOD FOR EXTRACTING METHANE FROM GAS FLOW CONTAINING METHANE AND ETHYLENE**

(57) Abstract:

FIELD: separation.

SUBSTANCE: invention relates to a method for extracting methane from a gas stream containing methane and ethylene, comprising a sorption stage, which comprises contacting a gas stream containing methane and ethylene, with a sorbent that has a lower affinity for methane than ethylene, which results in sorption of ethylene and from 0 to 90 % methane by a sorbent and the formation of a gas stream containing

methane in an amount of from 10 to 100 % based on the amount of methane in the gas stream being treated at the stage of sorption; and a desorption stage, which involves desorbing absorbed ethylene and, optionally, absorbed methane, which results in the formation of a gas stream containing ethylene and, optionally, methane.

EFFECT: lower energy demand and/or lower capital expenditure.

10 cl, 3 tbl, 2 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен.

Уровень техники

5 Известно превращение метана в насыщенные и ненасыщенные неароматические углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, включая этилен, в результате осуществления процесса, называемого «Окислительное сочетание метана» (ОСМ). В
данном процессе газовый поток, содержащий метан, подвергают контактированию с
катализатором ОСМ и окислителем, таким как кислород или воздух. В таком процессе
10 две молекулы метана вначале соединяются в одну молекулу этана, которая затем
дегидрируется в этилен. Упомянутые этан и этилен могут дополнительно превращаться
в насыщенные и ненасыщенные углеводороды, содержащие 3 или больше атомов
углерода, включая пропан, пропилен, бутан, бутен и т.д. С учётом вышесказанного,
газовый поток, поступающий из процесса ОСМ, обычно имеет в своём составе воду,
15 водород, оксид углерода, диоксид углерода, метан, этан, этилен, пропан, пропилен,
бутан, бутен, а также насыщенные и ненасыщенные углеводороды, содержащие 5 или
больше атомов углерода.

В целом, конверсия, которую можно достигать в процессе ОСМ, является
относительно низкой. Кроме того, при более высокой конверсии селективность
20 снижается, так что, как правило, желательно поддерживать конверсию низкой. В
результате этого после осуществления процесса ОСМ остаётся относительно большое
количество непревращённого метана. Доля непревращённого метана в газовом потоке
продукта ОСМ может достигать от 70 до 80 мол.% в расчёте на общее молярное
количество газового потока. Указанный непревращённый метан необходимо отделять
25 от желаемых продуктов, таких как этилен и другие насыщенные и ненасыщенные
углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, которые также присутствуют
в таких газовых потоках.

Известно разделение потока газа, покидающего процесс ОСМ, следующим способом.
Кислый газ (в основном, CO_2) удаляют в две ступени, первая ступень представляет
30 собой систему абсорбции водным моноэтаноламином (МЕА), а на второй ступени
удаляют конечные следы CO_2 при помощи мокрой очистки водным раствором NaOH .
Не содержащий CO_2 газ высушивают в слое поглотителя влаги и подвергают обработке
на линии разделения, подобной той, что используется на традиционных этиленовых
35 установках. Последовательность разделения включает в себя передний деметанизатор,
деэтанализатор, отгонную колонну C_2 , депропанализатор, отгонную колонну C_3 и
дебутанизатор. Потребности в криогенных веществах для разделения удовлетворяются
за счёт каскадной пропилен-этиленовой системы охлаждения, которая требует
этиленового хладагента только для стадии деметанизации.

40 Таким образом, известно отделение метана от насыщенных и ненасыщенных
углеводородов, содержащих 2 или больше атомов углерода, таких как этилен,
посредством криогенной дистилляции в так называемых колоннах «деметанизаторах».
Для выполнения отделения метана в процессе криогенной дистилляции используют
относительно высокое давление (в общем случае: от 23 до 35 бар) и относительно
45 низкую (криогенную) температуру (в общем случае: от -120 до -70°C). Использование
криогенной дистилляции после процесса ОСМ раскрыто, например, в патентах США
5113032 и 5025108.

Цель данного изобретения заключается в разработке обладающего техническими

преимуществами, эффективного и приемлемого по цене способа извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, более конкретно, в случае, если такой газовый поток содержит относительно высокую долю непревращённого метана. Такой обладающий техническими преимуществами способ предпочтительно приведёт в результате к сокращению энергетических потребностей и/или пониженным капиталовложениям.

Раскрытие изобретения

Неожиданно было обнаружено, что такой обладающий техническими преимуществами способ, приводящий в результате к сокращению энергетических потребностей и/или пониженным капиталовложениям, предназначенный для извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, можно предложить, подвергая такой газовый поток обработке на следующих двух стадиях:

стадии сорбции, которая включает в себя контактирование потока газа, содержащего метан и этилен, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену, что в результате приводит к сорбции этилена и от 0 до 90% метана сорбентом и образованию потока газа, содержащего метан в количестве от 10 до 100% в расчёте на количество метана в потоке газа, который подвергают обработке на стадии сорбции;

и
стадии десорбции, которая включает в себя десорбирование поглощённого этилена и, необязательно, поглощённого метана, что в результате приводит к образованию потока газа, содержащего этилен и, необязательно, метан.

Соответственно, настоящее изобретение относится к способу извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, включающему в себя:

стадию сорбции, которая включает в себя контактирование потока газа, содержащего метан и этилен, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену, что в результате приводит к сорбции этилена и от 0 до 90% метана сорбентом и образованию потока газа, содержащего метан в количестве от 10 до 100% в расчёте на количество метана в потоке газа, который подвергают обработке на стадии сорбции;

и
стадию десорбции, которая включает в себя десорбирование поглощённого этилена и, необязательно, поглощённого метана, что в результате приводит к образованию потока газа, содержащего этилен и, необязательно, метан.

Краткое описание чертежей

На фигуре 1 показан вариант осуществления настоящего изобретения, в котором за стадией сорбции и стадией десорбции способа настоящего изобретения следует стадия дистилляции, на которой газовый поток, содержащий этилен и метан, полученный в результате осуществления упомянутой стадии десорбции, подвергают дистилляции.

На фигуре 2 показана вариация осуществления варианта, отображённого на фигуре 1, в котором газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, дополнительно имеет в своём составе компоненты, отличные от метана и этилена, а именно, водород, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода.

Осуществление изобретения

Газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции способа настоящего изобретения, представляет собой газовый поток, который содержит метан и этилен. Предпочтительно, упомянутый газовый поток поступает из вышеупомянутого процесса окислительного сочетания метана (ОСМ), в котором газовый поток, содержащий метан, подвергают контактированию с катализатором ОСМ и окислителем, таким как кислород

или воздух, с целью превращения метана в этилен и, необязательно, этан и/или насыщенные и ненасыщенные неароматические углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода. Предпочтительно, газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, содержит от 50 до 99 мол. % метана и от 1 до 50 мол. % этилена.

5 Указанные относительные количества приведены в расчёте на общий объём потока газа.

В рамках настоящего описания, где имеется ссылка на относительные (например, молярные) количества компонентов в потоке газа, такие относительные количества должны быть выбраны таким образом, чтобы суммарный объём упомянутого потока
10 газа не превышал 100%.

На стадии сорбции способа настоящего изобретения газовый поток, содержащий метан и этилен, подвергают контактированию с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену, что в результате приводит к сорбции этилена и, необязательно, метана сорбентом и образованию потока газа, содержащего метан. То
15 есть газовый поток, полученный в результате осуществления стадии сорбции, содержит метан, который не был поглощён сорбентом. В частности, количество метана в потоке газа, полученного в результате осуществления стадии сорбции, составляет от 10 до 100%, предпочтительно, от 30 до 100%, более предпочтительно, от 40 до 100%, более предпочтительно, от 50 до 100%, наиболее предпочтительно, от 60 до 100%, в расчёте
20 на количество метана в потоке газа, который подвергают обработке на стадии сорбции. Последнюю величину в процентах также можно называть «степенью отторжения метана» (при этом метан не сорбируется, а «отторгается»). Такую «степень отторжения метана» можно варьировать при помощи изменения давления и/или природы сорбента. Следовательно, количество метана, поглощаемого сорбентом на стадии сорбции,
25 составляет от 0 до 90%, предпочтительно от 0 до 70%, более предпочтительно от 0 до 60%, более предпочтительно от 0 до 50%, наиболее предпочтительно от 0 до 40% в расчёте на количество метана в потоке газа, который подвергают обработке на стадии сорбции.

Количество метана в потоке газа, образующемся в результате осуществления стадии сорбции, может составлять по большей мере 100%, или по большей мере 99%, или по
30 большей мере 98%, или по большей мере 95%, или по большей мере 90% в расчёте на количество метана в потоке газа, подвергаемом обработке на стадии сорбции. Кроме того, количество метана в потоке газа, образующемся в результате осуществления стадии сорбции, может составлять по меньшей мере 10%, или по меньшей мере 30%,
35 или по меньшей мере 40%, или по меньшей мере 50%, или по меньшей мере 60% в расчёте на количество метана в потоке газа, подвергаемом обработке на стадии сорбции. Таким образом, упомянутое количество метана в потоке газа, образующемся в результате осуществления стадии сорбции, может составлять, например, от 10 до 99% или от 60 до 99%, или от 10 до 90%, или от 60 до 90%. Следовательно, количество метана,
40 поглощаемого сорбентом на стадии сорбции, может составлять 0% или по меньшей мере 1%, или по меньшей мере 2%, или по меньшей мере 5%, или по меньшей мере 10% в расчёте на количество метана в потоке газа, подвергаемом обработке на стадии сорбции. Кроме того, количество метана, поглощаемого сорбентом на стадии сорбции, может составлять по большей мере 90% или по большей мере 70%, или по большей
45 мере 60%, или по большей мере 50%, или по большей мере 40% в расчёте на количество метана в потоке газа, подвергаемом обработке на стадии сорбции. Таким образом, упомянутое количество метана, поглощаемого сорбентом на стадии сорбции, может составлять, например, от 1 до 90%, или от 1 до 40%, или от 10 до 90%, или от 10 до 40%.

На стадии сорбции способа настоящего изобретения используют сорбент. В настоящем описании «сорбция» обозначает процесс, в котором одно вещество (сорбент) принимает или захватывает, или удерживает другое вещество посредством абсорбции, адсорбции или их сочетания.

5 Кроме того, упомянутый сорбент, используемый на стадии сорбции способа настоящего изобретения, обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену. Это означает, что в условиях, применяемых на упомянутой стадии сорбции, включая давление и температуру, которые определяют далее ниже в настоящем документе, упомянутый сорбент обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену. Это подразумевает, что
10 в способе настоящего изобретения на стадии сорбции следует использовать такой сорбент, что молярное соотношение поглощённого этилена к поглощённому метану составляет больше 1:1, при допущении о равных парциальных давлениях этилена и метана. Предпочтительно, упомянутое соотношение находится в диапазоне от 1,1:1 до 10:1, более предпочтительно, от 1,1:1 до 5:1. Сорбенты, подходящие для использования
15 в настоящем изобретении, можно выбирать путём сравнения степени сорбции метана со степенью сорбции этилена в условиях любой заданной температуры и давления для разнообразных известных сорбентов, при допущении о равных парциальных давлениях этилена и метана. Следовательно, можно использовать широкий диапазон сорбентов, поскольку единственным критерием в настоящем изобретении является то, что сорбент
20 должен обладать меньшим сродством к метану, чем к этилену. Без какого-либо ограничения, примерами подходящих сорбентов являются активированный уголь, цеолит 13X и цеолит 5A.

Давление на стадии сорбции способа настоящего изобретения может варьировать в пределах широких диапазонов. Предпочтительно, указанное давление выше
25 атмосферного давления. Более предпочтительно, указанное давление выше атмосферного давления и составляет по большей мере 15 бар, более предпочтительно от 5 до 15 бар, наиболее предпочтительно от 7 до 13 бар.

Температура на стадии сорбции способа настоящего изобретения также может варьировать в пределах широких диапазонов. Предпочтительно, указанная температура
30 находится в диапазоне от 0 до 100°C, более предпочтительно, от 10 до 80°C, наиболее предпочтительно, от 25 до 50°C. Предпочтительно, в настоящем изобретении упомянутую стадию сорбции можно проводить при некриогенной температуре (например, от 0 до 100°C, как упомянуто выше).

На стадии десорбции способа настоящего изобретения этилен и, необязательно,
35 метан, поглощённый сорбентом, десорбируются, что приводит к образованию потока газа, содержащего этилен и, необязательно, метан. То есть, последний газовый поток, образующийся в результате осуществления стадии десорбции, содержит этилен и, необязательно, метан, которые десорбированы из сорбента.

Предпочтительно, на стадии десорбции способа настоящего изобретения десорбцию
40 осуществляют путём понижения давления. То есть, давление на стадии десорбции ниже давления на стадии сорбции. Это обычно называют «адсорбцией с перепадом давления» (PSA). В варианте осуществления, в котором десорбцию на стадии десорбции осуществляют при понижении давления, давление на стадии сорбции предпочтительно находится в диапазоне от 5 до 15 бар, более предпочтительно от 7 до 13 бар.

45 В случае, если на стадии сорбции используют такое относительно низкое давление (например, по большей мере 15 бар), выгодным образом нулевое количество или только часть метана сорбируется в дополнение к этилену. Таким образом, на стадии сорбции способа настоящего изобретения предпочтительно используют относительно низкое

давление (например, от 5 до 15 бар, как упомянуто выше). В дополнение к этому, такое низкое давление выгодным образом приводит в результате к тому, что может требоваться относительно меньшее сжатие потока газа. Особенно выгодно, что давление, которое может требоваться на стадии сорбции способа настоящего изобретения, может быть тем же самым, что и давление в процессе, с установки которого можно получать газовый поток, содержащий метан и этилен, как например, давление в вышеупомянутом процессе окислительного сочетания метана (ОСМ). В последнем случае не будет вообще никакой необходимости в каком-либо сжатии упомянутого потока газа с целью осуществления указанной стадии сорбции.

Кроме того, в варианте осуществления, в котором десорбцию на стадии десорбции выполняют при понижении давления, давление на стадии десорбции предпочтительно находится в диапазоне от 0,1 до 3 бар, более предпочтительно от 0,5 до 2 бар.

Температура на стадии десорбции способа настоящего изобретения также может варьировать в пределах широких диапазонов. Предпочтительно, упомянутая температура находится в диапазоне от 0 до 100°C, более предпочтительно, от 10 до 80°C, наиболее предпочтительно, от 25 до 50°C. Предпочтительно, в настоящем изобретении упомянутую стадию десорбции можно проводить при некриогенной температуре (например, от 0 до 100°C, как упомянуто выше).

Выгодным образом способ настоящего изобретения делает возможным эффективное выделение метана из потока газа, содержащего метан и этилен, при относительно низком давлении (например, по большей мере 15 бар, как упомянуто выше) и некриогенной температуре (например, от 0 до 100°C, как упомянуто выше).

Поскольку на стадии сорбции способа настоящего изобретения из потока газа, содержащего метан и этилен, может сорбироваться также и часть метана, в дополнение к этилену, на стадии десорбции может десорбироваться также и метан, что приводит к образованию потока газа, содержащего этилен и метан.

В варианте осуществления способа настоящего изобретения, в котором стадия сорбции в результате приводит к сорбции этилена и части метана сорбентом, предпочтительно, чтобы дополнительный метан извлекался из потока газа, содержащего этилен и метан, полученного в результате проведения стадии десорбции. В указанном варианте осуществления способ настоящего изобретения, включающий в себя стадию сорбции и стадию десорбции, как описано выше, может дополнительно включать в себя стадию дистилляции, на которой газовый поток, полученный в результате проведения упомянутой стадии десорбции, подвергают дистилляции. Указанная стадия дистилляции включает в себя дистиллирование потока газа, содержащего этилен и метан, образовавшегося в результате осуществления стадии десорбции, при этом упомянутая стадия дистилляции приводит к получению верхнего потока, содержащего метан, и нижнего потока, содержащего этилен. Предпочтительно, на указанной стадии дистилляции газовый поток подвергают дистилляции при давлении в диапазоне от 20 до 40 бар, предпочтительно, от 23 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -140 до -50°C, предпочтительно, от -120 до -70°C. В настоящем описании такая температура на стадии дистилляции обозначает температуру верха, которая представляет собой температуру в конденсаторе, находящемся в верхней части дистилляционной колонны.

В упомянутом варианте осуществления способа настоящего изобретения, дополнительно включающего в себя стадию дистилляции, дистилляционная колонна необходима для извлечения дополнительного количества метана из потока газа, содержащего этилен и метан, образовавшегося в результате проведения стадии десорбции. Это подразумевает, что также требуется компрессор в целях повышения

давления упомянутого потока газа (например, до величины от 23 до 35 бар, как упомянуто выше), и кроме того, что температуру следует понижать до криогенной (например, до величины от -120 до -70°C, как упомянуто выше) с тем, чтобы создать возможность для отделения метана от этилена в такой дистилляционной колонне «деметанизаторе». Однако, как демонстрируется в настоящих примерах, неожиданно оказалось, что выгодным образом потребность в энергии, особенно потребность в энергии для сжатия и охлаждения, даже в варианте способа, включающем в себя упомянутую стадию сорбции, упомянутую стадию десорбции и упомянутую стадию дистилляции, значительно ниже, по сравнению со способом, не включающим в себя упомянутых стадий сорбции и десорбции, а только включающим в себя упомянутую стадию дистилляции, при этом в указанном последнем сравнительном способе перед криогенной дистилляцией не удаляют метан из потока газа, содержащего метан и этилен. Таким образом, настоящий способ представляет собой способ, который, необязательно, в сочетании с упомянутой стадией дистилляции, создаёт возможность для извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, путём, который является технически осуществимым, эффективным и допустимым по цене, так как потребность в энергии является неожиданно более низкой в сравнении со способом предшествующего уровня техники.

Пример упомянутого варианта осуществления способа настоящего изобретения, включающего в себя дополнительную стадию дистилляции, схематично показан на фигуре 1. На указанной фигуре 1 газовый поток 1, содержащий метан и этилен, подают в узел 1 сорбции и десорбции, который включает в себе сорбент, обладающий более низким сродством к метану, чем к этилену. Давление газового потока 1 является относительно высоким, например, в диапазоне от 5 до 15 бар, так что этилен и от 0 до 90% метана поглощаются сорбентом. Газовый поток 2, содержащий метан, покидает узел 1 сорбции и десорбции, указанный метан не был поглощен сорбентом в узле 1 сорбции и десорбции, а количество указанного метана составляет от 10 до 100% в расчёте на количество метана в газовом потоке 1.

По истечении некоторого периода времени подачу газового потока 1 в узел сорбции и десорбции прекращают и понижают давление в упомянутом узле. Например, давление в узле 1 сорбции и десорбции можно понижать до давления в диапазоне от 0,1 до 3 бар в случае, если в ходе стадии сорбции давление находится в диапазоне от 5 до 15 бар, как показано выше в виде примера. Вследствие такого понижения давления этилен и, необязательно, метан, которые поглощены сорбентом, десорбируются. Газовый поток 3, содержащий этилен и, необязательно, метан, которые десорбированы из сорбента, покидает узел 1 сорбции и десорбции, а затем его направляют в дистилляционную колонну 2 в случае, если газовый поток 3 содержит этилен и метан.

Сразу по завершении десорбции возобновляют подачу газового потока 1 в узел 1 сорбции и десорбции и повторяют вышеуказанную процедуру.

В дистилляционной колонне 2 газовый поток 3, содержащий этилен и метан, подвергают дистилляции в таких условиях давления и температуры, например, как условия, описанные выше, что осуществляется разделение между этиленом и метаном. То есть, верхний поток 4, содержащий метан, и нижний поток 5, содержащий этилен, покидают дистилляционную колонну 2. Наконец, верхний поток 4, содержащий метан, объединяют с газовым потоком 2, содержащим метан, что в результате приводит к образованию единого потока 6, содержащего извлечённый метан. Все упомянутые потоки, содержащие метан: поток 2, поток 4 и/или поток 6, предпочтительно можно использовать (возвращать в цикл) частично или полностью в процессе, в котором метан

используют в качестве исходного вещества (для дальнейшего превращения извлечённого метана), например, в вышеупомянутом процессе окислительного сочетания метана (ОСМ).

Предпочтительно, газовый поток, содержащий метан и этилен, который подвергается
5 обработке на стадии сорбции способа настоящего изобретения, не содержит по существу никакой воды. Предпочтительно также, что упомянутый газовый поток, содержащий метан и этилен, не содержит по существу никакого сероводорода.

В рамках настоящего описания под понятием «по существу никакого» в отношении количества конкретного компонента газового потока подразумевается количество,
10 которое составляет по большей мере 1000, предпочтительно по большей мере 500, предпочтительно по большей мере 100, предпочтительно по большей мере 50, более предпочтительно по большей мере 30, более предпочтительно по большей мере 20, а наиболее предпочтительно по большей мере 10 ч./млн. масс. рассматриваемого компонента в расчёте на количество (т.е. массу) упомянутого газового потока.

Кроме того, в одном из вариантов осуществления способа настоящего изобретения
15 газовый поток, содержащий метан и этилен, который подвергают обработке на стадии сорбции способа настоящего изобретения, дополнительно содержит компоненты, отличные от упомянутых метана и этилена, такие как водород, необязательно, азот, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше
20 атомов углерода.

Подходящим образом, упомянутые углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, включают в себя насыщенные и ненасыщенные углеводороды, содержащие
25 3 или больше атомов углерода, в том числе пропан, пропилен, бутан и бутен, а также, необязательно, насыщенные и ненасыщенные углеводороды, содержащие 5 или больше атомов углерода.

Как упомянуто выше, газовый поток, содержащий метан и этилен, который
подвергается обработке на стадии сорбции способа настоящего изобретения, может дополнительно содержать азот. Азот может присутствовать, например, в случае, если
30 газовый поток поступает из процесса ОСМ (окислительное сочетание метана), в котором в качестве окислителя используют воздух, а не чистый кислород.

В упомянутом выше варианте осуществления способа настоящего изобретения, в котором газовый поток дополнительно содержит водород, необязательно, азот, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, указанный способ включает в себя:

35 стадию сорбции, которая включает в себя контактирование газового потока, содержащего метан, этилен, водород, необязательно, азот, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, водороду, азоту и оксиду углерода, чем к диоксиду углерода, этану, этилену и углеводородам, содержащим 3 или больше
40 атомов углерода, что приводит к сорбции углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, этана, этилена, диоксида углерода и от 0 до 90% метана сорбентом, а также образованию газового потока, содержащего водород, необязательно, азот, оксид углерода и метан, при этом количество метана в упомянутом газовом потоке составляет от 10 до 100% в расчёте на количество метана в газовом потоке,
45 подвергаемом обработке на стадии сорбции; и

стадию десорбции, которая включает в себя десорбирование поглощённого диоксида углерода, этилена, этана и углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, поглощённого метана, что приводит к образованию газового потока,

содержащего диоксид углерода, этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан.

Кроме того, предпочтительно, что в упомянутом выше варианте осуществления способа настоящего изобретения, в котором газовый поток дополнительно содержит компоненты, отличные от метана и этилена, газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, содержит от 40 до 90 мол.% метана, от 0,5 до 45 мол.% этилена, от 0,01 до 3 мол.% водорода, от 0 до 80 мол.% азота, от 0,1 до 5 мол.% оксида углерода, от 5 до 25 мол.% диоксида углерода, от 0,1 до 25 мол.% этана и от 0,5 до 20 мол.% углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода. Упомянутые относительные количества приведены в расчёте на общий объём газового потока.

Сорбенты, давления, температуры и способ сорбции-десорбции (например, PSA), обсуждаемые выше, также применяются в упомянутом выше варианте осуществления способа настоящего изобретения, в котором газовый поток дополнительно содержит компоненты, отличные от метана и этилена.

Предпочтительно, что в указанном варианте осуществления способ настоящего изобретения дополнительно включает в себя стадию дистилляции, которая включает в себя проведение дистилляции газового потока, содержащего водород, необязательно, азот, оксид углерода и метан, образовавшегося в результате осуществления стадии сорбции, при этом стадия дистилляции в результате приводит к получению верхнего потока, содержащего водород, необязательно, азот и оксид углерода, и нижнего потока, содержащего метан. Предпочтительно, на упомянутой стадии дистилляции газовый поток подвергают дистилляции при давлении в диапазоне от 20 до 40 бар, предпочтительно, от 23 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -170 до -70°C, предпочтительно, от -150 до -90°C.

В случае, если в указанном варианте осуществления газовый поток, содержащий водород, необязательно, азот, оксид углерода и метан, образовавшийся в результате проведения стадии сорбции, дополнительно содержит диоксид углерода, упомянутый газовый поток можно разделять на подпоток, который возвращают на стадию сорбции, и подпоток, который отводят, вместо того, чтобы подвергать указанный газовый поток обработке на вышеупомянутой стадии дистилляции.

Кроме того, предпочтительно, что в указанном варианте осуществления способ настоящего изобретения дополнительно включает в себя стадию удаления диоксида углерода, которая включает в себя удаление диоксида углерода из газового потока, содержащего диоксид углерода, этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан, образующегося в результате проведения стадии десорбции, что приводит к получению газового потока, содержащего этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан. На указанной стадии удаления диоксида углерода его можно удалять любым известным способом, таким как обработка амином, а затем каустическим реагентом, как например, обработка в абсорбционной системе на основе водного моноэтаноламина (MEA) и водного раствора NaOH, соответственно, как уже упомянуто выше во введении данного описания.

В варианте осуществления способа настоящего изобретения, в котором стадия сорбции в результате приводит к сорбции углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, этана, этилена, диоксида углерода и части метана сорбентом, предпочтительно, дополнительный метан извлекается из газового потока, содержащего углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, этан, этилен, диоксид углерода и метан, образующегося в результате проведения стадии десорбции. Например,

в указанном варианте осуществления дополнительный метан можно извлекать из газового потока, содержащего этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и метан, образующегося в результате проведения вышеупомянутой стадии удаления диоксида углерода. В последнем случае способ настоящего изобретения, включающий в себя стадию сорбции, стадию десорбции и стадию удаления диоксида углерода, как описано выше, может дополнительно включать в себя стадию дистилляции, на которой газовый поток, образующийся в результате проведения упомянутой стадии удаления диоксида углерода, подвергают дистилляции. Указанная стадия дистилляции включает в себя дистиллирование газового потока, содержащего этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и метан, образующегося в результате проведения стадии удаления диоксида углерода, при этом упомянутая стадия дистилляции в результате приводит к получению верхнего потока, содержащего метан, и нижнего потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода. Кроме того, на упомянутой стадии дистилляции газовый поток, содержащий этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и метан, подвергают дистилляции предпочтительно при давлении в диапазоне от 20 до 40 бар, предпочтительно, от 23 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -140 до -50°C, предпочтительно, от -120 до -70°C.

Кроме того, в указанных вариантах осуществления способ настоящего изобретения может дополнительно включать в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование газового потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, образующегося в результате проведения вышеупомянутой стадии удаления диоксида углерода (в случае, если стадия сорбции в результате осуществления не приводит к сорбции метана), или дистиллирование вышеупомянутого нижнего потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, образующегося в результате проведения вышеупомянутой стадии дистилляции (в случае, если стадия сорбции в результате осуществления приводит к сорбции части метана), при этом упомянутая стадия дистилляции в результате приводит к получению верхнего потока, содержащего этилен, и нижнего потока, содержащего этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода. Предпочтительно, на упомянутой стадии дистилляции указанный газовый поток или указанный нижний поток, соответственно, подвергают дистилляции при давлении в диапазоне от 10 до 40 бар, предпочтительно, от 13 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -60 до 40°C, предпочтительно от -40 до 20°C.

В качестве альтернативы, в указанных вариантах осуществления способ настоящего изобретения может дополнительно включать в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование вышеупомянутых потоков, содержащих этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, при этом указанная стадия дистилляции в результате приводит к получению верхнего потока, содержащего этилен и этан, а также нижнего потока, содержащего углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода. Предпочтительно, на упомянутой стадии дистилляции указанный газовый поток или указанный нижний поток, соответственно, подвергают дистилляции при давлении в диапазоне от 10 до 40 бар, предпочтительно, от 13 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -60 до 40°C, предпочтительно, от -40 до 20°C. Кроме того, предпочтительно, в указанном варианте осуществления способ настоящего изобретения дополнительно включает в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование вышеупомянутого верхнего потока, содержащего этилен и этан, при этом указанная стадия дистилляции в результате приводит к получению верхнего потока, содержащего

этилен, и нижнего потока, содержащего этан. Предпочтительно, на упомянутой стадии дистилляции верхний поток подвергают дистилляции при давлении в диапазоне от 10 до 40 бар, предпочтительно, от 13 до 35 бар, и температуре в диапазоне от -60 до 40°C, предпочтительно, от -40 до 20°C.

5 Пример упомянутого варианта осуществления способа настоящего изобретения, в котором газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, дополнительно содержит компоненты, отличные от метана и этилена, а именно, водород, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, схематически показан на фигуре 2. Далее в настоящем документе сочетание
10 этилена, этана и углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, также может называться углеводородами, содержащими 2 или больше атомов углерода. На указанной фигуре 2 газовый поток 1, содержащий водород, оксид углерода, диоксид углерода, метан и углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, подают в узел 1 сорбции и десорбции, который включает в себе сорбент, обладающий более
15 низким сродством к водороду, оксиду углерода и метану, чем к диоксиду углерода и углеводородам, содержащим 2 или больше атомов углерода. Давление газового потока 1 является относительно высоким, например, в диапазоне от 5 до 15 бар, таким, что углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, диоксид углерода и от 0 до 90% метана поглощаются сорбентом. Газовый поток 2, содержащий водород, оксид
20 углерода и метан, покидает узел 1 сорбции и десорбции, указанный водород, оксид углерода и метан не поглощены сорбентом в узле 1 сорбции и десорбции, а количество указанного метана составляет от 10 до 100% в расчёте на количество метана в газовом потоке 1. Газовый поток 2 направляют в дистилляционную колонну 2.

В дистилляционной колонне 2 газовый поток 2, содержащий водород, оксид углерода
25 и метан, подвергают дистилляции в таких условиях давления и температуры, например, как условия, описанные выше, что осуществляется разделение между водородом и оксидом углерода, с одной стороны, и метаном, с другой стороны. То есть, верхний поток 3, содержащий водород и оксид углерода, и нижний поток 4, содержащий метан, покидают дистилляционную колонну 2. В случае, если газовый поток 2 дополнительно
30 содержит диоксид углерода, газовый поток 2 можно разделять на подпоток, который направляют (возвращают в цикл) в узел 1 сорбции и десорбции, и подпоток, который отводят (не показано на фигуре 2), вместо того, чтобы направлять газовый поток 2 в дистилляционную колонну 2.

По истечении некоторого периода времени подачу газового потока 1 в узел 1 сорбции
35 и десорбции прекращают и понижают давление в упомянутом узле. Например, давление в узле 1 сорбции и десорбции можно понижать до давления в диапазоне от 0,1 до 3 бар в случае, если в ходе стадии сорбции давление находится в диапазоне от 5 до 15 бар, как показано выше в виде примера. Вследствие такого понижения давления диоксид углерода, углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и, необязательно,
40 метан, которые поглощены сорбентом, десорбируются. Газовый поток 5, содержащий диоксид углерода, углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан, которые десорбированы из сорбента, покидает узел 1 сорбции и десорбции, а затем его направляют в узел 3 удаления диоксида углерода.

Сразу по завершении десорбции возобновляют подачу газового потока 1 в узел 1
45 сорбции и десорбции и повторяют вышеуказанную процедуру.

В узле 3 удаления диоксида углерода его удаляют из газового потока 5, содержащего диоксид углерода, углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан, в форме потока 6 способом, показанным выше в виде примера.

Газовый поток 7, содержащий углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан, покидает узел 3 удаления диоксида углерода.

В случае, если газовый поток 7 содержит углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и метан, указанный газовый поток направляют в дистилляционную колонну 4. В дистилляционной колонне 4 газовый поток 7, содержащий углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, и метан, подвергают дистилляции в таких условиях давления и температуры, например, как условия, описанные выше, что осуществляется разделение между метаном и углеводородами, содержащими 2 или больше атомов углерода. То есть, верхний поток 8, содержащий метан, и нижний поток 9, содержащий углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, покидают дистилляционную колонну 4.

Нижний поток 9, содержащий углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, направляют в дистилляционную колонну 5, в которой его подвергают дистилляции в таких условиях давления и температуры, например, как условия, описанные выше, что осуществляется разделение между этиленом, с одной стороны, и этаном, а также углеводородами, содержащими 3 или больше атомов углерода, с другой стороны. То есть верхний поток 11, содержащий этилен, и нижний поток 12, содержащий этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, покидают дистилляционную колонну 5.

В случае, если газовый поток 7 содержит углеводороды, содержащие 2 или больше атомов углерода, но не метан, указанный газовый поток направляют непосредственно в дистилляционную колонну 5 (не показано на фигуре 2), в которой его также подвергают дистилляции в таких условиях давления и температуры, что осуществляется разделение между этиленом, с одной стороны, и этаном, а также углеводородами, содержащими 3 или больше атомов углерода, с другой стороны, как уже описано выше.

Наконец, нижний поток 4, содержащий метан, объединяют с верхним потоком 8, содержащим метан, что приводит к образованию единого потока 10, содержащего извлечённый метан. Упомянутый поток 4, поток 8 и/или поток 10, все содержащие метан, предпочтительно можно использовать (возвращать в цикл) частично или полностью в процессе, в котором метан используют в качестве исходного вещества (для дополнительного превращения извлечённого метана), например, в вышеупомянутом процессе окислительного сочетания метана (ОСМ).

Данное изобретение дополнительно иллюстрируется следующими ниже примерами.

Примеры и сравнительный пример

В примерах, поясняющих изобретение, установку, показанную на фиг. 1, используют для извлечения метана из газового потока, содержащего метан и этилен, при этом упомянутая установка содержит узел 1 сорбции и десорбции, а также дистилляционную колонну 2, как изложено в описании, предшествующем данным примерам, за исключением одного варианта (вариант «PSA100»), в котором не используют дистилляционную колонну 2, а используют только узел 1 сорбции и десорбции.

В сравнительном примере, в котором демонстрируется вариант способа предшествующего уровня техники, для извлечения метана из газового потока, содержащего метан и этилен, используют только упомянутую дистилляционную колонну 2 (и не используют узел 1 сорбции и десорбции), как показано на фиг. 1.

В примерах газовый поток 1, содержащий 84,4 масс. % метана и 15,6 масс. % этилена, подают при температуре 43°C и давлении 9,8 бар в узел 1 сорбции и десорбции, который включает в себе сорбент, обладающий более низким сродством к метану, чем к этилену. Этилен и часть метана (в вариантах «PSA60», «PSA75» и «PSA90») или без метана (в

варианте «PSA100») поглощаются сорбентом из газового потока 1. Газовый поток 2, содержащий 99,9+ масс.% метана, который представляет собой тот метан, который не был поглощен сорбентом в узле 1 сорбции и десорбции, покидает узел 1 сорбции и десорбции.

- 5 Доля метана в процентах, который покидает узел 1 сорбции и десорбции в виде газового потока 2 (метан, который не был сорбирован), называется «степенью отторжения метана» и приводится в расчёте на количество метана, подаваемого в узел 1 сорбции и десорбции в виде газового потока 1, и составляет 60, 75, 90 или 100%, соответственно, в вариантах «PSA60», «PSA75», «PSA90» и «PSA100», соответственно.
- 10 Газовый поток 2 получают при той же температуре и давлении, при которых газовый поток 1 подают в узел 1 сорбции и десорбции, то есть, 43°C и 9,8 бар, соответственно.

По истечении некоторого периода времени подачу газового потока 1 в узел 1 сорбции и десорбции прекращают и понижают давление в указанном узле от 9,8 бар до 1 бар, обуславливая таким образом осуществление стадии десорбции способа настоящего изобретения. Поглощённые компоненты (этилен и 40, 25, 10 или 0% метана из газового потока 1) затем десорбируются из сорбента и покидают узел 1 сорбции и десорбции в виде газового потока 3 при температуре 23°C и давлении 1 бар. Во всех случаях газовый поток 3 предпочтительно обогащён этиленом по сравнению с газовым потоком 1. В

15 таблице 1 ниже приведён состав газового потока 3 для всех вариантов примеров.

20 Таблица 1

		Метан (масс.%)	Этилен (масс.%)
	Газовый поток 1	84,4	15,6
Газовый поток 3	Отторжение метана		
25 PSA60	60%	68,4	31,6
PSA75	75%	57,5	42,5
PSA90	90%	35,1	64,9
PSA100	100%	0,0	100,0

Затем газовый поток 3 снова сжимают до 9,8 бар в первом компрессоре, дополнительно сжимают до 32,9 бар во втором компрессоре и в конечном итоге

30 охлаждают до -84°C перед тем, как он поступает в дистилляционную колонну 2, которая представляет собой колонну с 36 теоретическими тарелками. В дистилляционной колонне 2 отделяются следующие 2 потока: верхний поток, содержащий 99,9+ масс.% метана при (верхней) температуре -98°C и давлении 31,1 бар (верхний поток 4), и нижний поток, содержащий 99,8+ масс.% этилена при температуре -5°C и давлении 31,3 бар (нижний

35 поток 5).

Ниже в таблице указаны флегмовые числа и отношения дистиллята к сырью, необходимые для достижения вышеупомянутого разделения для вариантов «PSA60», «PSA75» и «PSA90». Под упомянутым «флегмовым числом» подразумевается молярное отношение в форме молярного расхода «потока флегмы», являющегося той частью

40 потока, которая покидает конденсатор в верхней части дистилляционной колонны и направляется обратно в указанную колонну, делённого на молярный расход потока «дистиллята», являющегося той частью потока, которая покидает конденсатор в верхней части дистилляционной колонны и не направляется обратно в указанную колонну. Под упомянутым «отношением дистиллята к сырью» подразумевается молярное отношение

45 в форме молярного расхода потока указанного «дистиллята», делённого на молярный расход потока сырья, подаваемого в указанную колонну («сырьё»), который в данном случае представляет собой газовый поток 3, имеющий состав, приведённый выше в таблице 1.

Таблица 2

	Флегмовое число	Отношение дистиллята к сырью
PSA60	0,75	0,76
PSA75	0,81	0,67
PSA90	1,11	0,46

Наконец, указанный верхний поток 4, содержащий метан, объединяют с газовым потоком 2, содержащим метан, что в результате приводит к образованию единого потока 6, содержащего извлечённый метан.

Как уже упомянуто выше, в варианте «PSA100» («отторжение метана», равное 100%), имеющемся в примерах, не используют дистилляционную колонну 2, а используют только узел 1 сорбции и десорбции, поскольку газовый поток 3 выгодным образом не содержит метана и не требует никакой дополнительной обработки. С учётом вышесказанного, в данном варианте конечные потоки этилена и метана представляет собой газовые потоки 3 и 2, соответственно.

Как уже упомянуто выше, для извлечения метана из газового потока, содержащего метан и этилен, в сравнительном примере («базовый вариант») используют только дистилляционную колонну 2 (и не используют узел 1 сорбции и десорбции), как показано на фиг. 1. Указанный газовый поток является тем же, что и газовый поток 1, а именно, газовым потоком, содержащим 84,4 масс.% метана и 15,6 масс.% этилена. Далее целесообразна ссылка на приведённое выше обсуждение характеристик и рабочих условий дистилляционной колонны 2, которые также применяются в указанном сравнительном примере. В связи с дистилляционной колонной 2, используемой в указанном базовом варианте, флегмовое число и отношение дистиллята к сырью составляют 0,85 и 0,89, соответственно.

Ниже в таблице 3 приведено количество энергии сжатия и охлаждения, необходимое для извлечения метана из газового потока, содержащего метан и этилен, для всех обсуждаемых выше вариантов, а именно, как для сравнительного «базового варианта» (сравнительный пример), так и вариантов изобретения, которые представляют собой варианты «PSA60», «PSA75», «PSA90» и «PSA100» (примеры). Упомянутое количество энергии выражено в киловатт-часах («кВт·ч»; 1 кВт·ч = 3,6 мегаджоуль) на килограмм (кг) этилена.

Таблица 3

Вариант	Конфигурация	кВт·ч/кг этилена
Базовый вариант	только дистилляция (сравнительный)	1,77
PSA60	PSA + дистилляция	1,34
PSA75	PSA + дистилляция	1,14
PSA90	PSA + дистилляция	0,91
PSA100	только PSA	0,34

Из результатов таблицы 3, приведённой выше, неожиданно оказывается, что количество энергии, необходимой для извлечения метана из газового потока, содержащего метан и этилен, выгодным образом является наименьшим в случае, если осуществляют способ настоящего изобретения. То есть во всех вариантах, «PSA60», «PSA75», «PSA90» и «PSA100», которые демонстрируют в виде примеров способ сорбции и десорбции настоящего изобретения, количество энергии, необходимой для извлечения указанного метана, выгодным образом меньше количества энергии, необходимой для осуществления того же самого в «базовом варианте», при этом в последнем варианте такой процесс сорбции и десорбции не используют, а осуществляют только стадию

дистилляции.

Таким образом, неожиданно, указанный положительный эффект разницы в энергии, полученный при осуществлении способа сорбции и десорбции настоящего изобретения, по сравнению со способом предшествующего уровня техники, в котором осуществляют
5 только стадию дистилляции, достигается даже в вариантах, в которых для извлечения дополнительного метана из газового потока 3 за упомянутым процессом сорбции и десорбции следует стадия дистилляции, как в вариантах «PSA60», «PSA75» и «PSA90».

(57) Формула изобретения

10 1. Способ извлечения метана из потока газа, содержащего метан и этилен, включающий в себя:

стадию сорбции, которая включает контактирование газового потока, содержащего метан и этилен, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, чем к этилену, что в результате приводит к сорбции этилена и от 0 до 90% метана сорбентом
15 и образованию газового потока, содержащего метан в количестве от 10 до 100% в расчёте на количество метана в газовом потоке, подвергаемом обработке на стадии сорбции, причем указанная стадия сорбции в результате приводит к сорбции этилена и части метана сорбентом;

стадию десорбции, которая включает десорбирование поглощённого этилена и
20 поглощённого метана, что в результате приводит к образованию газового потока, содержащего этилен и метан, происходящего со стадии десорбции; и

стадию дистилляции, которая включает дистиллирование газового потока, содержащего этилен и метан, происходящего со стадии десорбции, при этом упомянутая
25 стадия дистилляции в результате приводит к образованию верхнего потока, содержащего метан, и нижнего потока, содержащего этилен.

2. Способ по п.1, в котором газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, содержит от 50 до 99 мол.% метана и от 1 до 50 мол.% этилена.

3. Способ по п.1 или 2, в котором десорбцию на стадии десорбции осуществляют путём понижения давления.

4. Способ по п. 3, в котором давление на стадии сорбции находится в диапазоне от
30 5 до 15 бар, предпочтительно от 7 до 13 бар, а давление на стадии десорбции находится в диапазоне от 0,1 до 3 бар, предпочтительно от 0,5 до 2 бар.

5. Способ по любому из пп. 1-3, в котором газовый поток, содержащий метан и этилен, подвергаемый обработке на стадии сорбции, дополнительно содержит водород,
35 необязательно азот, оксид углерода, диоксид углерода, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, при этом указанный способ включает в себя:

стадию сорбции, которая включает контактирование газового потока, содержащего метан, этилен, водород, необязательно азот, оксид углерода, диоксид углерода, этан и
40 углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, с сорбентом, который обладает меньшим сродством к метану, водороду, азоту и оксиду углерода, чем к диоксиду углерода, этану, этилену и углеводородам, содержащим 3 или больше атомов углерода, что в результате приводит к сорбции углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, этана, этилена, диоксида углерода и от 0 до 90% метана
45 сорбентом и образованию газового потока, содержащего водород, необязательно азот, оксид углерода и метан, при этом количество метана в упомянутом газовом потоке составляет от 10 до 100% в расчёте на количество метана в газовом потоке, подвергаемом обработке на стадии сорбции; и

стадию десорбции, которая включает десорбирование поглощённого диоксида углерода, этилена, этана и углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, поглощённого метана, что в результате приводит к образованию газового потока, содержащего диоксид углерода, этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан.

6. Способ по п.5, в котором газовый поток, подвергаемый обработке на стадии сорбции, содержит от 40 до 90 мол.% метана, от 0,5 до 45 мол.% этилена, от 0,01 до 3 мол.% водорода, от 0 до 80 мол.% азота, от 0,1 до 5 мол.% оксида углерода, от 5 до 25 мол.% диоксида углерода, от 0,1 до 25 мол.% этана и от 0,5 до 20 мол.% углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода.

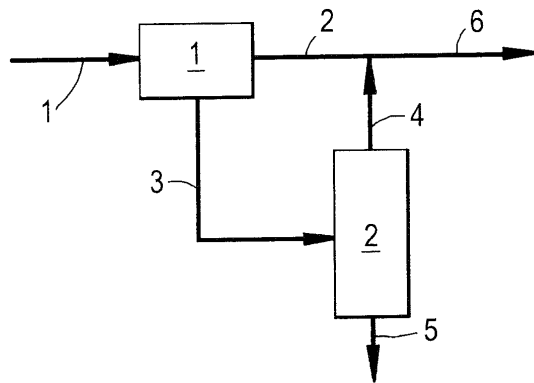
7. Способ по п.5 или 6, дополнительно включающий в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование газового потока, содержащего водород, необязательно азот, оксид углерода и метан, поступающего со стадии сорбции, при этом упомянутая стадия дистилляции в результате приводит к образованию верхнего потока, содержащего водород, необязательно азот и оксид углерода, а также нижнего потока, содержащего метан.

8. Способ по любому из пп.5-7, дополнительно включающий в себя стадию удаления диоксида углерода, которая включает удаление диоксида углерода из газового потока, содержащего диоксид углерода, этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан, поступающего со стадии десорбции, что в результате приводит к образованию газового потока, содержащего этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и, необязательно, метан.

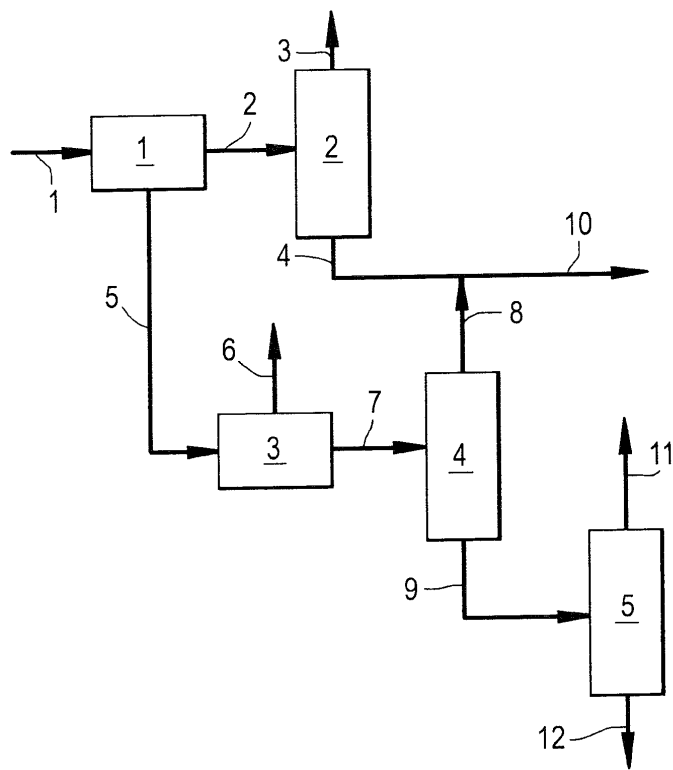
9. Способ по п.8, в котором стадия сорбции в результате приводит к сорбции углеводородов, содержащих 3 или больше атомов углерода, этана, этилена, диоксида углерода и части метана сорбентом, при этом указанный способ дополнительно включает в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование газового потока, содержащего этилен, этан, углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, и метан, поступающего со стадии удаления диоксида углерода, причём упомянутая стадия дистилляции в результате приводит к образованию верхнего потока, содержащего метан, и нижнего потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода.

10. Способ по п.8 или 9, дополнительно включающий в себя стадию дистилляции, которая включает дистиллирование газового потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, образующегося в результате осуществления стадии удаления диоксида углерода способа по п. 8, или дистиллирование нижнего потока, содержащего этилен, этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода, образующегося в результате осуществления стадии дистилляции способа по п. 9, причём упомянутая стадия дистилляции в результате приводит к образованию верхнего потока, содержащего этилен, и нижнего потока, содержащего этан и углеводороды, содержащие 3 или больше атомов углерода.

1/1



Фиг.1



Фиг.2