

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044550**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.31**

(51) Int. Cl. *F25J 3/02* (2006.01)  
*C10G 70/04* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202092209**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.04.05**

**(54) СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОЙ СМЕСИ**

(31) **18166169.5**

(56) EP-A1-0683146  
EP-A2-1215459  
EP-A1-3136028  
US-A-4157905  
US-A-5253479

(32) **2018.04.06**

(33) **EP**

(43) **2020.12.24**

(86) **PCT/EP2019/058722**

(87) **WO 2019/193190 2019.10.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЛИНДЕ ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Туат Фам Дук, Курц Бенедикт (DE)**

(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Изобретение относится к способу разделения смеси (К) компонентов, которая содержит водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода, и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, в котором, при деэтанзации, по меньшей мере часть смеси (К) компонентов подвергают первой частичной конденсации посредством охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить первую газовую фракцию (G1) и первую жидкую фракцию (C1), по меньшей мере часть первой газовой фракции (G1) подвергают второй частичной конденсации посредством охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить вторую газовую фракцию (G4) и вторую жидкую фракцию (C2), и по меньшей мере часть первой жидкой фракции (C1) и по меньшей мере часть второй жидкой фракции (C2) подвергают ректификации, чтобы получить третью газовую фракцию (G3) и третью жидкую фракцию (C3+). Первую жидкую фракцию (C1) или ее часть, подвергаемую ректификации, и вторую жидкую фракцию (C2) или ее часть, подвергаемую ректификации, расширяют до второго уровня давления перед ректификацией, и ректификацию выполняют при втором уровне давления, причем первый уровень давления составляет от 2,5 до 3,5 МПа (от 25 до 35 бар), а второй уровень давления составляет от 1,4 до 1,7 МПа (от 14 до 17 бар). Верхний поток газа, образованный при ректификации, охлаждают до температуры от -25 до -35°C и частично конденсируют, при этом конденсированную часть верхнего потока газа используют, частично или полностью, в качестве флегмы при ректификации, а несконденсированную часть верхнего потока газа поставляют, частично или полностью, в качестве третьей газовой фракции (G3). Изобретение также обеспечивает соответствующую установку (100, 200).

**B1****044550****044550****B1**

Изобретение относится к способу и установке для разделения смеси компонентов согласно ограничительной части независимых пунктов формулы изобретения.

#### Уровень техники

Способы и устройства для парового крекинга углеводородов известны и описаны, например, в статье "Ethylene" в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, доступной в интернете с 15 апреля 2007, DOI 10.1002/14356007.a10\_045.pub2.

Посредством парового крекинга, но также и с использованием других способов и устройств получают углеводородные смеси. Их необходимо разделять, по меньшей мере частично, на отдельные компоненты, присутствующие в каждом случае. Это можно выполнять посредством последовательности операций разделения различных видов. Соответствующие последовательности операций разделения включают, после предварительного удаления воды, тяжелых компонентов и кислых газов, деметанизаторы, деэтанализаторы и депропанализаторы (см., в особенности, раздел 5.3.2.2 "Hydrocarbon Fractionation Section" в статье указанной Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry). В этой связи последовательность операций деметанизации, деэтанализации и депропанализации можно изменять.

Способ и устройство для разделения соответствующей газовой смеси, где образуют первую фракцию, включающую преимущественно или исключительно метан и водород (фракция C1 минус), фракцию, содержащую преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие два атома углерода (фракция C2) и фракцию, содержащую преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие три или более атомов углерода (фракция C3 плюс), проиллюстрированы на фиг. 1 и пояснены ниже со ссылкой на указанный чертеж. В этом случае, за деэтанализатором следует деметанизатор, при использовании ректификационных колонн для обеих технологических стадий. Термины деметанизация и деэтанализация являются общепринятыми в данной области техники, и специалист знаком с оборудованием, используемым для деметанизации и деэтанализации.

Преимуществами этого способа или этой установки являются простой режим работы и высокая энергетическая эффективность. Напротив, недостатками являются сложность деэтанализации с дополнительным C3 абсорбером и сложность деметанизации с промежуточным холодильником и верхним конденсатором, расположенным над колонной деметанизации. Последний приводит к повышенной сложности контрольно-измерительного оборудования и повышенным расходам на обеспечение безопасности. Способ, в котором используют такой C3 абсорбер, также известен из EP 0 683 146 A1.

Согласно фиг. 2, в US 5253479 A раскрыт способ, в котором смесь газообразных компонентов подвергают первому охлаждению при 3,6 МПа (36 бар). Первое охлаждение осуществляют до температуры от -30 до -40°C. После первого охлаждения происходит первая фаза разделения в первом сосуде. Газовую фазу из первого сосуда подвергают второму охлаждению, а именно, до -45°C. За указанным вторым охлаждением следует вторая фаза разделения во втором сосуде. Жидкие фазы из первого и второго сосудов подают в колонну, работающую при 3,0 МПа (30 бар). В способе, раскрытом в EP 1215459 A2, используют, по меньшей мере, сравнимые значения давления.

Поэтому задачей, решаемой изобретением, является обеспечение улучшенных средств разделения соответствующих газовых смесей.

#### Краткое описание изобретения

Исходя из этого уровня техники, в изобретении предложены способ и установка для разделения смеси компонентов, имеющие соответствующие признаки, изложенные в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты воплощения изложены в зависимых пунктах и нижеследующем описании.

Перед пояснением признаков и преимуществ изобретения разъяснены его основные положения и используемые термины.

Изобретение используют для разделения смесей компонентов, содержащих преимущественно или исключительно водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода (этан, этилен и, возможно, ацетилен, если он еще не был преобразован при предшествующем гидрировании), и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода (пропан, пропилен, возможно, метилацетилен и более тяжелые углеводороды, в частности, имеющие четыре, пять, шесть или более атомов углерода).

В контексте изобретения соответствующие смеси компонентов в основном образуют с использованием способа парового крекинга. В ходе парового крекинга получают так называемый сырой газ или крекинг-газ, который также включает дополнительные компоненты, помимо уже упомянутых компонентов. Их, в особенности, воду, кислые газы, такие как диоксид углерода и сероводород, и бензинообразные и маслообразные компоненты можно отделять выше по потоку от способа, предложенного в соответствии с изобретением, или соответствующей установки. Выше по потоку от способа, предложенного в соответствии с изобретением, или соответствующей установки можно также выполнять другие технологические стадии, в особенности, гидрирование ацетиленов (называемое "первоначальное гидрирование"). Смесь компонентов, обрабатываемая в контексте изобретения, находится в сжатом состоянии и обычно при температуре окружающей среды.

В этой области знаний для фракций, которые образуют из смесей компонентов, отмеченных в соответствующих процессах, специалисты используют аббревиатуры, которые определяют количество ато-

мов углерода для углеводородов, присутствующих преимущественно или исключительно в каждом случае. Таким образом, "фракция С1" представляет собой фракцию, содержащую преимущественно или исключительно метан (но обычно, в некоторых случаях, также и водород, и тогда ее также называют "фракция С1 минус"). В свою очередь, "фракция С2" представляет собой фракцию, содержащую преимущественно или исключительно этан, этилен и/или ацетилен. "Фракция С3" представляет собой фракцию, содержащую преимущественно пропан, пропилен, метилацетилен и/или пропadiен. То же самое соответственно применимо к "фракции С4" и высшим фракциям. Многочисленные фракции можно также объединять в зависимости от процесса и/или назначения. Например, "фракция С2 плюс" содержит преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие два или более атома углерода, а "фракция С2 минус" содержит преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие один или два углерода и, возможно, водород.

В используемой в этом документе терминологии смеси компонентов могут быть богаты или бедны одним или более компонентами, где "богатый" может означать содержание по меньшей мере 90%, 95%, 99%, 99,5%, 99,9%, 99,99% или 99,999%, а "бедный" может означать содержание не более 10%, 5%, 1%, 0,1%, 0,01% или 0,001% в молярных, массовых или объемных процентах. В используемой в этом документе терминологии смеси компонентов могут также быть обогащены или обеднены одним или более компонентами, где эти термины относятся к соответствующему содержанию в другой смеси компонентов (исходной смеси), из которой была получена обогащенная/обедненная смесь компонентов. Смесь компонентов является "обогащенной", когда она содержит не менее 1,1; 1,5; 2; 5; 10; 100 или 1000 от содержания соответствующего компонента, исходя из исходной смеси, а "обедненной", когда она содержит не более 0,9; 0,5; 0,1; 0,01 или 0,001 от содержания соответствующего компонента, исходя из исходной смеси. Если указано, что смесь компонентов содержит "в основном" или "по меньшей мере преимущественно" один или более компонентов, это конкретно означает, что смесь компонентов по меньшей мере богата одним или более компонентами в вышеуказанном смысле или включает исключительно эти один или более компонентов.

Смесь компонентов "получают" или "образуют" из исходной смеси, когда она включает, по меньшей мере, некоторые компоненты, присутствующие в исходной смеси или полученные из нее. Смесь компонентов, полученную или образованную таким путем, можно получить или образовать из исходной смеси посредством отделения или ответвления частичного потока одного или более компонентов, обогащенных или обедненных в отношении одного или более компонентов, химического или физического преобразования одного или более компонентов, нагревания, охлаждения, повышения давления и т.п.

Для характеристики давления и температур в заявке используют термины "уровень давления" и "уровень температуры", которые предназначены для того, чтобы отразить тот факт, что соответствующие давление и температуры в соответствующей установке не следует использовать в качестве точных значений давления и температуры, чтобы осуществить концепцию изобретения. Однако такие давление и температуры обычно изменяются в пределах конкретных диапазонов, например,  $\pm 1\%$ , 5% или 10%, относительно среднего значения. Здесь возможно, что соответствующие уровни давления и уровни температуры лежат в перекрывающихся диапазонах или в перекрывающихся диапазонах. В частности, уровни давления охватывают, например, падения давления, которые неизбежны или являются ожидаемыми, например, за счет эффектов охлаждения. Это также справедливо для уровней температуры. Уровни давления, указанные в этом документе в МПа (бар), относятся к абсолютному давлению.

"Теплообменник" служит для не прямой передачи тепла между по меньшей мере двумя потоками, направляемыми, например, в противотоке друг к другу, например, более теплый газообразный сжатый поток и один или более одного более холодных жидких потоков. Теплообменник может быть образован из единственной теплообменной секции или множества соединенных параллельно и/или последовательно теплообменных секций, например, из одного или более блоков пластинчатых теплообменников. Теплообменник имеет "проходы", образованные в виде отдельных каналов для текучей среды с теплообменными поверхностями.

В терминологии, используемой в данном документе, "ректификационная колонна" представляет собой блок разделения, установленный для, по меньшей мере, частичного фракционирования смеси веществ (текучей среды), предоставленной в газообразной или жидкой форме или в форме двухфазной смеси, имеющей жидкие и газообразные компоненты, возможно даже в сверхкритическом состоянии, т.е. для получения чистых веществ или смесей веществ, в каждом случае, из смеси веществ, которые обогащены/обеднены или богаты/бедны в отношении по меньшей мере одного компонента по сравнению со смесью веществ, в смысле, указанном выше. Ректификационные колонны достаточно известны в области технологий разделения. Ректификационные колонны обычно имеют форму цилиндрических металлических сосудов, снабженных внутрикорпусными устройствами, например, ситчатыми тарелками или упорядоченными или неупорядоченными насадками. Одной характеристикой ректификационной колонны является то, что в нижней ее области, также называемой дном, отделяют жидкую фракцию. Эту жидкую фракцию, которую в этом документе называют кубовой жидкостью, нагревают в ректификационной колонне посредством ребойлера, так что часть кубовой жидкости непрерывно испаряется и поднимается в газообразной форме в ректификационной колонне. Ректификационная колонна также снабжена так назы-

ваемым верхним конденсатором, в который подают по меньшей мере часть газовой смеси, которая накапливается в верхней части ректификационной колонны, или соответствующий чистый газ, называемый в этом документе верхним газом, частично сжижают его, чтобы получить конденсат и применить в качестве возвратного потока жидкости сверху ректификационной колонны. Часть конденсата, полученного из верхнего газа, можно использовать несколько другим путем.

"Отпарная колонна" отличается от ректификационной колонны по существу отсутствием верхнего конденсатора и тем, что для разделения не используют возвратный поток, образованный верхним газом. Однако для жидкостей, которые дают определенный возвратный поток или посредством которых жидкая фракция проходит вниз в отпарной колонне в обмене с газовой фазой, может быть обеспечена подача в отпарную колонну на различных высотах. Однако отпарная колонна, используемая в изобретении, представляет собой устройство, работающее без внутреннего конденсата верхнего газа.

В отношении конструкции и конкретной конфигурации ректификационных колонн и других разделительных колонн, сделана ссылка на подходящие учебные пособия (см., например, Sattler, K: *Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate* [Процессы термического разделения: основные принципы, конструкции и аппараты], 3rd edition 2001, Weinheim; Wiley-VCH).

### **Преимущества изобретения**

В общем, в изобретении предложен способ разделения смеси компонентов, содержащей водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода, и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода. Способ включает дезэтаннизацию и деметанизацию, при этом деметанизация следует за дезэтаннизацией. В способе, как известно в этом отношении, сначала, при дезэтаннизации, отделяют по меньшей мере 95%, 96%, 97%, 98% или 99% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода от по меньшей мере части смеси компонентов или газовой смеси, а затем, при деметанизации, отделяют по меньшей мере 95%, 96%, 97%, 98% или 99% метана и водорода от оставшегося остатка. Чтобы избежать недопонимания, следует подчеркнуть, что под "оставшимся остатком" дезэтаннизации понимают фракцию, состоящую преимущественно или исключительно из углеводородов с двумя атомами углерода, метана и водорода. Изобретение, таким образом, относится к способу, где дезэтаннизатор используют первым, или к способу, начинающемуся с дезэтаннизатора, как в принципе известно в технике.

В контексте изобретения по меньшей мере часть смеси компонентов подвергают здесь первой частичной конденсации посредством охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить первую газовую фракцию и первую жидкую фракцию. Первую газовую фракцию и первую жидкую фракцию в этом изобретении образуют только посредством конденсационных средств в ходе частичной конденсации. "Только конденсационное" образование более конкретно понимают как то, что при образовании первой газовой фракции и первой жидкой фракции не используют никаких возвратных потоков, т.е. никакой поглощающей жидкости для извлечения конкретных компонентов. Таким образом, общее количество первой газовой фракции, образованной за конкретный период времени, и первой жидкой фракции, образованной за тот же период времени, соответствует, в контексте изобретения, количеству смеси компонентов, которую используют для образования первой газовой фракции и первой жидкой фракции. Таким образом, в этом аспекте способ согласно изобретению отличается от способов дезэтаннизации согласно предшествующему уровню техники, где используют "С3 абсорберы". В С3 абсорбере подобным образом образуют первую газовую фракцию и первую жидкую фракцию, но с подачей возвратного потока, чтобы извлечь углеводороды, имеющие три атома углерода, которые не полностью конденсировались из газовой фазы.

Смесь компонентов, которую подвергли охлаждению от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, в основном включает от 32 до 36 мол.% водорода, от 5 до 8 мол.% метана, вплоть до 57 мол.% углеводородов, имеющих два атома углерода, и вплоть до 4 мол.% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода. Таким образом, изобретение особенно подходит для таких газовых смесей, которые поступают из процессов парового крекинга газообразного сырья. Газообразное сырье включает преимущественно или исключительно этан или этан и пропан. Первая газовая фракция, образованная при первой частичной конденсации, в частности включает от 43 до 47 мол.% водорода, от 7 до 9 мол.% метана, от 42 до 45 мол.% углеводородов, имеющих два атома углерода, и от 0,5 до 0,7 мол.% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода. Первая жидкая фракция, образованная при первой частичной конденсации, в частности включает от 1 до 2 мол.% водорода, от 2 до 3 мол.% метана, от 82 до 85 мол.% углеводородов, имеющих два атома углерода, и от 10 до 13 мол.% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода. Другими словами, первая газовая фракция все еще содержит значительное количество углеводородов, имеющих три или более атомов углерода, которые подлежат извлечению. В контексте изобретения это осуществляют, как описано ниже.

В контексте изобретения по меньшей мере часть первой газовой фракции подвергают второй частичной конденсации посредством охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить вторую газовую фракцию и вторую жидкую фракцию. В связи со второй частичной конденсацией, углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, которые до этого присутствовали в первой газовой фракции, отделяют до возможного остаточного

содержания. Вторая газовая фракция, образованная при второй частичной конденсации, в частности включает от 59 до 62 мол.% водорода, от 9 до 11 мол.% метана, от 29 до 31 мол.% углеводородов, имеющих два атома углерода, и от 0,6 до 0,9 мол.% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода. Вторая жидкая фракция, образованная при второй частичной конденсации, в частности включает от 1,5 до 2 мол.% водорода, от 3 до 4 мол.% метана, от 89 до 92 мол.% углеводородов, имеющих два атома углерода, и от 2 до 3 мол.% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода. Образование второй газовой фракции и второй жидкой фракции также выполняют только с помощью конденсации, т.е. без применения абсорберов, как пояснено выше.

Операции в контексте изобретения дополнительно включают то, что по меньшей мере часть первой жидкой фракции и по меньшей мере часть второй жидкой фракции подвергают ректификации, чтобы получить третью газовую фракцию и третью жидкую фракцию. Для этой ректификации возможно использовать ректификационную колонну, на которую ссылаются в данном документе далее, и в особенности также при описании чертежей, как на колонну деэтанализации. В данном случае эти термины являются синонимами. В нижней части соответствующей ректификационной колонны в основном отделяют углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, так что верхний газ из ректификационной колонны, которую используют для образования третьей газовой фракции, по существу не содержит таких компонентов.

В контексте изобретения вторую газовую фракцию (после второй частичной конденсации от второго до третьего уровня температуры), а также третью газовую фракцию (из ректификации) образуют таким образом, что они включают более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% водорода, метана и углеводородов, имеющих два атома углерода. С другой стороны, третью жидкую фракцию образуют, в контексте изобретения, так, что она включает более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода.

При использовании традиционных стадий деэтанализации также образуют две газовые фракции, но здесь их отводят, как также проиллюстрировано в связи с фиг. 1, из верха С3 абсорбера и из верха колонны деэтанализации. В контексте изобретения С3 абсорбер не требуется, и поэтому способ согласно изобретению можно проводить со значительно меньшими сложностями. В контексте изобретения С3 абсорбер заменен первой частичной конденсацией в сочетании со второй частичной конденсацией газовой фракции, образованной при охлаждении от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, где вторую жидкую фракцию, образованную посредством второй частичной конденсации (а не поток вещества, образованный в С3 абсорбере, как проиллюстрировано на фиг. 1), направляют в ректификационную колонну, где ее разделяют с получением третьей газовой фракции и третьей жидкой фракции. Способ по изобретению можно осуществлять без каких-либо значительных изменений технологических стадий ниже по потоку от деэтанализации, поскольку теплообменники, охлаждающие агенты и т.д., которые используют для первой и второй частичной конденсации, уже присутствуют в соответствующем способе или в соответствующей установке, и поэтому их можно продолжать использовать.

Согласно изобретению, первую жидкую фракцию или ее часть, подвергаемую ректификации, и вторую жидкую фракцию или ее часть, подвергаемую ректификации, перед ректификацией расширяют от первого уровня давления до второго уровня давления, и ректификацию осуществляют при втором уровне давления, причем первый уровень давления составляет от 2,5 до 3,5 МПа (от 25 до 35 бар), а второй уровень давления составляет от 1,4 МПа до 1,7 МПа (от 14 до 17 бар). Поэтому в изобретении при ректификации используют относительно низкое давление по сравнению со стадиями конденсации.

Из-за более низкого давления, используемого при ректификации для деэтанализации в пределах объема защиты изобретения, мощность конденсации, требуемая для конденсации верхнего потока газа гораздо ниже, чем при более высоком давлении. Поэтому можно работать с присоединенным сверху конденсатором в пределах объема защиты изобретения. Не требуется сосуда для флегмы снаружи колонны, используемой для ректификации, и насоса для обеспечения флегмы для ректификации. Кроме того, при более низком давлении значительно снижается засорение отложениями в сборнике и в бойлере используемой колонны.

Изобретение также предоставляет возможность обеспечивать флегму ректификации с использованием только С3 охлаждения. Поэтому, согласно изобретению, верхний поток газа, образованный в процессе охлаждения, охлаждают (только) до температуры от -25 до -35°C и частично конденсируют, при этом конденсированную часть верхнего потока газа используют частично или полностью в качестве флегмы ректификации, а неконденсированную часть верхнего потока газа предоставляют, частично или полностью в качестве третьей газовой фракции.

Конденсированную часть верхнего потока газа преимущественно возвращают в ректификационную колонну, используемую для ректификации, без использования насоса для флегмы и/или внешнего сосуда для флегмы, и верхний конденсатор преимущественно размещен сверху колонны. Это означает, в частности, что флегму подают в колонну в форме конденсированной фракции, или соответствующим образом используемой ее части, без использования комплекта трубок, проходящих наружу колонны.

В способе согласно изобретению первый уровень давления предпочтительно составляет от 2,5 до 3,5 МПа абс. (от 25 до 35 бар абс.), более предпочтительно от 2,8 до 3,0 МПа абс. (от 28 до 30 бар абс.),

например, примерно 2,9 МПа абс. (29 бар абс.). В контексте изобретения второй уровень давления может предпочтительно составлять от 1,2 до 1,6 МПа абс. (от 12 до 16 бар абс.), например, примерно 1,4 МПа абс. (14 бар абс.).

В способе согласно изобретению первый уровень температуры составляет предпочтительно от 0 до 50°C, более предпочтительно от 10 до 30°C, например, примерно 20°C, т.е. по существу представляет собой температуру окружающей среды. В контексте изобретения второй уровень температуры может составлять предпочтительно от -30 до -40°C, более предпочтительно от -33 до -37°C, например, примерно -35°C. Соответствующее охлаждение до второго уровня температуры можно предпочтительно выполнять с использованием подходящего С3 (пропилен) охлаждающего агента в соответствующем теплообменнике. В контексте изобретения охлаждение до второго уровня температуры можно выполнять посредством дополнительного использования потоков вещества или смесей компонентов в способе или в процессах ниже по потоку, например, смеси компонентов, преимущественно или исключительно содержащей водород и метан, образованной в способе (которая описана далее как фракция, содержащая более 95% водорода и метана из дополнительного разделительного устройства), и фракции, образованной на стадии разделения ниже по потоку (разделительная колонна С2), содержащей преимущественно или исключительно этан.

В контексте изобретения третий уровень температуры может составлять предпочтительно от -50 до -60°C, более предпочтительно от -52 до -56°C, например, примерно -54°C. Соответствующее охлаждение до третьего уровня температуры можно предпочтительно выполнять с использованием подходящего С2 (этилен) охлаждающего агента "высокого давления" в соответствующем теплообменнике. Соответствующий охлаждающий агент предпочтительно находится на уровне давления 0,8 до 0,9 МПа абс. (от 8 до 9 бар абс.). В контексте изобретения охлаждение до третьего уровня температуры можно подобным образом выполнять с помощью дополнительного использования потоков вещества или смесей компонентов в способе или в процессах ниже по потоку, например, смеси компонентов, образованной в способе, преимущественно или исключительно содержащей водород и метан, и фракции, образованной на стадии разделения ниже по потоку (разделительная колонна С2), содержащей преимущественно или исключительно этан. Кроме того, для охлаждения до третьего уровня температуры также возможно использовать смесь компонентов, которую образуют в способе и затем направляют на стадию разделения ниже по потоку (деметанизация), включающую преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие два атома углерода. Охлаждение до третьего уровня температуры предпочтительно также выполняют в противотоке к уже упомянутой жидкой фракции, образованной при второй частичной конденсации.

В контексте изобретения третью газовую фракцию образуют при ректификации, благодаря операциям согласно изобретению, предпочтительно при уровне температуры от -25 до -35°C, более предпочтительно от -28 до -32°C, например, примерно -30°C. Эти температуры представляют собой температуры, используемые для конденсации верхнего потока газа соответствующей колонны. Как отмечено, это можно предпочтительно выполнять в связи конденсацией верхнего газа с помощью подходящего С3 (пропилен) охлаждающего агента. Другими словами, в контексте изобретения ректификационную колонну, которую охлаждают с помощью верхнего конденсатора, который эксплуатируют с пропиленовым охлаждающим агентом, предпочтительно используют для ректификации. В контексте изобретения третью жидкую фракцию образуют в ректификационной колонне преимущественно при уровне температуры от 65 до 75°C, более предпочтительно от 68 до 72°C, например, примерно 70°C. Этого можно предпочтительно достичь, например, посредством использования ребойлера, эксплуатируемого с водяным паром низкого давления.

В контексте изобретения вторую газовую фракцию и третью газовую фракцию, которые уже по существу были освобождены от углеводородов, имеющих три или более атомов углерода, на технологических стадиях, описанных выше, подают в демутилизатор, расположенный ниже по потоку. Это предпочтительно образует фракцию, содержащую более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% водорода и метана, и фракцию, содержащую более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% углеводородов, имеющих два атома углерода, из по меньшей мере части второй газовой фракции и из третьей газовой фракции в дополнительном разделительном устройстве, а именно, в отпарной колонне. В контексте изобретения такое разделение выполняют особенно преимущественным образом, поскольку, в частности, здесь используют разделительное устройство, в котором не требуется вышеописанной сложной конденсации газа из разделительного устройства.

Таким образом, разделительное устройство в форме отпарной колонны эксплуатируют без верхнего конденсатора. Дополнительное разделительное устройство эксплуатируют при втором уровне давления, и конкретное используемое давление также может быть немного, т.е. вплоть до 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 или 0,5 МПа (1, 2, 3, 4 или 5 бар), ниже давления, которое используют при ректификации, на которую подают первую и вторую жидкие фракции.

Подачу второй газовой фракции в дополнительное разделительное устройство можно предпочтительно также выполнять выше по потоку посредством операции ступенчатого охлаждения. В особенно предпочтительном воплощении изобретения по меньшей мере часть второй газовой фракции подвергают здесь дополнительным частичным конденсациям посредством ступенчатого охлаждения через один или

более промежуточных уровней температуры до четвертого уровня температуры при первом уровне давления с получением дополнительных жидких фракций. Жидкие фракции, образуемые в каждом случае, преимущественно подают в разделительное устройство, т.е. отпарную колонну, на различных высотах, в соответствии с относительным содержанием в них водорода, метана и углеводородов, имеющих два атома углерода.

Преимущественно, долю второй газовой фракции, которая остается в газообразной форме при четвертом уровне температуры, расширяют от первого уровня давления до второго уровня давления, чтобы обеспечить холодильную энергию, и подают в дополнительное разделительное устройство. Подачу преимущественно осуществляют над каждой из дополнительных жидких фракций, которые получают при дополнительных частичных конденсациях, отмеченных выше, при множестве промежуточных температур.

В контексте изобретения четвертый уровень температуры предпочтительно составляет от  $-140$  до  $-150^{\circ}\text{C}$ , более предпочтительно от  $-140$  до  $-144^{\circ}\text{C}$ , например, примерно  $-142^{\circ}\text{C}$ . Этого уровня температуры можно предпочтительно достичь посредством потока вещества, который получают из верхнего газа из разделительного устройства. Преимущественно, фракции, содержащие более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% водорода и метана, таким образом отбирают из дополнительного разделительного устройства, расширяют от второго уровня давления до третьего уровня давления, чтобы обеспечить холодильную энергию, и используют для ступенчатого охлаждения до четвертого уровня температуры. Промежуточные уровни температуры могут, во-первых, в основном составлять от  $-70$  до  $-80^{\circ}\text{C}$ , более предпочтительно от  $-76$  до  $-78^{\circ}\text{C}$ , например, примерно  $-77^{\circ}\text{C}$ , а во-вторых, от  $-95$  до  $-105^{\circ}\text{C}$ , более предпочтительно от  $-96$  до  $-100^{\circ}\text{C}$ , например, примерно  $-98^{\circ}\text{C}$ . Этих уровней температуры можно достичь, например, во-первых, с использованием  $\text{C2}$  (этилен) охлаждающего агента "умеренного давления" при уровне давления от 0,3 до 0,4 МПа (от 3 до 4 бар), а во-вторых, с использованием  $\text{C2}$  (этилен) охлаждающего агента "низкого давления" при уровне давления от 0,11 до 0,16 МПа (от 1,1 до 1,6 бар). В соответствующих используемых теплообменниках, также предпочтительно возможно использовать фракцию, содержащую более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% водорода и метана из дополнительного разделительного устройства, которую расширили до третьего уровня давления и до этого использовали для охлаждения до четвертого уровня давления.

Концепцию, описанную в данном документе, можно использовать для упрощения сложной деметанизации и деэтанализации при извлечении углеводородов, имеющих два атома углерода, в особенности из крекинг-газа этиленовой установки, имеющей такие газообразные подаваемые потоки как этан и этан/пропан, и в частности, деэтанализацию можно выполнять без  $\text{C3}$  абсорбера, с прикрепленным верхним конденсатором. Ректификацию, требующуюся для деэтанализации, проводят при низком давлении, отмеченном как второй уровень давления, так что расходы на разделение снижаются более чем на 60%. Следовательно, могут быть сконструированы деэтанализатор или соответствующая ректификационная колонна гораздо меньшего размера. Кубовые жидкости можно вскипятить с помощью промывочной воды или водяного пара низкого давления. Это приводит к простоте эксплуатации, менее сложному контрольно-измерительному оборудованию, пониженному образованию отложений и более низким капитальным и эксплуатационным расходам. Применение изобретения также обеспечивает возможность использовать простую отпарную колонну, а не сложную колонну деметанизации. Это подобным образом приводит к простой эксплуатации и менее сложному контрольно-измерительному оборудованию и более низким расходам на обеспечение безопасности. Результатом являются более низкие капитальные затраты при постоянном потреблении энергии.

В особенно предпочтительной конфигурации способа по изобретению разделительное устройство, т.е. отпарную колонну, эксплуатируют с внутренним теплообменником, который охлаждают охлаждающим агентом уровня температуры от  $-90$  до  $-110^{\circ}\text{C}$ . Здесь предпочтительно возможно использовать уже отмеченный  $\text{C2}$  (этилен) охлаждающий агент "низкого давления". Это приводит к дополнительным преимуществам, которые более конкретно заключаются в том, что третью газовую фракцию из ректификации, для деэтанализации, следует охлаждать до более низкого уровня температуры, а именно только до третьего уровня температуры, тогда как в отсутствие соответствующего внутреннего теплообменника следует выполнять более интенсивное охлаждение. Более того, возможно обойтись без переохлаждения конденсата, образованного из второй газовой фракции.

Изобретение также распространяется на установку для разделения смеси компонентов, содержащей водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода, и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, где установка содержит средства деэтанализации и средства деметанизации, где деметанизация следует за деэтанализацией и средства деметанизации размещены ниже по потоку от средств деэтанализации. Насколько известно о деэтанализации и деметанизации, средства деэтанализации установлены для отделения вначале по меньшей мере 95%, 96%, 97%, 98% или 99% углеводородов, имеющих три или более атомов углерода, по меньшей мере от части газовой смеси, а средства деметанизации установлены для отделения затем по меньшей мере 95%, 96%, 97%, 98% или 99% метана и водорода от оставшегося остатка. Установка содержит первый теплообменник и первый сосуд, установленные для приведения первой частичной конденсации по меньшей мере части смеси компонентов посредством охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, чтобы полу-

чить первую газовую фракцию и первую жидкую фракцию, второй теплообменник и второй сосуд, установленные для проведения второй частичной конденсации по меньшей мере части первой газовой фракции посредством охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить вторую газовую фракцию и вторую жидкую фракцию, и колонну дезанизации, установленную для проведения ректификации по меньшей мере части первой жидкой фракции и по меньшей мере части второй жидкой фракции, чтобы получить третью газовую фракцию и третью жидкую фракцию. Согласно изобретению, для второй частичной конденсации обеспечивают второй теплообменник и второй теплообменник, которые приспособлены для выполнения второй частичной конденсации таким образом, что вторая газовая фракция содержит более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% водорода, метана и углеводородов, имеющих два атома углерода. В частности, ректификация установлена для образования третьей газовой фракции с соответствующим содержанием водорода, метана и углеводородов с двумя атомами углерода, и образования третьей жидкой фракции (C3+), так что она содержит более 95%, 96%, 97%, 98% или 99% углеводородов, имеющих три атома углерода.

Согласно изобретению, обеспечивают средства в виде расширительных клапанов, которые выполнены для расширения первой жидкой фракции или ее части, подвергаемой ректификации, и второй жидкой фракции или ее части, подвергаемой ректификации, от первого уровня давления до второго уровня давления перед ректификацией. Такие средства могут включать, в частности, расширительные клапаны. Кроме того, согласно изобретению, обеспечивают средства, которые выполнены для осуществления ректификации при втором уровне давления, причем первый уровень давления составляет от 2,5 до 3,5 МПа (от 25 до 35 бар), а второй уровень давления составляет от 1,4 до 1,7 МПа (от 14 до 17 бар). Последние средства включают, в частности, колонну, установленную для ректификации и выполненную для работы при этом давлении.

Также обеспечивают средства, воплощенные в форме верхнего конденсатора, установленного сверху колонны, используемой для ректификации, которые размещены для охлаждения верхнего потока газа, образованного в течение ректификации, до температуры от  $-25$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  и для его частичной конденсации, и для использования конденсированной фракции верхнего потока газа, частично или полностью, в качестве флегмы при ректификации, и для поставки неконденсированной фракции верхнего потока газа частично или полностью в качестве третьей газовой фракции. В частности, эти средства выполнены без внешних сосудов для флегмы и насосов, как пояснено выше.

Соответствующая установка, преимущественно созданная для выполнения способа, раскрытого выше в различных конфигурациях, дает преимущества, отмеченные выше, на которые явным образом сделана ссылка.

Изобретение дополнительно пояснено ниже со ссылкой на приложенные чертежи, которые иллюстрируют конфигурации изобретения.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлена установка для разделения смеси компонентов.

На фиг. 2 представлена установка для разделения смеси компонентов в одном воплощении изобретения.

На фиг. 3 представлена установка для разделения смеси компонентов в одном воплощении изобретения.

На чертежах компоненты, соответствующие друг другу, приведены с идентичными номерами позиций. Для ясности не представлены повторные пояснения соответствующих компонентов. Все численные значения давления и температуры представляют собой приведенные в качестве примера приблизительные значения, которые могут находиться в пределах диапазонов, подробно описанных выше.

#### **Подробное описание чертежей**

На фиг. 1 представлена не относящаяся к изобретению установка для разделения смеси компонентов в виде упрощенной технологической схемы, в общем обозначенной 99.

Смесь К компонентов, например, крекинг-газ из процесса парового крекинга после сушки, удаления масла и бензина, удаления кислых газов, сжатия и гидрирования крекинг-газа, при  $20^{\circ}\text{C}$  и 3,0 МПа (30 бар), вначале охлаждают до  $-35^{\circ}\text{C}$  в теплообменнике E1 в противотоке с фракцией H2/CH4 водорода и метана, этановой фракцией C2REC, подаваемой рециклом из разделительной колонны C2 (не показано), конденсатом C1 из C3 абсорбера T1 и C3 охлаждающим агентом C3R, а затем подают в нижнюю часть C3 абсорбера T1.

C3 абсорбер T1 имеет состоящую из двух частей конструкцию и имеет как нижнюю часть, так и верхнюю часть. Две части разделены создающей жидкостной барьер тарелки. Возвратный поток R1 подают в верхнюю часть; указанный конденсат C1 отводят из нижней части. После нагревания в теплообменнике E1, конденсат C1 подают в колонну T2 дезанизации. Подобным образом в колонну дезанизации T2 подают жидкость, которая накапливается на создающей жидкостной барьер тарелке C3 абсорбера T1. Газовый поток G1 отводят из верхней части C3 абсорбера T1.

Газовый поток G2 отводят из верха колонны T2 дезанизации, охлаждают в теплообменнике E7, например, посредством C3 охлаждающего агента, и разделяют на фазы в сосуде D1. Жидкую фазу, которую отделяют в сосуде D1, транспортируют посредством насоса P1 и подают рециклом в форме указан-

ного возвратного потока R1 в С3 абсорбер Т1 и в форме дополнительного возвратного потока R2 в колонну Т2 деэтанализации. Фракцию, несконденсированную в сосуде D1, отводят в форме газового потока G3. Кубовую жидкость из колонны Т2 деэтанализации частично испаряют в теплообменнике E8, который эксплуатируют, например, с использованием водяного пара низкого давления, и подают рециклом в колонну Т2 деэтанализации. Далее кубовую жидкость отводят в виде жидкого потока С3+, содержащего преимущественно или исключительно углеводороды, имеющие три атома углерода.

Газовые потоки G1 и G3, которые по существу освобождены от углеводородов, имеющих три атома углерода, в этом способе охлаждают во втором теплообменнике E2 в противотоке с фракцией H2/CH4 водорода и метана, этановой фракцией C2REC, подаваемой рециклом из разделительной колонны С2 (не показано), фракцией С2, направляемой в разделительную колонну С2 и С2 охлаждающим агентом HP-C2R высокого давления. Газовый поток G1 частично конденсируют этим путем и подают в сосуд D2 для разделения фаз. Жидкую фазу, которую отделяют в сосуде D2, подают в форме жидкого потока С2 в колонну Т3 деметанизации. Фракцию, несконденсированную в сосуде D2, отводят в виде газового потока G4.

Газовый поток G4 и любой уже частично конденсированный газовый поток G3 охлаждают в третьем теплообменнике E3 в противотоке с фракцией H2/CH4 водорода и метана и С2 охлаждающим агентом MP-C2R умеренного давления. Газовый поток G4 частично конденсируют этим путем и подают в сосуд D3 для разделения фаз. Жидкую фазу, которую отделяют в сосуде D3, после объединения с конденсированным газовым потоком G3, подают в виде жидкого потока С3 в колонну Т3 деметанизации. Фракцию газового потока G4, несконденсированную в сосуде D3, отводят в виде газового потока G5.

Газовый поток G5 охлаждают в четвертом теплообменнике E4 в противотоке с С2 охлаждающим агентом LP-C2R низкого давления. Газовый поток G5 частично конденсируют этим путем и подают в сосуд D4 для разделения фаз. Жидкую фазу, которую отделяют в сосуде D4, подают в виде жидкого потока С4 в колонну Т3 деметанизации. Фракцию газового потока G5, несконденсированную в сосуде D4, отводят в виде газового потока G6. Газовый поток G6 расширяют в детандере Ex1 и подают в колонну Т3 деметанизации.

Колонна D3 деметанизации имеет конструкцию, состоящую из множества частей, и включает нижнюю секцию, среднюю секцию и верхнюю секцию. Фракцию H2/CH4 водорода и метана отводят из верха колонны Т3 деметанизации или ее верхней секции, расширяют в детандере Ex2 и направляют через теплообменники E5 и E6 для охлаждения. В теплообменниках E5 и E6 газовые потоки G7 и G8 соответственно отводят из верхней области нижней и средней секций колонны Т3 деметанизации, по меньшей мере частично конденсируют и подают рециклом в виде возвратного потока в соответствующие секции колонны Т3 деметанизации. Кубовую жидкость из колонны Т3 деметанизации частично испаряют в теплообменнике E9, который работает, например, с использованием С2 охлаждающего агента высокого давления, и подают рециклом в колонну Т3 деметанизации. Далее кубовую жидкость отводят в виде жидкого потока С2.

Как отмечено выше, в данном случае недостатками являются сложность деэтанализации с С3 абсорбером Т1 и сложность деметанизации с промежуточным холодильником в форме теплообменника E6 и теплообменников E5 и E6, размещенных выше колонны деметанизации. Последнее приводит к повышенной сложности контрольно-измерительного оборудования и повышенным расходам на обеспечение безопасности.

На фиг. 2 представлена установка для разделения смеси компонентов в одном воплощении изобретения в форме упрощенной технологической схемы, в общем обозначенной 100.

Охлаждение в первом теплообменнике E1 выполняли так, как описано для установки 99, показанной на фиг. 1. Однако, в данном случае, ниже по потоку от теплообменника E1 отсутствует С3 абсорбер Т1, но обеспечен только сосуд D1, в который подают смесь К компонентов, частично конденсированную в первом теплообменнике E1. Газовый поток, также обозначенный в этом случае G1, выходящий из сосуда D1, по этой причине может все еще включать остаточное количество углеводородов, имеющих три атома углерода. Однако после дополнительного охлаждения во втором теплообменнике E2, которое выполняют в основном аналогично охлаждению, выполняемому во втором теплообменнике E2 установки 99 согласно фиг. 1, эти углеводороды отделяют, и их можно извлечь в жидком потоке, в данном случае также обозначенном С2. Жидкий поток С2 дополнительно включает прежде всего углеводороды, имеющие два или три атома углерода, а также небольшое количество водорода и метана.

Поэтому жидкий поток С2 подают рециклом через второй теплообменник E2 и подают через колонну деэтанализации, в данном случае также обозначенную Т2. Верхний газ из колонны Т2 деэтанализации на установке 100 согласно фиг. 2, в отличие от колонны Т2 деэтанализации установки 99 согласно фиг. 1, подобным образом отводят в форме газового потока G2, охлаждают посредством С3 охлаждающего агента и частично конденсируют, но образованный конденсат подают рециклом только в саму колонну Т2 деэтанализации, а не в С3 абсорбер. Несконденсированную фракцию газового потока G2 отводят в форме потока G3 вещества, который теперь по существу не содержит углеводородов, имеющих три атома углерода. Поток G3 вещества вначале обрабатывают по существу так же, как поток G3 вещества на установке 99 согласно фиг. 1.

В данном случае газовый поток G4 и любой уже частично конденсированный газовый поток G3 то-

же охлаждают в третьем теплообменнике E3 в противотоке с фракцией H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> водорода и метана и C2 охлаждающим агентом MP-C2R умеренного давления. В данном случае газовый поток G4 тоже частично конденсируют и подают в сосуд D3 для разделения фаз. Жидкую фазу, которую отделяют в сосуде D3, отводят в форме жидкого потока C3, а фракцию газового потока G4, несконденсированную в сосуде D3, отводят в форме газового потока G5.

В данном случае, газовый поток G5 и жидкий поток C3 (пере)охлаждают в четвертом теплообменнике E4 в противотоке с фракцией H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> водорода и метана и C2 охлаждающим агентом LP-C2R низкого давления. Газовый поток G5 частично конденсируют таким путем и подают в сосуд D4 для разделения фаз. Жидкую фазу, которая отделяется в сосуде D4, впоследствии подают в качестве жидкого потока C4 в отпарную колонну S1, как и жидкий поток C3. Фракцию газового потока G5, несконденсированную в сосуде D4, отводят в качестве газового потока G6.

Однако теперь газовый поток G6, в отличие от установки 99 согласно фиг. 1, охлаждают в дополнительном теплообменнике E10, который охлаждается посредством расширенного верхнего газа из отпарной колонны S1, т.е. фракции H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> водорода и метана. Газовый поток G6, который частично конденсирован таким путем, разделяют на фазы в дополнительном сосуде D5. В данном случае остается только газовая фаза, которую расширяют в детандере, здесь также обозначенном Ex1, и подают в отпарную колонну S1. Жидкую фазу, которая отделяется в дополнительном сосуде D5, подобным образом подают в форме жидкого потока C5 в отпарную колонну S1.

Отпарная колонна S1 имеет однокомпонентную конструкцию и содержит только ребойлер. Фракцию H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> водорода и метана отводят из верха отпарной колонны S1 в детандер, также обозначенный здесь Ex2. Теплообменники E5 и E6 установки 99 согласно фиг. 1 теперь заменены теплообменником 10. Фракцию H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> водорода и метана направляют через теплообменники E10, E4, E3, E2 и E1. Кубовую жидкость из отпарной колонны S1 частично испаряют в теплообменнике E9, который работает, например, при использовании C2 охлаждающего агента высокого давления, и подают рециклом в отпарную колонну S1. Далее кубовую жидкость отводят в качестве жидкого потока C2.

На фиг. 3 представлена установка для разделения смеси компонентов в одном воплощении изобретения в форме упрощенной технологической схемы, в общем обозначенной 200.

Установка 200, показанная на фиг. 3, отличается от установки 100, показанной на фиг. 2, в частности тем, что присутствует дополнительный теплообменник E11, встроенный в отпарную колонну S1, который охлаждают C2 охлаждающим агентом низкого давления. Теплообменник E11 обеспечен между точками подачи конденсатов C4 и C5 из сосудов D4 и D10. Посредством этого, верхний газ из колонны T2 деэтанализации, т.е. газовый поток G3 после охлаждения во втором теплообменнике E2, можно вводить непосредственно в отпарную колонну S1, и конденсат из сосуда D3, т.е. жидкий поток C3, не требуется переохлаждать в четвертом теплообменнике E4. В результате значительно снижается потребление C2 охлаждающего агента умеренного давления и низкого давления в третьем теплообменнике E3 и четвертом теплообменнике E4, и следовательно, общее потребление C2 охлаждающего агента.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ разделения смеси (K) компонентов, содержащей водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода, и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, включающий деэтанализацию и деметанизацию, следующую за деэтанализацией, в котором:

при деэтанализации по меньшей мере часть смеси (K) компонентов подвергают первой частичной конденсации посредством охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить первую газовую фракцию (G1) и первую жидкую фракцию (C1),

при деэтанализации по меньшей мере часть первой газовой фракции (G1) подвергают второй частичной конденсации посредством охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить вторую газовую фракцию (G4) и вторую жидкую фракцию (C2),

при деэтанализации по меньшей мере часть первой жидкой фракции (C1) и по меньшей мере часть второй жидкой фракции (C1) подвергают ректификации с использованием ректификационной колонны (T2), чтобы получить третью газовую фракцию (G3) и третью жидкую фракцию (C3+),

вторую частичную конденсацию выполняют так, что вторая газовая фракция (G4) содержит более 95% водорода, метана и углеводородов, имеющих два атома углерода,

первую жидкую фракцию (C1) или ее часть, подвергаемую ректификации, и вторую жидкую фракцию (C2) или ее часть, подвергаемую ректификации, расширяют от первого уровня давления до второго уровня давления перед ректификацией, и ректификацию выполняют при втором уровне давления, причем первый уровень давления составляет от 2,5 до 3,5 МПа (от 25 до 35 бар), а второй уровень давления составляет от 1,4 до 1,7 МПа (от 14 до 17 бар), и

верхний поток газа, образованный при ректификации, охлаждают только до температуры от -25 до -35°C и посредством этого частично конденсируют, при этом конденсированную часть верхнего потока газа используют, частично или полностью, в качестве флегмы при ректификации, а несконденсиро-

ванную часть верхнего потока газа поставляют, частично или полностью, в качестве третьей газовой фракции (G3),

отличающийся тем, что ректификационную колонну (T2) охлаждают с использованием верхнего конденсатора, который эксплуатируют с пропановым и/или пропиленовым охлаждающим агентом, и конденсированную долю верхнего потока газа или ее часть, используемую в качестве флегмы при ректификации, подают обратно в ректификационную колонну (T2) без использования насоса для флегмы и/или сосуда для флегмы, расположенного снаружи колонны.

2. Способ по п.1, в котором первый уровень температуры составляет от 0 до 50°C, второй уровень температуры составляет от -30 до -40°C, а третий уровень температуры составляет от -50 до -60°C.

3. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором третью жидкую фракцию образуют при ректификации при уровне температуры от 65 до 75°C.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором фракцию, содержащую более 95% водорода и метана, и фракцию, содержащую более 95% углеводородов, имеющих два атома углерода, образуют из по меньшей мере части второй газовой фракции (G4) и третьей газовой фракции (G3) в дополнительном разделительном устройстве (S1).

5. Способ по п.4, в котором дополнительное разделительное устройство (S1) эксплуатируют при втором уровне давления.

6. Способ по п.4 или 5, в котором по меньшей мере часть второй газовой фракции (G4) подвергают дополнительным частичным конденсациям посредством ступенчатого охлаждения через один или более промежуточных уровней температуры до четвертого уровня температуры при первом уровне давления для получения дополнительных жидких фракций (C3, C4, C5).

7. Способ по п.6, в котором дополнительные жидкие фракции подают в разделительное устройство (S1).

8. Способ по п.6 или 7, в котором долю (G9) второй газовой фракции (G4), которая остается в газообразной форме при четвертом уровне температуры, расширяют от первого уровня давления до второго уровня давления, чтобы обеспечить холодильную энергию, и подают в дополнительное разделительное устройство (S1).

9. Способ по любому из пп.6-8, в котором четвертый уровень температуры составляет от -140 до -150°C.

10. Способ по любому из пп.6-9, в котором фракцию, содержащую более 95% водорода и метана, отбирают из дополнительного разделительного устройства (S1), расширяют от второго уровня давления до третьего уровня давления, чтобы обеспечить холодильную энергию, и используют для ступенчатого охлаждения до четвертого уровня температуры.

11. Способ по любому из пп.6-10, в котором разделительное устройство (S1) эксплуатируют с внутренним теплообменником, который охлаждают с помощью охлаждающего агента при уровне температуры от -90 до -110°C.

12. Установка (100, 200) для разделения смеси (K) компонентов, содержащей водород, метан, углеводороды, имеющие два атома углерода, и углеводороды, имеющие три или более атомов углерода, где установка (100, 200) содержит средства деэтаннизации и средства деметанизации, где деметанизация следует за деэтаннизацией и где

средства деэтаннизации содержат первый теплообменник (E1) и первый сосуд (D1), которые установлены для проведения первой частичной конденсации по меньшей мере части смеси (K) компонентов посредством охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить первую газовую фракцию (G1) и первую жидкую фракцию (C1);

средства деэтаннизации содержат второй теплообменник (E2) и второй сосуд (D2), которые установлены для проведения второй частичной конденсации по меньшей мере части первой газовой фракции (G1) посредством охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры при первом уровне давления, чтобы получить вторую газовую фракцию (G4) и вторую жидкую фракцию (C2),

средства деэтаннизации содержат колонну деэтаннизации (T2), которая установлена для проведения ректификации по меньшей мере части первой жидкой фракции (C1) и по меньшей мере части второй жидкой фракции (C2), чтобы получить третью газовую фракцию (G3) и третью жидкую фракцию (C3+),

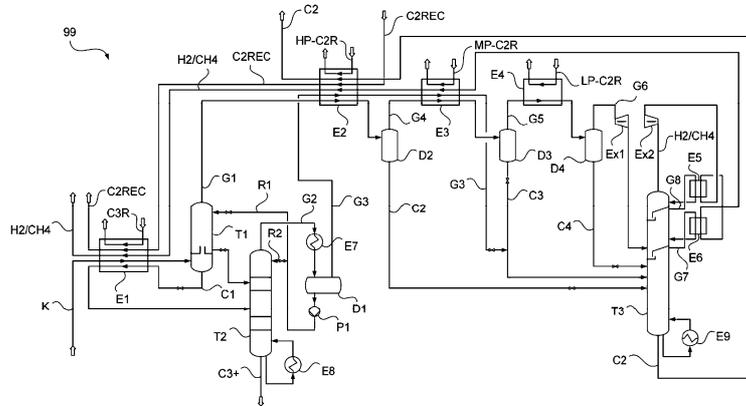
второй теплообменник (E2) и второй сосуд (D2), которые обеспечены в качестве средств второй частичной конденсации, установлены для выполнения второй частичной конденсации так, что вторая газовая фракция (G4) включает более 95% водорода, метана и углеводородов, имеющих два атома углерода, и

обеспечены средства в виде расширительных клапанов, которые размещены для расширения первой жидкой фракции (C1) или ее части, подвергаемой ректификации, и второй жидкой фракции (C2) или ее части, подвергаемой ректификации, от первого уровня давления до второго уровня давления перед ректификацией, и выполнения ректификации при втором уровне давления, причем первый уровень давления составляет от 2,5 до 3,5 МПа (от 25 до 35 бар), а второй уровень давления составляет от 1,4 до 1,7 МПа (от 14 до 17 бар),

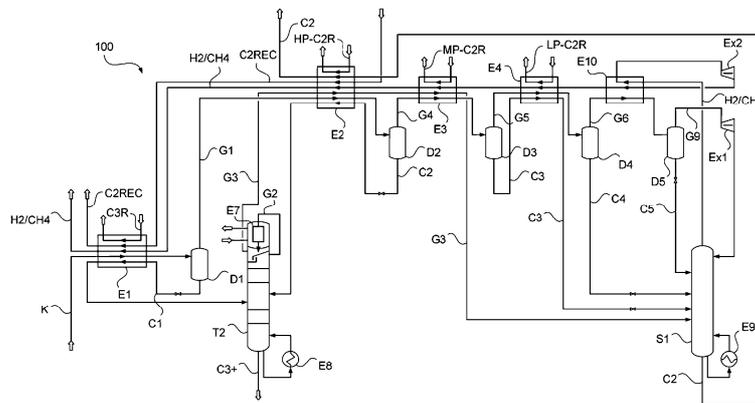
отличающаяся тем, что

обеспечены средства в виде верхнего конденсатора (E7), установленного сверху колонны деэтани-

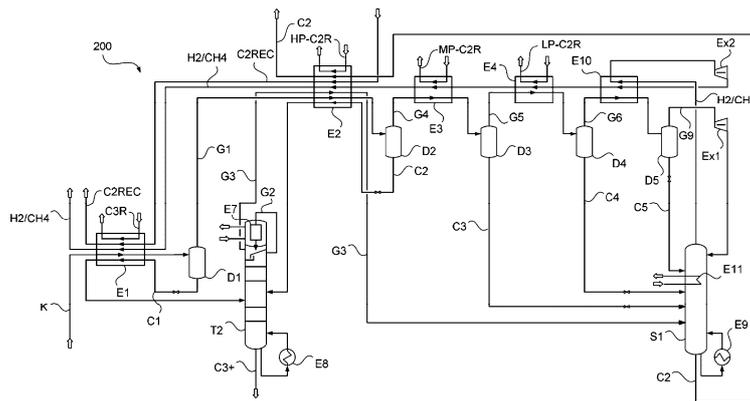
зации (Т2), которые приспособлены для охлаждения верхнего потока газа, образованного в течение ректификации, до температуры от  $-25$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  и посредством этого его частичной конденсации, и для использования конденсированной части верхнего потока газа, частично или полностью, в качестве флегмы при ректификации, и поставки неконденсированной части верхнего потока газа, частично или полностью, в качестве третьей газовой фракции (G3).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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