

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036369**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

<p>(45) Дата публикации и выдачи патента 2020.10.30</p> <p>(21) Номер заявки 201990143</p> <p>(22) Дата подачи заявки 2017.08.14</p>	<p>(51) Int. Cl. <i>F25J 3/02</i> (2006.01) <i>C07C 7/04</i> (2006.01) <i>C07C 7/09</i> (2006.01) <i>C07C 7/11</i> (2006.01) <i>C07C 11/04</i> (2006.01) <i>C01B 3/50</i> (2006.01) <i>B01D 3/14</i> (2006.01) <i>B01D 53/14</i> (2006.01)</p>
--	---

(54) СПОСОБ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОДУКТА РАЗДЕЛЕНИЯ, СОДЕРЖАЩЕГО ПРЕИМУЩЕСТВЕННО УГЛЕВОДОРОДЫ С ДВУМЯ АТОМАМИ УГЛЕРОДА

<p>(31) 16183935.2</p> <p>(32) 2016.08.12</p> <p>(33) EP</p> <p>(43) 2019.07.31</p> <p>(86) PCT/EP2017/070568</p> <p>(87) WO 2018/029380 2018.02.15</p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец: ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ (DE)</p>	<p>(72) Изобретатель: Фам Дук Туат, Шпиндельдрееер Анне, Кури Бенедикт (DE)</p> <p>(74) Представитель: Поликарпов А.В., Соколова М.В., Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев А.В. (RU)</p> <p>(56) EP-A1-3029017 WO-A1-2015104153 EP-A1-3029402 WO-A2-2007045364 DE-A1-102010014155</p>
--	---

(57) Изобретение относится к способу (100) извлечения продукта разделения, который содержит преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, с использованием сырья для разделения, которое содержит преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, где содержание метана в сырье для разделения составляет вплоть до 20% и сырье для разделения предоставляют в газовом состоянии. Обеспечивают, что при первом уровне давления сырье для разделения частично конденсируют за одну стадию путем охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры с получением таким образом точно одной первой жидкой фракции и точно одной первой газовой фракции; по меньшей мере одну часть первой газовой фракции частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры с получением таким образом точно одной второй жидкой фракции и точно одной второй газовой фракции; по меньшей мере одну часть второй газовой фракции при втором уровне давления подвергают противоточной абсорбции в противотоке к абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, с получением таким образом точно одной третьей жидкой фракции и точно одной третьей газовой фракции; первую, вторую и третью жидкие фракции, по меньшей мере, частично объединяют и, по меньшей мере, частично, при втором уровне давления, которое выше первого уровня давления, подвергают низкотемпературной ректификации с получением таким образом жидкости отстойника и верхнего газа; по меньшей мере одну часть верхнего газа при втором уровне давления частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры с получением таким образом четвертой жидкой фракции и четвертой газовой фракции; и абсорбционную жидкость, содержащую преимущественно метан, образуют посредством дополнительного охлаждения по меньшей мере части четвертой газовой фракции до четвертого уровня температуры. Объект изобретения также образует соответствующая установка.

B1**036369****036369****B1**

Изобретение относится к способу и установке для извлечения продукта разделения, содержащего преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, согласно ограничительным частям независимых пунктов формулы изобретения.

Уровень техники

Способы и устройства для парового крекинга и для кондиционирования полученных в его рамках газовых смесей известны из предшествующего уровня техники в различных воплощениях. Для дополнительных подробностей можно сослаться на относящуюся к данной теме специальную литературу, например, статью "Ethylene" в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Online edition, 2009, DOI 10.2002/14356007.a10_045.pub3 или Falqi, F.: "The Miracle of Petrochemicals. Olefins Industry: An In-Depth Look at Steam-Crackers", Universal-Publishers 2009, ISBN 1-59942-915-2.

В промышленном масштабе способы парового крекинга применяют в трубчатых реакторах, в которые, в принципе, можно загружать множество углеводородов и углеводородных смесей от этана до газойля вплоть до температуры кипения, обычно составляющей 600°C (так называемое сырье). В течение парового крекинга в трубчатом реакторе или реакторах сырье, по меньшей мере, частично превращают, получая таким образом так называемый сырой газ. Сырой газ можно подвергнуть ряду стадий последующей обработки. Такие стадии последующей обработки обычно включают кондиционирование сырого газа путем охлаждения и сушки с получением таким образом так называемого газа крекинга. Иногда сырой газ также обозначают как крекинг-газ и наоборот.

Газ крекинга представляет собой смесь углеводородов с различной длиной цепи и структурой. Для извлечения требуемых продуктов из газа крекинга последний, таким образом, необходимо разделить. Для этой цели из предшествующего уровня техники известны различные способы, и они подробно описаны, например, в уже упомянутой статье "Ethylene" в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.

На первой стадии разделения обычно отделяют компоненты, подобные бензину и нефти, если они присутствуют в газе крекинга. Для этой цели обычно используют промывки маслом и промывки водой. После этого, например, газовую смесь, которая содержит преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, можно сначала отделить от газа крекинга. В этом контексте можно сослаться на способ "сперва дегтанизатор" или "внешний дегтанизатор". Однако, например, из специальной литературы также известны способы "сперва деметанизатор" и "сперва депропанизатор".

Для отделения углеводородов с двумя атомами углерода от газовых смесей, которые содержат преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода и которые были образованы из газа крекинга способом парового крекинга, можно использовать способы разделения, описанные в EP 3029017 A1 со ссылкой на фиг. 1 и 2. Также соответствующий способ описан в WO 2015/104153 A1. Однако такие традиционные способы подходят в основном для газовых смесей, который образованы из газа крекинга, который образован в качестве сырья в паровом крекинге лигроина и/или более тяжелых углеводородов, потому что только в этом случае содержится достаточное количество метана (по меньшей мере 30 мол.%). Соответственно, обычно требуется высокое количество метана для подачи обратного потока в деметанизатор и C2 абсорбер (в связи с этим см. также объяснения для фиг. 1).

Другие способы получения газов крекинга известны из EP 3029402 A1, WO 2007/045364 A2, DE 102010014155 A1 и WO 2017/001514 A1.

Однако, если в паровом крекинге используют смешанное сырье, т.е. если наряду с лигроином также расщепляют такое газовое сырье, как этан, газ крекинга и, поэтому, также отделенная от него газовая смесь, содержащая преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, содержит сравнительно мало метана. Соответственно, деметанизатор и C2 абсорбер не могут беспрепятственно работать. В этом случае после отделения водорода и углеводородов с двумя атомами углерода в традиционные установки необходимо рециркулировать часть метана. Метан можно обогатить в циркуляции посредством соответствующего рециркулирования. В зависимости от того, насколько высоко отношение этана к лигроину в сырье, рециркулирование может составлять до 15 мас.% газа крекинга. Это означает, что все оборудование для разделения сырого газа или, соответственно, путь газа крекинга, необходимо сконструировать соответственно большего размера и, соответственно, установка потребляет больше мощности компрессора. Оба этих фактора являются недостатком.

Одним решением, предложенным в EP 3029017 A1, является внешнее снабжение метаном. Однако в этом контексте последний должен быть постоянно доступен в достаточном количестве и при надлежащем условии поставки.

В данном случае возникает цель улучшить извлечение продуктов разделения, содержащих преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, из сырья для разделения, содержащего преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, такого как образованное из газов крекинга способом парового крекинга.

Описание изобретения

Этой цели достигают с помощью способа и установки для извлечения продуктов разделения, содержащих преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, с признаками независимых пунктов формулы изобретения. В каждом случае дополнительные разработки образуют объект зависимых пунктов формулы изобретения и следующего описания.

Перед объяснением признаков и преимуществ настоящего изобретения объясняют его основные принципы и используемую терминологию.

В традиционном употреблении в настоящем описании смеси жидких и газовых веществ, фракции и т.п. могут быть богатыми или бедными одним или более компонентами, где "богатый" может означать содержание по меньшей мере 50, 75, 90, 95, 99, 99,5, 99,9 или 99,99%, а "бедный" может означать максимальное содержание 50, 25, 10, 5, 1, 0,1 или 0,01% на мольной, массовой или объемной основе. Если дана ссылка на то, что смеси веществ, фракции и т.п. содержат "преимущественно" один или более компонентов, они являются "богатыми" в последнем в объясненном выше смысле. Смесь веществ, которая "богата" метаном и водородом, соответственно содержит по меньшей мере 90, 95, 99, 99,5, 99,9 или 99,99% метана и водорода, а другие компоненты возможно представляют собой только остающуюся часть. В данном случае, если ссылаются, например, на "метан" или "водород", необходимо понимать текучую среду, которая богата соответствующими компонентами, но не обязательно содержит исключительно их.

Более того, в традиционном употреблении в настоящем описании смеси жидких и газообразных веществ могут быть обогащены или обеднены одним или более компонентами, где эти термины относятся к соответствующему содержанию в исходной смеси, из которой получили смесь веществ. Здесь в обычном употреблении смесь веществ является "обогащенной", когда она имеет по меньшей мере 1,1-, 1,5-, 2-, 5-, 10-, 100- или 1000-кратное содержание, наоборот, она является "обедненной", когда она имеет не более чем 0,9-, 0,5-, 0,1-, 0,01- или 0,001-кратное содержание соответствующего компонента по отношению к исходной смеси.

В объеме настоящего изобретения используют ректификационные и абсорбционные колонны. Что касается конструкции и практической реализации соответствующего оборудования, можно сослаться на относящиеся к данной теме справочники (см., например, K. Sattler: Thermische Trennverfahren [Thermal Separation Methods]. Grundlagen, Auslegung, Apparate [Principles, Design Equipment]. Weinheim: Wiley-VCH, 3rd Edition 2001). Обычно по меньшей мере одну жидкую фракцию ("некоторую жидкость") и одну газовую фракцию ("верхний газ") всегда можно удалить из ректификационной и абсорбционной колонны из нижней области ("отстойник") и, соответственно, из верхней области ("головная часть").

Здесь в обычном употреблении "ректификационная колонна" представляет собой колонну разделения, которая оборудована для, по меньшей мере, частичного разделения смеси веществ, представленной в газовой или жидкой форме, или в форме двухфазной смеси жидкого и газового компонентов, возможно также в сверхкритическом состоянии, т.е. в каждом случае, для образования из смеси веществ чистых веществ или смесей веществ, которые обогащены или, соответственно, обеднены по сравнению со смесью веществ в объясненном выше смысле, по меньшей мере одним компонентом. Обычно ректификационные колонны выполнены в виде цилиндрических металлических контейнеров, которые оборудованы внутренними структурами, например, ситчатыми тарелками, упорядоченными или неупорядоченными насадками. Ректификационная колонна отличается, в том числе, тем, что продукт из отстойника нагревают посредством испарителя отстойника, так что его часть непрерывно испаряется и поднимается в газовой форме в ректификационной колонне. Кроме того, ректификационная колонна обычно снабжена так называемым верхним конденсатором, в котором по меньшей мере часть верхнего газа сжижают до конденсата и поставляют в виде жидкого обратного потока в головную часть ректификационной колонны. Однако, часть верхнего газа также можно использовать по-другому, например, в качестве продукта.

В отличие от ректификационной колонны, "абсорбционная колонна" обычно не содержит испарителя отстойника. В общем, абсорбционные колонны давно известны в области технологии разделения. Абсорбционные колонны используют для абсорбции в фазовом противотоке и поэтому их также обозначают как противоточные колонны. В случае абсорбции в противотоке отдающая газовая фаза течет вверх через абсорбционную колонну. Получающая фаза растворителя, загружаемая из верхней части и опускающаяся вниз, течет противоположно газовой фазе. Газовую фазу "промывают" фазой растворителя. Соответствующая абсорбционная колонна также обычно содержит внутренние структуры, которые обеспечивают ступенчатый (придонные осадки, зоны распыления, вращающиеся пластины и т.п.) или фиксированный (случайные компоновки наполнителей, насадок и т.п.) фазовый контакт. Поток жидкости, обозначенный здесь как "абсорбционная жидкость", подают в верхнюю область, посредством чего вымывают компоненты газового потока, который подают в более низкую область абсорбционной колонны.

Для определения характеристики давлений и температур в настоящей заявке используют термины "уровень давления" и "уровень температуры", которые предназначены для выражения того, что соответствующие давления и температуры не нужно использовать в соответствующей установке в форме точных значений давления или, соответственно, температуры для практического осуществления идеи изобретения. Однако, такие давления и температуры обычно находятся в заданных интервалах, которые расположены, например, в пределах $\pm 1, 5, 10, 20$ или даже 50% от среднего значения. В данном контексте,

соответствующие уровни давления и уровни температуры могут находиться в отдельных интервалах или в интервалах, которые перекрывают друг друга. В частности, например, уровни давления включают неизбежные или предполагаемые потери давления, например, вследствие эффектов охлаждения. То же применимо к уровням температуры. Указанные здесь уровни давления в барах относятся к абсолютным давлениям.

В объеме настоящего изобретения в качестве хладагента используют этилен, в том числе при различных уровнях давления. Соответствующее применение этилена широко известно из предшествующего уровня техники. В циркуляциях хладагента, известных из предшествующего уровня техники, этилен предоставляют при трех уровнях давления: уровне давления от приблизительно 700 до 900 кПа (от 7 до 9 бар) ("этилен высокого давления"), уровне давления от приблизительно 300 до 400 кПа (от 3 до 4 бар) ("этилен среднего давления") и уровне давления от приблизительно 115 до 140 кПа (от 1,15 до 1,4 бар) ("этилен низкого давления"). В этом контексте, уровни температуры от приблизительно -62 до -55°C можно достичь только с этиленом высокого давления, уровни температуры от приблизительно -83 до -76°C можно достичь только с этиленом среднего давления и уровни температуры от приблизительно -102 до -98°C можно достичь только с этиленом низкого давления.

Преимущества изобретения

В принципе, способ, предложенный в объеме настоящего изобретения, основан на идеях, известных из предшествующего уровня техники извлечения продуктов разделения, содержащих преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, из сырья для разделения, содержащего преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, который включает (частичную) конденсацию, противоточную абсорбцию и ректификацию.

Однако, настоящее изобретение основано на знании того, что является особенно преимущественным для упомянутой выше цели, а именно обработки соответствующих газовых смесей, которые содержат сравнительно небольшое количество метана, если используют как специальное модифицированное охлаждение сырья, так и данный уровень давления (а именно повышенный по сравнению с охлаждением) в низкотемпературной ректификации, при которой задействована ректификационная колонна ("деметанизатор"), используемая в соответствующем способе. Согласно одному воплощению настоящего изобретения модифицированную абсорбционную колонну дополнительно используют для противоточной абсорбции.

В объеме настоящего изобретения содержание метана в сырье для разделения составляет вплоть до 30% (в особенности на мольной основе), и сырье для разделения находится в газовом состоянии. Содержание метана может составлять, например, от 20 до 25 или от 25 до 30 мол.%. В объеме изобретения при первом уровне давления сырье для разделения частично конденсируют за одну стадию путем охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры с извлечением точно одной первой жидкой фракции и точно одной первой газовой фракции. Предпочтительные значения уровней давления и температуры указаны ниже.

Если соответствующее сырье для разделения охлаждают не постепенно и со множественным отделением конденсатов, как объяснено, например, в EP 3029017 A1 со ссылкой на фиг. 1 и 2, а, как в настоящем изобретении, за одну стадию только с одним отделением одного конденсата, большее количество метана перемещается в отделенную жидкую фракцию, т.е. в "первую жидкую фракцию", в отличие от случая множественного охлаждения с промежуточным отделением конденсатов. Это относят к тому, что при более высоком парциальном давлении метана сырье для разделения охлаждается до наиболее низкого уровня температуры. В традиционных способах, в которых доступно большее количество метана, этого точно избегают, потому что метан, который уже отделен конденсацией, больше не нужно отделять при последующем отделении.

Первая жидкая фракция обогащена углеводородами с двумя атомами углерода по сравнению с сырьем для разделения. Однако, по объясненным причинам, в первой жидкой фракции содержится больше метана, чем в соответствующих жидких фракциях, которые отделяют в предшествующем уровне техники посредством многостадийной частичной конденсации. Наоборот, первая газовая фракция содержит почти весь водород из сырья для разделения и, в отличие от последнего, обеднена углеводородами с двумя атомами углерода, однако, наоборот, обогащена метаном. Дополнительная обработка первой газовой фракции служит в основном для извлечения углеводородов с двумя атомами углерода.

Для этого в объеме настоящего изобретения по меньшей мере одну часть первой газовой фракции при первом уровне давления частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения до третьего уровня температуры с получением таким образом точно одной второй жидкой фракции и точно одной второй газовой фракции. Таким образом, дополнительную долю углеводородов с двумя атомами углерода удаляют из первой газовой фракции во вторую жидкую фракцию. Однако углеводороды с двумя атомами углерода все еще содержатся во второй газовой фракции.

Соответственно, по меньшей мере одну часть второй газовой фракции при первом уровне давления подвергают противоточной абсорбции в противотоке к абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, получая таким образом точно одну третью жидкую фракцию и точно одну третью газовую фракцию. С помощью абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, углеводо-

роды с двумя атомами углерода активно вымываются из второй газовой фракции. Таким образом используют так называемый C2 абсорбер.

Первую, вторую и третью жидкие фракции, которые содержат метан и углеводороды с двумя атомами углерода, теперь подвергают низкотемпературной ректификации, которая происходит при повышенном уровне давления. Для этого первую, вторую и третью жидкие фракции, по меньшей мере, частично объединяют и, по меньшей мере, частично при втором уровне давления, который выше первого уровня давления, подвергают низкотемпературной ректификации, получая таким образом жидкость отстойника и верхний газ. В объеме настоящего изобретения повышенный второй уровень давления поэтому используют для обеспечения того, что метан можно конденсировать в головной части используемой ректификационной колонны (деметанизатора) с помощью этилена низкого давления и не нужно использовать никаких более холодных хладагентов, таких как расширенный метан. Таким образом, можно преодолеть проблему пониженного количества метана в сырье для разделения.

В объеме настоящего изобретения по меньшей мере часть верхнего газа при втором уровне давления частично конденсируют, в особенности за одну стадию, посредством дополнительного охлаждения до четвертого уровня температуры, получая таким образом четвертую жидкую фракцию и четвертую газовую фракцию, в особенности точно одну четвертую жидкую фракцию и точно одну четвертую газовую фракцию. Это обычно происходит в верхнем конденсаторе ректификационной колонны. Как объяснено, четвертого уровня температуры преимущественно достигают в данном случае с помощью этилена низкого давления.

В объеме настоящего изобретения абсорбционную жидкость, содержащую преимущественно метан, образуют посредством дополнительного охлаждения по меньшей мере одной части четвертой газовой фракции до пятого уровня температуры, при котором преимущественно происходит приблизительно полная конденсация. Процедура, преимущественно используемая в этом случае, описана ниже.

В объеме настоящего изобретения первый уровень температуры составляет от -20 до -35°C, а второй уровень температуры составляет от -75 до -80°C, в особенности от -77 до -79°C. Третий уровень температуры преимущественно составляет от -100 до -105°C, в особенности от -100 до -102°C, и/или четвертый уровень температуры преимущественно составляет от -95 до -101°C, в особенности от -97 до -99°C. Пятый уровень температуры преимущественно расположен от -140 до -155°C, в особенности от -148 до -152°C. Более того, первый уровень давления преимущественно составляет от 3,2 до 3,7 МПа (от 32 до 37 бар), в особенности от 3,5 до 3,7 МПа (от 35 до 37 бар), и второй уровень давления преимущественно составляет от 3,5 до 3,7 МПа (от 35 до 37 бар) и/или второй уровень давления преимущественно составляет от 3,5 до 4 МПа (от 35 до 40 бар), в особенности от 3,5 до 3,7 МПа (от 35 до 37 бар). Преимущества уровней давления и температуры, используемых специально в объеме настоящего изобретения, описаны выше. Дополнительные примеры уровней давления и температуры описаны со ссылкой на чертеж.

Согласно особенно предпочтительному воплощению способа по изобретению для противоточной абсорбции используют абсорбционную колонну, которая содержит область отстойника и область абсорбции, отделенную от области отстойника барьером для жидкости, который расположен выше области отстойника, где барьер для жидкости выполнен так, что он позволяет жидкости, которая собирается в нижней части области абсорбции на барьере для жидкости, стекать в область отстойника и, в данном случае, препятствует подъему газа из области отстойника вверх в область абсорбции. Таким образом можно выполнить фазовое разделение первой газовой фракции от первой жидкой фракции, второй газовой фракции от второй жидкой фракции и противоточную абсорбцию для образования третьей газовой фракции и третьей жидкой фракции особенно преимущественным образом в одном разделительном устройстве. Последнее можно выполнить особенно экономичным образом и эксплуатировать преимущественным образом. В данном случае барьер для жидкости работает наподобие сифона, который позволяет жидкости стекать вниз, но не дает газу подниматься вверх. Его можно выполнить наподобие сифонной тарелки, известной в области ректификации, в которой, однако, обходятся без прохода газа.

Если используют такую модифицированную абсорбционную колонну, сырье для разделения, охлажденное от первого уровня температуры до второго уровня температуры, можно подать в область отстойника в виде двухфазной смеси, где, в последней, первую жидкую фракцию затем отделяют от первой газовой фракции. В данном случае жидкая фракция не должна присутствовать в форме независимой фракции, но она может быть уже смешанной в течение ее образования с жидкостью, протекающей через барьер для жидкости из области абсорбции.

Кроме того, если используют модифицированную абсорбционную колонну, первую газовую фракцию или ее часть, дополнительно охлажденную до третьего уровня температуры, можно подать в конце отстойника в виде двухфазной смеси в область абсорбции, так чтобы вторую жидкую фракцию отделить здесь от второй газовой фракции. Здесь также вторая жидкая фракция не должна находиться в форме независимой фракции, а она может быть смешана в течение ее образования со стекающей вниз загрязненной промывочной жидкостью, которая, как уже упоминали, также обозначена здесь как третья жидкая фракция. Другими словами, с использованием соответствующим образом модифицированной абсорбционной колонны, третью жидкую фракцию можно объединить со второй жидкой фракцией в случае ее образования выше барьера для жидкости и выпустить через барьер для жидкости в область от-

стойника, где ее объединяют с первой жидкой фракцией в случае ее образования.

В объеме настоящего изобретения первую, вторую и третью жидкую фракцию или их объединенные части можно преимущественно сжать с помощью насоса отстойника и переместить в ректификационную колонну, используемую для низкотемпературной ректификации. Так как можно поднять давление конденсата, возникающего в течение охлаждения, можно избежать энергоемкого повышения давления всего сырья для разделения. Фактически, требуется соответствующий насос, однако, по объясненным причинам, можно обойтись без метановых хладагентов или сброса давления в соответствующих потоках и последующего повторного повышения давления.

В объеме настоящего изобретения, как уже упоминали, является преимуществом, если верхний конденсатор ректификационной колонны используют для частичной конденсации верхнего газа или его части, который охлаждают с использованием этилена низкого давления. Посредством повышенного рабочего давления в ректификационной колонне возможна конденсация с помощью этилена низкого давления, так что можно обойтись без более холодных хладагентов.

В объеме настоящего изобретения по меньшей мере часть третьей газовой фракции при первом уровне давления частично конденсируют, особенно за одну стадию, путем охлаждения до пятого уровня температуры, получая таким образом пятую жидкую фракцию и пятую газовую фракцию, а именно точно одну пятую жидкую фракцию и точно одну пятую газовую фракцию. Таким образом, можно достичь разделения на обогащенную метаном или богатую метаном фракцию (пятая жидкая фракция) и обогащенную водородом или богатую водородом фракцию (пятая газовая фракция). Фракции можно дополнительно обработать.

В данном случае особенно предпочтительно, если по меньшей мере один теплообменник, который охлаждают с использованием по меньшей мере одной части пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции, используют для охлаждения третьей и четвертой газовой фракции или их частей. Таким образом, в каждом случае можно достичь температуры, а именно пятого уровня температуры, для охлаждения названных газовых фракций, чего нельзя было бы достичь с использованием этилена низкого давления.

В объеме настоящего изобретения для охлаждения сырья для разделения используют по меньшей мере один теплообменник, который охлаждают с использованием по меньшей мере одной части пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции и с помощью этилена высокого давления и среднего давления. Таким образом, можно надлежащим образом понизить температуру сырья для разделения, не прибегая к избыточному количеству внешнего хладагента.

Наоборот, для охлаждения первой газовой фракции используют по меньшей мере один теплообменник, который, специально вместе с по меньшей мере одной частью пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции, охлаждают этиленом низкого давления. Таким образом, можно достичь третьего уровня температуры.

Можно использовать установку для извлечения продукта разделения, который содержит преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, с использованием сырья для разделения, которое содержит преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, где содержание метана в сырье для разделения составляет вплоть до 20% и сырье для разделения предоставляют в газобразном состоянии.

Эта установка характеризуется средствами, которые приспособлены для частичной конденсации сырья для разделения при первом уровне давления за одну стадию путем охлаждения от первого уровня температуры до второго уровня температуры с получением таким образом точно одной первой жидкой фракции и точно одной первой газовой фракции, для частичной конденсации по меньшей мере одной части первой газовой фракции за одну стадию посредством дополнительного охлаждения от второго уровня температуры до третьего уровня температуры с получением таким образом точно одной второй жидкой фракции и точно одной второй газовой фракции, для подвергания по меньшей мере одной части второй газовой фракции при втором уровне давления противоточной абсорбции в противотоке с абсорбционной жидкостью, содержащей преимущественно метан, с получением таким образом точно одной третьей жидкой фракции и точно одной третьей газовой фракции, для, по меньшей мере, частичного объединения первой, второй и третьей жидких фракций и для, по меньшей мере, частичного подвергания последних при втором уровне давления, который выше первого уровня давления, низкотемпературной ректификации с получением таким образом жидкости отстойника и верхнего газа, для частичной конденсации за одну стадию по меньшей мере одной части верхнего газа при втором уровне давления посредством дополнительного охлаждения до четвертого уровня температуры с получением таким образом четвертой жидкой фракции и четвертой газовой фракции, и для образования абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, посредством дополнительного охлаждения по меньшей мере части четвертой газовой фракции от третьего до пятого уровня температуры.

Соответствующая установка преимущественно приспособлена для осуществления ранее описанного способа. В данный момент, поэтому, можно сослаться на упомянутые признаки и преимущества.

Далее изобретение описано более подробно со ссылкой на приложенный чертеж, на котором показано предпочтительное воплощение изобретения.

Краткое описание чертежа

На чертеже показан способ согласно одному воплощению изобретения.

Подробное описание чертежа

На чертеже способ согласно особенно предпочтительному воплощению изобретения показан в форме схемы технологического процесса и в целом обозначен как 100. Объяснения, относящиеся к способу 100, применяют таким же образом к соответствующей установке, так что, когда ссылаются на стадии способа, соответствующие объяснения соответствуют в то же время деталям установки, и наоборот.

В способе 100 газовую смесь, содержащую преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, которую можно ранее подвергнуть, например, гидратации для превращения ранее содержащегося ацетилена, и которая образована из газа крекинга не показанного здесь способа парового крекинга, предоставляют в газовой форме в качестве сырья для разделения.

Сырье для разделения в форме потока а вещества охлаждают в теплообменнике 1 фракцией водорода (поток b вещества), фракцией метана (поток с вещества), этиленом высокого давления (поток d вещества) и этиленом среднего давления (поток e вещества) при уровне давления приблизительно 3,49 МПа (3,49 бар) (обозначенного здесь как "первый уровень давления"), начиная от уровня температуры приблизительно -23°C ("первый уровень температуры") до уровня температуры приблизительно -78°C ("второй уровень температуры"), в данном случае частично конденсируют за одну стадию и затем направляют при уровне давления приблизительно 3,47 МПа (34,7 бар) (соответственно, все еще при первом уровне давления) в область 21 отстойника абсорбционной колонны 2 C2 абсорбера. Здесь возникающий конденсат ("первую жидкую фракцию") отделяют от газовой фазы f ("первой газовой фракции").

Первую жидкую фракцию обогащают углеводородами с двумя атомами углерода. Благодаря одностадийной частичной конденсации сравнительно большое количество метана отделяют от сырья для разделения в первую жидкую фракцию. Оно больше, чем было бы при обычной многостадийной частичной конденсации, как показано, например, в EP 3029017 A1 со ссылкой на фиг. 1 и 2. Первая газовая фракция содержит по существу все компоненты сырья для разделения, однако, в частности, обеднена углеводородами с двумя атомами углерода. При сравнении с обычными многостадийными частичными конденсациями она по упомянутым причинам также содержит меньше метана.

В показываемом примере первую газовую фракцию полностью извлекают из области 21 отстойника абсорбционной колонны 2 в форме потока f вещества и дополнительно охлаждают в теплообменнике 3 уже упомянутыми фракциями водорода и метана (потоки b и с вещества) и этиленом низкого давления (поток g вещества) до уровня температуры приблизительно -103°C ("третий уровень температуры") и, в свою очередь, частично конденсируют. Вследствие использования потоков b и с вещества третий уровень температуры ниже, чем был бы достижим только с этиленом низкого давления. После этого поток f вещества рециркулируют, все еще в виде двухфазной смеси, обратно в абсорбционную колонну 2 выше барьера 22 для жидкости, который отделяет область 21 отстойника абсорбционной колонны 2 от области 23 абсорбции, расположенной выше него. Барьер 22 для жидкости позволяет стекать вниз жидкости, накопленной в нижней части области 23 абсорбции и препятствует подъему вверх газа из области 21 отстойника в область 23 абсорбции.

Для преодоления потери давления в теплообменнике 3 последний расположен геодезически выше абсорбционной колонны 2. Абсорбционная колонна 2 работает при уровне давления от приблизительно 3,4 до 3,5 МПа (от 34 до 35 бар), т.е. также при уже упомянутом несколько раз первом уровне давления.

В абсорбционной колонне 2 или, соответственно, в ее области абсорбции, происходит фазовое разделение потока f вещества или, соответственно, соответствующим образом охлажденной первой газовой фракции. Жидкая фаза ("вторая жидкая фракция") накапливается выше барьера 22 для жидкости и ее объединяют здесь с загружаемой абсорбционной жидкостью ("третьей жидкой фракцией"), стекающей сверху вниз. Газовая доля ("вторая жидкая фракция"), остающаяся в случае фазового разделения потока f вещества или, соответственно, соответствующим образом охлажденной первой газовой фракции, поднимается вверх в область абсорбции и, в данном случае, ее подвергают противоточной абсорбции в противотоке с абсорбционной жидкостью, содержащей преимущественно метан, в форме потока n вещества.

При противоточной абсорбции образуют жидкую фракцию (уже упомянутую "третью жидкую фракцию"), которую объединяют с уже упомянутой второй жидкой фракцией. Вторая и третья жидкие фракции стекают в сочетании через барьер 22 для жидкости в область 21 отстойника абсорбционной колонны 2, где их объединяют с первой жидкой фракцией. Остающаяся газовая фракция ("третья газовая фракция") в случае противоточной абсорбции поднимается вверх, и ее извлекают из абсорбционной колонны 2 в форме потока o вещества.

Из области 21 отстойника абсорбционной колонны 2 объединенные первую, вторую и третью жидкие фракции извлекают с помощью насоса 4 отстойника при температуре приблизительно -79°C (т.е. все еще при первом уровне температуры) из абсорбционной колонны 2, более точно из области 21 отстойника, и закачивают (поток h вещества) в ректификационную колонну 5, так называемый деметализатор. Посредством действия насоса 4 отстойника происходит повышение давления до приблизительно 3,8 МПа (38 бар). В ректификационной колонне 5 углеводороды с двумя атомами углерода, т.е. упомянутый несколько раз "продукт разделения", при уровне давления приблизительно 3,5 МПа (35 бар) ("второй

уровень давления") отделяют от метана и более легких компонентов, и выводят из ректификационной колонны 5 через отстойник в виде жидкости отстойника в форме потока i вещества. В общем, ректификационная колонна 5 действует при втором уровне давления, а именно при приблизительно от 3,5 до 3,6 МПа (от 35 до 36 бар), ее отстойник выпаривают в испарителе 52 отстойника с помощью пропилен высокого давления. Поток i вещества, т.е. продукт разделения, можно нагреть в теплообменнике 1 и подать на дополнительную стадию разделения для отделения углеводов с двумя атомами углерода друг от друга.

Верхний газ ректификационной колонны 5 охлаждают в форме потока k вещества в теплообменнике 6 с использованием этилена низкого давления, который находится при уровне температуры приблизительно -101°C , до уровня температуры приблизительно -98°C ("четвертый уровень температуры") и частично конденсируют. Теплообменник 6 встроен в головную часть ректификационной колонны 5, так что возникающий конденсат ("четвертая жидкая фракция") стекает обратно в ректификационную колонну 5 в виде обратного потока в форме потока 1 вещества без насоса, только посредством силы тяжести. Так как здесь используют только этилен низкого давления, четвертый уровень температуры располжен выше третьего уровня температуры, который обеспечивают с помощью теплообменника 3. Остающийся газ ("четвертая газовая фракция") содержит преимущественно метан и покидает ректификационную колонну 5 в головной части в форме потока m вещества. Большую часть этого потока m вещества в течение этого хода процесса дополнительно охлаждают в форме потока n вещества в теплообменнике 7 до уровня температуры приблизительно -152°C ("пятый уровень температуры"), преимущественно конденсируют и затем, как уже упомянуто, подают в виде обратного потока в область 23 абсорбции абсорбционной колонны 2.

Верхний продукт области 23 абсорбции абсорбционной колонны 2 (т.е. третью газовую фракцию) также охлаждают в форме потока o вещества, который находится при уровне давления приблизительно 3,44 МПа (34,4 бар) (т.е. первом уровне давления), в теплообменнике 7 до пятого уровня температуры, составляющего приблизительно -152°C , и частично конденсируют. В разделительном контейнере 8 возникающий конденсат, так называемую метановую фракцию ("пятую жидкую фракцию"), отделяют от газовой фазы, так называемой водородной фракции ("пятой газовой фракции"). В метановой фракции, здесь изначально все еще обозначенной как p , сперва сбрасывают давление до надлежащего уровня давления, например, нагревательной сети газоснабжения, и затем нагревают в теплообменниках 7, 3 и 1.

Для холодного уравнивания теплообменника 7 жидкий метан удаляют из ректификационной колонны 5 выше жидкостной тарелки 51 и подают в форме потока q вещества в метановую фракцию потока r вещества, после ее охлаждения в теплообменнике 7 до пятого уровня температуры, составляющего приблизительно -152°C . Аналогично, меньшую часть потока m вещества можно подать в форме потока g вещества в поток r вещества. Объединенный поток, образованный из потоков p , q и g вещества, все еще обозначают как метановую фракцию и он показан в форме уже упомянутого потока s вещества.

Газовую фазу с приблизительно 90 мол.% водорода из разделительного контейнера 8 нагревают, подобно метановой фракции потоков r и s вещества, соответственно, в теплообменниках 7, 3 и 1 теплым потоком a вещества.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (100) извлечения продукта разделения, который содержит преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, с использованием сырья для разделения, которое содержит преимущественно метан, водород и углеводороды с двумя атомами углерода, где содержание метана в сырье для разделения составляет до 30 мол.% и сырье для разделения предоставляют в газообразном состоянии, отличающийся тем, что

при первом уровне давления сырье для разделения частично конденсируют за одну стадию путем охлаждения от первого уровня температуры, составляющего от -20 до -35°C , до второго уровня температуры, составляющего от -75 до -80°C , с извлечением только одной первой жидкой фракции и только одной первой газовой фракции,

по меньшей мере часть первой газовой фракции при первом уровне давления частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения с получением таким образом только одной второй жидкой фракции и только одной второй газовой фракции,

по меньшей мере одну часть второй газовой фракции при первом уровне давления подвергают противоточной абсорбции в противотоке к абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, с получением таким образом только одной третьей жидкой фракции и только одной третьей газовой фракции,

первую, вторую и третью жидкие фракции, по меньшей мере, частично объединяют и, при втором уровне давления, который выше первого уровня давления, по меньшей мере, частично подвергают низкотемпературной ректификации с получением таким образом жидкости отстойника, используемой для получения продукта разделения, который содержит преимущественно углеводороды с двумя атомами углерода, и верхнего газа,

по меньшей мере часть верхнего газа при втором уровне давления частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения с получением таким образом четвертой жидкой фракции и четвертой газовой фракции, и

абсорбционную жидкость, содержащую преимущественно метан, образуют посредством дополнительного охлаждения по меньшей мере части четвертой газовой фракции.

2. Способ по п.1, в котором указанное дополнительное охлаждение по меньшей мере части первой газовой фракции при первом уровне давления для частичной конденсации за одну стадию осуществляют до температуры от -100 до -105°C , и/или указанное дополнительное охлаждение по меньшей мере части верхнего газа при втором уровне давления для частичной конденсации за одну стадию осуществляют до температуры преимущественно от -95 до -100°C , и/или указанное дополнительное охлаждение по меньшей мере части четвертой газовой фракции для образования абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, осуществляют до температуры от -140 до -155°C .

3. Способ по п.1 или 2, в котором первый уровень давления составляет от 3,2 до 3,7 МПа (от 32 до 37 бар) и/или второй уровень давления составляет от 3,5 до 4 МПа (от 35 до 40 бар).

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором для противоточной абсорбции используют абсорбционную колонну (2), которая содержит область (21) отстойника и область (23) абсорбции, отделенную от области (21) отстойника барьером (22) для жидкости, который расположен выше области (21) отстойника, где барьер (22) для жидкости выполнен так, что он позволяет жидкости, которая собирается в нижней части области (23) абсорбции на барьере (22) для жидкости, стекать вниз в область (21) отстойника, препятствуя подъему вверх газа из области (21) отстойника в область (23) абсорбции.

5. Способ по п.4, в котором сырье для разделения, охлажденное от первого уровня температуры до второго уровня температуры, подают в область (21) отстойника в виде двухфазной смеси, где, в последней, первую жидкую фракцию отделяют от первой газовой фракции.

6. Способ по п.5, в котором указанную дополнительно охлажденную первую газовую фракцию или ее часть подают из отстойника в виде двухфазной смеси в область (23) абсорбции, где, в последней, вторую жидкую фракцию отделяют от второй газовой фракции.

7. Способ по п.6, в котором третью жидкую фракцию объединяют со второй жидкой фракцией в случае ее образования выше барьера (22) для жидкости и выпускают через барьер (22) для жидкости в область отстойника, где ее объединяют с первой жидкой фракцией.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором первую, вторую и третью жидкую фракцию или их объединенные части сжимают с помощью насоса (4) отстойника и перемещают в ректификационную колонну (5), используемую для низкотемпературной ректификации.

9. Способ по п.8, в котором для частичной конденсации верхнего газа или его части используют верхний конденсатор (6) ректификационной колонны (5), который охлаждают с использованием этилена низкого давления.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере часть третьей газовой фракции при первом уровне давления частично конденсируют за одну стадию посредством дополнительного охлаждения до той же температуры, что и температура, до которой осуществляют указанное дополнительное охлаждение по меньшей мере части четвертой газовой фракции для образования абсорбционной жидкости, содержащей преимущественно метан, с получением таким образом только одной пятой жидкой фракции и только одной пятой газовой фракции.

11. Способ по п.10, в котором для охлаждения третьей и четвертой газовой фракции или их частей используют по меньшей мере один теплообменник (7), который охлаждают с использованием по меньшей мере одной части пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции.

12. Способ по п.10 или 11, в котором для охлаждения сырья для разделения используют по меньшей мере один теплообменник (1), который охлаждают с использованием по меньшей мере одной части пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции и этилена высокого давления и среднего давления.

13. Способ по любому из пп.10-12, в котором для охлаждения первой газовой фракции используют по меньшей мере один теплообменник (3), который охлаждают с использованием по меньшей мере одной части пятой жидкой фракции и пятой газовой фракции и этилена низкого давления.

