

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038191**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.21

(51) Int. Cl. **C07C 5/48 (2006.01)**
C07C 11/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201990950

(22) Дата подачи заявки
2017.10.20

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОЛЕФИНОВ**

(31) **16197156.9**

(56) **WO-A1-2015113747**
EP-A1-2716622

(32) **2016.11.03**

(33) **EP**

(43) **2019.10.31**

(86) **PCT/EP2017/076894**

(87) **WO 2018/082945 2018.05.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ
(DE)

(72) Изобретатель:
Фриц Хельмут, Целльхубер Матье,
Велленхофер Антон, Шуберт Мартин,
Винклер Флориан (DE)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)

(57) В изобретении представлен способ производства одного или более олефинов, в котором получают реакционное сырье, содержащее один или более парафинов, причем часть парафина (парафинов), присутствующего в реакционном сырье, преобразуют путем окислительного дегидрирования в олефин (олефины) с получением технологического газа, причем указанный технологический газ содержит по меньшей мере олефин (олефины), непрореагировавший парафин (парафины), кислород и окись углерода, при этом по меньшей мере часть технологического газа подвергают низкотемпературному разделению, в котором при уровне рабочего давления образуются одна или более газовых фракций, обогащенных по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода. При низкотемпературном разделении для указанного образования и/или для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов, имеющих разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления, при этом указанный резервуар или указанный по меньшей мере один из резервуаров через указанные трубопроводы или указанный по меньшей мере один из трубопроводов соединен с одним или более теплообменниками, причем общая длина указанного трубопровода или указанного по меньшей мере одного трубопровода между указанным резервуаром или указанным по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода. Аналогичным образом соответствующая установка (100) также является объектом данного изобретения.

038191
B1

038191
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу производства олефинов и к соответствующей установке в соответствии с ограничительной частью независимых пунктов формулы изобретения.

Предпосылки изобретения

Известен принцип окислительного дегидрирования (ODH) парафинов, имеющих от двух до четырех атомов углерода. В процессе ODH указанные парафины вступают в реакцию с кислородом для получения, среди прочего, олефинов с таким же числом атомов углерода и воды.

ODH может быть предпочтительным по сравнению с общепринятыми способами производства олефинов, такими как паровой крекинг или каталитическое дегидрирование. Например, вследствие экзотермичности происходящих реакций отсутствует ограничение на термодинамическое равновесие. Значения энергии Гиббса AG для образования этана, пропана и n-бутана составляют соответственно -102, -115 и -118 кДж/моль. В процессе ODH могут иметь место сравнительно низкие температуры реакции. В принципе отсутствует необходимость в регенерации используемых катализаторов, поскольку присутствие кислорода обеспечивает возможность регенерации в процессе работы. И наконец, по сравнению с паровым крекингом образуются меньшие количества бесполезных побочных продуктов, таких как кокс.

Подробную информацию, касающуюся ODH, можно получить из соответствующей технической литературы, например из статьи "Light Alkanes Oxidation: Targets Reached and Current Challenges" авторов Ivars, F. и Lopez Nieto, J.M., входящей в книгу "Handbook of Advanced Methods and Processes in Oxidation Catalysis: From Laboratory to Industry, London 2014: Imperial College Press" авторов Duprez, D. и Cavani, F. (ред.), с. 767-843 или из работы Gärtner, C.A. и др., "Oxidative Dehydrogenation of Ethane: Common Principles and Mechanistic Aspects", ChemCatChem, т. 5, No. 11, 2013, с. 3196-3217.

Далее приведено подробное описание настоящего изобретения, в частности, в отношении ODH этана (так называемого ODH-E). Однако применение указанного изобретения в принципе также является возможным и предпочтительным для ODH высших парафинов, таких как пропан и бутан.

Для обеспечения устойчивой активности катализаторов в процессе ODH необходимо минимальное содержание кислорода на выходе из реактора для того, чтобы избежать деградации катализатора и соответственно ухудшения его эксплуатационных качеств. Следовательно, работа с полной конверсией кислорода в реакторе, по существу, является невозможной. Кроме того, при более высоких конверсиях образуются существенные количества окиси углерода и двуокиси углерода в виде побочных продуктов, которые аналогично остающемуся кислороду соответственно присутствуют в технологическом газе из реактора, при этом на этапах разделения, выполняемых ниже по потоку от места осуществления ODH, эти продукты должны быть отделены от основного продукта (продуктов) и других побочных продуктов.

Кроме того, как объяснено в дальнейшем, возможно, что при отделении низкокипящих фракций от высококипящих фракций происходит, в частности, нежелательное обогащение окиси углерода и кислорода в чрезмерных концентрациях, что создает проблему безопасности.

Задачей настоящего изобретения является усовершенствование соответствующих способов и установок, а также, в частности, решение проблемы обогащения окиси углерода и кислорода во время соответствующего разделения в процессе ODH, в частности в процессе ODH-E.

Сущность изобретения

В противоположность предшествующему уровню техники в соответствии с настоящим изобретением предложены способ производства олефинов и соответствующая установка, имеющие признаки, изложенные в зависимых пунктах формулы изобретения. Варианты выполнения в каждом случае являются объектом изобретения, охарактеризованным в зависимых пунктах формулы изобретения и нижеследующего описания.

Потоки материала, газовые смеси и т.п. в контексте представленного применения могут быть богаты или бедны одним или более компонентами, причем термин "богатый" может обозначать содержание не менее 95, 96, 97, 98, 99, 99,5, 99,9 или 99,99%, а термин "бедный" может обозначать содержание не более 5, 4, 3, 2, 1, 0,5, 0,1 или 0,01% в молярном, весовом и объемном отношении. При описании множества компонентов термин "богатый" или "бедный" относится к сумме всех компонентов. Если ссылка сделана, например, на "кислород" или "этан", то под этим может пониматься беспримесный газ или же смесь, богатая соответствующим компонентом.

Потоки материала, газовые смеси и т.п. в контексте предложенного изобретения могут быть "обогащенными" или "обедненными" одним или более компонентами, причем эти термины относятся к содержанию по отношению к исходной смеси. Эти потоки, смеси и т.п. являются "обогащенными" при не менее чем 1,5; 2, 5, 10, 100 или 1000-кратном содержании и являются "обедненными" при не более чем 0,75; 0,5; 0,1; 0,01 или 0,001-кратном содержании одного или более компонентов по отношению к исходной смеси.

Ниже в данном документе использованы термины "уровень давлений" и "уровень температур" для описания характеристик давлений и температур, причем указанные термины предназначены для обозначения того, что давления и температуры не обязательно должны быть выражены в виде точных значений давления/температуры. Например, уровень давлений или температур может быть в диапазоне $\pm 1, 5, 10, 20$ или 50% относительно среднего значения. Множество уровней давлений и температур могут пред-

ставлять собой неперекрывающиеся или перекрывающиеся диапазоны. Например, даже если давления и температуры были снижены вследствие потерь при транспортировке или при охлаждении, тем не менее, все еще может поддерживаться тот же самый уровень давлений/температур. Уровни давлений, указанные в данном документе в барах, являются абсолютными давлениями.

В контексте предложенного изобретения термин "ректификационная колонна" представляет собой разделительный блок, выполненный с возможностью по меньшей мере частичного разделения на фракции смеси веществ, введенной в газообразном или жидком виде или в виде двухфазной смеси, содержащей жидкую и газообразную фракции, и, как вариант, также в сверхкритическом состоянии, посредством ректификации, т.е. с образованием соответственно беспримесных веществ из смеси веществ или по меньшей мере смеси веществ с различными составами. В типичном случае ректификационные колонны конструктивно выполнены в виде цилиндрических металлических резервуаров, оснащенных внутренними компонентами, например разделительными тарелками либо регулярными или нерегулярными насадками. Ректификационная колонна содержит кубовый испаритель. Это агрегат, содержащий теплообменник, который нагревается и выполнен с возможностью нагревания жидкой фракции, аккумулируемой в нижней части ректификационной колонны и также известной как кубовая жидкость. Посредством кубового испарителя часть кубового продукта непрерывно испаряется и повторно возвращается в газообразном виде в зону разделения.

Преимущества изобретения.

Как упоминалось выше, типичный технологический газ, образующийся в процессе ОДН, содержит не только основные продукты, такие как олефины (и, как правило, карбоновые кислоты, образующиеся совместно при использовании определенных катализаторов), но также, среди прочего, непрореагировавшие парафины, кислород, окись углерода и двуокись углерода. Технологический газ в типичном случае также содержит воду и, как вариант, относительно небольшие количества инертных газов. Поэтому при разделении, выполняемом ниже по потоку от места осуществления ОДН, необходимо отделять побочные продукты от целевого основного продукта (продуктов)/непрореагировавших парафинов.

Разделение, как показано на фиг. 1 сопроводительных чертежей, в типичном случае происходит после сжатия технологического газа. Затем указанный технологический газ обычно освобождают путем водяного охлаждения, по меньшей мере, от больших порций присутствующих в нем любых карбоновых кислот и воды. Затем выполняют этапы очистки для удаления двуокиси углерода.

После этого технологический газ, все еще содержащий, по существу, олефины, непрореагировавшие парафины, кислород и окись углерода, а также небольшие количества инертных газов, освобождают от остаточной воды и предварительно охлаждают. При последующем низкотемпературном разделении происходит ступенчатая конденсация технологического газа. Оставшиеся газовые фракции в каждом случае подают на следующий этап конденсации. При отделении конденсатов в процессе низкотемпературной ректификации снова образуются газовые и жидкие фракции. Газовую фракцию, образовавшуюся при низкотемпературной ректификации, как правило, объединяют с газовой фракцией, оставшейся ниже по потоку после последнего этапа конденсации, для получения дополнительной газовой фракции, так называемой фракции горючего газа/фракции хвостового газа, обычно направляемой для термической утилизации. Жидкую фракцию, образовавшуюся при низкотемпературной ректификации, подвергают дальнейшим этапам разделения.

Фракция горючего газа обычно содержит по меньшей мере преобладающую часть окиси углерода и кислорода, присутствующих в технологическом газе, подаваемом для низкотемпературного разделения, и остальные компоненты, которые кипят при более низкой температуре, чем целевые олефины. Целевые олефины, по меньшей мере, почти полностью переводят в жидкую фракцию, образовавшуюся при низкотемпературной ректификации, вместе с высококипящими непрореагировавшими парафинами.

Вследствие характера конденсационного/дистилляционного образования газовых фракций при низкотемпературном разделении они подвергаются усиленному обогащению кислородом и окисью углерода без каких-либо дополнительных мер. Обычный технологический газ, подаваемый для низкотемпературного разделения, содержит, например, приблизительно 36 мол.% этана, 37 мол.% этилена, 20 мол.% окиси углерода, 4 мол.% кислорода и 1 мол.% инертных компонентов. Под термином "инертные компоненты" ниже в данном документе понимаются компоненты, которые не вступают в реакцию в процессе ОДН и не являются конденсируемыми в рабочих условиях, в том числе классические инертные газы, такие как азот и аргон, а также, например, метан, который подобным образом проявляет инертный характер в процессе ОДН. В этом случае даже после первого этапа конденсации, на котором технологический газ охлаждают до -53°C при давлении около 20,4 бар (2,04 МПа), оставшаяся газовая фракция содержит приблизительно 44 мол.% окиси углерода и 8 мол.% кислорода. В этой газовой смеси уже значительно превышены как пороговый предел взрывания, так и пороговая концентрация кислорода (см. ниже). Как правило, даже фракция кислорода концентрацией 3000 ppm (volume parts per million, объемных частей на миллион) на выходе реактора может привести к образованию газовой смеси в процессе низкотемпературной ректификации, содержащей 66 об.% фракции окиси углерода и 13 об.% фракции кислорода.

(Ниже) пороговое значение взрыва газа указывает на содержание газовой смеси, при котором возможно воспламенение/возникновение взрыва при одновременном достаточном содержании кислоро-

да. Для окиси углерода указанное пороговое значение относится к содержанию, значительно превышающему 10 мол.%, и, среди прочего, в каждом случае зависит от содержания водорода и воды в рассматриваемой газовой смеси. В стандартных условиях указанное пороговое значение составляет 12,5 мол.%. В рассмотренных газовых фракциях, образованных при обычном низкотемпературном разделении ниже по потоку от места осуществления ОДН, содержание окиси углерода составляет по меньшей мере 40-70 мол.%, как рассмотрено также со ссылкой на фиг. 2 и упомянуто выше; таким образом, пороговое значение взрыва было значительно превышено.

При значительном превышении порогового значения взрыва может произойти взрыв при условии, что была превышена также так называемая пороговая концентрация кислорода, указывающая на содержание кислорода, выше которого может произойти взрыв. Другими словами, чтобы возникновение взрыва стало возможным, необходимо превышение как порогового значения взрыва, так и пороговой концентрации кислорода.

Пороговая концентрация кислорода для окиси углерода является чрезвычайно низкой и составляет приблизительно половину от концентрации метана и приблизительно равна концентрации этилена. В смесях различных компонентов воспламеняемых газов обычно устанавливают промежуточные значения. В данном случае, т.е. в случае газовых смесей, образованных при низкотемпературном разделении, величина пороговой концентрации кислорода составляет около 6 мол.%, если только не будут предприняты дополнительные меры. Таким образом, в принципе возможно возникновение взрывов и даже детонации.

Пороговые значения возникновения взрыва газов могут быть определены в соответствии со стандартизованными способами по соответствующим стандартам, таким DIN 51649-1 или EN 1839. Пороговые значения взрыва для многих воспламеняемых газов и паров в воздухе при стандартных условиях перечислены во многих работах и базах данных, снабженных таблицами. В случае неатмосферных условий и, подобным образом, для смесей различных газов может быть проведена экстраполяция по известным значениям или может быть выполнен расчет на основе известных предписаний. Для получения подробную информацию можно получить из соответствующей технической литературы, например из работы Markus, D. и Maas U. "Die Berechnung von Explosionsgrenzen mit detaillierter Reaktionskinetik", Chemie Ingenieur Technik, vol. 76, no.3, 2004 и цитируемых в ней ссылок. То же самое относится и к определению предельных концентраций кислорода.

Взрывом является неконтролируемое выгорание воспламеняющейся газовой смеси с ламинарным фронтом пламени. Взрывы и детонации существенно различаются по скорости распространения. При взрыве скорость его распространения ниже скорости звука, а при детонации она обычно значительно выше скорости звука. При взрывах и детонациях газовых смесей в резервуарах происходит значительное повышение давления, которое может привести к разрыву резервуаров и к соответствующему вторичному повреждению. Для стехиометрических смесей воздуха/углеводородов можно рассчитать максимальное повышение давления в 10 раз во время взрыва. Последствия детонации являются гораздо более тяжелыми. В этом случае коэффициент повышения давления может составлять 50 или более того. Взрыв может перейти в детонацию после определенной длины развития и при минимальной концентрации горючего и кислорода.

В настоящем изобретении указанные проблемы решены благодаря предложенному способу производства одного или более олефинов, в котором получают реакционное сырье, содержащее один или более парафинов, причем часть парафина (парафинов), присутствующего в реакционном сырье, преобразуют путем окислительного дегидрирования в олефин (олефины) с получением технологического газа, причем указанный технологический газ содержит по меньшей мере олефин (олефины), непрореагировавший парафин (парафины), кислород и окись углерода, при этом по меньшей мере часть технологического газа подвергают низкотемпературному разделению, в котором при уровне рабочего давления образуются одна или более газовых фракций, обогащенных по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода, причем при низкотемпературном разделении указанного образования и/или для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов, имеющих разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления, а также принимают дополнительные меры, объясняемые далее.

Уровень рабочего давления характеризует уровень давления, имеющий место во время нормальной работы при низкотемпературном разделении, который может составлять, например, 10-30 бар (1-3 МПа). Под термином "разрывное давление" в данном документе понимается, в частности, расчетное разрывное давление, определенное, например, исходя из материала, конструктивных данных, и/или давления при испытаниях, и/или расчетного давления для механической конструкции (для взрывоустойчивой конструкции).

В данном контексте под термином "реакционное сырье" понимается вся газовая смесь, которая подвергается процессу ОДН. В частности, эта газовая смесь также может быть подана в используемый реактор (реакторы) в виде отдельных потоков материала. Например, поток материала, содержащий парафины, и поток материала, содержащий кислород, могут быть объединены для подачи соответствующего реакционного сырья в используемый реактор (реакторы) или выше по потоку от этого реактора (этих

реакторов).

В контексте данного изобретения по меньшей мере часть резервуаров и трубопроводов, в которых присутствуют соответствующие газовые фракции с высоким содержанием кислорода и двуокиси углерода, имеют взрывоустойчивую конструкцию. Как упомянуто выше, во время взрыва вышеупомянутых газовых фракций давление обычно повышается не более чем в 10 раз. Меры, предлагаемые в соответствии с настоящим изобретением, гарантируют, что, несмотря на состав соответствующих газовых фракций, и даже во время их взрыва, больше не произойдет никакого повреждения воспринимающих давление компонентов соответствующей установки и/или не будет происходить выделения соответствующих газовых фракций или их продуктов сгорания в окружающую среду. Таким образом, можно, по меньшей мере, частично воздержаться от принятия таких технологических мер, как добавление агентов или конструктивных особенностей разделительных средств, обеспечивающих инертность, а также использование взрывозащитных средств.

Как уже было объяснено выше, под термином "соответствующая газовая фракция" в данном документе понимается, в частности, газовая смесь, обогащенная по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода, образующаяся при низкотемпературном разделении. Таким образом, поток газовой смеси, образованный выше по потоку от места осуществления низкотемпературного разделения, например, при водяном охлаждении или удалении двуокиси углерода, не является в данном контексте газовой фракцией, поскольку он образуется не при низкотемпературном разделении. Соответствующие газовые фракции получают, в частности, на упомянутых этапах конденсации и при низкотемпературной ректификации полученных конденсатов ниже по потоку. Рассматриваемая фракция горючего газа также является газовой фракцией, образованной при низкотемпературном разделении.

Из предшествующего уровня техники известно что, для того чтобы избежать возникновения взрывов, например, следует избегать обогащения кислородных и/или воспламеняющихся компонентов в соответствующих газовых фракциях и, таким образом, непрерывно отслеживать содержание соответствующих компонентов. Чтобы избежать возникновения описываемой концентрации, соответствующая газовая фракция может быть отброшена и/или верхнее по потоку разделение может быть проведено менее резко. Это приведет к снижению общего объема выпуска, поскольку одновременно выбрасывается продукт.

В противоположность этому в контексте настоящего изобретения общий объем выпуска увеличивается благодаря наличию взрывоустойчивой конструкции. В контексте настоящего изобретения не обязательно все резервуары и/или трубопроводы, в которых присутствуют взрывоопасные газовые фракции, должны быть взрывоустойчивыми. Также может быть принято ограничение для тех резервуаров и/или трубопроводов, которые подвергаются большей опасности возникновения взрыва, чем другие.

В случае длинных трубопроводов и/или резервуаров (т.е. когда свободное расстояние, доступное для распространения взрыва и состоящее из длины трубы и, как вариант, из длины резервуара, по меньшей мере в 50 раз превышает их внутренний диаметр), взрыв смеси из углеводорода/кислорода может перейти в детонацию, так как в этом случае имеется достаточная длина развития. Это, в частности, относится к случаям, когда присутствуют соответствующие стехиометрические соотношения (лямбда равна 1, идеальная смесь). В соответствии с предшествующим уровнем техники в нефтехимии в системах, находящихся под давлением, переход взрыва в детонацию предотвращают, например, путем размещения внутренних компонентов, введения насыпных слоев, установки взрывозащитных фильтров, выполнения трубопроводов в виде пучка труб, установки систем пожаротушения (порошковых) и использования жидких завес. Общим для всех этих решений является прекращение взрыва большой массой в сочетании с малой шириной зазора и большой площадью поверхности. Распространяющееся пламя охлаждают и в идеальном случае гасят.

Общим для всех этих мер является малая ширина зазора в сочетании с большой площадью поверхности. Все эти меры приводят к увеличению капиталовложений, эксплуатационных расходов и стоимости технического обслуживания.

В настоящем изобретении детонацию устраняют благодаря выполнению соответствующих трубопроводов и/или резервуаров достаточно короткими. В частности, в этой связи было установлено, что теплообменники, используемые при упомянутом низкотемпературном разделении, к которым присоединены соответствующие трубопроводы, могут быть конструктивно выполнены в виде взрывозащитных средств или, по существу, составляют эффективные взрывозащитные средства. Поэтому в соответствии с данным изобретением предусмотрено, что по меньшей мере один из резервуаров посредством трубопроводов или по меньшей мере одного из трубопроводов соединен с одним или более теплообменниками, причем общая длина трубопровода или по меньшей мере одного трубопровода между резервуаром или по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода. Упомянутые трубопроводы и/или резервуары предпочтительно дополнительно имеют взрывоустойчивую конструкцию, однако вследствие уменьшенной длины трубопровода предпочтительно отпадает необходимость в обеспечении устойчивости к детонации.

Настоящее изобретение обеспечивает возможность, в частности, уменьшения степени разбавления

в данном способе по сравнению с предшествующим уровнем техники, в частности, разбавления низкокипящими компонентами, такими как метан или азот. Это дает возможность оптимизировать соответствующий процесс с экономической точки зрения, что касается как текущих расходов, так и капиталовложений.

Эксплуатационные расходы снижаются, в частности, благодаря повышенной энергоэффективности процесса, обусловленной уменьшенным количеством балластного материала в виде разбавителей, и повышенному выпуску продукции. Подобным образом повышенный выпуск продукции обусловлен уменьшенным количеством разбавителей. Вследствие того, что разбавители присутствуют в малых количествах, то их удаление приводит к малым потерям ценных продуктов. В известной метаноотгонной колонне, т.е. разделительной колонне, используемой для удаления метана и низкокипящих составов, эти ценные продукты поднимаются вверх в меньшей степени, когда необходимо удалить полностью малые количества легких газов. Кроме того, уменьшается усилие для разделения в нижней части соответствующей разделительной колонны, необходимое по спецификации для производства этилена, тем самым обеспечивается снижение опасности загрязнения продукта. Это приводит в целом к более высокому выходу продукции наряду с улучшенной эффективностью использования энергии и большей безопасностью подачи для выполняемых ниже по потоку процессов.

Экономия, с точки зрения капитальных затрат, обусловленная заметно уменьшенными размерами/объемами конструкции при низкотемпературном разделении, и при всех расположенных выше по потоку частях установки, которые возможны в контексте данного изобретения, является значительно более важной, чем дополнительные затраты и степень сложности, связанные с обеспечением техники безопасности, предлагаемые в соответствии с настоящим изобретением.

Способ в соответствии с настоящим изобретением или выполненная соответствующим образом установка выигрывает от компактного технологического управления и также от компактной конструкции. Это происходит в результате, среди прочего, применения взрывоустойчивой конструкции и ограниченных по длине трубопроводов в области низкотемпературного разделения. Небольшие дополнительные затраты и сложность, связанные с повышенным расчетным давлением, уменьшаются, в частности, поскольку вследствие использования меньшей степени разбавления массовые и объемные потоки во взрывоопасном участке значительно уменьшаются по сравнению с предшествующим уровнем техники, при этом взрывоустойчивую конструкцию выполняют исключительно в низкотемпературной части, в которой преобладают низкие температуры, относительно высокое давление и соответственно значительно уменьшаются объемные потоки по сравнению с объемными потоками в других частях установки. Таким образом, площади поперечного сечения трубопроводов и устройств являются относительно малыми, что упрощает определение размеров для высокого расчетного давления. Ограничение длин трубопроводов, выполненное в соответствии с настоящим изобретением, дополнительно улучшает компактность и обеспечивает дополнительный результат, который заключается в том, что расчетное давление необходимо точно определять только для случая взрыва, а не для детонации.

Подводя итог вышеизложенному, отметим, что использование настоящего изобретения дает возможность конструктивно выполнять и эксплуатировать большие части установки более выгодным образом, так как сравнительно небольшая часть установки выполнена с максимально возможной компактностью и прочностью. При рассмотрении обычных установок такой ход действий не является очевидным, поскольку не предвидится, что выборочная модификация одной части установки может привести к таким техническим и экономическим преимуществам для всей установки. При разработке обычных установок специалистам в данной области техники желательно при любых обстоятельствах избегать получения взрывоопасной смеси в части установки с криогенным разделением под высоким давлением.

Таким образом, предпочтительно, когда теплообменник (теплообменники), к которому (к которым) присоединен трубопровод или по меньшей мере один трубопровод, общая длина которого между резервуаром или по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода, имеет конструктивное исполнение, препятствующее распространению взрыва. Соответствующий теплообменник может иметь, например, конструктивное исполнение, препятствующее распространению взрыва, при котором эффективный размер зазора выполнен настолько малым, что, как и в обычных внутренних компонентах, насыпных слоях, взрывобезопасных фильтрах и т.д., взрыв прекращается благодаря использованию большой массы в сочетании с малой шириной зазора и большой площадью поверхности. Распространяющееся пламя также охлаждают в соответствующем теплообменнике и, в идеальном случае, ликвидируют. Таким образом, конструктивное исполнение теплообменника, препятствующее распространению взрыва, также основано на использовании малых размеров зазора в сочетании с большой площадью поверхности.

Чтобы выбрать подходящий размер зазора, специалисты в данной области техники используют, например, известные стандартные значения ширины зазора, опубликованные для многочисленных газов или газовых смесей. Стандартная ширина зазора представляет собой наибольшую ширину зазора с протяженностью 25 мм, надежно предотвращающую при определенных условиях испытаний возникновение воспламенения через зазор газовой смеси, находящейся вне аппарата, газовой смесью, воспламененной в аппарате. Соответствующие стандартные ширины зазора могут быть легко переведены/преобразованы в

размеры зазора, используемые в теплообменниках. Преимущественно соответствующий теплообменник является взрывоустойчивым, т.е. он имеет разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления. В этом отношении взрыв может произойти без возможности его перехода в детонацию с нанесением повреждений.

Кроме того, предпочтительно, в частности, когда трубопроводы, проводящие газы или двухфазные смеси, соединены с резервуарами, в которых осаждаются конденсаты, разделяемые в погруженном состоянии, т.е. трубопроводы заканчиваются ниже требуемого уровня жидкости. Таким образом, поскольку газ поднимается в виде пузырьков через жидкость, то в результате жидкостное взрывозащитное средство является интегрированным в резервуар.

Кроме того, предпочтительно выполнять внутренние компоненты колонны в виде ориентированных насадок или насыпных слоев с обеспечением тем самым функции взрывозащитного средства в колонне.

Кроме того, предпочтительно, если полный объем газа, содержащийся в колонне, разделен по меньшей мере одной ректификационной тарелкой на множество объемов газа, отделенных друг от друга жидкостью и, как вариант, твердыми внутренними компонентами (например, стенками сливного стакана) с обеспечением тем самым функции жидкостного взрывозащитного средства в колонне. Это может быть выполнено, например, с использованием одной или по меньшей мере одной или несколькими ректификационными тарелками, с одним перекрестным потоком или с множеством перекрестных потоков.

Настоящее изобретение может также предпочтительно применяться объясненным выше способом, когда при низкотемпературном разделении указанного образования и/или для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более дополнительных резервуаров и/или один или более дополнительных трубопроводов, при этом резервуар или по меньшей мере один из дополнительных резервуаров через дополнительные трубопроводы или по меньшей мере через один из дополнительных трубопроводов соединен с одним или более дополнительными теплообменниками, однако при этом общая длина дополнительного трубопровода или по меньшей мере одного дополнительного трубопровода между дополнительным резервуаром или по меньшей мере одним дополнительным резервуаром и дополнительным теплообменником (теплообменниками) в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода. В этом случае соответствующий трубопровод, в частности, во взрывоопасных средах, может быть снабжен взрывозащитным средством, чтобы предотвратить распространение взрыва и его переход в детонацию. Тогда соответствующие трубопроводы также могут быть выполнены как устойчивые к детонации трубопроводы. Соответствующий трубопровод в таком случае имеет разрывное давление, которое по меньшей мере в 50 раз превышает уровень рабочего давления.

В контексте настоящего изобретения, как уже было объяснено выше, может использоваться, в частности, низкотемпературное разделение. Таким образом, при низкотемпературном разделении технологический газ предпочтительно подвергают многократному и поэтапному охлаждению, причем после каждого охлаждения из технологического газа отделяют конденсат, при этом одна из газовых фракций остается, а по меньшей мере часть газовых фракций поступает для дальнейшего охлаждения. Как было упомянуто, соответствующее обогащение, в частности, может происходить именно в этих газовых фракциях, поэтому резервуары и трубопроводы, содержащие/переносящие соответствующие газовые фракции, предпочтительно выполнены так, как было упомянуто выше. Другими словами, для отделения по меньшей мере одного из конденсатов используют резервуар или по меньшей мере один из резервуаров, а для подачи по меньшей мере одной из газовых фракций для дальнейшего охлаждения используют трубопроводы или один из трубопроводов.

Подобным образом в соответствии с настоящим изобретением предложена установка для производства одного или более олефинов, выполненная с возможностью получения реакционного сырья, содержащего один или более парафинов, и содержащая реакционный блок, выполненный с возможностью преобразования путем окислительного дегидрирования части парафина (парафинов), присутствующего в реакционном сырье, в олефин (олефины) с получением технологического газа, причем указанный технологический газ содержит по меньшей мере олефин (олефины), непрореагировавший парафин (парафины), кислород и окись углерода, при этом указанная установка обеспечивает низкотемпературное разделение с возможностью образования при уровне рабочего давления одной или более газовых фракций, обогащенных по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода.

Такая установка отличается тем, что при низкотемпературном разделении указанного образования и/или для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов, имеющих разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления, причем указанный резервуар или по меньшей мере один из резервуаров через трубопроводы или по меньшей мере через один из трубопроводов соединен с одним или более теплообменниками, при этом общая длина трубопроводов или по меньшей мере одного из трубопроводов между резервуаром или по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода.

Что касается характеристик и преимуществ соответствующей установки, то следует принять во

внимание приведенные выше пояснения, относящиеся к характеристикам и преимуществам предложенного способа. В частности, такая установка выполнена с возможностью осуществления способа в соответствии с конкретными вариантами выполнения, объясненными выше, и содержит средства, подходящие для этой цели. В этом отношении также делается ссылка на приведенные выше формулировки.

Ниже приведено более подробное объяснение настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, иллюстрирующие, среди прочего, предпочтительные варианты выполнения настоящего изобретения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует установку для производства олефинов в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 2 иллюстрирует ректификационный блок, используемый в установке для производства олефинов в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

На нижеследующих чертежах функционально или конструктивно одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями, при этом они не будут повторно объяснены ради простоты изложения. Пояснения из приведенного ниже в данном документе описания частей установки также применимы соответственно к этапам способа, реализованным посредством этих частей установки, и наоборот.

На фиг. 1 схематически показана установка для производства олефинов в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения. Схема установки, обозначенной в целом ссылочной позицией 100, является значительно упрощенной. Несмотря на то, что ниже приведено описание установки 100 для ОDH этана (ODH-E), тем не менее, настоящее изобретение также подходит, как было упомянуто, для использования в процессе ОDH высших углеводородов. В этом случае соответственно используются нижеследующие объяснения.

В установке 100 сырье для разделения в виде потока а подают в ректификационный блок 101, содержащий, например, одну или более ректификационных колонн, и подвергают ректификации. В изображенном варианте сырье для разделения содержит по меньшей мере этан и высшие углеводороды, в частности соответствующие высшие парафины. В ректификационный блок 101 также может быть подано одно или более дополнительного сырья для разделения, например, поток b материала, показанный на данной фигуре и объясненный более подробно далее.

В ректификационном блоке 101 сырье для разделения подвергают ректификации отдельно или вместе с другим сырьем для разделения для получения газовой смеси, содержащей этан, но с низким содержанием высших углеводородов. Эту газовую смесь отводят в виде потока с и подают к блоку 102 предварительного нагревания. В блоке 102 газовую смесь предварительно нагревают, при этом в блок 102, в показанном варианте, подают поток d воды или пара. Кроме того, могут быть поданы другие потоки материала, как показано в данном документе, в виде потока b. Затем в блоке 101 ректификации получают смесь компонентов, содержащую преимущественно или исключительно высшие углеводороды. Указанная смесь явно не показана.

Поток e материала, выходящий из блока 102 предварительного нагревания, подают в реакционный блок 103 для образования реакционного сырья. Реакционное сырье содержит этан, вследствие его образования с использованием продукта отделения из ректификационного блока 101, но с низким содержанием высших углеводородов. Реакционное сырье может дополнительно содержать один или более разбавителей, таких как вода или инертные газы, а также другие компоненты. Они также могут быть поданы в реакционный блок 103 в виде других потоков материала (не показанных).

В изображенном варианте в реакционный блок 103 подают поток f материала, содержащий кислород. Это может быть выполнено с использованием воздухоразделительной установки 104. С этой целью в воздухоразделительную установку 104 подают поток g воздуха. Поток f материала, содержащий кислород, может быть, по существу, чистым кислородом, но в зависимости от работы воздухоразделительной установки 104 в нем могут содержаться фракции азота и благородных газов. Подобным образом можно также подавать разбавитель.

Поток, выходящий из реакционного блока 103, является технологическим газом в виде потока h, содержащего этилен, образованный в блоке 103 в результате ОDH части этана, содержащегося в реакционном сырье. Кроме того, смесь продуктов дополнительно содержит уксусную кислоту, подобным образом образованную из этана во время ОDH в реакционном блоке 103, воду, окись углерода, двуокись углерода, непрореагировавший кислород и растворитель (растворители), а также другие составы, если они были добавлены или ранее образованы в реакционном блоке 103.

Следует понимать, что реакционный блок 103 может содержать один или даже более реакторов, которые, например, работают параллельно. В последнем случае в каждый из этих реакторов подается соответствующее реакционное сырье, которое может иметь одинаковые или разные составы, а также соответствующие потоки f, содержащие кислород, при этом в каждом случае образуются соответствующие потоки h технологического газа. Последние потоки, например, могут быть объединены и поданы вместе в качестве технологического газа в блоки, рассмотренные далее.

Технологический газ транспортируют в охлаждающий блок 104, в котором, например, в охлаждающей колонне, указанный газ может входить в контакт с охлаждающей водой или с подходящим водным раствором. В охлаждающем блоке 104 технологический газ, в частности, охлаждают, при этом образованную в реакционном блоке 103 уксусную кислоту вымывают из технологического газа. Технологическая вода вместе с уксусной кислотой вытекает из охлаждающего блока 104 в виде потока *i*, при этом технологический газ, по меньшей мере, в значительной степени освобожденный от уксусной кислоты, выходит из охлаждающего блока 104 в виде потока *k*.

Как вариант, в блоке 105 извлечения уксусной кислоты из технологической воды, содержащей уксусную кислоту, отделяют уксусную кислоту в виде ледяной уксусной кислоты, выгружаемой из установки 100 в виде потока *l*. Чистая технологическая вода, подобным образом восстановленная в блоке 105, может быть подана в блок 102 предварительного нагревания в виде уже рассмотренного потока *d*. Технологическая вода, подаваемая в реактор, также может быть подана частично или полностью в виде поступающей снаружи пресной воды. Вода, которая больше непригодна для использования или больше не требуется, может быть выпущена из установки 100 и подана для очистки в виде потока *m* отработанной воды.

Технологический газ, присутствующий в виде потока *k*, по меньшей мере, в значительной степени освобожденный от уксусной кислоты, сжимают в компрессорном блоке 106 до соответствующего уровня давления, например до 15-25 бар (1,5-2,5 МПа), и в виде потока *n* сжатого материала подают в блок 107 промывки амина. При этом в данном блоке, в частности, вымывают части двуокиси углерода, присутствующие в технологическом газе. После регенерации амина вымываемая двуокись углерода может быть выпущена из установки в виде потока *q*. Таким образом, технологический газ, частично освобожденный от двуокиси углерода, транспортируют в виде потока *o* в блок 108 промывки щелока и дополнительно очищают его от двуокиси углерода. Образованный в блоке 108 отработанный щелок может быть транспортирован в виде потока *p* в блок 109 обработки отработанного щелока *i*, наконец, выпущен из установки 100.

Технологический газ, дополнительно очищенный в блоке 108 промывки щелока, транспортируют в виде потока *g* в блок 110 предварительного охлаждения и осушения, в котором он может быть освобожден, в частности, от остаточной воды. Осушенный технологический газ транспортируют в виде потока *s* в низкотемпературный блок 111, а затем в дополнительно охлажденном состоянии в виде одного или более потоков *t* в блок 112 удаления метана. В низкотемпературном блоке 111 и в блоке 112 удаления метана обеспечивают отделение из технологического газа компонентов, кипящих при более низкой температуре, чем этилен, в частности окиси углерода и кислорода, при этом оставшаяся часть находится в виде конденсата. Если технологический газ содержит высшие углеводороды, образованные в виде побочных продуктов во время ОДН в реакционном блоке 103, то их подобным образом преобразуют в конденсат.

Отделенные компоненты, кипящие при более низкой температуре, чем этилен, возвращают в оборот в виде одного или более потоков *u* через низкотемпературный блок 111 и блок 110 предварительного охлаждения и осушения, в которых, как вариант, объединяют с другими соответствующими потоками материала, используемыми для охлаждения, и выпускают из установки 100. При необходимости углеводороды, содержащие два и, как вариант, более атома углерода, подают в виде потока *v* в блок 113 гидрирования, в котором, в частности, ацетилен, также образованный подобным образом в виде побочного продукта во время ОДН в реакционном блоке 103, может быть подвергнут гидрогенизации. После гидрирования поток материала, теперь обозначенный символом *w*, транспортируют в блок 114 удаления этилена. Более подробно используемые низкотемпературный блок 111 и блок 112 удаления метана проиллюстрированы на фиг. 2.

В блоке 114 удаления этилена этилен, по меньшей мере, в большой степени отделенный от других компонентов и в виде потока *x*, после утилизации в блоке 115 охлаждения этилена может быть выпущен из установки 100 в газообразном виде. Оставшиеся компоненты, преимущественно этан *i*, как вариант, высшие углеводороды, извлекают в виде потока *y*. При наличии в нем высших углеводородов их преимущественно возвращают в оборот в реакционный блок в виде вышеупомянутого потока *b*. Как вариант, может быть проведена обработка этого потока *b*.

На фиг. 2 показаны низкотемпературный блок *i* и блок удаления метана, используемые в установке для производства олефинов в соответствии с вариантом выполнения настоящего изобретения. Низкотемпературный блок *i* и блок удаления метана могут быть использованы, например, в установке 100, как показано на фиг. 1, соответственно с образованием ее блоков 111 и 112. На этой фигуре также показаны потоки *s*, *t*, *u* и *v* материала, изображенные на фиг. 1. Изображение соответствующих элементов не соответствует их местоположению и масштабу.

Частично конденсированный технологический газ подают в виде потока *s* в низкотемпературный блок 111. Газообразная часть технологического газа последовательно проходит через теплообменники 1-3 с охлаждением в них до все более низких уровней температуры. Для этого теплообменники 1-3 охлаждают потоками (показанными пунктирными линиями) этилена (этилен высокого давления в теплообменнике 1, этилен среднего давления в теплообменнике 2, этилен высокого давления в теплообменнике 3). Для охлаждения дополнительно используют поток *u* материала, который в изображенном варианте со-

держит компоненты технологического газа, кипящие при более низкой температуре, чем этан, или, в более общем случае, кипящие при более низкой температуре, чем парафины, содержащие N атомов углерода, которые отделяют в низкотемпературном блоке 111 и блоке 112 удаления метана.

Ниже по потоку от теплообменников 1-3 технологический газ/двухфазную смесь, образованную в каждом случае посредством охлаждения в теплообменниках 1-3, в каждом случае транспортируют в сепараторы 4-6, в которых в каждом случае происходит отделение конденсата от технологического газа. Конденсаты вводят в ректификационную колонну 7 блока 112 удаления метана, так называемую метаотгонную колонну, на высоте, соответствующей их составу. Кроме того, фракцию технологического потока s, предварительно сконденсированную при предварительном охлаждении, вводят непосредственно в ректификационную колонну 7. Также перед введением может быть выполнено разделение жидкой и газообразной частей технологического потока s.

Кубовый испаритель 8 ректификационной колонны 7 нагревают с использованием, например, пропана, дефлегматор 9 охлаждают с использованием, например, этилена низкого давления. Ректификационная колонна 7 работает так, что в ее верхней части предпочтительно подвергаются обогащению компоненты, кипящие при более низкой температуре, чем этилен, а более тяжелые составы подвергаются обогащению в нижней части. Таким образом, часть потока u материала может быть извлечена из верхней части ректификационной колонны 7, а поток v материала может быть извлечен из нижней части ректификационной колонны 7. Фракция технологического газа, остающаяся в газообразном виде в сепараторе 6, подобным образом может быть использована в образовании потока u материала.

В нижеследующих табл. 1 и 2 показаны типичные параметры выбора потоков материала, показанных на фиг. 2 под ссылочными позициями 201-211, низкотемпературного блока 111 и блока 112 удаления метана, например, полученные без подачи дополнительных газов, как объяснено выше.

Технологический газ, введенный в виде потока s, содержит в показанном примере под ссылочной позицией 201 не только окись углерода и кислорода, приведенные в табл. 2, но также 36 мол.% этана, 37 мол.% этилена и 1 мол.% аргона. В газовой смеси под ссылочной позицией 201, отводимой из верхней части ректификационной колонны, содержится не только окись углерода и кислород, приведенные в табл. 2, но также 10 мол.% этилена и 4 мол.% аргона. Приведенные значения являются типичными иллюстративными значениями.

Ссылочная позиция	Давление (бар)	Температура (°C)
201	20,4	- 31°
202	20,2	- 53°
205	19,9	- 76°
208	19,7	- 97°
211	18,8	- 97°

Ссылочная позиция	Окись углерода (мол.%)	Кислород (мол.%)	Выработка (т/час)
201	20	4	3
203	44	8	1,2
204	3,8	0,8	1,2
206	62	11	0,8
207	5	1,3	0,4
209	72	13	0,7
210	8	2	0,1
211	64	13	2,6

Как видно из табл. 2, без подачи дополнительных газов, как объяснено выше, содержание кислорода достигает величины, которая при наличии окиси углерода уже создает взрывоопасную смесь, показанную под ссылочной позицией 203.

В соответствии с настоящим изобретением при низкотемпературном разделении образования и/или для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов, имеющих разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления. Такие трубопроводы могут быть, например, резервуарами, обозначенными ссылочными позициями 4-6, и трубопроводами, обозначенными ссылочными позициями 201-211, которые, как упомянуто выше, могут переносить взрывоопасные газовые смеси. Подобным образом ректификационная колонна 7 предпочтительно имеет взрывоустойчивую конструкцию.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства одного или более олефинов, в котором получают реакционное сырье, содержащее один или более парафинов, причем часть парафина (парафинов), присутствующего в реакционном сырье, преобразуют путем окислительного дегидрирования в олефин (олефины) с получением технологического газа, причем указанный технологический газ содержит по меньшей мере олефин (олефины), непрореагировавший парафин (парафины), кислород и окись углерода, при этом по меньшей мере часть технологического газа подвергают низкотемпературному разделению, в котором при уровне рабочего давления образуются одна или более газовых фракций, обогащенных по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода, отличающийся тем, что при низкотемпературном разделении для указанного образования и для переноса газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более резервуаров и один или более трубопроводов, причем резервуар или по меньшей мере один из резервуаров через указанные трубопроводы или по меньшей мере через один из указанных трубопроводов соединен с одним или более теплообменниками, при этом один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов имеют разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления, и общая длина указанных трубопроводов или указанного по меньшей мере одного трубопровода между указанным резервуаром или указанным по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода.

2. Способ по п.1, в котором теплообменник (теплообменники), к которому (к которым) присоединен указанный трубопровод или указанный по меньшей мере один трубопровод, общая длина которого между указанным резервуаром или указанным по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода, имеет конструктивное исполнение, препятствующее распространению взрыва.

3. Способ по п.2, в котором конструктивное исполнение теплообменника (теплообменников), препятствующее распространению взрыва, включает использование максимального размера зазора с учетом особенностей газовой фракции (фракций).

4. Способ по п.2 или 3, в котором теплообменник (теплообменники) с конструктивным исполнением, препятствующим распространению взрыва, имеет(ют) разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором разрывное давление является расчетным разрывным давлением, и/или испытательным давлением, и/или расчетным давлением для механической конструкции.

6. Способ по п.1, в котором при низкотемпературном разделении указанного образования и/или для переноса указанных газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций используют один или более дополнительных резервуаров и/или один или более дополнительных трубопроводов, при этом указанный резервуар или по меньшей мере один из указанных дополнительных резервуаров через указанные дополнительные трубопроводы или по меньшей мере через один из указанных дополнительных трубопроводов соединены с одним или более дополнительными теплообменниками, причем общая длина указанного дополнительного трубопровода или указанного по меньшей мере одного дополнительного трубопровода между указанным дополнительным резервуаром или указанным по меньшей мере одним дополнительным резервуаром и дополнительным теплообменником (теплообменниками) более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода.

7. Способ по п.6, в котором указанный дополнительный трубопровод или указанный по меньшей мере один дополнительный трубопровод, общая длина которого между указанным дополнительным резервуаром или указанным по меньшей мере одним дополнительным резервуаром и дополнительным теплообменником (теплообменниками) более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр, имеет разрывное давление, по меньшей мере в 50 раз превышающее уровень рабочего давления, и/или содержит взрывозащитное средство.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором, по меньшей мере, частично газообразную текучую среду проводят через указанные трубопроводы или указанный по меньшей мере через один из трубопроводов и вводят в указанный резервуар или указанный по меньшей мере в один из резервуаров, причем в указанном резервуаре или в указанном по меньшей мере одном резервуаре от текучей среды отделяют жидкость, при этом указанный трубопровод или указанный по меньшей мере один трубопровод выходит в указанный резервуар или указанный по меньшей мере один резервуар ниже уровня жидкости.

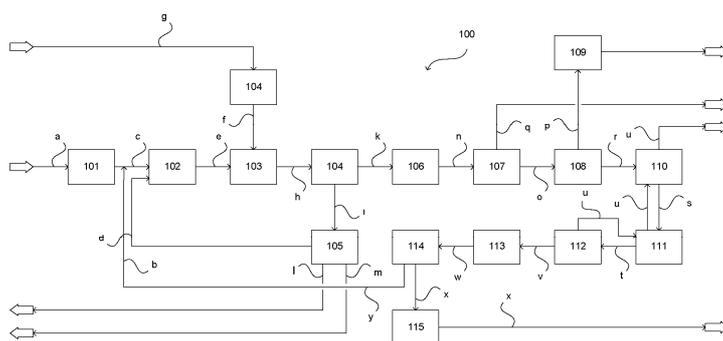
9. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором низкотемпературное разделение включает использование ректификационной колонны, содержащей по меньшей мере одну ориентированную насадку, и/или насыпной слой, и/или по меньшей мере одну ректификационную тарелку, разделяющую общий объем газа, содержащийся в колонне, на множество объемов газа, отделенных друг от друга жидкостью или, как вариант, твердыми внутренними компонентами.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором низкотемпературное разделение

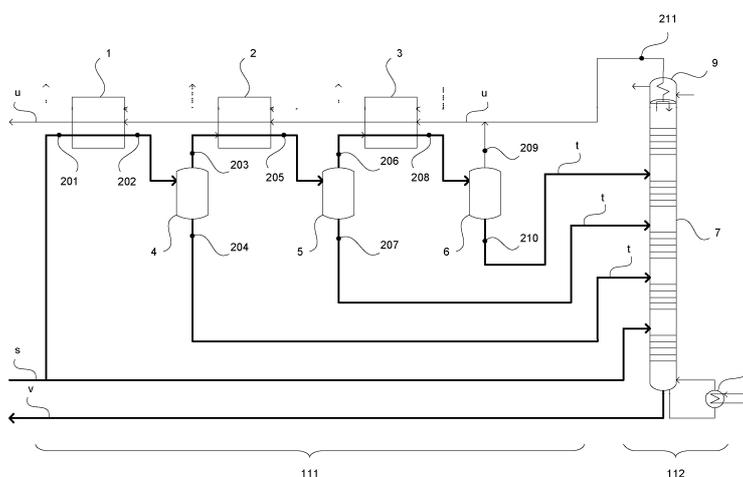
включает многократное и поэтапное охлаждение технологического газа, причем после каждого охлаждения из технологического газа отделяют конденсат, при этом остается одна из газовых фракций, а по меньшей мере часть газовых фракций подают для дальнейшего охлаждения.

11. Способ по п.10, в котором для отделения по меньшей мере одного из конденсатов используют указанный резервуар или указанный по меньшей мере один из указанных резервуаров и/или для подачи по меньшей мере одной из газовых фракций для дальнейшего охлаждения используют указанные трубопроводы или указанный один из указанных трубопроводов.

12. Установка (100) для производства одного или более олефинов, выполненная с возможностью получения реакционного сырья, содержащего один или более парафинов, и содержащая реакционный блок (103), выполненный с возможностью преобразования путем окислительного дегидрирования части парафина (парафинов), присутствующего в реакционном сырье, в олефин (олефины) с получением технологического газа, причем указанный технологический газ содержит, по меньшей мере, олефин (олефины), непрореагировавший парафин (парафины), кислород и окись углерода, при этом указанная установка обеспечивает низкотемпературное разделение с возможностью образования при уровне рабочего давления одной или более газовых фракций, обогащенных по сравнению с технологическим газом кислородом и окисью углерода, отличающаяся тем, что при низкотемпературном разделении для указанного образования и для переноса указанных газовых фракций или по меньшей мере одной из газовых фракций имеются один или более резервуаров и один или более трубопроводов, причем указанный резервуар или указанный по меньшей мере один из резервуаров через указанные трубопроводы или указанный по меньшей мере один из указанных трубопроводов соединен с одним или более теплообменниками, при этом один или более резервуаров и/или один или более трубопроводов имеют разрывное давление, по меньшей мере в 10 раз превышающее уровень рабочего давления, и общая длина указанных трубопроводов или указанного по меньшей мере одного трубопровода между указанным резервуаром или указанным по меньшей мере одним резервуаром и теплообменником (теплообменниками) не более чем в 50 раз превышает внутренний диаметр указанного трубопровода.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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