

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201992098** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.03.10

(51) Int. Cl. **C07C 2/84** (2006.01)
C07C 7/00 (2006.01)
C07C 7/04 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.04.06

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОДНОГО ИЛИ БОЛЬШЕГО КОЛИЧЕСТВА ОЛЕФИНОВ

(31) **17165594.7**

(32) **2017.04.07**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2018/058903**

(87) **WO 2018/185310 2018.10.11**

(71) Заявитель:
**ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ
(DE)**

(72) Изобретатель:
**Фриц Хельмут, Эрнст Кристиан, Зинн
Тобиас (DE)**

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

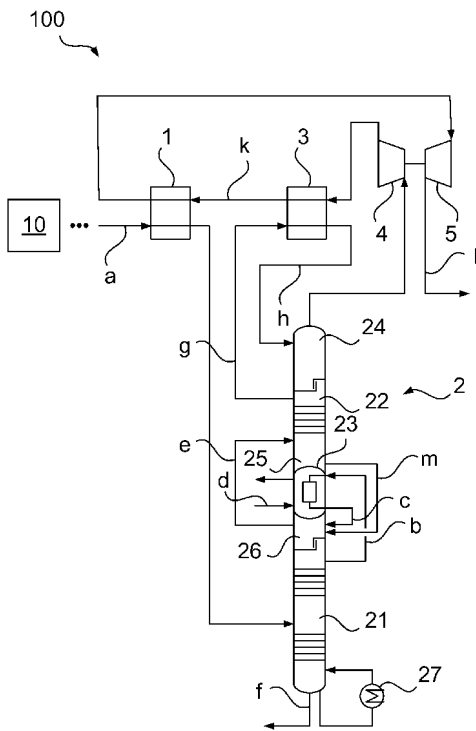
(57) Изобретение относится к способу (100, 200) получения одного или большего количества олефинов, в котором, с использованием окислительной конденсации (10) метана, образуют газовую смесь, содержащую водород, метан, монооксид углерода и углеводороды, температура кипения которых выше, чем у метана, и подвергают ее низкотемпературному разделению (1-5), отличающемуся тем, что низкотемпературное разделение (1-5) проводят с использованием ректификационной колонны (2), имеющей первую зону (21) разделения, вторую зону (22) разделения, расположенную выше первой зоны (21) разделения, и конденсатор-испаритель (23), где указанную газовую смесь охлаждают, подают, по меньшей мере, частично в качестве первого сырья для разделения в первую зону (21) разделения и подвергают первой ректификации в первой зоне (21) разделения, с образованием первых газообразных легких фракций и первой кубовой жидкости, в котором, используя первую часть первых газообразных легких фракций в конденсаторе-испарителе (23), получают конденсат, который рециркулируют в первую зону разделения, а используя вторую часть газообразных легких фракций, образуют второе сырье для разделения, которое подают во вторую зону (22) разделения, и в котором второе сырье для разделения подвергают второй ректификации во второй зоне разделения с образованием вторых газообразных легких фракций и второй кубовой жидкости.

201992098

A1

A1

201992098



СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОДНОГО ИЛИ БОЛЬШЕГО КОЛИЧЕСТВА ОЛЕФИНОВ

Изобретение относится к способу получения одного или большего количества олефинов и к соответствующему устройству, согласно ограничительной части соответствующих независимых пунктов формулы изобретения.

Уровень техники

В литературе описана окислительная конденсация метана, например, в работе J.D.Idol et al., "Natural Gas", в "Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology", J.A.Kent, т. 2, 12 издание, Springer, New York, 2012.

Согласно текущему уровню знаний, окислительная конденсация метана включает каталитическую газофазную реакцию метана с кислородом, в которой от каждой из двух молекул метана отщепляется один атом водорода. Полученные метильные радикалы сначала реагируют с образованием молекулы этана. В данной реакции также получают молекулу воды. При соответствующих отношениях метана к кислороду, соответствующих температурах реакции и выборе соответствующих условий катализа впоследствии происходит оксидегидрогенизация этана с образованием этилена – соединения, которое является целью окислительной конденсации метана. При этом образуется дополнительная молекула воды. Обычно применяемый кислород полностью расходуется в упомянутых реакциях.

При окислительной конденсации метана условия проведения реакции обычно включают температуру от 500 до 900°C, давление от 0,5 до 1,0 МПа (от 5 до 10 бар) и высокие объемные скорости. Более поздние разработки проводили, в частности, в направлении использования более низких температур. Реакцию можно осуществить в условиях гомогенного и гетерогенного катализа, в неподвижном слое или в псевдооживленном слое. При окислительной конденсации метана возможно также получить высшие углеводороды, имеющие до шести или восьми атомов углерода, но особое значение имеет этан/этилен и, в зависимости от обстоятельств, также пропан/пропилен.

Выходы реакции окислительной конденсации метана являются сравнительно низкими, главным образом вследствие высокой энергии связи между атомами углерода и водорода в молекуле метана. Обычно подвергается превращению не более 10-15%

используемого метана. Кроме того, сравнительно жесткие условия проведения реакции и температуры, необходимые для разрыва этих связей, также способствуют дальнейшему окислению метильных радикалов и других промежуточных частиц, с образованием монооксида углерода и диоксида углерода.

Хотя низким выходам и образованию монооксида углерода и диоксида углерода можно частично противодействовать, выбирая оптимизированные катализаторы и специально подобранные условия реакции, газовая смесь, образованная при окислительной конденсации метана, а также целевые соединения, такие как этилен и, возможно, пропилен, преимущественно содержат непрореагировавший метан, а также диоксид углерода, монооксид углерода и воду. В результате возможных некаталитических реакций расщепления могут также присутствовать значительные количества водорода. Газовую смесь такого рода, в соответствии с применяемой в данной области терминологией, называют также «продуктовой смесью» окислительной конденсации метана, даже если она и не содержит в преобладающей степени желаемых продуктов, но также содержит непрореагировавший исходный метан и уже указанные побочные продукты.

При окислительной конденсации метана можно применять реакторы, в которых ниже каталитической зоны по ходу технологического потока следует некаталитическая зона. Газовую смесь, вытекающую из каталитической зоны, перемещают в некаталитическую зону, где она сначала находится все еще при сравнительно высоких температурах, которые применяют в каталитической зоне. Особенно благодаря присутствию воды, которая образуется при окислительной конденсации метана, реакционные условия здесь сходны с условиями, применяемыми в обычных способах парового крекинга. Таким образом, в данном случае возможно превращение этана и высших парафинов в олефины. Можно также подавать в некаталитическую зону дополнительные парафины, так, чтобы можно было использовать остаточное тепло окислительной конденсации метана особенно преимущественным образом. Контролируемый паровой крекинг такого рода в некаталитической зоне, присоединенной ниже каталитической зоны по ходу технологического потока, называют также «постслоевым крекингом». В дальнейшем его также обозначают термином «посткаталитический паровой крекинг».

С точки зрения реакционных условий, которые существуют при паровом крекинге, также сделана ссылка на специальную литературу, такую как статья «Этилен» в Энциклопедии промышленной химии Ульмана (Ullmann's Encyclopedia of Industrial

Chemistry), Online Edition, 15 April 2007, DOI 10.1002/14356007.a10_045.pub2. Паровой крекинг используют, например, для получения олефинов с короткой цепью, таких как этилен и пропилен; диолефинов, таких как бутадиен; или ароматических соединений; но его применение этим не ограничено.

По причинам, разъясненным выше, продуктовые смеси, которые получают, используя способ окислительной конденсации метана, содержат, в частности, большие количества метана, который предпочтительно следует удалить и рециркулировать на стадию окислительной конденсации. Как было установлено, вследствие высокого содержания метана в сочетании со сравнительно низким содержанием целевых продуктов разделение компонентов соответствующей продуктовой смеси является чрезвычайно сложным.

Разделение компонентов продуктовой смеси обычно включает охлаждение до температуры окружающей среды. При этом конденсируется преобладающая часть воды, присутствующей в продуктовой смеси. Это охлаждение проводят при давлении, при котором продуктовая смесь существует ниже стадии окислительной конденсации метана по ходу технологического потока, то есть обычно от 0,5 до 1,0 МПа (от 5 до 10 бар), например, от 0,7 до 0,8 МПа (от 7 до 8 бар). За этим следует сжатие, а затем удаление диоксида углерода из продуктовой смеси, например, используя промывку амином и/или щелочью. Остаточную воду впоследствии обычно удаляют адсорбционными методами, например, с применением адсорберов с молекулярными ситами.

Газовую смесь, полученную из продуктовой смеси с помощью соответствующей переработки, направляют на низкотемпературное разделение, при котором метан и компоненты, имеющие более низкую температуру кипения, чем метан, то есть монооксид углерода и, в частности, водород, если он присутствует, по меньшей мере в основном удаляют. Оставшаяся смесь углеводородов содержит, преимущественно или исключительно, этилен и соединения, имеющие более высокую температуру кипения, чем этилен, если они присутствуют в продуктовой смеси.

Способы удаления метана и более низкокипящих соединений из смесей различных углеводородов, например, из природного газа или из газовых смесей, полученных с применением способов парового крекинга, в принципе известны из существующего уровня техники. Однако эти способы могут иметь недостатки при разделении компонентов газовых смесей, которые были получены при использовании окислительной конденсации метана. Например, способ Ortloff's Recycle Split Vapor (RSV), который применяют для природного газа, как это описано в US 4157904 A и подробно изложено в

работе Н.-W. Häring (ред.), *Industrial Gases Processing*, Wiley-VCH, 2006, раздел 7.6.2, "Separation of Liquefied Petroleum Gas", непригоден для разделения газовой смеси, полученной с использованием окислительной конденсации метана, так как невозможно с легкостью получить требуемой чистоты вследствие отличающегося состава.

Таким образом, целью изобретения является главным образом усовершенствование, по сравнению с существующим уровнем техники, отделения метана и более низкокипящих соединений от газовой смеси, которая была получена с применением окислительной конденсации метана, а также его оптимизация с точки зрения энергии и/или аппаратуры.

Описание изобретения

На этом фоне в изобретении предложен способ получения одного или большего количества олефинов и соответствующее устройство, в соответствии с ограничительной частью соответствующих независимых пунктов формулы изобретения. Примерами воплощения являются каждый из объектов зависимых пунктов формулы изобретения и последующего описания.

Перед тем, как осветить отличительные признаки и преимущества изобретения, будут разъяснены несколько используемых основополагающих принципов и терминов.

Там, где в дальнейшем указано, что газовая смесь сформирована «с применением способа окислительной конденсации метана», следует понимать, что это означает, что образование продуктовой смеси включает способ, включающий приведенные выше реакции, в частности образование метильных радикалов, объединение их с образованием этана и последующую оксидегидрогенизацию. Кроме того, однако, могут быть включены дополнительные способы или стадии способов, в частности, вышеописанный посткаталитический паровой крекинг. Присутствующие в газовой смеси материалы, по меньшей мере частично превращенные в продукты, можно дополнительно направить на этот (эти) дополнительный способ (способы) или стадию (стадии) способа. Другими словами, образование газовой смеси «с использованием» способа окислительной конденсации метана не обязательно включает только окислительную конденсацию метана.

Соответствующим образом, следует понимать, что «комплектация реактора для проведения окислительной конденсации метана» далее по тексту означает реактор, имеющий по меньшей мере в одной зоне реактора катализатор, пригодный для

проведения окислительной конденсации метана. По меньшей мере в этой зоне реактора с помощью соответствующих средств, например, посредством горелок и расположенных выше по ходу технологического потока компрессоров, можно создать условия по температуре и давлению, которые под действием катализатора приводят к окислительной конденсации метана, как это освещено выше. Соответствующий реактор, так же как и описанная зона реактора, могут иметь дополнительные зоны реактора, в частности, расположенную ниже каталитической зоны по ходу технологического потока некаталитическую зону, которую используют для проведения описанного посткаталитического парового крекинга, и в которую можно вводить дополнительные углеводороды.

В контексте существующего словоупотребления, жидкие и газообразные смеси могут быть обогащенными или обедненными по одному или большему количеству компонентов; при этом понятие «обогащенный» может представлять содержание не менее 50%, 75%, 90%, 95%, 99%, 99,5%, 99,9% или 99,99%, а понятие «обедненный» может представлять содержание не более 50%, 25%, 10%, 5%, 1%, 0,1% или 0,01% на мольной, массовой или объемной основе. Выражение «преимущественно» может соответствовать определению «обогащенный».

Для того, чтобы охарактеризовать давления и температуры, в настоящем описании использованы термины «уровень давления» и «уровень температуры», которые, как предполагают, выражают тот факт, что для осуществления концепции изобретения соответствующие давления и температуры в соответствующей установке не обязательно использовать в форме точных значений давления и температуры. Однако давления и температуры этого вида обычно изменяются в пределах конкретных диапазонов, максимальное и минимальное значения которых отличаются, например, не более чем на 1%, 5%, 10%, 20% или даже 50%.

В настоящем описании соответствующие уровни давления и уровни температуры могут лежать в неперекрывающихся диапазонах или в перекрывающихся диапазонах. В частности, уровни давления, например, включают неизбежные или предполагаемые потери давления, например, за счет эффектов охлаждения. То же самое относится и к уровням температуры. Все уровни давления, указанные здесь в барах, представляют собой абсолютные давления.

В контексте существующего словоупотребления, термин «ректификационная колонна» означает блок разделения, предназначенный для по меньшей мере частичного разделения на компоненты смеси веществ, подаваемой в газообразной или жидкой форме,

или в форме двухфазной смеси, имеющей жидкие и газообразные компоненты, возможно даже в сверхкритическом состоянии, посредством ректификации; то есть, соответственно, для получения чистых веществ или по меньшей мере смесей веществ, состав которых отличается от (исходной) смеси веществ.

Ректификационные колонны обычно имеют форму цилиндрических металлических емкостей, внутри которых находятся, например, сетчатые тарелки, или упорядоченные или неупорядоченные насадки. Наряду с областями, предназначенными собственно для разделения, которые далее называют «зонами разделения», ректификационные колонны могут также иметь области, предназначенные для других целей, например, конденсационные пространства, которые организованы просто для разделения фаз в двухфазных смесях, и таким образом по существу заменяют соответствующую внешнюю емкость.

Ректификационная колонна включает ребойлер. Это устройство, имеющее теплообменник, которое нагревают и которое организовано для нагревания жидкой фракции, скапливающейся в нижней части ректификационной колонны, которую также называют кубовой жидкостью. Посредством ребойлера часть кубового продукта непрерывно испаряют и снова подают в газообразной форме в зону разделения.

В противоположность ректификационной колонне, «абсорбционная колонна» не имеет ребойлера, но имеет средства подачи поглощающей жидкости на верхний конец. Абсорбционные колонны применяют для абсорбции в режиме противотока фаз и, таким образом, их называют также противоточными колоннами. В случае абсорбции в режиме противотока фаз выделяющаяся газовая фаза протекает через абсорбционную колонну снизу вверх. Поглощающий жидкий абсорбент протекает в направлении, противоположном направлению газовой фазы; его подают в верхнюю часть и отбирают в нижней части. В абсорбционной колонне обычно также создают внутренние устройства, которые обеспечивают поэтапный или непрерывный контакт фаз.

Как следует понимать в контексте существующего словоупотребления, термин «абсорбат» означает содержащую поглощенное вещество абсорбирующую жидкость, полученную в нижней части абсорбционной колонны. Соответствующий абсорбат содержит компоненты абсорбирующей жидкости, которые достигают нижней части абсорбционной колонны в жидкой форме, а также компоненты, которые были абсорбированы из газовой фазы. Неабсорбированные компоненты не переносятся в абсорбат. Используемое определение соответствует определению в стандартных учебниках, например, в главе 10.1, «Абсорбция», в книге: В. Lohregel, "Einführung in die

thermischen Trennverfahren: Trennung von Gas-, Dampf- und Flüssigkeitsgemischen” [Introduction to Thermal Separation Processes: Separation of Gas, Vapour and Liquid Mixtures], 2-е издание, De Gruyter, Oldenbourg, Berlin 2012.

«Конденсатор-испаритель» имеет пространство конденсации и пространство испарения. Пространства испарения и конденсации обычно формируют из групп каналов (каналы конденсации или испарения) теплообменника, которые находятся в соединении по текучей среде друг с другом. Конденсацию первого потока текучей среды проводят в пространстве конденсации, а испарение второго потока текучей среды – в пространстве испарения. Эти два потока текучей среды находятся в состоянии косвенного теплообмена. Конденсатор-испаритель может быть встроен в ректификационную колонну. В качестве альтернативы конденсаторы-испарители можно также организовать за пределами соответствующей ректификационной колонны. В соответствующем конденсаторе-испарителе ректификационной колонны текучую среду, поднимающуюся в газообразной форме из зоны разделения, то есть то, что называют «газообразными легкими фракциями», по меньшей мере частично конденсируют, и ее можно рециркулировать в зону разделения в качестве жидкой флегмы. Соответствующий конденсатор-испаритель охлаждают какой-либо текучей средой, что позволяет по меньшей мере частично конденсировать газообразные легкие фракции в преобладающих условиях по давлению.

Преимущества изобретения

Изобретение относится к разделению газовой смеси, которую обеспечивают с применением окислительной конденсации метана, и которая включает метан, компоненты с температурой кипения ниже, чем у метана, и углеводороды с температурой кипения выше, чем у метана. Эту газовую смесь по существу можно образовать из продуктовой смеси, полученной при окислительной конденсации метана, подвергая ее сжатию, а затем по меньшей мере в основном освобождая от воды и диоксида углерода. Как было упомянуто, образование продуктовой смеси может также включать дополнительные способы или стадии способа, такие как посткаталитический паровой крекинг.

Как известно в данном отношении, газовую смесь такого типа можно разделить в ректификационной колонне, в которую в виде конденсата подают флегму, образованную путем частичной конденсации газообразных легких фракций из ректификационной колонны. Газообразные легкие фракции содержат, преимущественно или исключительно, метан и соединения с температурой кипения ниже, чем у метана. Остальную часть

газообразных легких фракций, особенно ту их часть, которая остается в газообразной форме при частичной конденсации, можно направить в один или большее количество блоков разделения, расположенных ниже ректификационной колонны по ходу технологического потока, например, для удаления метана, который следует рециркулировать на стадию окислительной конденсации метана.

Изобретение основано на обнаружении того факта, что является особенно предпочтительным, если соответствующую газовую смесь подвергают низкотемпературной ректификации в ректификационной колонне, имеющей две или большее количество зон разделения, при этом указанные зоны разделения находятся в соединении по текучей среде друг с другом. В таком случае промежуточную конденсацию проводят, используя для целей переработки один или большее количество конденсаторов-испарителей, расположенных между зонами разделения.

Ректификацию такого типа можно осуществить при значительно более низких давлениях, особенно по сравнению с обычными способами, упомянутыми во вводной части. Таким образом, то, что подразумевают под расположением конденсатора(ов)-испарителя(ей) «между» соответствующими зонами разделения «с целью переработки», не является, или по меньшей мере необходимо не является пространственной взаимосвязью в том смысле, что соответствующие части расположены одна над другой, в пространственном смысле, и соответствующий конденсатор-испаритель расположен над первой и под второй зоной разделения, в пространственном смысле. Под этим в большей степени подразумевают, что верхний продукт из некоторой зоны разделения может быть сконденсирован ниже самой верхней зоны разделения, то есть в промежуточной области ректификации в целом, в колонне в целом.

В случае низкотемпературной ректификации ректификационная колонна работает обычными способами, с флегмой, которая образуется путем конденсации части газообразных легких фракций из ректификационной колонны. Чистый метан при -97°C имеет давление кипения около 2,9 МПа (29 бар). Если в соответствующей газовой смеси вместе с метаном присутствует также водород, например, в содержании от 5 до 10% мольн. в указанной газовой смеси, происходит явное повышение давления кипения.

Таким образом, для того, чтобы можно было осуществить конденсацию содержащих водород газообразных легких фракций, в обычных способах необходимо или увеличить давление ректификации, или прибегнуть к использованию более низкокипящих хладагентов, например, метана. Конденсация газообразных легких фракций при давлении ректификации ниже 3,0 МПа (30 бар) и использование этилена в качестве хладагента

является невозможным, поскольку этилен не охлаждает ниже примерно -102°C в обычных условиях, то есть в виде «этилена низкого давления» при давлении чуть выше 0,1 МПа (1 бар), и, следовательно, газовую смесь можно охладить посредством этилена лишь примерно до -100°C .

Высокие давления ректификации первой альтернативы, во-первых, подразумевают ректификационные колонны, которые являются дорогостоящими, поскольку они должны быть рассчитаны на соответственно высокое давление. Во-вторых, ректификация при соответственно высоких давлениях является значительно более сложной, поскольку происходит уменьшение разницы плотностей между газом и жидкостью. При соответственно высоких давлениях относительные летучести приближаются друг к другу, и разделение становится более трудным в термодинамическом отношении. Поэтому соответствующая ректификационная колонна также должна иметь значительно больший объем. Как и необходимая прочность на сжатие, это также увеличивает стоимость конструирования соответствующей ректификационной колонны. В случае относительно больших объемных потоков, которые должны быть переработаны, требуется применение двух или большего количества ректификационных колонн, расположенных параллельно, чтобы не столкнуться с конструктивными ограничениями. Это дополнительно увеличивает стоимость соответствующих устройств.

Применение больших количеств подаваемого извне хладагента, имеющего более низкую температуру кипения, чем этилен, в соответствии со второй альтернативой, также является в целом нежелательным из-за дополнительной сложности его обеспечения. Однако одним из средств достижения более низких температур, чем с помощью этилена, является, например, частичное расширение газообразных легких фракций, полученных при низкотемпературной ректификации, которые, конечно, включают, преимущественно или исключительно, метан и водород. Это особенно справедливо, если газообразные легкие фракции можно использовать при более низком уровне давления, чем уровень давления, применяемый для низкотемпературной ректификации. Однако энергия охлаждения, которую можно получить таким образом, обычно является недостаточной для осуществления конденсации газообразных легких фракций в желаемом объеме.

Однако изобретение нельзя использовать как раз в тех случаях, когда соответствующие части газообразных легких фракций, полученных при низкотемпературной ректификации, расширяют для получения низких температур, и высвобождаемая энергия охлаждения является недостаточной. Вместо газообразных легких фракций можно также использовать, например, метан из метанового контура

охлаждения, или соответственно низкокипящий смешанный хладагент. В таком случае при использовании изобретения соответствующий охлаждающий контур может иметь заведомо меньшие размеры, чтобы сэкономить энергию и снизить затраты на изготовление. И в этом случае энергия охлаждения, полученная при расширении метана, является недостаточной для конденсации.

Таким образом, в соответствии с изобретением этилен применяют в качестве хладагента в дополнение к недостаточному хладагенту, имеющему более низкую температуру кипения, чем у этилена, в верхней части ректификационной колонны; например, такому как расширенные газообразные легкие фракции. Однако его не используют целиком в верхней части ректификационной колонны, но вместо этого в одном или большем количестве расположенных ниже положений, в которых температура этилена около -102°C является достаточной для проведения конденсации и, следовательно, образования флегмы.

Как хорошо известно, в ректификационной колонне формируется температурный профиль, проходящий снизу вверх в направлении более низких температур, из-за нагревания в нижней части и охлаждения в верхней. В рассматриваемой в данном контексте ректификационной колонне температура в нижней части может составлять, например, около 0°C , а температура в верхней части – ниже -100°C . Таким образом, не существует точек, в которых возможна конденсация даже с помощью этилена при примерно -102°C .

Точку, в которой конденсацию осуществляют посредством этилена, невозможно опускать произвольно, поскольку ниже этой точки и выше точки подачи газовой смеси, которая должна быть разделена в ректификационной колонне, все еще должно присутствовать достаточное количество тарелок, чтобы иметь возможность в достаточной степени отмыть этилен от газовой смеси. Количество тарелок в данном пространстве нельзя увеличивать произвольно, поскольку следует поддерживать минимальное флегмовое число.

Таким образом, положение или положения, в которых проводят одну или большее число конденсаций такого вида, должно/должны быть согласованы с соответствующими размерами колонны. Так как специалисту известны, например, температурный профиль внутри ректификационной колонны и минимальное число необходимых тарелок, или он может установить соответствующие параметры путем, например, моделирования, он без труда может выбрать это положение или эти положения. Таким образом, с помощью рутинных действий специалист может определить соответствующие размеры секций

колонны и, следовательно, также надлежащее положение промежуточного конденсатора(ов)-испарителя(ей).

Так как самых низких температур обычно достигают в верхней части ректификационной колонны, установка соответствующего конденсатора-испарителя, который работает, например, с этиленовым хладагентом или соответствующей криогенной текучей средой, приводит к значительно большему перепаду температур по отношению к температуре колонны в этой точке в промежуточной зоне ректификации, чем в самой верхней зоне ректификационной колонны в целом. Таким образом, даже в присутствии водорода ректификацию можно провести при более низком давлении.

Поскольку, в контексте изобретения, между двумя зонами разделения обеспечен соответствующий конденсатор-испаритель для целей переработки, можно проводить предварительное разделение в первой зоне разделения, ниже конденсатора-испарителя, в которую также подают сырье для разделения; это предварительное разделение заключается по существу в обеднении газовой смеси по части углеводородов, имеющих температуру кипения выше, чем у метана. Таким образом, во второй зоне разделения, выше конденсатора-испарителя, в которой имеются более низкие температуры разделения, необходимо отделить лишь меньший объем текучей среды, в форме этих углеводородов, от более легких компонентов. В связи с этим снижается потребность в хладагенте.

В общем, в изобретении предложен способ получения одного или большего количества олефинов, в котором, с использованием окислительной конденсации метана, образуют газовую смесь, содержащую водород, метан, монооксид углерода и углеводороды, температура кипения которых выше, чем у метана, и подвергают ее низкотемпературному разделению.

В соответствии с изобретением низкотемпературное разделение проводят с использованием ректификационной колонны, имеющей первую зону разделения, вторую зону разделения, расположенную выше первой зоны разделения, и конденсатор-испаритель, который специально расположен между первой зоной разделения и второй зоной разделения, с целью переработки в вышеописанном смысле. Следует указать, что, как уже было упомянуто, в контексте изобретения возможны также многочисленные конденсаторы-испарители, и в этом случае следует также обеспечить дополнительные зоны разделения. Таким образом, изобретение не ограничено применением только одного конденсатора-испарителя и двух зон разделения.

В контексте изобретения газовую смесь охлаждают, подают, по меньшей мере частично, в качестве первого сырья для разделения в первую зону разделения и подвергают первой ректификации в первой зоне разделения, с образованием первых газообразных легких фракций и первой кубовой жидкости. Эта первая ректификация является «предварительным разделением», уже упомянутым выше, с использованием упомянутого конденсатора-испарителя в качестве промежуточного конденсатора. Этот конденсатор-испаритель может работать при достаточно низком уровне температуры, используя в качестве хладагента, как уже упомянуто, этилен или соответствующую текучую среду, как также будет подробно разъяснено далее. Если соответствующий конденсатор-испаритель для целей переработки расположен выше первой зоны разделения, но не выше используемой ректификационной колонны в целом, то есть не выше всех зон разделения или единственной зоны разделения, то результатом этого, как упомянуто, является более значительный перепад температур, относительно температуры разделения, в той точке ректификационной колонны, в которой расположен конденсатор-испаритель, по сравнению с перепадом температур в верхней части ректификационной колонны.

В контексте изобретения, используя первую часть первых газообразных легких фракций в конденсаторе испарителе образуют конденсат, который рециркулируют в первую зону разделения, а используя вторую часть газообразных легких фракций образуют второе сырье для разделения, которое подают во вторую зону разделения. Таким образом, предварительно отделенную газовую смесь направляют на дополнительное разделение во второй, верхней зоне разделения. Здесь второе сырье для разделения подвергают второй ректификации во второй зоне разделения, с образованием вторых газообразных легких фракций и второй кубовой жидкости. Эту вторую ректификацию, что является обычной практикой при ректификации, также проводят с использованием жидкой флегмы, обеспечение которой подробно разъяснено ниже. Жидкость специально рециркулируют из нижней области второй зоны разделения в первую зону разделения. Как упомянуто, в результате предварительного разделения, которое уже было проведено в первой зоне разделения, во второй зоне разделения объемы, которые должны быть разделены, являются значительно меньшими, чем в способе существующего уровня техники. Таким образом, в целом соответствующая ректификационная колонна может работать при значительно более низких давлениях, чем те, которые применяют в существующем уровне техники.

Более конкретно, в контексте изобретения, первая зона разделения и вторая зона разделения могут быть расположены в пределах общего внешнего корпуса соответствующей ректификационной колонны. Таким образом, возможно создать интегрированный блок, который предлагает преимущества в отношении изоляции, например, может быть помещен в общем теплоизолированном кожухе. Конденсатор-испаритель может быть расположен, с точки зрения конструкции, в середине или, в ином случае, в верхней части соответствующей ректификационной колонны. Однако, так как рабочее давление в зонах разделения обычно выше, чем рабочее давление конденсатора-испарителя, его предпочтительно размещают вне общего (работающего под давлением) наружного корпуса, который может окружать первую и вторую зоны разделения.

Помимо упомянутых зон разделения и конденсатора-испарителя, ректификационная колонна, пригодная к использованию в контексте изобретения, в частности также включает в себе пустые пространства, называемые здесь также «конденсационными пространствами», которые организованы для того, чтобы загружать в них текучую среду, которая разделяется на газовую фазу и жидкую фазу в соответствующих пустых пространствах. Таким образом, соответствующие пустые пространства служат для разделения фаз, как в обычных разделительных емкостях. Соответствующие пустые пространства могут быть специально отделены от зон разделения жидким барьерным слоем. Жидкая фаза, которая отделяется в соответствующем пустом пространстве, может стекать через переливное устройство в расположенную ниже зону разделения.

В частности, в контексте изобретения, в пределах ректификационной колонны зоны разделения отделены друг от друга непроницаемой для жидкости и газа разделительной стенкой, то есть обмен по газу и жидкости между зонами разделения осуществляют исключительно по трубопроводам, специально сконструированным для этой цели; следовательно, его можно проводить контролируемым образом.

В контексте изобретения охлаждение газовой смеси перед по меньшей мере частичной подачей ее в первую зону разделения в качестве первого сырья для разделения осуществляют до уровня температур от -70 до -95°C . Для этого охлаждения можно применять теплообменник, также подробно описанный ниже, который можно охлаждать потоками, образованными при ректификации.

Предпочтительно уровень давления, при котором работает ректификационная колонна, составляет от 2,4 до 3,6 МПа (от 24 до 36 бар). Зоны разделения могут работать при слегка различающихся давлениях, за счет чего можно обеспечить перемещение

текучих сред из первой зоны разделения во вторую зону разделения желаемым образом и, в частности, без дополнительных насосов.

Предпочтительно, используя первую часть вторых газообразных легких фракций, то есть соответствующего продукта разделения из второй, верхней зоны разделения, образуют конденсат, который рециркулируют в первую зону разделения; при этом вторую часть вторых газообразных легких фракций расширяют до более низкого уровня давления, а затем подвергают тепловому обмену с первой частью вторых газообразных легких фракций. Таким образом можно провести конденсацию газообразных легких фракций из второй, верхней зоны разделения. Расширение второй части вторых головных фракций обеспечивает энергию охлаждения при уровне температуры обычного «охлаждения С1». Это достаточно для того, чтобы по меньшей мере частично сконденсировать соответствующие вторые головные фракции из второй зоны разделения, даже если они содержат значительную долю водорода. Благодаря делению ректификационной колонны на первую зону разделения, вторую зону разделения и присоединенный между ними конденсатор-испаритель, холод, который образуется при расширении второй части вторых газообразных легких фракций, в данном случае является достаточным для конденсации. Это особенно связано с тем, что необходимо сконденсировать меньшие объемы, благодаря проведенному предварительному разделению, как неоднократно было указано.

Особенно предпочтительно, если вторую часть вторых газообразных легких фракций, после расширения до более низкого уровня давления и теплообмена с первой частью вторых газообразных легких фракций, сжимают от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления. Для этого сжатия возможно, в частности, как указано ниже, применять устройство, состоящее из турбодетандера, посредством которого проводят предварительное расширение второй части вторых газообразных легких фракций, и турбокомпрессора, в котором осуществляют сжатие. Таким образом, можно получить работу, высвобождающуюся при расширении, и одновременно соответствующий верхний продукт можно сжать до желаемого давления. Другими словами, таким образом в контексте изобретения турбодетандер успешно используют для расширения второй части вторых газообразных легких фракций до более низкого уровня давления, а турбокомпрессор, приводимый в действие турбодетандером, успешно используют для сжатия вторых газообразных легких фракций от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления.

Предпочтительно в контексте изобретения более низкий уровень давления составляет от 0,6 до 1,1 МПа (от 6 до 11 бар), а более высокий уровень давления

составляет от 1,0 до 1,5 МПа (от 10 до 15 бар). Это позволяет обеспечить уже упомянутую энергию охлаждения для конденсации первой части вторых головных фракций.

В контексте изобретения является предпочтительным, когда вторую часть вторых газообразных легких фракций, после расширения до более низкого уровня давления, после теплообмена с первой частью вторых газообразных легких фракций и перед сжатием от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления, подвергают тепловому обмену с газовой смесью, которую по меньшей мере частично подают в первую зону разделения в качестве первого сырья для разделения, чтобы охладить ее. Таким образом возможно также использовать энергию охлаждения, оставшуюся после использования первой части вторых газообразных легких фракций с целью по меньшей мере частичной конденсации первой части вторых газообразных легких фракций, для охлаждения первого сырья для разделения.

Как уже было упомянуто, в контексте изобретения конденсатор-испаритель можно успешно охладить до соответствующего уровня температуры посредством хладагента-этилена или посредством какой-либо текучей среды. Применение хладагента-этилена из этиленового контура охлаждения в принципе известно. Также можно специально получить хладагент-этилен, используя текучие среды, образованные соответствующим способом. Хладагент-этилен также можно применять в пунктах, отличных от конденсатора-испарителя.

Однако также может быть особенно предпочтительным, если конденсатор-испаритель охлаждают с использованием по меньшей мере части первой кубовой жидкости, то есть кубовой жидкости, полученной при первой ректификации. Эта жидкость преимущественно содержит углеводороды с более высокой температурой кипения, чем у метана. Преимущественно это углеводороды, имеющие два атома углерода, то есть этан и этилен. Таким образом, может быть достаточным использовать в качестве хладагента в соответствующем конденсаторе-испарителе соответствующую кубовую жидкость. Это особенно справедливо, если соответствующая текучая среда должна быть получена в газообразном состоянии и, таким образом, ее можно, по меньшей мере частично, испарить в конденсаторе-испарителе.

В контексте изобретения, как уже отмечалось, первая кубовая жидкость содержит, в частности, углеводороды с температурой кипения выше, чем у метана, которые ранее присутствовали в первом сырье для разделения или в газовой смеси. Вторые газообразные легкие фракции, напротив, содержат, в основном или исключительно, водород, метан и диоксид углерода, которые происходят из газовой смеси или первого сырья для

разделения и были перенесены во вторую зону разделения посредством второго сырья для разделения. По сравнению с первым сырьем для разделения первые газообразные легкие фракции или второе сырье для разделения обогащены соответствующими легкими компонентами и обеднены по более тяжелым компонентам.

Изобретение относится также к устройству для получения одного или большего количества олефинов, имеющему комплект средств, использующих окислительную конденсацию метана для формирования газовой смеси, содержащей водород, метан, монооксид углерода и углеводороды, температура кипения которых выше, чем у метана; а также для осуществления низкотемпературного разделения этой смеси. В соответствии с изобретением для низкотемпературного разделения обеспечена ректификационная колонна, имеющая первую зону разделения, вторую зону разделения, расположенную выше первой зоны разделения, и конденсатор-испаритель, организованный, в частности, между первой зоной разделения и второй зоной разделения. Также, в соответствии с данным изобретением, обеспечен комплект средств для охлаждения газовой смеси, для подачи ее, по меньшей мере частично, в качестве первого сырья для разделения в первую зону разделения и для осуществления ее первой ректификации в первой зоне разделения, с образованием первых газообразных легких фракций и первой кубовой жидкости. Эти средства обеспечены также для образования в конденсаторе-испарителе конденсата с использованием первой части первых газообразных легких фракций и для рециркуляции его в первую зону разделения, для формирования второго сырья для разделения с использованием второй части первых газообразных легких фракций, и для подачи его во вторую зону разделения; и для осуществления второй ректификации второго сырья для разделения, во второй зоне разделения с образованием вторых газообразных легких фракций и второй кубовой жидкости. Как уже упоминали, в соответствующем устройстве первую зону разделения и вторую зону разделения можно успешно расположить в общем внешнем корпусе.

С точки зрения отличительных особенностей и преимуществ соответствующего устройства, сделана ссылка непосредственно на отличительные особенности способа, изложенного выше. Это справедливо также и для предпочтительного примера воплощения устройства, которое было дополнительно организовано для осуществления вышеизложенного способа и включает набор средств для этой цели.

Изобретение подробно разъяснено в его предпочтительных конфигурациях, со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует способ в одном из примеров воплощения данного изобретения, в форме упрощенной технологической схемы.

Фиг. 2 иллюстрирует частичный вид способа, альтернативного приведенному на Фиг. 1, в форме упрощенной технологической схемы.

Подробное описание чертежей

Фиг. 1 и 2 иллюстрируют способы в соответствии с примерами воплощения изобретения в форме значительно упрощенных технологических схем; Фиг. 2 изображает частичный вид способа, альтернативного способу Фиг. 1, в котором, однако, применяют компоненты, отличные от компонентов, показанных на Фиг. 1. Способы в целом обозначены 100 и 200, соответственно.

Компоненты или стадии способа, изображенные на Фиг. 1 и 2, одновременно являются частью соответствующего устройства или осуществлены в нем в форме устройства, поэтому последующее объяснение относится также и к соответствующим устройствам. Схема значительно упрощена, особенно в том отношении, что не проиллюстрированы устройства, которые обеспечивают на практике, такие как регулирующие устройства, клапаны, байпасы, необходимые для запуска соответствующего устройства и т.д. Специалист может предусмотреть соответствующие элементы по мере необходимости.

В способах 100 и 200 используют окислительную конденсацию метана, как показано здесь в очень упрощенной форме и в целом обозначено сноской 10 на Фиг. 1. Как было указано во введении, ниже окислительной конденсации 10 метана по ходу технологического потока могут быть предусмотрены или присоединены дополнительные способы или стадии способа, обозначенные в данном случае эллипсами. На окислительную конденсацию 10 метана можно направлять, в частности, один или большее количество обогащенных метаном потоков вещества, что здесь не показано. На окислительную конденсацию 10 метана можно дополнительно подавать один или большее количество потоков вещества, обогащенных кислородом, что также здесь не показано. В частности, возможно также рециркулировать обогащенный метаном поток вещества, образованный в способах 100 или 200, или ниже них по ходу технологического потока, на стадию окислительной конденсации 10 метана. Если применяют посткаталитический

паровой крекинг, описанный в начале описания, то на эту стадию можно подавать один или большее количество обогащенных парафинами потоков вещества, например, один или большее количество потоков этана или пропана. Они также могут быть образованы в способах 100 и 200 или ниже этих способов по ходу технологического потока, что также подробно разъяснено ниже.

Используя окислительную конденсацию 10 метана, то есть возможно также с применением дополнительных способов или стадий способов, в частности для переработки продуктовой смеси, полученной при окислительной конденсации 10 метана, и, возможно, посткаталитического парового крекинга, получают газовую смесь, содержащую не только метан, но также и компоненты с более низкой температурой кипения, чем у метана, особенно водород и монооксид углерода; а также углеводороды с более высокой температурой кипения, чем у метана, но едва ли какое-то количество диоксида углерода или воды. Диоксид углерода и вода были удалены выше по ходу технологического потока с помощью соответствующих блоков разделения.

Как проиллюстрировано здесь в форме потока **a** вещества, соответствующую газовую смесь сначала направляют через теплообменник 1 и охлаждают там. Соответствующим образом охлажденную газовую смесь потока **a** вещества направляют в ректификационную колонну 2 в виде сырья для разделения, которое здесь обозначено как «первое» сырье для разделения.

В изображенном примере воплощения ректификационная колонна 2 включает первую зону 21 разделения и вторую зону 22 разделения. Соответствующие зоны разделения специально выделены разделительными пластинами, в то время как другие области, а именно пустые пространства 24, 25 и 26 не выделены соответствующими разделительными пластинами. Наряду с зонами 21 и 22 разделения и пустыми пространствами 24, 25 и 26, обеспечен конденсатор-испаритель 23, который в данном случае также расположен, с точки зрения конструкции, между зонами 21 и 22 разделения, размещенными одна над другой. Альтернативное расположение проиллюстрировано на Фиг. 2.

В первой зоне 21 разделения ректификационной колонны 2 первое сырье для разделения, то есть текучую среду, подаваемую в форме потока **a** вещества, подвергают ректификации, которую здесь называют также «первой» ректификацией. Образуют кубовую жидкость и газообразные легкие фракции, которые здесь называют «первой» кубовой жидкостью и «первыми» газообразными легкими фракциями. Первые газообразные легкие фракции можно частично отобрать в газообразном виде, в форме

потока **b** вещества, по меньшей мере частично сконденсировать в конденсаторе-испарителе 23 и направить в пустое пространство 26 в виде конденсата, в форме потока **c** конденсата. Конденсат, который скапливается в пустом пространстве 26, можно рециркулировать в первую зону разделения посредством переточного устройства. Вторую часть первых газообразных легких фракций можно выпустить из пустого пространства 26 в форме потока **e** вещества и частично или полностью направить в нижнюю область второй зоны 22 разделения. Конденсат в форме потока **m** вещества перемещают в пустое пространство 26 из нижней области второй зоны 22 разделения и, так же как и конденсат из конденсатора-испарителя 23, он может вытекать в первую зону 21 разделения через переточное устройство.

Во второй зоне 22 разделения ректификационной колонны 2 проводят ректификацию, которую здесь называют также «второй» ректификацией. При этом образуют газообразные легкие фракции, которые здесь называют также «вторыми» газообразными легкими фракциями. Их первую часть можно отобрать в форме потока **g** вещества, по меньшей мере частично оживить или сконденсировать в теплообменнике 3 и рециркулировать в форме потока **h** вещества в пустое пространство 24 ректификационной колонны 2. Конденсат, который скапливается в пустом пространстве 24, можно рециркулировать во вторую зону 22 разделения посредством переточного устройства.

Вторую часть вторых газообразных легких фракций, то есть газообразных легких фракций из второй зоны 22 разделения, можно отобрать из пустого пространства 24 в газообразной форме и направить в форме потока **i** вещества на расширение в турбодетандере 4. Расширение в турбодетандере 4 снижает температуру потока **i** вещества, который теперь проиллюстрирован как **k**. В теплообменнике 3 поток **i** или **k** вещества можно подвергнуть тепловому обмену с первой частью вторых газообразных легких фракций из второй зоны 22 разделения, которую направляют через теплообменник 3 в форме потока **g** вещества. Таким образом, данное изобретение позволяет осуществить конденсацию соответствующего компонента газообразных легких фракций. После теплового обмена в теплообменнике 3 соответствующий поток **k** вещества можно направить через теплообменник 1, и здесь он может охлаждать поток **a** вещества. Затем поток **k** вещества можно снова сжать в турбокомпрессоре 5, который может приводить в действие турбодетандер 4, и выпустить из данного устройства в форме потока **l** вещества.

Ректификационная колонна 2 может работать с применением ребойлера 27. Кубовую жидкость из первой зоны 21 разделения можно отобрать, по меньшей мере

частично, в форме потока **f** вещества, который, как уже упомянуто, по существу содержит углеводороды, имеющие два или большее количество атомов углерода.

В проиллюстрированном на Фиг. 1 способе 100 конденсатор-испаритель 23 охлаждают с использованием потока **d** хладагента-этилена, который испаряют в испарительном пространстве конденсатора-испарителя 23. Однако конденсатор-испаритель 23 можно также, что здесь не проиллюстрировано, охлаждать с использованием потока **f** вещества, то есть первой кубовой жидкости из первой зоны 21 разделения ректификационной колонны 2. Этот поток **f** вещества также испаряют и выпускают из данного устройства в испаренном виде.

Фиг. 2 иллюстрирует способ, альтернативный способу по Фиг. 1, в форме частичного вида упрощенной технологической схемы. Показана только ректификационная колонна 2. Ее включение в способ 200 является очевидным из обозначения потоков текучих сред. Эта альтернатива соответствует особенно предпочтительной конфигурации способа по изобретению, поскольку в данном случае в пределах общего внешнего корпуса могут быть размещены зоны 21 и 22 разделения, которые могут работать при сопоставимом уровне давления, но не конденсатор-испаритель 23, в котором в качестве хладагента используют, например, этилен низкого давления. Таким образом, возможно также, например, применять для конденсатора-испарителя 23 емкость с меньшим диаметром. В качестве альтернативы, конденсатор-испаритель можно также расположить в свободном объеме второй зоны 22 разделения.

Выпуск жидкости из второй зоны 22 разделения в первую зону разделения осуществляют здесь посредством переточного устройства. В качестве альтернативы, возможен также режим, аналогичный потоку **m** по Фиг. 1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (100, 200) получения одного или большего количества олефинов, в котором, с использованием окислительной конденсации (10) метана, образуют газовую смесь, содержащую водород, метан, монооксид углерода и углеводороды, температура кипения которых выше, чем у метана, и подвергают ее низкотемпературному разделению (1-5), отличающийся тем, что низкотемпературное разделение (1-5) проводят с использованием ректификационной колонны (2), имеющей первую зону (21) разделения, вторую зону (22) разделения, расположенную выше первой зоны (21) разделения, и конденсатор-испаритель (23), где указанную газовую смесь охлаждают, подают, по меньшей мере частично, в качестве первого сырья для разделения, в первую зону (21) разделения и подвергают первой ректификации в первой зоне (21) разделения, с образованием первых газообразных легких фракций и первой кубовой жидкости, в котором, используя первую часть первых газообразных легких фракций в конденсаторе-испарителе (23), образуют конденсат, который рециркулируют в первую зону разделения, а используя вторую часть газообразных легких фракций, образуют второе сырье для разделения, которое подают во вторую зону (22) разделения, и в котором второе сырье для разделения подвергают второй ректификации во второй зоне (22) разделения, с образованием вторых газообразных легких фракций и второй кубовой жидкости.

2. Способ (100, 200) по п. 1, в котором охлаждение газовой смеси перед по меньшей мере частичной подачей в качестве первого сырья для разделения в первую зону (21) разделения проводят до уровня температур от -70 до -95°C .

3. Способ (100, 200) по п. 1 или 2, в котором один уровень давления, при котором работает ректификационная колонна (2), составляет от 2,4 до 3,6 МПа (от 24 до 36 бар).

4. Способ (100, 200) по любому из предшествующих пунктов, в котором, используя первую часть вторых газообразных легких фракций, образуют конденсат, который рециркулируют в первую зону разделения, и в котором вторую часть вторых газообразных легких фракций расширяют до более низкого уровня давления и подвергают тепловому обмену с первой частью вторых газообразных легких фракций.

5. Способ (100, 200) по п. 4, в котором вторую часть вторых газообразных легких фракций, после расширения до более низкого уровня давления и теплового обмена с первой частью вторых газообразных легких фракций, сжимают от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления.

6. Способ (100, 200) по п. 5, в котором для расширения второй части вторых газообразных легких фракций до более низкого уровня давления используют турбодетандер (4), а для сжатия вторых газообразных легких фракций от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления используют турбокомпрессор (5), приводимый в действие турбодетандером (4).

7. Способ по п. 5 или 6, в котором более низкий уровень давления составляет от 0,6 до 1,1 МПа (от 6 до 11 бар), а более высокий уровень давления составляет от 1,0 до 1,5 МПа (от 10 до 15 бар).

8. Способ по любому из пп. 5-7, в котором вторую часть вторых газообразных легких фракций, после расширения до более низкого уровня давления, после теплового обмена с первой частью вторых газообразных легких фракций и перед сжатием от более низкого уровня давления до более высокого уровня давления, подвергают тепловому обмену с газовой смесью, которую по меньшей мере частично подают в первую зону (21) разделения, в качестве первого сырья для разделения, чтобы охладить ее.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором конденсатор-испаритель (23) охлаждают посредством хладагента-этилена.

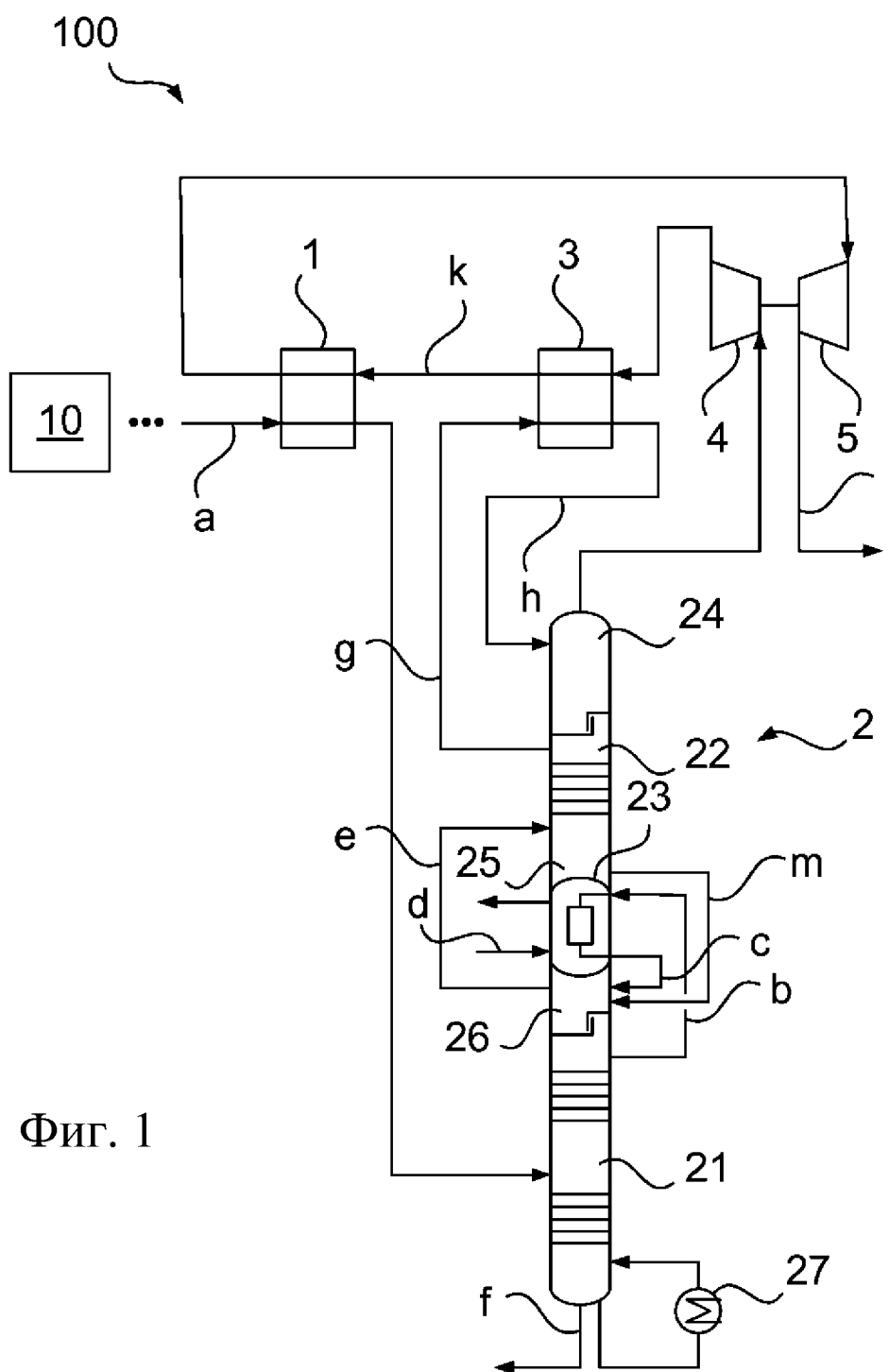
10. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором конденсатор-испаритель (23) охлаждают с использованием по меньшей мере части первой кубовой жидкости.

11. Устройство для получения одного или большего количества олефинов, имеющее комплект средств, использующих окислительную конденсацию (10) метана, для образования газовой смеси, содержащей водород, метан, монооксид углерода и углеводороды, температура кипения которых выше, чем у метана, и для осуществления низкотемпературного разделения (1-5) этой смеси, отличающееся тем, что для

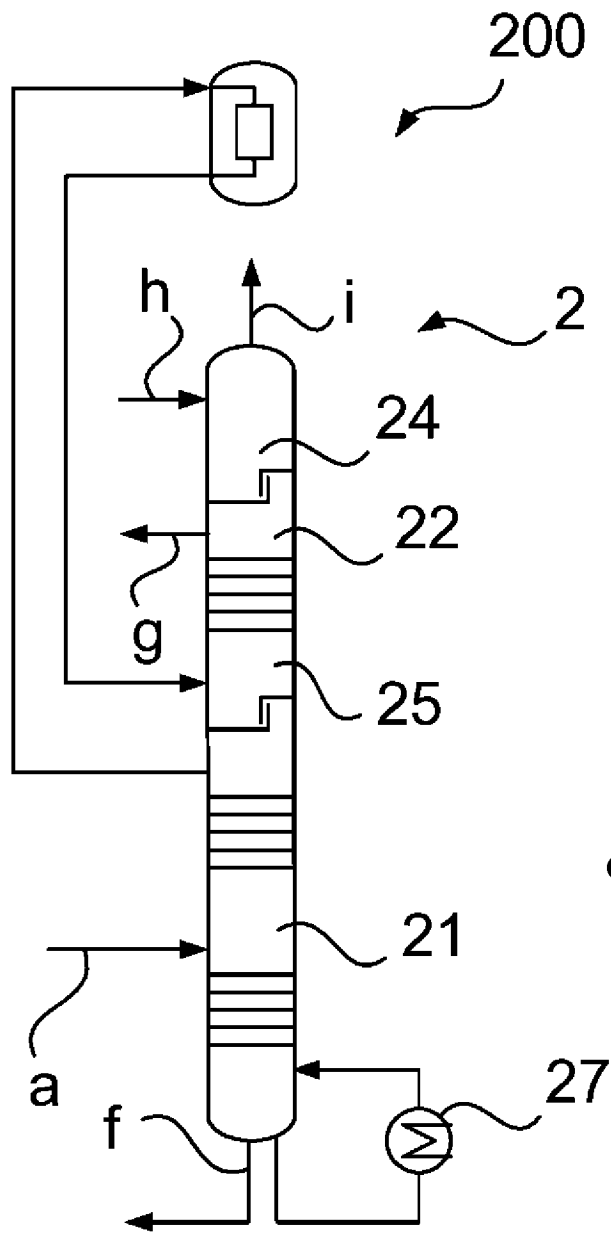
низкотемпературного разделения (1-5) обеспечена ректификационная колонна (2), имеющая первую зону (21) разделения, вторую зону (22) разделения, расположенную выше первой зоны (21) разделения, и конденсатор-испаритель (23), в котором обеспечен комплект средств для охлаждения газовой смеси, для подачи ее, по меньшей мере частично, в качестве первого сырья для разделения, в первую зону (21) разделения и для осуществления ее первой ректификации в первой зоне (21) разделения с образованием первых газообразных легких фракций и первой кубовой жидкости, для образования конденсата с использованием первой части первых газообразных легких фракций в конденсаторе-испарителе (23) и для рециркуляции его в первую зону разделения, для образования второго сырья для разделения с использованием второй части первых газообразных легких фракций, и для подачи его во вторую зону (22) разделения, и для осуществления второй ректификации второго сырья для разделения во второй зоне разделения с образованием вторых газообразных легких фракций и второй кубовой жидкости.

12. Устройство по п. 11, в котором первая зона (21) разделения, вторая зона (22) разделения и конденсатор-испаритель (23) размещены в общем внешнем корпусе.

13. Устройство по п. 11 или 12, организованное для осуществления способа по любому из пп. 1-10.



Фиг. 1



Фиг. 2