



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011144360/06, 30.03.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.03.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
02.04.2009 DE 102009016046.9

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2013 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 10.01.2015 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: EP 117793 A, 05.09.1984 . DE  
0019722490 C1, 02.07.1998 . US 0004325231 A1,  
20.04.1982 . WO 9857108 A1, 17.12.1998

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 02.11.2011

(86) Заявка РСТ:  
EP 2010/002034 (30.03.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2010/112206 (07.10.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**БАУЭР Хайнц (DE),  
ГАРТЕ Даниэль (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)**

**(54) СПОСОБ СЖИЖЕНИЯ ФРАКЦИИ, ОБОГАЩЕННОЙ УГЛЕВОДОРОДАМИ**

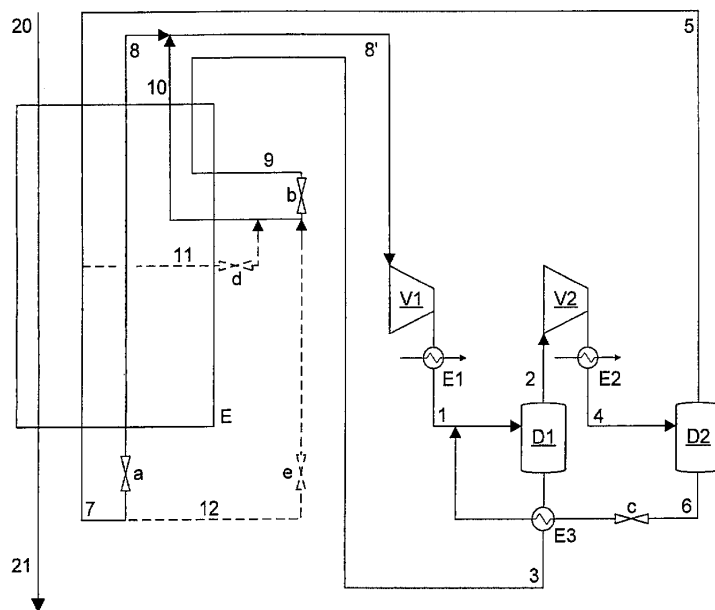
(57) Реферат:

Изобретение относится к способу сжижения фракции, обогащенной углеводородами. Согласно способу, охлаждение и сжижение фракции, обогащенной углеводородами, происходит путём опосредованного теплообмена с холодильной смесью циркуляционного контура холодильной смеси. Холодильная смесь сжимается в две ступени, а после каждой ступени сжатия разделяется на газообразную и жидкую фракции. Газообразная фракция последней ступени сжатия охлаждается до самого низкого температурного уровня, в то время как жидкая фракция одной из промежуточных ступеней

сжатия охлаждается до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня. Жидкая фракция, охлаждаемая до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня, охлаждается перед опосредованным теплообменом со сжижаемой фракцией, обогащенной углеводородами. Причем указанное охлаждение жидкой фракции, охлаждаемой до более высокого температурного уровня, происходит путём опосредованного теплообмена с кипящими фракциями или одной кипящей фракцией, происходящей со стадии разделения на газообразную и жидкую фракции,

которая следует за последующей ступенью сжатия. Изобретение направлено на предотвращение нежелательного образования

двухфазного потока и связанных с этим недостатков. 5 з.п. ф-лы, 2 ил.



ФИГ.2

RU 2538156 C2

RU 2538156 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011144360/06, 30.03.2010**

(24) Effective date for property rights:  
**30.03.2010**

Priority:

(30) Convention priority:  
**02.04.2009 DE 102009016046.9**

(43) Application published: **10.05.2013** Bull. № 13

(45) Date of publication: **10.01.2015** Bull. № 1

(85) Commencement of national phase: **02.11.2011**

(86) PCT application:  
**EP 2010/002034 (30.03.2010)**

(87) PCT publication:  
**WO 2010/112206 (07.10.2010)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BAUEhR Khajnts (DE),  
GARTE Daniehl' (DE)**

(73) Proprietor(s):

**LINDE AKTsiENGEZELL'ShAFT (DE)**

(54) **METHOD FOR LIQUEFACTION OF FRACTION ENRICHED WITH HYDROCARBONS**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention is referred to the method for liquefaction of fraction enriched with hydrocarbons. According to the method cooling and liquefaction of the fraction enriched with hydrocarbons is made by indirect heat exchange with refrigerant mixture in the refrigerant mixture circulating loop. The refrigerant mixture is compressed in two stages, and upon each stage it is separated into gaseous and liquid fractions. Gaseous fraction of the last compression stage is cooled up to the lowest temperature level while liquid fraction of one of intermediate compression stages is cooled up to the temperature level higher than the lowest temperature level. Liquid fraction cooled up to the temperature level higher than the lowest temperature level is cooled by indirect heat exchange with burnt fraction enriched with hydrocarbons. At that the above cooling of liquid fraction cooled up to the higher temperature level takes place by indirect heat exchange with boiling fractions or one boiling fraction that occurs

since the stage of separation into gaseous and liquid fraction following the subsequent compression stage.

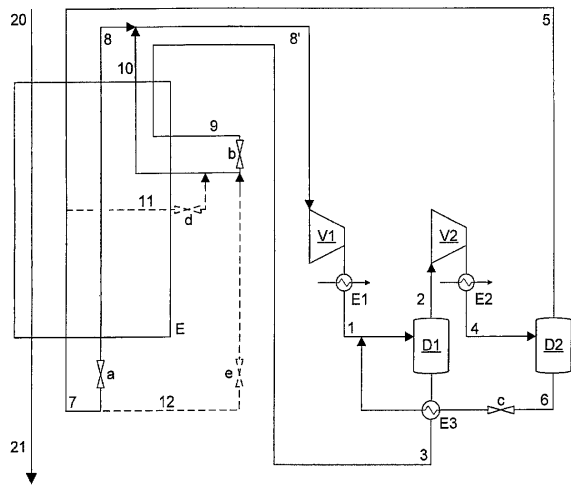
EFFECT: invention is aimed to prevention of undesired formation of two-phase flow and drawbacks related to it.

6 cl, 2 dwg

C 2  
6  
1  
5  
6  
2  
5  
3  
8  
1  
5  
6  
R U

R U  
2  
5  
3  
8  
1  
5  
6  
C 2

R U 2 5 3 8 1 5 6 C 2



ФИГ.2

R U 2 5 3 8 1 5 6 C 2

Изобретение относится к способу сжижения фракции, обогащенной углеводородами, причем охлаждение и сжижение фракции, обогащенной углеводородами, происходит путем косвенного теплообмена с холодильной смесью циркуляционного контура холодильной смеси, холодильная смесь сжимается по меньшей мере в две ступени, а  
5 после каждой ступени сжатия разделяется на газообразную и жидкую фракции, причем газообразная фракция последней ступени сжатия охлаждается до самого низкого температурного уровня, в то время как жидкая фракция промежуточных ступеней или по меньшей мере одной из них охлаждается до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня.

10 В процессах сжижения природного газа производительностью 30000-3 млн. т. сжижаемого природного газа (LNG) в год зачастую используются смешанные циркуляционные контуры только с одним компрессором в контуре, они называются также процессами сжижения SMR (Single Mixed Refrigerant - единственный смешанный хладагент).

15 Подобный способ сжижения фракции, обогащенной углеводородами, более подробно будет показан на основе процесса сжижения, изображенного на фиг.1.

Компрессор циркуляционного контура, необходимый для этого процесса сжижения, содержит две ступени V1 и V2 сжатия. Холодильная смесь, сжатая на первой ступени V1 сжатия, обычно сжатие происходит до 10-40 бар, предпочтительно до 15-25 бар, в  
20 дополнительном охладителе или теплообменнике E1, предпочтительно частично конденсируется под действием окружающего воздуха или воды и по трубопроводу 1 подается в сепаратор D1. В последнем происходит разделение на газообразную, а также жидкую фракции. Газообразная фракция по трубопроводу 2 подается на вторую ступень V2 сжатия и в ней сжимается до желательного конечного давления, обычно 25-80 бар,  
25 предпочтительно до 30-50 бар.

Ко второй ступени V2 сжатия также подключен дополнительный охладитель E2, в котором сжатая фракция хладагента предпочтительно охлаждается под действием окружающего воздуха или воды. По трубопроводу 4 эта фракция хладагента затем подается в дополнительный сепаратор D2.

30 Газообразная фракция хладагента, отведенная от головной части сепаратора D2 по трубопроводу 5, подается в основной теплообменник E, в нем под действием нагреваемых технологических потоков охлаждается и отводится с холодного конца теплообменника E по трубопроводу 7. Теплообменник E предпочтительно выполнен в виде многопоточного теплообменника, в частности, пластинчатого или витого  
35 теплообменника.

По трубопроводу 20 сжижаемая фракция, обогащенная углеводородами, в случае которой речь идет, например, о потоке природного газа, подается в теплообменник E. После сжижения сжиженный поток продукта по трубопроводу 21 отводится из теплообменника E и подается для его дальнейшего использования или на промежуточное  
40 хранение.

Фракция хладагента, отведенная из теплообменника E по трубопроводу 7, расширяется в клапане с образованием холода и по трубопроводу 8 в противоток охлаждаемой и сжижаемой фракции 20, обогащенной углеводородами, пропускается через теплообменник E. Затем эта фракция хладагента по участкам 8 и 8' трубопровода  
45 подается на первую ступень V1 сжатия.

Жидкая фракция, отведенная из отстойника сепаратора D1 по трубопроводу 3, после охлаждения в теплообменнике E по трубопроводу 9 отводится из него, расширяется в клапане b с образованием холода, а затем по трубопроводу 10 в противоток

охлаждаемой и сжижаемой фракции, обогащенной углеводородами, пропускается через теплообменник Е. Затем эта фракция хладагента смешивается с вышеописанной фракцией хладагента в трубопроводе 7 и вместе с ней по трубопроводу 8' подается на первую ступень V1 сжатия.

5 Жидкая фракция, образующаяся в отстойнике второго сепаратора D2, расширяется в клапане с образованием холода до давления в первом сепараторе D1 и снова оказывается впереди него.

Жидкая фракция хладагента, отведенная из сепаратора D1 по трубопроводу 3, обычно находится в состоянии кипения. Однако кипящая холодильная жидкость, как  
10 правило, испытывает падение давления за счет трения и/или в результате увеличения протяженности трубопровода. Это падение давления неизбежно приводит к частичной газации легких компонентов этой фракции хладагента. Поэтому происходит нежелательное образование двухфазного потока. Это может привести к нестабильности динамики потока в трубопроводах и/или к ошибочному распределению - под этим  
15 следует понимать неравные составляющие газа и жидкости в параллельных траекториях течения, например теплообменников - в последующем оборудовании.

Задачей настоящего изобретения является создание такого способа сжижения фракции, обогащенной углеводородами, который лишен вышеупомянутых недостатков.

Для решения этой задачи предлагается способ сжижения фракции, обогащенной  
20 углеводородами, отличающийся тем, что жидкая фракция, охлаждаемая до температурного уровня, находящегося выше самого низкого температурного уровня, охлаждается перед косвенным теплообменом со сжижаемой фракцией, обогащенной углеводородами.

Благодаря предусматриваемому охлаждению, или переохлаждению, жидкой фракции  
25 хладагента можно эффективно противодействовать образованию двухфазного потока и недостаткам, связанным с этим.

Другие предпочтительные варианты выполнения способа сжижения фракции, обогащенной углеводородами, согласно изобретению представляющие собой предмет  
зависимых пунктов формулы изобретения, отличаются тем, что

30 - жидкая фракция, охлаждаемая до более высокого температурного уровня, охлаждается перед косвенным теплообменом со сжижаемой фракцией, обогащенной углеводородами, до температуры на 2-15°C, предпочтительно 4-7°C, ниже температуры сжатой холодильной смеси при разделении на газообразную и жидкую фазы,

- охлаждение жидкой фракции, охлаждаемой до более высокого температурного  
35 уровня, происходит путем косвенного теплообмена с кипящими фракциями или одной кипящей фракцией, являющейся результатом идущего за последующей ступенью сжатия разделения на газообразную и жидкую фракции,

- теплообмен между сжижаемой фракцией, обогащенной углеводородами, и  
40 холодильной смесью происходит в многопоточном теплообменнике, выполненном предпочтительно в виде пластинчатого или витого теплообменника, а

- по крайней мере периодически по меньшей мере часть потока той фракции, которая  
охлаждается до самого низкого температурного уровня, расширяется и подмешивается к расширенной жидкой фракции той фракции, которая охлаждается до температурного  
уровня выше самого низкого температурного уровня.

45 Способ сжижения фракции, обогащенной углеводородами согласно изобретению, а также его другие варианты выполнения более подробно поясняются ниже на примере выполнения, изображенном на фиг.2. При описании примера выполнения, изображенного на фиг.2, ниже речь пойдет лишь об отличиях от технологического

процесса, изображенного на фиг.1.

Теперь согласно изобретению предусмотрен теплообменник E3, обеспечивающий теплообмен между жидкими фракциями, отводимыми из сепараторов D1 и D2 по трубопроводам 3 и 6. Поскольку жидкая фракция, отводимая по трубопроводу 6 из сепаратора D2, расширяется до давления в сепараторе D1, жидкая фракция в результате частичного испарения охлаждается до температуры ниже температура процесса, достигаемая в дополнительных охладителях E1 и E2. Теперь охлажденная таким образом жидкая фракция в трубопроводе 6 после клапана охлаждает или же переохлаждает, в теплообменнике E3 жидкую фракцию, отводимую из сепаратора D1 по трубопроводу 3.

При этом происходит охлаждение, или переохлаждение, жидкой фракции 3 на 2-15°C, предпочтительно на 4-7°C ниже температуры процесса, достигаемой в дополнительных охладителях E1 и E2.

Теперь охлажденная таким образом жидкая фракция, отводимая из сепаратора D1 по трубопроводу 3, может подаваться в теплообменник E и пропускаться через него без возникновения вышеописанных отрицательных эффектов.

Теплообменник E3 предпочтительно выполнен в виде противоточного, например прямотрубного, теплообменника. Предпочтительным образом на практике теплообменник E3 выполняется таким образом, чтобы он устанавливался под клапаном с и над сепаратором D1. Этот перепад между клапаном с, теплообменником E3 и сепаратором D1 способствует поддержанию стабильности двухфазного течения потока 6 после расширения.

Предлагается усовершенствованный вариант выполнения способа сжижения фракции, обогащенной углеводородами, согласно изобретению, по крайней мере с периодическим расширением по меньшей мере части потока той фракции, которая охлаждается до самого низкого температурного уровня, и с подмешиванием к расширенной жидкой фракции той фракции, которая охлаждается до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня. Такой технологический процесс реализуется, например, за счет того, что частичные потоки холодильной смеси при соответствующей промежуточной температуре отводятся по трубопроводам 11 и/или 12 с холодного конца теплообменника E, расширяются в клапане d или e и подмешиваются к соответствующей жидкой фракции 9. Соответствующая промежуточная температура имеет место тогда, когда фракция хладагента 5 обнаруживает переохлаждение по меньшей мере порядка 5°C, предпочтительно по меньшей мере порядка 10°C, относительно состояния кипения. На практике в большинстве случаев предусмотрен клапан d или e. Такой технологический процесс обеспечивает улучшение регулирования температуры, или температурного профиля, в теплообменнике E.

Вариант выполнения, изображенный на фиг.2, благодаря реализованной в нем интеграции переохлаждения жидкой фракции 3 в компрессор V1/V2 имеет то преимущество, что перед подачей в теплообменник E температура жидкой фракции 3 может устанавливаться ниже той температуры, которая могла бы быть реализована в случае охлаждения под действием окружающего воздуха или охлаждающей воды без необходимости в дополнительном охлаждении с помощью отдельной холодильной установки и/или другого холодного технологического потока.

Принцип действия, изображенный на фиг.2, обеспечивает желательное разделение между переохлаждением хладагента 3, реализуемым в теплообменнике E3, и эксплуатацией других элементов оборудования. Это разделение имеет значение, в частности, при инициировании процесса сжижения, поскольку холодные технологические

потоки обычно становятся доступными только после инициирования процесса, т.е. они не могут использоваться для переохлаждения с самого начала.

Способ сжижения фракции, обогащенной углеводородами, согласно изобретению при незначительных дополнительных конструктивных затратах следует предусмотреть только один дополнительный теплообменник ЕЗ, обеспечивает устранение вышеупомянутых проблем, возникающих в случае процессов сжижения, относящихся к уровню техники.

#### Формула изобретения

1. Способ сжижения фракции, обогащённой углеводородами, где охлаждение и сжижение фракции, обогащённой углеводородами, происходит путём опосредованного теплообмена с холодильной смесью циркуляционного контура холодильной смеси, холодильная смесь сжимается по меньшей мере в две ступени, а после каждой ступени сжатия разделяется на газообразную и жидкую фракции, причём газообразная фракция последней ступени сжатия охлаждается до самого низкого температурного уровня, в то время как жидкая фракция по меньшей мере одной из промежуточных ступеней сжатия охлаждается до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня, отличающийся тем, что жидкая фракция (3), охлаждаемая до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня, охлаждается (ЕЗ) перед опосредованным теплообменом (Е) со сжижаемой фракцией (20), обогащённой углеводородами, причем указанное охлаждение (ЕЗ) жидкой фракции (3), охлаждаемой до более высокого температурного уровня, происходит путём опосредованного теплообмена с кипящими фракциями или одной кипящей фракцией (6), происходящей со стадии разделения (D2) на газообразную и жидкую фракции, которая следует за последующей ступенью сжатия (V2).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что жидкая фракция (3), охлаждаемая до более высокого температурного уровня, охлаждается (ЕЗ) перед опосредованным теплообменом (Е) со сжижаемой фракцией (20), обогащённой углеводородами, до температуры на 2-15°C, предпочтительно, 4-7°C, ниже температуры сжатой холодильной смеси при разделении (D1) на газообразную и жидкую фазы.

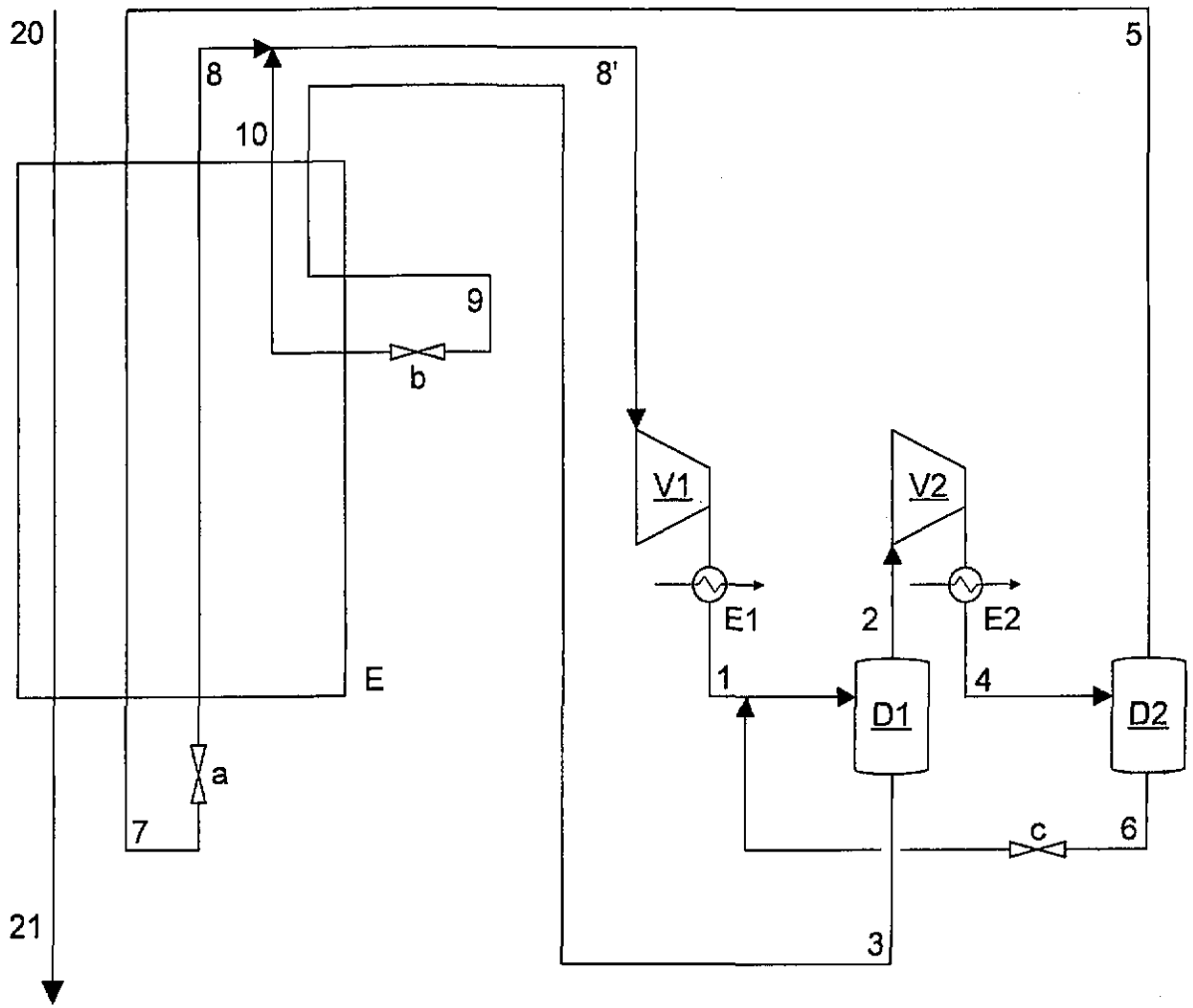
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что теплообмен между сжижаемой фракцией (20), обогащённой углеводородами, и холодильной смесью (3, 5, 7, 9) происходит в многопоточном теплообменнике (Е), выполненном предпочтительно в виде пластинчатого или витого теплообменника.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что теплообмен между сжижаемой фракцией (20), обогащённой углеводородами, и холодильной смесью (3, 5, 7, 9) происходит в многопоточном теплообменнике (Е), выполненном предпочтительно в виде пластинчатого или витого теплообменника.

5. Способ по одному из пп.1, 2 или 4, отличающийся тем, что, по крайней мере периодически, по меньшей мере часть (11, 12) потока той фракции (5, 7), которая охлаждается (Е) до самого низкого температурного уровня, расширяется и подмешивается к расширенной жидкой фракции той фракции (9), которая охлаждается (Е) до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня.

6. Способ по п.3, отличающийся тем, что, по крайней мере периодически, по меньшей мере часть (11, 12) потока той фракции (5, 7), которая охлаждается (Е) до самого низкого температурного уровня, расширяется и подмешивается к расширенной жидкой фракции той фракции (9), которая охлаждается (Е) до температурного уровня выше самого низкого температурного уровня.





ФИГ.1