

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202491816** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.11.14

(51) Int. Cl. *C10G 2/00* (2006.01)
C07C 1/04 (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.02.15

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗА И ЖИДКОСТИ В ВЫХОДНОМ ПОТОКЕ РЕАКТОРА ФИШЕРА-ТРОПША**

(31) 2203544.8

(72) Изобретатель:

(32) 2022.03.15

**Бенс Роджер Кеннет, Кларксон Джей
Саймон, Ко Эндрю Джеймс (GB)**

(33) GB

(86) PCT/GB2023/050343

(74) Представитель:

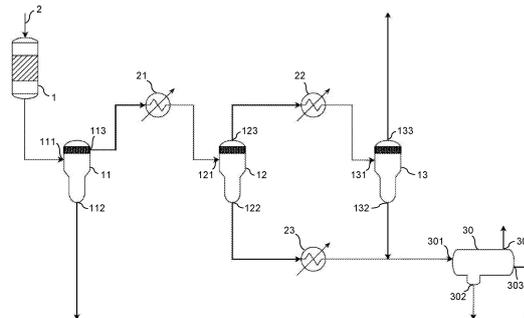
(87) WO 2023/175293 2023.09.21

Нагорных И.М. (RU)

(71) Заявитель:

**ДЖОНСОН МЭТТЕЙ ДЭЙВИ
ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛИМИТЕД (GB)**

(57) Разделение газа и жидкости, включающее: а) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера-Тропша, в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий газообразные углеводородные продукты и водяной пар; б) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора; в) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси; д) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара; е) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора; ф) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора; г) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси; г) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа; и) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора, причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.



A1

202491816

202491816

A1

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗА И ЖИДКОСТИ В ВЫХОДНОМ ПОТОКЕ РЕАКТОРА ФИШЕРА — ТРОПША

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 Изобретение относится к устройству и способам для разделения газа и жидкости и, в частности, для разделения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар, на отдельные жидкую и газовую фракции.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

10 Известно, что кислородсодержащие органические химические вещества получают с помощью химической реакции. Одним из хорошо известных способов производства углеводородов в промышленном масштабе является процесс Фишера — Тропша, в котором смесь монооксида углерода и водорода подвергают реакции в присутствии катализатора в реакторе для производства продуктов реакции, содержащих углеводороды. Температура и давление, используемые в процессе
15 Фишера — Тропша, таковы, что продукты реакции, первоначально выгружаемые из реактора, представляют собой смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара.

 Желательно дополнительно обрабатывать продукты реакции для отделения восковых продуктов от более легких углеводородных продуктов. Как правило, эта
20 дополнительная обработка требует охлаждения продуктов реагента. Проблема, которая может возникнуть, заключается в том, что такое охлаждение может привести к затвердеванию восковых продуктов и их осаждению на компонентах устройства, например в охлаждающем устройстве, таких как конденсаторы. Это может привести к
25 блокировке устройства, требующей отключения устройства, чтобы сделать возможным удаление восковых отложений. Остановка реактора и его повторный запуск приводят к неэффективности, например из-за потерь технологического времени и дополнительных затрат на техническое обслуживание.

 В WO2019/016757 описаны устройство и способ отделения восковых
30 продуктов от продуктов изотермического или адиабатического реактора с неподвижным слоем, выполненного с возможностью осуществления процесса Фишера — Тропша. В WO2019/016757 описана попытка решения проблемы восковых отложений посредством обеспечения первого конденсатора и второго конденсатора, которые имеют параллельную связь по текучей среде с изотермическим или

адиабатическим реактором с неподвижным слоем. При использовании продукт процесса Фишера — Тропша сначала пропускают через первый конденсатор, где его охлаждают, в результате чего восковой продукт затвердевает и собирается в первом конденсаторе. После того как заданное количество воскового продукта было собрано в первом конденсаторе, продуктовый поток переключают на протекание через второй конденсатор, позволяя опорожнить первый конденсатор от воскового продукта в отключенном состоянии. Таким образом, применение параллельных первого и второго конденсаторов обеспечивает непрерывную обработку продукта. Однако решение, предложенное в WO2019/016757, требует применения параллельных конденсаторов, только один из которых используется в текущий момент времени, что приводит к неэффективности и дополнительным сложностям, капитальным затратам и затратам на техническое обслуживание.

Настоящее изобретение направлено на поиск решений для по меньшей мере некоторых проблем, связанных с предшествующим уровнем техники, или по меньшей мере обеспечить коммерчески выгодное альтернативное решение для этой цели.

ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Один из аспектов настоящего описания относится к способу, включающему следующие стадии:

- а) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий газообразные углеводородные продукты и водяной пар;
- б) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора;
- в) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;

d) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных

5 продуктов и водяного пара;

e) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;

f) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора;

10 g) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси;

15 h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

i) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и

20 j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора; причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

25

Другой аспект настоящего описания относится к устройству, соединенному с выходом реактора Фишера — Тропша, содержащему:

первый парожидкостный сепаратор, содержащий:

- 30
- входной канал для получения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;
 - выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов; и

- выходной канал для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

5 первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения первого потока газа с образованием первой охлажденной смеси;

второй парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения первой охлажденной смеси;
- выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости,

10 содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и воду; и
- выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

второй охладитель, расположенный между вторым парожидкостным

15 сепаратором и третьим парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа с образованием второй охлажденной смеси; и

третий парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения второй охлажденной смеси;
- выходной канал для жидкости для выпуска третьей жидкости,

20 содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и воду; и
- выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа,

причем устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких

углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит

входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей

25 жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

Другой из аспектов настоящего описания относится к способу, включающему следующие стадии:

30 а) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, через предварительный охладитель для охлаждения продуктового потока для конденсации части углеводородных продуктов с образованием охлажденного продуктового потока, а затем в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого охлажденный

продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

5 б) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора;

10 в) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;

15 д) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;

е) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;

20 ф) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора;

25 г) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси;

30 h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

и) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и

35 j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора;

причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

Другой аспект настоящего описания относится к устройству, соединенному с реактором Фишера — Тропша, содержащему:

первый парожидкостный сепаратор, содержащий:

- 5 - входной канал для получения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;
- выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов, и
- 10 - выходной канал для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

второй парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения первого потока газа,
- 15 - выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и
- выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

20 первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения первого потока газа до его попадания во второй парожидкостный сепаратор;

25 предварительный охладитель, расположенный выше по потоку от входного канала первого парожидкостного сепаратора, для охлаждения продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор

третий парожидкостный сепаратор, содержащий:

- 30 - входной канал для получения второго потока газа,
- выходной канал для жидкости для выпуска третьей жидкости, содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и
- выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа;
- и

второй охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и третьим парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа до его попадания в третий парожидкостный сепаратор;

5 причём устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для
10 воды.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

На Фиг. 1 представлена схема устройства согласно настоящему изобретению, подходящего для осуществления способа согласно настоящему изобретению; и

15 на Фиг. 2 представлена схема дополнительного устройства согласно настоящему изобретению, подходящего для осуществления способа согласно настоящему изобретению.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

20 В первом аспекте настоящее описание относится к способу, включающему следующие стадии:

а) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого продуктовый поток разделяют на
25 первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий газообразные углеводородные продукты и водяной пар;

б) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора;

30 в) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных

углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;

5 d) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;

е) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;

10 f) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора

g) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с
15 образованием второй охлажденной смеси;

h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

20 i) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и

j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора;

25 причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

30 Каждый описываемый в настоящем документе аспект или вариант осуществления можно объединять с любым (-ыми) другим (-ими) аспектом (-ами) или вариантом (-ами) осуществления, если явно не указано обратное. В частности, любой признак, обозначенный как предпочтительный или преимущественный, можно комбинировать с любым другим признаком, обозначенными как предпочтительный или преимущественный.

Предпочтительно способ может допускать непрерывную работу. Способ может эффективно уменьшать или по существу устранять отложения восковых продуктов в парожидкостных сепараторах и/или охладителях, например посредством конфигурирования первого парожидкостного сепаратора для функционирования в качестве уловителя воска. В способе можно использовать по меньшей мере три парожидкостных сепаратора и по меньшей мере два охладителя, которые расположены последовательно. Таким образом, такая компоновка исключает необходимость в дублировании оборудования в параллельной конфигурации. Кроме того, такая компоновка обеспечивает возможность контролируемого и гибкого отделения двух или более фракций (например, жидких фракций) от потока газа. В частности, такая компоновка позволяет многоступенчатое разделение и охлаждение, применяемое к потоку продукта. В частности, разделение продуктового потока можно проводить поэтапно, причем первая стадия используется для удаления восковых продуктов из продуктового потока при поддержании температуры продуктового потока достаточно высокой, чтобы предотвратить или по меньшей мере существенно уменьшить отложение восковых продуктов на стенках или компонентах устройства. Поэтапное охлаждение можно выполнить с возможностью разделения требуемых фракций углеводородных продуктов при температурах, при которых каждая фракция поддерживается в виде подвижной жидкой фазы.

Используемый в настоящем документе термин «парожидкостный сепаратор» может относиться к устройству, выполненному с возможностью отделения жидкостей от газа. Примеры таких парожидкостных сепараторов могут называться каплеотбойниками, газожидкостными сепараторами или испарительными барабанами. Отделение жидкости от газа в парожидкостном сепараторе можно обеспечить одним или более механизмами, используемыми отдельно или в комбинации, включая, например, гравитационное разделение, уменьшение скорости, изменения направления (включая разделение центрифугированием) и соударение с элементами, такими как лопасти, каплеуловители и фильтрующие элементы. Парожидкостный сепаратор может содержать барабан (или другую емкость), который может располагаться вертикально или горизонтально.

Используемый в настоящем документе термин «охладитель» может относиться к устройству, выполненному с возможностью охлаждения среды, в частности газа и/или жидкости. Примеры таких охладителей включают конденсаторы и теплообменники. Охладители могут использовать, например, одно или более из

газового охлаждения и жидкостного охлаждения. Жидкость для охлаждения может содержать охлаждающую воду. Охладители можно выполнить в виде охладителя получаемой воды, чтобы уменьшить или устранить мгновенное испарение во время снижения давления жидкости. Охладители можно выполнить в виде охладителей с параллельными потоками. Газ для охлаждения может содержать воздух. Альтернативно газ может содержать сырьевую газовую смесь для реактора Фишера — Тропша, которая образует при использовании продуктовый поток.

Предпочтительно первый и второй охладители могут использовать разный теплообмен. Например, в первом охладителе можно использовать сырьевую газовую смесь для реактора Фишера — Тропша в качестве среды теплообменника, а во втором охладителе можно использовать охлаждающую воду в качестве среды теплообменника. Преимущественно постепенное и поэтапное охлаждение продуктового потока можно обеспечить за счет использования относительно горячей среды теплообменника в первом охладителе и относительно холодной среды теплообменника во втором охладителе. Во втором охладителе можно использовать более холодную среду теплообменника (например, охлаждающую воду или воздух), поскольку оставшиеся более легкие углеводороды к этому моменту будут оставаться подвижными и жидкими при более низких температурах стенок в этой части устройства, так как менее подвижные углеводороды (например, восковые продукты и продукты первой фракции) уже удалены. Второй охладитель может представлять собой комбинацию последовательно расположенных охладителей. Например, теплообменник с воздушным охлаждением, за которым следует теплообменник с водяным охлаждением.

Первая фракция углеводородных продуктов может содержать восковой продукт или состоять из него. Восковой продукт может иметь длину углеродной цепи C₂₀ и выше. Используемый в настоящем документе термин «восковой продукт» может относиться к углеводороду, содержащему по меньшей мере 20 атомов углерода. Например, восковой продукт может представлять собой углеводород C₂₀–C₁₂₀, такой как, например, углеводород C₂₀–C₄₀, углеводород C₂₀–C₆₀, углеводород C₂₀–C₈₀ или углеводород C₂₀–C₁₁₀.

Предпочтительно первую фракцию углеводородных продуктов можно отделять от потока газа до того, как поток газа пропускают через первый охладитель. Предпочтительно подготовка первой фракции таким образом, что она содержит

восковой продукт или состоит из него, может обеспечить отделение воскового продукта от потока газа на ранней стадии процесса, пока поток газа все еще является относительно горячим, тем самым уменьшая или по существу устраняя вероятность отложения воскообразного углеводородного продукта, блокирующего устройство, особенно любой охладитель устройства.

Способ предпочтительно включает подачу второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора в декантатор, внутри которого вторую жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

Используемый в настоящем документе термин «декантатор» может относиться к устройству, выполненному с возможностью отделения по меньшей мере двух жидких фаз друг от друга, например углеводородной жидкой фазы от жидкой водной фазы. Декантатор может располагаться горизонтально, вертикально или может быть сферическим. Декантатор может иметь средства для выпуска газообразной фазы.

Способ может включать использование вспомогательного охладителя для охлаждения второй жидкости до ее поступления в декантатор.

Вторая фракция углеводородных продуктов может быть более тяжелой, чем третья фракция углеводородных продуктов. Необязательно вторая фракция углеводородных продуктов может содержать углеводороды C5–C30, а третья фракция углеводородных продуктов может содержать углеводороды C3–C18.

Способ может включать подачу третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора в декантатор, внутри которого третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

Способ включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду. Преимущественно это может снизить капитальные затраты на устройство для выполнения способа, поскольку требуется только одиночный декантатор. Еще одним преимуществом конфигурации с одиночным декантатором является то, что второй и третий парожидкостные сепараторы не требуется выполнять в виде трехфазных сепараторов, что увеличило бы их сложность и стоимость и потребовало бы отдельного охлаждения жидких углеводородных продуктов и потоков воды. Напротив, настоящая конфигурация выполнена с возможностью использования двухфазных парожидкостных сепараторов и одного охладителя для охлаждения объединенного потока жидкости из второго парожидкостного сепаратора перед одиночным декантатором.

Предпочтительно способ может дополнительно включать использование вспомогательного охладителя для охлаждения второй жидкости до ее попадания в одиночный декантатор, необязательно до той же температуры, что и у третьей жидкости.

5 Во вспомогательном охладителе можно предпочтительно использовать более холодную среду теплообменника, чем в охладителях, расположенных выше по потоку, (например, охлаждающую воду или воздух), поскольку вторая жидкость может содержать более легкие углеводороды, которые остаются подвижными и жидкими при более низких температурах стенки, и уже удалены менее подвижные
10 углеводороды (например, восковые продукты и продукты первой фракции). Во вспомогательном охладителе можно использовать охлаждение с параллельными потоками охлаждающей воды. Преимущественно так можно избежать слишком сильного снижения температуры стенок в самом вспомогательном охладителе, которое может привести к тому, что незначительное количество воска, перенесенное
15 из первого парожидкостного сепаратора, будет оседать в охладителе.

Один декантатор может работать при давлении менее 10 бар (абс.), необязательно менее 8 бар (абс.), необязательно от 3 до 7 бар (абс.).

В некоторых вариантах осуществления способ может дополнительно включать охлаждение продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор посредством пропускания продуктового потока через предварительный охладитель.
20

Предпочтительно применение предварительного охладителя может позволить контролировать температуру продуктового потока при подаче в первый парожидкостный сепаратор. Это может быть особенно полезно, когда температура входящего продуктового потока может изменяться. В процессе Фишера — Тропша используется катализатор, который стареет со временем. По мере старения катализатора с течением времени может потребоваться повышение температуры реактора для компенсации. Таким образом, температура продуктового потока может изменяться, например увеличиваться, с течением времени на протяжении заданного
25 периода. Применение предварительного охладителя может допускать применение продуктового потока с переменной температурой. В частности, применение предварительного охладителя помогает избежать переноса восковых продуктов в первый охладитель посредством обеспечения достаточного предварительного охлаждения продуктового потока для удаления восковых продуктов из продуктового
30

потока, так что первый парожидкостный сепаратор по-прежнему сможет функционировать надлежащим образом.

Предпочтительно первый и/или второй охладитель можно охлаждать сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша.

5 Более предпочтительно продуктовый поток можно охлаждать до его попадания в первый парожидкостный сепаратор в предварительном охладителе при теплообмене с сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша, предпочтительно сырьевой газовой смесью, которая прошла через первый охладитель при теплообмене с первой газовой смесью.

10 Температура продуктового потока, выходящего из реактора, может составлять, например, от 205 до 240 °С.

С помощью предварительного охладителя (при наличии) можно охлаждать продуктовый поток до температуры в диапазоне от 120 до 200 °С, предпочтительно от 160 до 200 °С.

15 Продуктовый поток можно подавать в первый парожидкостный сепаратор при температуре в диапазоне от 120 до 200 °С, предпочтительно от 160 до 200 °С.

Первая охлажденная смесь, производимая первым охладителем, может иметь температуру, например, от 80 до 120 °С.

20 Сырьевая газовая смесь может быть нагрета до температуры в диапазоне от 100 до 220 °С в первом охладителе.

Сырьевая газовая смесь может быть нагрета до температуры в диапазоне от 190 до 220 °С в предварительном охладителе (при наличии).

Первую охлажденную смесь можно подавать во второй парожидкостный сепаратор при температуре в диапазоне от 80 до 120 °С.

25 Вторая охлажденная смесь, производимая вторым охладителем, может иметь температуру, например, от 40 до 60 °С.

Во вспомогательном охладителе можно охлаждать вторую жидкость до температуры, например, от 40 до 60 °С.

30 Вторую охлажденную смесь можно подавать в третий парожидкостный сепаратор при температуре в диапазоне от 40 до 60 °С.

Предпочтительно применение предварительного охладителя и/или первого охладителя и/или второго охладителя и/или вспомогательного охладителя может обеспечивать регулируемое и гибкое регулирование температуры способа. В

частности, значения температуры каждого из парожидкостных сепараторов можно регулировать независимо друг от друга посредством координированного использования охладителей, что позволяет регулировать температуру и, таким образом, состав каждой жидкой фракции, отделенной от продуктового потока.

- 5 Преимущественно это позволяет предотвратить перенос восковых продуктов в первый охладитель, а также обеспечить отделение требуемых фракций жидких углеводородных продуктов без необходимости дистилляции.

Другой аспект настоящего описания относится к устройству, соединенному с выходом реактора Фишера — Тропша, содержащему:

- 10 первый парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;

- выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов; и

- 15 - выходной канал для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения первого потока газа с образованием первой охлажденной смеси;

20

второй парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения первой охлажденной смеси;

- выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и воду; и

- 25 - выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

второй охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и третьим парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа с образованием второй охлажденной смеси; и

30

третий парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения второй охлажденной смеси;

- выходной канал для жидкости для выпуска третьей жидкости, содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и воду; и

- выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа;
причем устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

Преимущества и предпочтительные признаки первого аспекта изобретения применимы также к этому аспекту изобретения. Устройство согласно этому аспекту можно использовать для осуществления способа согласно первому аспекту.

Предпочтительно устройство может работать непрерывно. Устройство может быть менее склонным к накоплению отложений восковых продуктов в парожидкостных сепараторах и/или охладителях. Предпочтительно устройство содержит по меньшей мере три парожидкостных сепаратора и по меньшей мере два охладителя, которые расположены последовательно. Таким образом, такая компоновка исключает необходимость в дублировании оборудования в параллельной конфигурации. Кроме того, такая компоновка обеспечивает возможность контролируемого и гибкого отделения двух или более фракций (например, жидких фракций) от продуктового потока. В частности, такая компоновка позволяет многоступенчатое разделение и охлаждение, применяемое к потоку продукта. В частности, разделение продуктового потока можно проводить поэтапно, причем первая стадия используется для удаления восковых продуктов из продуктового потока при поддержании температуры продуктового потока достаточно высокой, чтобы предотвратить или по меньшей мере существенно уменьшить отложение восковых продуктов на стенках или компонентах устройства. Поэтапное охлаждение можно выполнить с возможностью разделения требуемых фракций углеводородных продуктов при температурах, при которых каждая фракция поддерживается в виде подвижной жидкой фазы.

Первая фракция углеводородных продуктов может содержать восковой продукт или состоять из него.

Предпочтительно декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй жидкости из второго парожидкостного сепаратора, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

Предпочтительно устройство дополнительно содержит дополнительный охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и декантатором, для охлаждения второй жидкости до ее попадания в декантатор.

5 Предпочтительно декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения третьей жидкости из третьего парожидкостного сепаратора, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

10 Устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

15 В некоторых вариантах осуществления устройство дополнительно содержит вспомогательный охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и одиночным декантатором для охлаждения второй жидкости, необязательно до той же температуры, что и у третьей жидкости, до ее попадания в одиночный декантатор.

20 В некоторых вариантах осуществления устройство дополнительно содержит предварительный охладитель, расположенный выше по потоку от входного канала первого парожидкостного сепаратора, для охлаждения продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор.

25 Предпочтительно предварительный охладитель и первый охладитель можно выполнить с возможностью подачи в них сырьевой газовой смеси для реактора Фишера — Тропша таким образом, чтобы продуктовый поток охлаждался при теплообмене с сырьевой газовой смесью после того, как сырьевую газовую смесь пропустили через первый охладитель при теплообмене с первым потоком газа.

30 Каждый парожидкостный сепаратор может иметь обычную цилиндрическую конструкцию. Предпочтительно один или более из парожидкостных сепараторов могут содержать конический корпус, содержащий верхнюю часть, имеющую относительно больший внутренний диаметр для получения охлажденной смеси, и нижнюю часть, имеющую относительно меньший внутренний диаметр для сбора жидкости, причем выходной канал для жидкости парожидкостного сепаратора расположен в нижней части, имеющей относительно меньший внутренний диаметр. Относительные размеры верхней и нижней частей можно рассчитывать в зависимости

от их назначения с использованием обычных инженерных методов. Предпочтительно верхняя часть может иметь соотношение длины к диаметру (L/D) в диапазоне от около 0,5 до 1,5 : 1, а нижняя часть может иметь соотношение длины к диаметру (L/D) в диапазоне от около 0,5 до 2,5 : 1, причем диаметр нижней части меньше диаметра

5 верхней части. Диаметр нижней части может находиться в диапазоне от 30% до 70% от диаметра верхней части. Каждый парожидкостный сепаратор может иметь различное соотношение L/D и диаметр нижней части, в зависимости от его

10 назначения, т. е. количества жидкости, отделяемой от пара в сосуде. Предпочтительно с помощью конического корпуса и более узкой нижней части можно уменьшать и/или минимизировать время пребывания жидкости в парожидкостном сепараторе, что в

свою очередь может уменьшать или устранять углеводородную и водную фазы, разделяемые значительно выше по потоку от декантатора.

15 Другой из аспектов настоящего описания относится к способу, включающему следующие стадии:

а) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, через предварительный охладитель для охлаждения продуктового потока для конденсации

20 части углеводородных продуктов с образованием охлажденного продуктового потока, а затем в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого охлажденный продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий остальную часть

углеводородных продуктов и водяной пар;

б) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого

25 парожидкостного сепаратора;

в) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных

30 углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;

д) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и

воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;

е) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;

5 ф) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора;

10 г) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси;

h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

15 i) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и

j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора;

20 причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

Преимущества и предпочтительно признаки первого аспекта изобретения также применимы к этому аспекту изобретения.

25 Предпочтительно продуктовый поток можно охлаждать до его попадания в первый парожидкостный сепаратор в предварительном охладителе при теплообмене с сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша, которая прошла через первый охладитель при теплообмене с первой газовой смесью.

Другой аспект настоящего описания относится к устройству, содержащему:

первый парожидкостный сепаратор, содержащий:

30 - входной канал для получения первого потока газа, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;

- выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов, и

- выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;

второй парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения второго потока газа,

5 - выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и

- выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;

10 первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа до его попадания во второй парожидкостный сепаратор;

и

15 предварительный охладитель, расположенный выше по потоку от входного канала первого парожидкостного сепаратора, для охлаждения первого потока газа до его попадания в первый парожидкостный сепаратор;

20 причем устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

Преимущества и предпочтительные признаки первого аспекта изобретения применимы также к этому аспекту изобретения.

ПРИМЕРЫ

25 На Фиг. 1 представлена схема первого варианта осуществления устройства согласно настоящему изобретению, подходящего для осуществления способа согласно настоящему изобретению. Устройство выполнено с возможностью обработки продуктов реакции, выходящих из реактора 1 Фишера — Тропша. Реактор 1 Фишера — Тропша выполнен с возможностью получения сырья 2 и
30 производства продуктового потока продуктов реакции посредством реакции сырья в присутствии катализатора. В реакторе 1 Фишера — Тропша можно осуществлять

процесс Фишера — Тропша, в котором сырье монооксида углерода и водорода подвергают реакции в присутствии катализатора для производства продуктов реакции, содержащих углеводороды. Продуктовый поток продуктов реакции, первоначально выгружаемый из реактора 1 Фишера — Тропша, представляет собой смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара. Температура продуктового потока, выходящего из реактора 1 Фишера — Тропша, может составлять, например, от 205 до 240 °С.

Устройство содержит первый парожидкостный сепаратор 11, первый охладитель 21, второй парожидкостный сепаратор 12, второй охладитель 22 и третий парожидкостный сепаратор 13, расположенные последовательно. Кроме того, предусмотрен одиночный декантатор 30, расположенный последовательно и ниже по потоку от второго и третьего парожидкостных сепараторов 12, 13.

Первый парожидкостный сепаратор 11 содержит входной канал 111 для получения продуктового потока, который содержит углеводородные продукты и водяной пар, выходящий из реактора 1 Фишера — Тропша, выходной канал 112 для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов, и выходной канал 113 для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара. Первый парожидкостный сепаратор 11 может быть снабжен набором лопастей.

Первый охладитель 21 расположен между первым парожидкостным сепаратором 11 и вторым парожидкостным сепаратором 12 и предназначен для охлаждения первого потока газа для производства первой охлажденной смеси посредством конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара до их попадания во второй парожидкостный сепаратор 12. Первый охладитель 21 можно выполнить с возможностью подачи сырьевой газовой смеси для реактора 1 Фишера — Тропша таким образом, что первый поток газа охлаждается при теплообмене с сырьевой газовой смесью.

Второй парожидкостный сепаратор содержит входной канал 121 для получения первой охлажденной смеси, выходной канал 122 для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и выходной канал 123 для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара.

Второй охладитель 22 расположен последовательно между вторым парожидкостным сепаратором 12 и третьим парожидкостным сепаратором 13 и предназначен для охлаждения второго потока газа для производства второй охлажденной смеси посредством конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара до их попадания в третий парожидкостный сепаратор 13.

Третий парожидкостный сепаратор содержит входной канал 131 для получения второй охлажденной смеси, выходной канал 132 для жидкости для выпуска третьей жидкости, содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и выходной канал 133 для газа для выпуска третьего потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара.

Декантатор 30 содержит входной канал 301, сообщающийся по текучей среде для получения смешанного жидкого сырья, содержащего вторую жидкость из второго парожидкостного сепаратора 12 и третью жидкость из третьего парожидкостного сепаратора 13, выходной канал 303 для жидких углеводородных продуктов и выходной канал 302 для воды. Для выпуска отходящих газов можно предусмотреть выходной канал 304 для газа. Декантатор 30 предпочтительно представляет собой одиночный декантатор для устройства.

Вспомогательный охладитель 23 расположен последовательно между вторым парожидкостным сепаратором 12 и декантатором 30 для охлаждения второй жидкости перед ее объединением с третьей жидкостью. Выходной продукт из вспомогательного охладителя 23 смешивают с третьим жидким выходным продуктом из третьего парожидкостного сепаратора 13 перед подачей смешанного жидкого сырья в декантатор 30 через входной канал 301.

При использовании температура продуктового потока, выходящего из реактора 1 Фишера — Тропша, может составлять, например, от 205 до 240 °С. Способ включает первую подачу продуктового потока в первый парожидкостный сепаратор 11 (через входной канал 111). Продуктовый поток можно подавать в первый парожидкостный сепаратор 11 при температуре в диапазоне от 120 до 240 °С, предпочтительно от 160 до 200 °С. Внутри первого парожидкостного сепаратора 11 продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар. Способ также включает сбор первой

жидкости на выходном канале 112 для жидкости первого парожидкостного сепаратора 11. Первый парожидкостный сепаратор 11 может функционировать в качестве уловителя воска для улавливания и удаления восковых продуктов из продуктового потока.

5 Способ также включает выпуск первого потока газа из выходного канала 113 для газа первого парожидкостного сепаратора 11 и подачу первого потока газа через первый охладитель 21 для применения охлаждения к первому потоку газа для охлаждения первого потока газа для производства первой охлажденной смеси посредством конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара. Первая охлажденная смесь, производимая первым охладителем 21, может иметь 10 температуру, например, от 80 до 120 °С. В первом охладителе 21 можно использовать сырьевую газовую смесь для реактора 1 Фишера — Тропша для охлаждения первого потока газа посредством теплообмена между сырьевой газовой смесью и первым потоком газа. Сырьевую газовую смесь можно нагревать до температуры в диапазоне 15 от 100 до 220 °С в первом охладителе 21.

Способ также включает подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя 21 во второй парожидкостный сепаратор 12 (через входной канал 121). Первую охлажденную смесь можно подавать во второй парожидкостный сепаратор 12 при температуре в диапазоне от 80 до 120 °С. Внутри второго 20 парожидкостного сепаратора 12 первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара.

Способ также включает сбор второй жидкости на выходном канале 122 для 25 жидкости второго парожидкостного сепаратора 12. Способ также включает выпуск второго потока газа из выходного канала 123 для газа второго парожидкостного сепаратора 12 и подачу второго потока газа через второй охладитель 22 для применения охлаждения ко второму потоку газа для производства второй охлажденной смеси посредством конденсации части газообразных углеводородных 30 продуктов и водяного пара. Вторая охлажденная смесь, производимая вторым охладителем 22, может иметь температуру, например, от 40 до 60 °С. Во втором охладителе 22 можно использовать охлаждающую воду для теплообмена со вторым потоком газа.

Способ также включает подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя 22 в третий парожидкостный сепаратор 13 (через входной канал 131). Вторую охлажденную смесь можно подавать в третий парожидкостный сепаратор 13 при температуре в диапазоне от 40 до 60 °С. Внутри третьего парожидкостного сепаратора 13 вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и третий поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара. Дополнительно собирают третью жидкость на выходном канале 132 для жидкости третьего парожидкостного сепаратора 13.

10 Третий поток газа может быть относительно сухим и может, например, содержать остаточный газ (например, непрореагировавшие реагенты, CO₂, метан, этан и т. д.), который можно рециркулировать в реактор 1 Фишера — Тропша или иным образом выгрузить из устройства.

Способ также включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в декантатор 30 (через входной канал 301), внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты, которые собирают на выходном канале 303, и воду, которую собирают на выходном канале 302. Кроме того, вторую жидкость можно пропускать через вспомогательный охладитель 23 для охлаждения второй жидкости, предпочтительно до той же температуры, что и третья жидкость, до ее попадания в декантатор 30. Во вспомогательном охладителе 23 можно охлаждать вторую жидкость до температуры, например, от 40 до 60 °С. Во вспомогательном охладителе 23 можно использовать охлаждающую воду, предпочтительно параллельные потоки охлаждающей воды, в теплообмене со второй жидкостью.

25 На Фиг. 2 представлена схема второго варианта осуществления устройства согласно настоящему изобретению, подходящего для осуществления способа согласно настоящему изобретению. Признакам второго варианта осуществления, которые являются такими же, как и в первом варианте осуществления, присвоены те же номера позиций на Фиг. 2. Эти признаки не будут описаны более подробно, и вместо этого следует делать ссылку на описание первого варианта осуществления выше.

Устройство по второму варианту осуществления дополнительно содержит предварительный охладитель 20. Предварительный охладитель 20 расположен

последовательно и между реактором 1 Фишера — Тропша и первым парожидкостным сепаратором 11.

Предварительный охладитель 20 можно выполнить с возможностью подачи сырьевой газовой смеси для реактора 1 Фишера — Тропша таким образом, что
5 продуктовый поток из реактора охлаждается при теплообмене со сырьевой газовой смесью. Предпочтительно это происходит после того, как сырьевая газовая смесь прошла через первый охладитель 21 при теплообмене с первым потоком газа. Сырьевую газovou смесь можно нагревать до температуры в диапазоне от 190 до 220 °С в предварительном охладителе 20.

10 При применении способ включает подачу продуктового потока в первый парожидкостный сепаратор 11 (через входной канал 111) через предварительный охладитель 20, так что к потоку продукта применяется некоторое охлаждение до его попадания в первый парожидкостный сепаратор 11.

С помощью применения предварительного охладителя 20 можно обеспечить
15 подачу продуктового потока в первый парожидкостный сепаратор 11 при температуре в диапазоне от 120 до 200 °С, предпочтительно от 160 до 200 °С, и необходимо поддерживать этот температурный диапазон, даже если температуру продуктового потока, выходящего из реактора 1 Фишера — Тропша, увеличивают для компенсации старения катализатора реактора.

20 Остальная часть устройства и способа является такой, как описано в первом варианте осуществления выше.

Следует понимать, что устройство может содержать более трех парожидкостных сепараторов, если это необходимо. Например, можно
25 последовательно добавить дополнительные пары охладителя и парожидкостного сепаратора для дальнейшей обработки четвертого потока газа.

Вышеизложенное подробное описание было приведено для разъяснения и иллюстрации и ни в коей мере не ограничивает объема прилагаемых пунктов формулы изобретения. Специалистам в данной области будет очевидно множество вариаций в предпочтительных вариантах осуществления изобретения,
30 проиллюстрированных в настоящем документе, и такие вариации не выходят за рамки объема прилагаемых пунктов формулы изобретения и их эквивалентов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ, включающий следующие стадии:
 - a) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий газообразные углеводородные продукты и водяной пар;
 - b) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора;
 - c) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;
 - d) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую остальную часть углеводородных продуктов и водяного пара;
 - e) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;
 - f) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора;
 - g) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси;
 - h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

- i) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и
- j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора; причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.
2. Способ по п. 1, в котором первая фракция углеводородных продуктов содержит или состоит из воскового продукта, имеющего длину углеродной цепи C20 и выше.
 3. Способ по п. 1 или п. 2, в котором вторая фракция углеводородных продуктов является более тяжелой фракцией, чем третья фракция углеводородных продуктов, и необязательно вторая фракция углеводородных продуктов содержит углеводороды C5–C30, а третья фракция углеводородных продуктов содержит углеводороды C3–C18.
 4. Способ по любому из пп. 1–3, дополнительно включающий использование вспомогательного охладителя для охлаждения второй жидкости до ее попадания в одиночный декантатор необязательно до той же температуры, что и температура третьей жидкости.
 5. Способ по любому из пп. 1–4, в котором одиночный декантатор работает при давлении менее 10 бар (абс.), необязательно менее 8 бар (абс.), необязательно от 3 до 7 бар (абс.).
 6. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий охлаждение продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор посредством пропускания продуктового потока через предварительный охладитель.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором продуктовый поток подают в первый парожидкостный сепаратор при температуре в диапазоне от 120 до 240 °С, предпочтительно от 160 до 200 °С.
8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором первый и/или второй охладитель охлаждают сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша.
9. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором продуктовый поток охлаждают до его попадания в первый парожидкостный сепаратор в предварительном охладителе при теплообмене с сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша, предпочтительно сырьевой газовой смесью, которая прошла через первый охладитель при теплообмене с первой газовой смесью.
10. Способ по п. 9, в котором сырьевую газовую смесь нагревают до температуры в диапазоне от 100 до 180 °С в первом охладителе.
11. Устройство, соединенное с выходным каналом реактора Фишера — Тропша, содержащее:
 - первый парожидкостный сепаратор, содержащий:
 - входной канал для получения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;
 - выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов; и
 - выходной канал для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;
 - первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения первого потока газа с образованием первой охлажденной смеси;
 - второй парожидкостный сепаратор, содержащий:
 - входной канал для получения первой охлажденной смеси;

- выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и воду; и
- выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

второй охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и третьим парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа с образованием второй охлажденной смеси; и
третий парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения второй охлажденной смеси;
- выходной канал для жидкости для выпуска третьей жидкости, содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и воду; и
- выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа,

причем устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов, выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

12. Устройство по п. 11, в котором первая фракция углеводородных продуктов содержит или состоит из воскового продукта.
13. Устройство по п. 11 или п. 12, дополнительно содержащее вспомогательный охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и одиночным декантатором, для охлаждения второй жидкости, необязательно до той же температуры, что и у третьей жидкости, до ее попадания в одиночный декантатор.
14. Устройство по любому из пп. 11–13, дополнительно содержащее предварительный охладитель, расположенный выше по потоку от входного канала первого парожидкостного сепаратора, для охлаждения продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор.

15. Устройство по п. 14, в котором предварительный охладитель и первый охладитель можно выполнить с возможностью подачи в них сырьевой газовой смеси для реактора Фишера — Тропша таким образом, чтобы продуктовый поток охлаждался при теплообмене с сырьевой газовой смесью после того, как сырьевую газовую смесь пропустили через первый охладитель при теплообмене с первым потоком газа.
16. Устройство по любому из пп. 11–15, в котором один или более из парожидкостных сепараторов содержат конический корпус, содержащий верхнюю часть, имеющую относительно больший внутренний диаметр для получения охлажденной смеси, и нижнюю часть, имеющую относительно меньший внутренний диаметр для сбора жидкости, причем выходной канал для жидкости парожидкостного сепаратора расположен в нижней части, имеющей относительно меньший внутренний диаметр.
17. Способ, включающий следующие стадии:
 - a) подачу продуктового потока, содержащего смесь жидких и газообразных углеводородных продуктов и водяного пара из реактора Фишера — Тропша, через предварительный охладитель для охлаждения продуктового потока для конденсации части углеводородных продуктов с образованием охлажденного продуктового потока, а затем в первый парожидкостный сепаратор, внутри которого охлажденный продуктовый поток разделяют на первую жидкость, содержащую первую фракцию углеводородных продуктов, и первый поток газа, содержащий остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;
 - b) сбор первой жидкости из выходного канала для жидкости первого парожидкостного сепаратора;
 - c) выпуск первого потока газа из выходного канала для газа первого парожидкостного сепаратора и подачу первого потока газа через первый охладитель для охлаждения первого потока газа для конденсации части газообразных углеводородных продуктов и водяного пара с образованием первой охлажденной смеси;
 - d) подачу первой охлажденной смеси из первого охладителя во второй парожидкостный сепаратор, внутри которого первую охлажденную смесь разделяют на вторую жидкость, содержащую вторую фракцию

углеводородных продуктов и воду, и второй поток газа, содержащий любую оставшуюся часть углеводородных продуктов и водяного пара;

e) сбор второй жидкости из выходного канала для жидкости второго парожидкостного сепаратора;

f) выпуск второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора;

g) подачу второго потока газа из выходного канала для газа второго парожидкостного сепаратора через второй охладитель для охлаждения второго потока газа для конденсации части оставшихся углеводородных продуктов и водяного пара с образованием второй охлажденной смеси;

h) подачу второй охлажденной смеси из второго охладителя в третий парожидкостный сепаратор, внутри которого вторую охлажденную смесь разделяют на третью жидкость, содержащую третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и третий поток газа;

i) сбор третьей жидкости из выходного канала для жидкости третьего парожидкостного сепаратора; и

j) выпуск третьего потока газа из выходного канала для газа третьего парожидкостного сепаратора;

причем способ дополнительно включает подачу второй жидкости и третьей жидкости в одиночный декантатор, внутри которого вторую жидкость и третью жидкость разделяют на жидкие углеводородные продукты и воду.

18. Способ по п. 17, в котором продуктовый поток охлаждают до его попадания в первый парожидкостный сепаратор в предварительном охладителе при теплообмене с сырьевой газовой смесью для реактора Фишера — Тропша, которая прошла через первый охладитель при теплообмене с первой газовой смесью.

19. Устройство, соединенное с реактором Фишера — Тропша, содержащее: первый парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения продуктового потока, содержащего углеводородные продукты и водяной пар;

- выходной канал для жидкости для выпуска первой жидкости, содержащей первую фракцию углеводородных продуктов; и

- выходной канал для газа для выпуска первого потока газа, содержащего остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

второй парожидкостный сепаратор, содержащий:

- входной канал для получения первого потока газа,
- выходной канал для жидкости для выпуска второй жидкости, содержащей вторую фракцию углеводородных продуктов и необязательно воду, и
- выходной канал для газа для выпуска второго потока газа, содержащего любую остальную часть углеводородных продуктов и водяной пар;

первый охладитель, расположенный между первым парожидкостным сепаратором и вторым парожидкостным сепаратором, для охлаждения первого потока газа до его попадания во второй парожидкостный сепаратор;

предварительный охладитель, расположенный выше по потоку от входного канала первого парожидкостного сепаратора, для охлаждения продуктового потока до его попадания в первый парожидкостный сепаратор

третий парожидкостный сепаратор, содержащий:

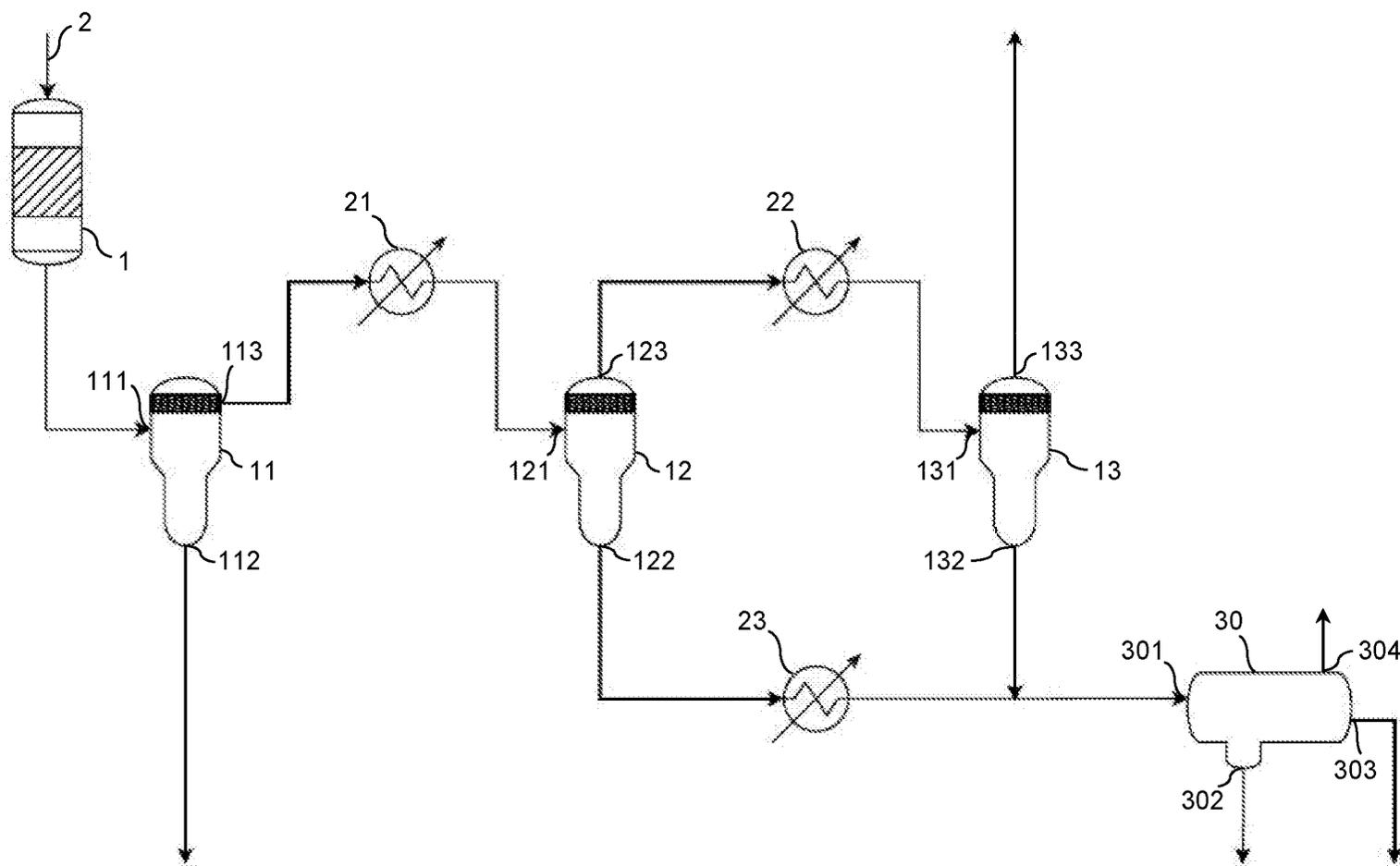
- входной канал для получения второго потока газа,
 - выходной канал для жидкости для выпуска третьей жидкости, содержащей третью фракцию углеводородных продуктов и воду, и
 - выходной канал для газа для выпуска третьего потока газа;
- и

второй охладитель, расположенный между вторым парожидкостным сепаратором и третьим парожидкостным сепаратором, для охлаждения второго потока газа до его попадания в третий парожидкостный сепаратор;

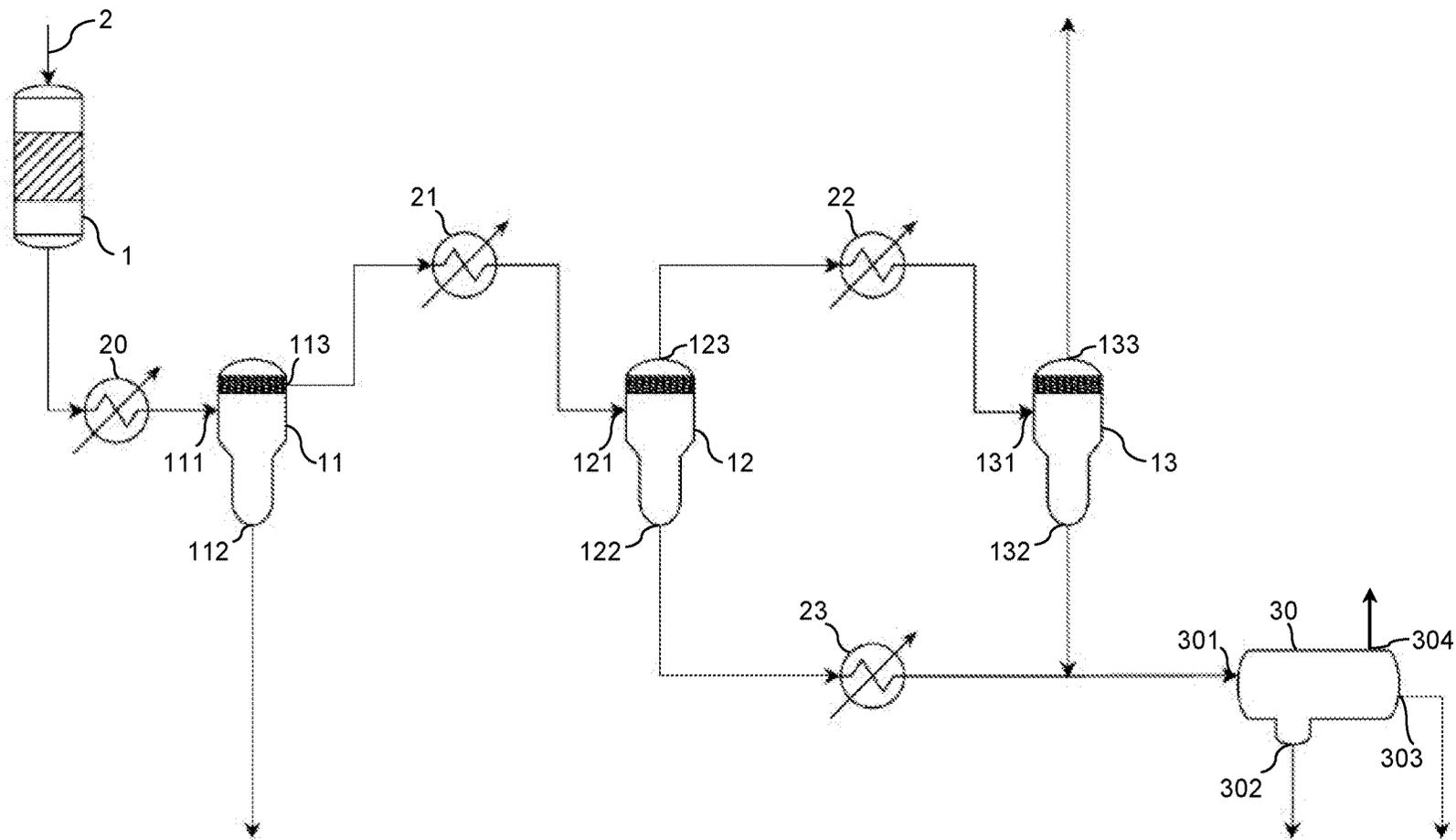
причем устройство содержит одиночный декантатор для отделения жидких углеводородных продуктов от воды, при этом одиночный декантатор содержит входной канал, сообщающийся по текучей среде для получения второй и третьей жидкостей из второго и третьего парожидкостных сепараторов,

выходной канал для жидких углеводородных продуктов и выходной канал для воды.

20. Устройство по п. 19, в котором предварительный охладитель и первый охладитель можно выполнить с возможностью подачи в них сырьевой газовой смеси для реактора Фишера — Тропша таким образом, чтобы продуктовый поток охлаждался при теплообмене с сырьевой газовой смесью после того, как сырьевую газовую смесь пропустили через первый охладитель при теплообмене с первым потоком газа.



ФИГ. 1



Фиг. 2