

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035194**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.14

(21) Номер заявки
201891297

(22) Дата подачи заявки
2016.12.06

(51) Int. Cl. **C07C 29/76** (2006.01)
C07C 31/04 (2006.01)
C07C 29/151 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНОЛА

(31) 15400057.4

(32) 2015.12.18

(33) EP

(43) 2018.12.28

(86) PCT/EP2016/025169

(87) WO 2017/102094 2017.06.22

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛЪЕР ЛИКИД СОСЪЕТЕ
АНОНИМ ПУР ЛЪЕТИЮД Э
ЛЪЕКСПЛОАТАСЁН ДЭ ПРОСЕДЕ
ЖОРЖ КЛОД (FR)

(72) Изобретатель:
Худер Карин, Гронеман Вероника,
Эльман Тобиас (DE)

(74) Представитель:
Веселицкая И.А., Кузенкова Н.В.,
Веселицкий М.Б., Каксис Р.А.,
Белоусов Ю.В., Куликов А.В.,
Кузнецова Е.В., Кузнецова Т.В.,
Соколов Р.А. (RU)

(56) EP-A1-2168938
EP-B1-0802893
JP-A-S5655324
JP-A-2001039911
JP-A-S5620528

(57) Предложено эффективное извлечение метанола из отработанных газов, нагруженных метанолом, в виде объединенной блок-схемы получения и обработки метанола. Части метанола, выделенные из отработанных газов, извлекают в пределах уже существующей обработки неочищенного метанола посредством перегонки с получением чистого метанола, так что нет необходимости в отдельных устройствах для извлечения метанола из нагруженной отработанной воды из газоочистителя. Ценное вещество, которым является метанол, извлекают, и влияние на окружающую среду уменьшается. Посредством конкретных аспектов настоящего изобретения потребность в воде в качестве промывочного средства можно дополнительно уменьшить.

035194 B1

035194 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе метанола. Кроме того, в настоящем изобретении предусмотрено устройство для осуществления данного способа.

Уровень техники

Способы получения метанола путем каталитического превращения синтез-газа, содержащего водород и оксиды углерода, давно известны специалистам в данной области техники. Например, в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, шестое издание, 1998, электронное издание, раздел "Methanol", подраздел 5.2 "Synthesis", описаны различные основные способы получения метанола.

Известен более сложный двухстадийный способ получения метанола, например, из документа EP 0790226 B1. Метанол получают посредством циклического способа, при котором смесь свежего и частично прореагировавшего синтез-газа сначала подают в охлаждаемый водой реактор, а затем в охлаждаемый газом реактор, в каждом из которых синтез-газ превращают в метанол на катализаторе на основе меди. Метанол, полученный с помощью данного способа, отделяют от синтез-газа, подлежащего рециркуляции, который затем в качестве охладителя в противотоке направляют через охлаждаемый газом реактор и предварительно нагревают до температуры 220-280°C, после чего вводят в первый реактор для синтеза. Часть синтез-газа, подлежащего рециркуляции, удаляют из способа в виде продувочного потока (так называемое продувание) с целью предупреждения накопления инертных компонентов в цикле синтеза. Данное действие также описано в нерассмотренной заявке на патент Германии DE 2934332 A1 и в заявке на европейский патент EP 1016643 A1.

Поток продувочного газа, выпускаемого из контура синтеза, нагружен значительной частью метанола. То же относится к другим потокам отработанных газов, которые получают при синтезе метанола и обработке исходных продуктов, таких как, например, отработанные газы из расширительных резервуаров для метанола или отработанные газы из резервуаров для хранения неочищенного метанола, смесей метанол-вода или чистого метанола.

Резервуары для хранения метанола зачастую выполнены в виде резервуаров с закрепленной крышкой, где для инертизации внутреннего объема, не заполненного метанолом, его зачастую промывают или заполняют азотом. Таким образом, атмосфера азота насыщена метанолом. При загрузке резервуаров или вследствие дыхания резервуара, например, вследствие солнечного излучения, азот, нагруженный метанолом, выпускают из резервуара с целью предотвращения избыточного давления в резервуаре.

Части метанола в данных отработанных газах являются достаточно значительными вследствие низкой температуры кипения метанола, составляющей 65°C при давлении окружающей среды, поскольку отработанные газы, как правило, насыщены парами метанола при соответствующей температуре. Например, в условиях насыщения концентрация метанола в потоке отработанного газа при температуре 42°C составляет примерно 33 об.%.

С учетом данных значений содержания метанола возможно, что извлечение метанола из отработанных газов обеспечивает важный вклад в экономическую составляющую способа синтеза метанола. С другой стороны, в контексте высокой токсичности метанола, с точки зрения защиты окружающей среды также является нецелесообразным выделять отработанные газы с такими высокими значениями содержания метанола в окружающую среду без последующей обработки. Наконец, высокие значения содержания метанола в отработанных газах также создают проблемы во время их дополнительной обработки, поскольку метанол может конденсироваться и, таким образом, повредить газовые горелки.

Из-за высокой растворимости метанола в воде промывание отработанных газов водой в качестве промывочного средства показало свою ценность в качестве способа отделения. В раскрытой заявке на европейский патент EP 2168938 A1, например, описывается извлечение метанола из отработанных газов, образованных при перегонке неочищенного метанола, путем промывания водой в противоточной колонне. В описании европейского патента EP 0802893 B1 также описаны отделение и извлечение метанола из отработанных газов, образованных при перегонке неочищенного метанола, путем промывания водой.

В патенте США № 5346593 A описана ректификационная колонна для получения неочищенного метанола, которая оснащена в ее верхней части ступенью для промывания водой, и она выполняет функцию отделения остатков метанола от потока отработанного газа, покидающего колонну.

Наконец, в описании европейского патента EP 0009385 B1 раскрывается отделение метанола от потока продувочного газа, выпускаемого из цикла синтеза, посредством промывания водой и извлечение выделенного метанола посредством перегонки.

Однако, подводя итоги, следует отметить, что, несмотря на предшествующий уровень техники, обобщаемый выше, все еще существует необходимость в оптимизированных способах и устройствах для отделения и извлечения метанола из различных потоков отработанных газов, которые получают при синтезе метанола и обработке исходных продуктов. В частности, все еще присутствует необходимость в оптимизации в отношении интеграции данных стадий способа в сложную блок-схему, включающую обработку неочищенного метанола, извлечение метанола из нескольких из указанных типов отработанных газов, и в отношении процедурного проектирования применяемых устройств.

Описание изобретения

В данном контексте целью настоящего изобретения является обеспечение способа и устройства, в которых или с помощью которых обеспечивается эффективное извлечение метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе и дополнительной обработке метанола.

Данной цели достигают с помощью способа с признаками в соответствии с п.1 формулы изобретения и с помощью устройства с признаками в соответствии с п.10 формулы изобретения. Дополнительные аспекты настоящего изобретения представлены в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения.

Способ по настоящему изобретению.

Способ извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе метанола, включающий следующие стадии способа:

(a) превращение потока синтез-газа при условиях синтеза метанола по меньшей мере в одном реакторе для синтеза метанола, который расположен в контуре синтез-газа для не превращенного синтез-газа;

(b) выпуск жидкого потока неочищенного метанола из контура синтез-газа и выпуск потока продувочного газа из контура синтез-газа, при этом поток продувочного газа нагружен парами метанола;

(c) введение потока продувочного газа в устройство для промывания продувочного газа, приведение в контакт потока продувочного газа в устройстве для промывания продувочного газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания продувочного газа в противотоке по отношению к потоку продувочного газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока продувочного газа;

(d) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока продувочного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания продувочного газа;

(e) введение жидкого потока неочищенного метанола в расширительный резервуар, в котором понижают давление жидкого потока неочищенного метанола, при этом получают поток расширенного газа, нагруженный метанолом, и поток не находящегося под давлением неочищенного метанола;

(f) введение потока расширенного газа в устройство для промывания расширенного газа, приведение в контакт потока расширенного газа в устройстве для промывания расширенного газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания расширенного газа в противотоке по отношению к потоку расширенного газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока расширенного газа;

(g) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока расширенного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания расширенного газа, при этом добавляют поток воды, нагруженный метанолом, к потоку не находящегося под давлением неочищенного метанола;

(h) введение потока не находящегося под давлением неочищенного метанола в резервуар для хранения, в котором его хранят до его последующей обработки или последующего применения в способе, и при этом его покрывают инертизирующим газом, который за счет этого нагружается метанолом;

(i) выпуск потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, из резервуара для хранения и введение указанного потока газа в устройство для промывания инертизирующего газа, приведение в контакт потока инертизирующего газа в устройстве для промывания инертизирующего газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания инертизирующего газа в противотоке по отношению к потоку инертизирующего газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока инертизирующего газа;

(j) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока инертизирующего газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания инертизирующего газа.

Устройство по настоящему изобретению.

Устройство для извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе метанола, содержащее следующие компоненты и узлы:

(a) реактор для синтеза метанола, который расположен в контуре синтез-газа для непревращенного синтез-газа;

(b) трубопровод для выпуска жидкого потока неочищенного метанола из контура синтез-газа и трубопровод для выпуска потока продувочного газа из контура синтез-газа, при этом поток продувочного газа нагружен парами метанола;

(c) устройство для промывания продувочного газа, выполненное в виде противоточного промывочного аппарата, трубопровод для введения потока продувочного газа в устройство для промывания продувочного газа, трубопровод для подачи потока воды в качестве промывочного средства, трубопровод для выпуска потока воды, нагруженного метанолом, и трубопровод для выпуска потока продувочного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания продувочного газа;

(d) расширительный резервуар, в котором понижают давление жидкого потока неочищенного метанола, трубопровод для введения жидкого потока неочищенного метанола в расширительный резервуар, устройство для промывания расширенного газа, выполненное в виде противоточного промывочного аппарата, которое соединено с расширительным резервуаром, трубопровод для введения потока воды в качестве промывочного средства в устройство для промывания расширенного газа, трубопровод для вы-

пуска потока не находящегося под давлением неочищенного метанола и трубопровод для выпуска потока расширенного газа, обедненного метанолом;

(е) резервуар для хранения, трубопровод для введения потока не находящегося под давлением неочищенного метанола в резервуар для хранения, трубопровод для введения инертизирующего газа и трубопровод для выпуска потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, из резервуара для хранения, трубопровод для выпуска неочищенного метанола;

(f) устройство для промывания инертизирующего газа, выполненное в виде противоточного промывочного аппарата, трубопровод для введения потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, в устройство для промывания инертизирующего газа, трубопровод для введения потока воды в качестве промывочного средства в устройство для промывания инертизирующего газа, трубопровод для выпуска потока инертизирующего газа, обедненного метанолом, и трубопровод для выпуска потока воды, нагруженного метанолом, из устройства для промывания инертизирующего газа.

Условия синтеза метанола, необходимые для превращения синтез-газа в метанол, известны специалисту в данной области техники из предшествующего уровня техники, например, из документов, описанных выше. Это, в частности, но не исключительно, относится к условиям осуществления способа, таким как значения температуры, давления, подходящие значения объемной скорости и катализаторы, подлежащие применению. Необходимые адаптации данных условий к соответствующим техническим требованиям будут сделаны на основе обычных экспериментов.

Подразумевается, что продувочный газ или в качестве альтернативы промывочный газ представляет собой часть газа, отобранную из системы, например из контура синтез-газа для синтеза метанола, которая в основном является небольшой по сравнению с запасом газа, присутствующим в системе. Отбор продувочного газа предотвращает постоянное увеличение запаса газа в системе и выполняет функцию выпуска примесей, побочных продуктов и/или инертных компонентов.

Подразумевается, что неочищенный метанол представляет собой основной продукт, полученный непосредственно при синтезе метанола, перед осуществлением его обработки посредством перегонки с получением чистого метанола. Однако первые стадии обработки или выдерживания можно осуществлять уже в отношении неочищенного метанола.

Вода, применяемая в качестве промывочного средства, в основном представляет собой деминерализованную воду. Однако воду с другими качествами, в частности, воду с более высокой чистотой, например высокоочищенную воду или дистиллированную воду, также можно применять в качестве промывочного средства. Воду с более низкой чистотой можно применять в качестве промывочного средства, если присутствующие сопровождающие вещества не создают проблем на последующих стадиях способа, и технические характеристики продукта на основе чистого метанола соответствуют требованиям.

Предпочтительные аспекты изобретения

В предпочтительном аспекте способа согласно настоящему изобретению поток продувочного газа, обедненный метанолом, который получен на стадии (d), подают в устройство для извлечения водорода. В качестве устройства для извлечения водорода, например, можно применять установку с адсорбцией при переменном давлении (PSA) или мембранную установку. Таким образом, ценный водород можно извлекать из потока продувочного газа и подвергать рециркуляции в синтез метанола.

В дополнительном аспекте способа согласно настоящему изобретению поток воды, нагруженный метанолом, который получен на стадии (d), по меньшей мере частично, подают в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d).

В дополнительном предпочтительном аспекте способа согласно настоящему изобретению поток воды, нагруженный метанолом, который получен на стадии (d), по меньшей мере частично, применяют в качестве промывочного средства в устройстве для промывания расширенного газа. В данном случае преимуществом является, чтобы деминерализованную воду, в основном применяемую в качестве промывочного средства, частично или полностью сохраняли, за счет чего обеспечивается уменьшение затрат на ее обеспечение.

Кроме того, преимуществом является, если по меньшей мере часть потока не находящегося под давлением неочищенного метанола, полученного на стадии (е) способа, подают в устройство для перегонки без промежуточного хранения в резервуаре для хранения. За счет этого можно сохранить вместимость резервуаров для неочищенного метанола и можно спроектировать меньшие соответствующие резервуары для хранения.

В конкретном аспекте настоящего изобретения можно вводить по меньшей мере часть потока расширенного газа, обедненного метанолом, который получен на стадии (g) способа, в резервуар для хранения в качестве инертизирующего газа. С помощью данного аспекта настоящего изобретения можно полностью или частично сохранить инертизирующие газы, такие как, например, азот.

Также выгодно, если по меньшей мере часть потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии способа (j), применяют в качестве промывочного средства в устройстве для промывания расширенного газа. В данном случае преимуществом является, чтобы деминерализованную воду, в

основном применяемую в качестве промывочного средства, частично или полностью сохраняли, за счет чего обеспечивается уменьшение затрат на ее обеспечение.

Кроме того, было обнаружено, что преимущественным является, если по меньшей мере часть потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (j) способа, подают в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d).

Особенно предпочтительно способ по настоящему изобретению применяют для извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных в установке для синтеза метанола, в которой метанол получают из синтез-газа, получаемого из угля. Из-за соотношения C/H в исходном угле синтез-газ, получаемый из угля, в частности, характеризуется высоким содержанием монооксида углерода, но относительно низким содержанием воды. Однако достаточно целесообразным является заданное содержание воды, которое является повышенным относительно исходного содержания в синтез-газе, получаемом из угля. Это обеспечивает определенные преимущества при обработке неочищенного метанола путем перегонки, поскольку, таким образом, нежелательные неполярные примеси, например алканы, полученные в качестве побочных продуктов при синтезе метанола, можно более легко отделить от метанола. Таким образом, загрузка неочищенного метанола с водой в качестве промывочного средства является достаточно преимущественной в различных точках способа.

В конкретном конструктивном исполнении устройства согласно настоящему изобретению такое устройство дополнительно содержит устройство для извлечения водорода и трубопровод для введения потока продувочного газа, обедненного метанолом, в устройство для извлечения водорода. В качестве устройства для извлечения водорода, например, можно применять установку с адсорбцией при переменном давлении (PSA) или мембранную установку. Таким образом, ценный водород можно извлекать из потока продувочного газа и подвергать рециркуляции в синтез метанола.

Предпочтительно устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит трубопровод для подачи потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d) способа, в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d).

В дополнительном аспекте устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит трубопровод для подачи потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d) способа, в устройство для промывания расширенного газа в качестве промывочного средства. В данном случае преимущественным является, чтобы деминерализованную воду, в основном применяемую в качестве промывочного средства, частично или полностью сохраняли, за счет чего обеспечивается уменьшение затрат на ее обеспечение.

Выгодным является, если устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит устройство для перегонки и трубопровод для подачи потока не находящегося под давлением неочищенного метанола, полученного на стадии (e) способа, в устройство для перегонки. За счет этого можно сохранить вместимость резервуаров для неочищенного метанола и можно спроектировать меньшие соответствующие резервуары для хранения.

В дополнительном аспекте устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит трубопровод для подачи по меньшей мере части потока расширенного газа, обедненного метанолом, который получают на стадии (g) способа, в резервуар для хранения в качестве инертизирующего газа. С помощью данного аспекта настоящего изобретения можно полностью или частично сохранить инертизирующие газы, такие как, например, азот.

Выгодным является, если устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит трубопровод для подачи по меньшей мере части потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (j) способа, в устройство для промывания расширенного газа в качестве промывочного средства. В данном случае преимущественным является, чтобы деминерализованную воду, в основном применяемую в качестве промывочного средства, частично или полностью сохраняли, за счет чего обеспечивается уменьшение затрат на ее обеспечение.

Предпочтительно устройство согласно настоящему изобретению дополнительно содержит трубопровод для подачи по меньшей мере части потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (j) способа, в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (d).

Особенно предпочтительно устройство согласно настоящему изобретению расположено в установке для получения метанола путем превращения синтез-газа, получаемого из угля. Из-за соотношения C/H в исходном угле синтез-газ, получаемый из угля, в частности, характеризуется высоким содержанием монооксида углерода, но относительно низким содержанием воды. Однако достаточно целесообразным

является заданное содержание воды, которое является повышенным относительно исходного содержания в синтез-газе, получаемом из угля. Это обеспечивает определенные преимущества при обработке неочищенного метанола путем перегонки, поскольку таким образом нежелательные неполярные примеси, например алканы, полученные в качестве побочных продуктов при синтезе метанола, можно более легко отделить от метанола. Таким образом, загрузка неочищенного метанола с водой в качестве промывочного средства является достаточно преимущественной в различных точках способа.

Иллюстративные варианты осуществления и численные примеры

Дополнительные признаки, преимущества и возможные пути осуществления настоящего изобретения также могут быть взяты из следующего описания иллюстративных вариантов осуществления и численных примеров, а также графических материалов. Все описанные и/или проиллюстрированные признаки образуют сущность изобретения сами по себе или в любой комбинации независимо от их включения в формулу изобретения или обратных ссылок на них.

На графических материалах:

на фиг. 1 показано схематическое представление способа согласно настоящему изобретению и устройству согласно настоящему изобретению в первом аспекте;

на фиг. 2 показано схематическое представление способа согласно настоящему изобретению и устройству согласно настоящему изобретению во втором аспекте;

на фиг. 3 показано схематическое представление способа согласно настоящему изобретению и устройству согласно настоящему изобретению в третьем аспекте;

на фиг. 4 показано схематическое представление способа согласно настоящему изобретению и устройству согласно настоящему изобретению в четвертом аспекте.

Способ по настоящему изобретению и устройство по настоящему изобретению согласно первому аспекту объяснены на фиг. 1. Посредством трубопровода 1 синтез-газ, состоящий из водорода и оксидов углерода, вводят в реактор 2 для синтеза метанола, расположенный в контуре синтез-газа, который в данном документе показан только схематически и не описан подробно, в котором синтез-газ частично превращают в метанол при условиях синтеза метанола. Неочищенный метанол, полученный в способе, выпускают из реактора для синтеза метанола посредством трубопровода 10.

Самую большую часть синтез-газа, не превращенного во время синтеза метанола, рециркулируют во впускное отверстие реактора для синтеза метанола посредством не проиллюстрированного контура синтез-газа. Посредством трубопровода 3 оставшуюся часть не превращенного синтез-газа выпускают из реактора для синтеза метанола в качестве продувочного газа или промывочного газа и направляют в устройство 4 для промывания продувочного газа. Это, собственно, уже известная промывная колонна, которая может быть оснащена тарелками, слоями насадки или структурированными насадками с целью усиления массового переноса между газом и жидкостью. Поток продувочного газа загружают в устройство для промывания продувочного газа в его нижней части и в противотоке приводят в контакт с потоком воды, подаваемым в качестве промывочного средства посредством трубопровода 5, за счет чего обеспечивается уменьшение содержания паров метанола. В иллюстративном варианте осуществления настоящего изобретения и в вариантах осуществления, описанных ниже, в качестве промывочного средства применяют деминерализованную воду, если не указано иное.

Продувочный газ, обедненный метанолом, выходит из устройства для промывания продувочного газа посредством трубопровода 6. Затем его можно необязательно нагревать в теплообменнике 7 путем непрямого теплообмена с паром при низком давлении в качестве нагревающей среды и посредством трубопровода 8 выпускать из способа и направлять в не проиллюстрированную систему извлечения водорода.

Воду, нагруженную метанолом в устройстве для промывания продувочного газа, выпускают из него посредством трубопровода 9 и вместе с неочищенным метанолом, подаваемым посредством трубопровода 10, направляют в расширительный резервуар 12 посредством трубопровода 11. Понижают давление смеси неочищенного метанола и воды в указанном расширительном резервуаре от 7,0 МПа изб. до давления 0,5 МПа изб. (изб. обозначает соответствующую единицу давления при избыточном давлении). В устройстве 13 для промывания расширенного газа, конструкционно соединенного с расширительным резервуаром и обладающего связью с ним по текучей среде, газы или пары, высвобождаемые во время понижения давления, приводят в контакт с потоком воды, подаваемым в качестве промывочного средства посредством трубопровода 14, за счет чего обеспечивается уменьшение содержания паров метанола. Устройство для промывания расширенного газа также представляет собой, собственно, уже известную промывную колонну, которая может быть оснащена тарелками, слоями насадки или структурированными насадками с целью усиления массового переноса между газом и жидкостью. Поток расширенного газа, обедненного метанолом, выходит из устройства для промывания расширенного газа посредством трубопровода 15.

Не находящуюся под давлением смесь неочищенного метанола и воды выпускают из расширительного резервуара 12 посредством трубопровода 16. Посредством трубопровода 17 ее можно полностью или частично направлять в не проиллюстрированное устройство для перегонки, в котором неочищенный метанол дополнительно обрабатывают до чистого метанола путем отделения воды посредством

перегонки.

Посредством трубопровода 18 часть смеси неочищенного метанола и воды, не направляемых в устройство для перегонки, направляют в резервуар 19 и вводят в него. Позже неочищенный метанол можно отбирать из резервуара и подавать на обработку посредством перегонки. Трубопроводы подачи и выпуска для неочищенного метанола не показаны на фигуре. Резервуар 19 представляет собой резервуар с закрепленной крышкой, в которой свободный внутренний объем резервуара заполняют азотом, который подают посредством не проиллюстрированного трубопровода, и таким образом инертизируют. Таким образом, атмосфера азота насыщена метанолом. При загрузке резервуаров или вследствие дыхания резервуара, например вследствие солнечного излучения, азот, нагруженный метанолом, выпускают из резервуара посредством трубопровода 20 с целью предотвращения избыточного давления в резервуаре.

Данный поток инертизирующего газа, нагруженного парами метанола, направляют в устройство 21 для промывания инертизирующего газа, подают в него в его нижней части, и в противотоке приводят в контакт с потоком воды, подаваемым в качестве промывочного средства посредством трубопровода 22, за счет чего обеспечивается уменьшение содержания паров метанола.

Устройство для промывания инертизирующего газа также выполнено в виде промывной колонны и оснащено тарелками, слоями насадки или структурированными насадками с целью усиления массового переноса между газом и жидкостью. Однако оно разделено на верхнюю и нижнюю часть с помощью разделительной тарелки, расположенной примерно посередине колонны, которая выполнена в виде полуглухой тарелки. Промывочное средство, частично нагруженное метанолом, накапливается на ней, поскольку из-за конструкции в виде полуглухой тарелки, оно не может попасть в нижнюю часть колонны в колонне, тогда как поток инертизирующего газа, подлежащий очистке, может свободно течь из нижней в верхнюю часть колонны. Промывочное средство, частично нагруженное метанолом, с другой стороны, направляют из колонны посредством трубопровода, охлаждают в промежуточном охладителе и снова загружают в колонну через верхний конец нижней части колонны. Вследствие охлаждения частично нагруженного промывочного средства его поглотительная способность в отношении дополнительно количества метанола повышена.

Посредством трубопровода 24 промывочное средство, нагруженное метанолом, выпускают из устройства для промывания инертизирующего газа и посредством трубопроводов 25 и 11 направляют в расширительный резервуар 12. Если существуют заметно разные значения давления в трубопроводах 25 и 11, промывочное средство, нагруженное метанолом, также можно направлять в расширительный резервуар отдельно от трубопровода 11, и/или может быть обеспечен расширительный клапан на соединении трубопровода 25 и трубопровода 11.

На фиг. 2 схематически изображена процедура способа согласно настоящему изобретению и конструкция устройства согласно настоящему изобретению во втором аспекте. Способ согласно настоящему изобретению и устройство согласно настоящему изобретению соответствуют аспекту, показанному на фиг. 1, до компонента 25 установки. Однако в данном случае добавлен трубопровод 30, с помощью которого поток воды, нагруженный метанолом, который выпускают из устройства для промывания продувочного газа, по меньшей мере частично, подают в устройство для промывания расширенного газа и наконец в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен в устройстве для промывания продувочного газа. Кроме того, поток воды, нагруженный метанолом, может заменять по меньшей мере часть деминерализованной воды, применяемой в качестве промывочного средства.

На фиг. 3 схематически изображена процедура способа согласно настоящему изобретению и конструкция устройства согласно настоящему изобретению в третьем аспекте. Способ согласно настоящему изобретению и устройство согласно настоящему изобретению соответствуют аспекту, показанному на фиг. 1, до компонента 25 установки. Однако в данном случае добавлен трубопровод 31, с помощью которого поток воды, нагруженный метанолом, который выпускают из устройства для промывания инертизирующего газа, по меньшей мере частично, подают в устройство для промывания расширенного газа и наконец в расширительный резервуар. Таким образом, поток воды, нагруженный метанолом, можно подавать на последующую обработку вместе с другими потоками воды, содержащими метанол, так что нет необходимости в отдельных устройствах для обработки потока воды, нагруженного метанолом, который получен в устройстве для промывания инертизирующего газа. Кроме того, поток воды, нагруженный метанолом, может заменять по меньшей мере часть деминерализованной воды, применяемой в качестве промывочного средства.

На фиг. 4 схематически изображена процедура способа согласно настоящему изобретению и конструкция устройства согласно настоящему изобретению в четвертом аспекте. Способ согласно настоящему изобретению и устройство согласно настоящему изобретению соответствуют аспекту, показанному на фиг. 1, до компонента 25 установки. Однако в данном случае добавлены как трубопровод 30, так и трубопровод 31, функция которых показана в аспектах, проиллюстрированных на фиг. 2 и 3, и обсуждалась выше в связи с ними. Вследствие конструкции, показанной на фиг. 4, особенно большую часть демине-

рализованной воды, применяемой в качестве промывочного средства, можно заменить потоками воды, нагруженными метанолом, из устройства для промывания продувочного газа и устройства для промывания инертизирующего газа.

Численные примеры

В следующих таблицах численные примеры перечислены в отношении очистки продувочного газа (табл. 1), расширенного газа (табл. 2) и отработанного газа в резервуаре (инертизирующего газа) (табл. 3) в соответствии с настоящим изобретением. Кроме того, в табл. 4 и 5 показана очистка расширенного газа согласно конкретным аспектам настоящего изобретения, в которых частично нагруженную отработанную воду из устройства для промывания продувочного газа (табл. 4, трубопровод 30) или из устройства для промывания инертизирующего газа (табл. 5, трубопровод 31) рециркулируют в устройство для промывания расширенного газа и применяют в нем в качестве промывочного средства.

Таблица 1

Очистка продувочного газа

	Продувочный газ	Демин. вода	Продувочный газ, очищенный	Отработанная вода
Мольная доля				
СН ₃ ОН	0,0057	0,0000	0,0000	0,0461
H ₂ O	0,0001	1,0000	0,0015	0,9515
CO ₂	0,0424	0,0000	0,0424	0,0013
CO	0,0643	0,0000	0,0646	0,0001
H ₂	0,7990	0,0000	0,8026	0,0009
AR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
N ₂	0,0883	0,0000	0,0887	0,0001
СН ₄	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000
Общий расход потока, кмоль/ч.	1288,1	152,9	1282,1	158,9
Общий расход потока, кг/ч.	10223,7	2754,9	10010,3	2968,3
Температура, °С	40,0	42,2	43,9	44,7
Давление, МПа изб.	7,0	8,1	7,0	7,0

Таблица 2

Очистка расширенного газа

	Расширенный газ	Демин. вода	Расширенный газ, очищенный
Мольная доля			
СН ₃ ОН	0,0579	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0018	1,0000	0,0132
CO ₂	0,2285	0,0000	0,2392
CO	0,0397	0,0000	0,0417
H ₂	0,3607	0,0000	0,3789
AR	0,0379	0,0000	0,0398
N ₂	0,2676	0,0000	0,2812
СН ₄	0,0058	0,0000	0,0061
Общий расход потока, кмоль/ч.	177,9	277,5	169,3
Общий расход потока, кг/ч.	4072,5	5000,0	3769,8
Температура, °С	40,6	40,0	40,4
Давление, МПа изб.	0,5	0,5	0,5

Таблица 3

Очистка инертизирующего газа

	Инертизирующий газ	Демин. вода	Инертизирующий газ, очищенный	Отработанная вода
Мольная доля				
СН ₃ ОН	0,3338	0,0000	0,0043	0,2671
Н ₂ О	0,0000	1,0000	0,1425	0,7328
СО ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
СО	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Н ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
АR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Н ₂	0,6662	0,0000	0,8532	0,0000
СН ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Общий расход потока, кмоль/ч.	180,0	183,2	140,5	222,6
Общий расход потока, кг/ч.	5284,5	3300,0	3739,2	4845,3
Температура, °С	40,3	40,0	53,1	50,2
Давление, МПа изб.	0,0	0,4	0,0	0,5

Таблица 4

Очистка расширенного газа с помощью трубопровода (30)

	Расширенный газ	Отработанная вода	Расширенный газ, очищенный
Мольная доля			
СН ₃ ОН	0,0575	0,0461	0,0082
Н ₂ О	0,0012	0,9515	0,0202
СО ₂	0,2264	0,0013	0,2339
СО	0,0399	0,0001	0,0412
Н ₂	0,3625	0,0009	0,3745
АR	0,0380	0,0000	0,0392
Н ₂	0,2686	0,0001	0,2769
СН ₄	0,0058	0,0000	0,0060
Общий расход потока, кмоль/ч.	176,9	158,9	171,7
Общий расход потока, кг/ч.	4036,8	2968,3	3819,4
Температура, °С	39,9	44,6	49,6
Давление, МПа изб.	0,5	0,5	0,5

Таблица 5

Очистка расширенного газа с помощью трубопровода (31)

	Расширенный газ	Отработанная вода	Расширенный газ, очищенный
Мольная доля			
СНЗОН	0,0571	0,2671	0,0344
H ₂ O	0,0012	0,7328	0,0165
CO ₂	0,2259	0,0000	0,2263
CO	0,0399	0,0000	0,0403
H ₂	0,3630	0,0000	0,3666
AR	0,0380	0,0000	0,0384
N ₂	0,2690	0,0000	0,2716
CH ₄	0,0058	0,0000	0,0058
Общий расход потока, кмоль/ч.	176,7	222,6	174,9
Общий расход потока, кг/ч.	4027,1	4845,3	3929,7
Температура, °С	39,7	50,0	49,7
Давление, МПа изб.	0,5	0,5	0,5

Промышленная применимость

С помощью настоящего изобретения предложено эффективное извлечение метанола из отработанных газов, нагруженных метанолом, в виде объединенной блок-схемы получения и обработки метанола. Части метанола, выделенные из отработанных газов, извлекают в пределах уже существующей обработки неочищенного метанола посредством перегонки с получением чистого метанола, так что нет необходимости в отдельных устройствах для извлечения метанола из нагруженной отработанной воды из газоочистителя. Ценное вещество, которым является метанол, извлекают, и влияние на окружающую среду уменьшается. Посредством конкретных аспектов настоящего изобретения потребность в воде в качестве промывочного средства можно дополнительно уменьшить.

Перечень номеров позиций:

- 1 - трубопровод,
- 2 - реактор для синтеза метанола,
- 3 - трубопровод,
- 4 - устройство для промывания продувочного газа,
- 5 - трубопровод,
- 6 - трубопровод,
- 7 - теплообменник,
- 8 - трубопровод,
- 9 - трубопровод,
- 10 - трубопровод,
- 11 - трубопровод,
- 12 - расширительный резервуар,
- 13 - устройство для промывания расширенного газа,
- 14 - трубопровод,
- 15 - трубопровод,
- 16 - трубопровод,
- 17 - трубопровод,
- 18 - трубопровод,
- 19 - резервуар,
- 20 - трубопровод,
- 21 - устройство для промывания инертизирующего газа,
- 22 - трубопровод,
- 23 - трубопровод,
- 24 - трубопровод,
- 25 - трубопровод,
- 30 - трубопровод,
- 31 - трубопровод.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе метанола, включающий следующие стадии:

(a) подача потока синтез-газа по меньшей мере в один реактор для синтеза метанола, расположенный в контуре синтез-газа для осуществления реакции синтеза метанола;

(b) выпуск жидкого потока неочищенного метанола из контура синтез-газа и выпуск потока продувочного газа из контура синтез-газа, при этом поток продувочного газа нагружен парами метанола;

(c) введение потока продувочного газа в устройство для промывания продувочного газа, приведение в контакт потока продувочного газа в устройстве для промывания продувочного газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания продувочного газа в противотоке по отношению к потоку продувочного газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока продувочного газа;

(d) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока продувочного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания продувочного газа;

(e) введение жидкого потока неочищенного метанола в расширительный резервуар, в котором понижают давление жидкого потока неочищенного метанола, при этом получают поток расширенного газа, нагруженный метанолом, и поток неочищенного метанола с пониженным давлением;

(f) введение потока расширенного газа в устройство для промывания расширенного газа, приведение в контакт потока расширенного газа в устройстве для промывания расширенного газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания расширенного газа в противотоке по отношению к потоку расширенного газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока расширенного газа;

(g) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока расширенного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания расширенного газа, при этом добавляют поток воды, нагруженный метанолом, к потоку неочищенного метанола с пониженным давлением;

(h) введение потока неочищенного метанола с пониженным давлением в резервуар для хранения, в котором его хранят до его последующей обработки или последующего применения в способе, и при этом его покрывают инертизирующим газом, который за счет этого нагружается метанолом;

(i) выпуск потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, из резервуара для хранения и его введение в устройство для промывания инертизирующего газа, приведение в контакт потока инертизирующего газа в устройстве для промывания инертизирующего газа с потоком воды в качестве промывочного средства, который направляют через устройство для промывания инертизирующего газа в противотоке по отношению к потоку инертизирующего газа, при этом поток воды абсорбирует по меньшей мере часть метанола из потока инертизирующего газа;

(j) выпуск потока воды, нагруженного метанолом, и потока инертизирующего газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания инертизирующего газа.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что поток продувочного газа, обедненного метанолом, который получен на стадии (d), подают в устройство для извлечения водорода.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что поток воды, нагруженный метанолом, который получен на стадии (d), по меньшей мере частично, подают в расширительный резервуар.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что поток воды, нагруженный метанолом, который получен на стадии (d), по меньшей мере частично, применяют в качестве промывочного средства в устройстве для промывания расширенного газа.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере часть потока расширенного газа, обедненного метанолом, который получен на стадии (g), вводят в резервуар для хранения в качестве инертизирующего газа.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере часть потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (j), применяют в качестве промывочного средства в устройстве для промывания расширенного газа.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере часть потока воды, нагруженного метанолом, который получен на стадии (j), подают в расширительный резервуар.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что упомянутые технологические отработанные газы образованы в установке для синтеза метанола, в которой метанол получают из синтез-газа, получаемого из угля.

9. Устройство для извлечения метанола из технологических отработанных газов, образованных при синтезе метанола, содержащее следующие компоненты и узлы:

(a) реактор для синтеза метанола, который расположен в контуре синтез-газа для непревращенного синтез-газа;

(b) трубопровод для выпуска жидкого потока неочищенного метанола из контура синтез-газа и трубопровод для выпуска потока продувочного газа из контура синтез-газа, при этом поток продувочного газа нагружен парами метанола;

(с) устройство для промывания продувочного газа, выполненное в виде противоточного промывочного аппарата, трубопровод для введения потока продувочного газа в устройство для промывания продувочного газа, трубопровод для подачи потока воды в качестве промывочного средства, трубопровод для выпуска потока воды, нагруженного метанолом, и трубопровод для выпуска потока продувочного газа, обедненного метанолом, из устройства для промывания продувочного газа;

(d) расширительный резервуар, в котором понижают давление жидкого потока неочищенного метанола, трубопровод для введения жидкого потока неочищенного метанола в расширительный резервуар, устройство для промывания расширенного газа, выполненное в виде противоточного газоочистителя, которое соединено с расширительным резервуаром, трубопровод для введения потока воды в качестве промывочного средства в устройство для промывания расширенного газа, трубопровод для выпуска потока неочищенного метанола с пониженным давлением и трубопровод для выпуска потока расширенного газа, обедненного метанолом;

(e) резервуар для хранения, трубопровод для введения потока неочищенного метанола с пониженным давлением в резервуар для хранения, трубопровод для введения инертизирующего газа и трубопровод для выпуска потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, из резервуара для хранения, трубопровод для выпуска неочищенного метанола;

(f) устройство для промывания инертизирующего газа, выполненное в виде противоточного газоочистителя, трубопровод для введения потока инертизирующего газа, нагруженного метанолом, в устройство для промывания инертизирующего газа, трубопровод для введения потока воды в качестве промывочного средства в устройство для промывания инертизирующего газа, трубопровод для выпуска потока инертизирующего газа, обедненного метанолом, и трубопровод для выпуска потока воды, нагруженного метанолом, из устройства для промывания инертизирующего газа.

10. Устройство по п.9, дополнительно содержащее устройство для извлечения водорода и трубопровод для введения потока продувочного газа, обедненного метанолом, в устройство для извлечения водорода.

11. Устройство по п.9, дополнительно содержащее трубопровод для подачи потока воды, нагруженного метанолом, полученного в устройстве для промывания продувочного газа, в расширительный резервуар.

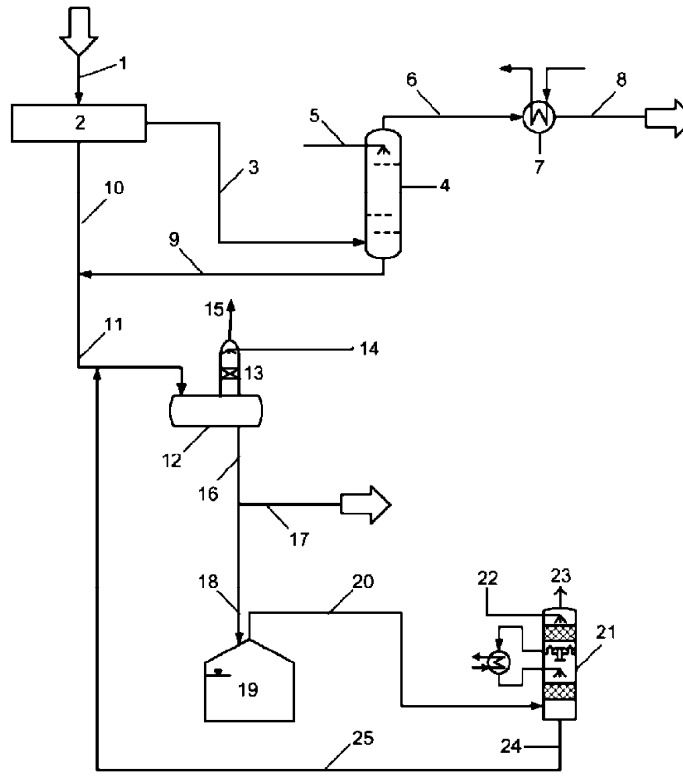
12. Устройство по п.9, дополнительно содержащее трубопровод для подачи потока воды, нагруженного метанолом, полученного в устройстве для промывания продувочного газа, в устройство для промывания расширенного газа в качестве промывочного средства.

13. Устройство по п.9, дополнительно содержащее трубопровод для подачи по меньшей мере части потока расширенного газа, обедненного метанолом, полученного в устройстве для промывания расширенного газа, в резервуар для хранения в качестве инертизирующего газа.

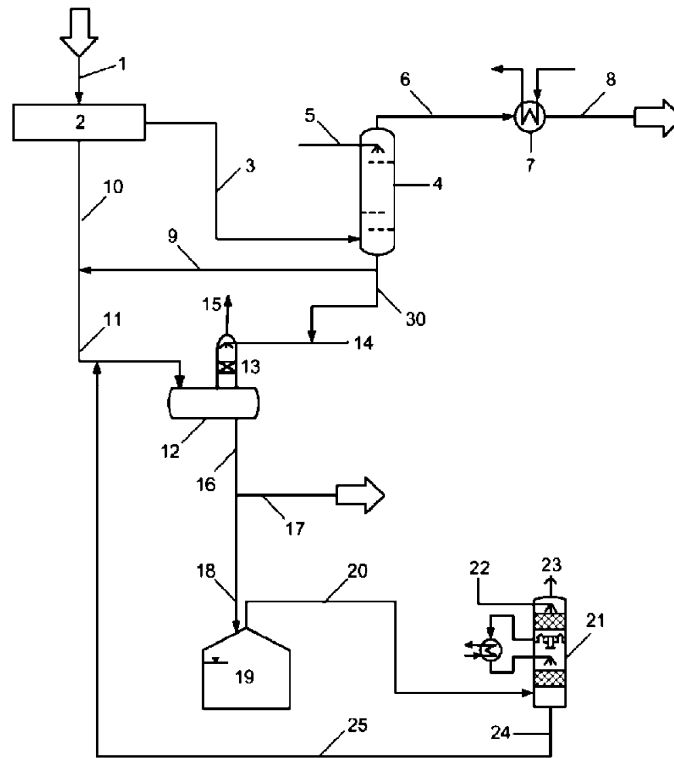
14. Устройство по п.9, дополнительно содержащее трубопровод для подачи по меньшей мере части потока воды, нагруженного метанолом, полученного в устройстве для промывания инертизирующего газа, в устройство для промывания расширенного газа в качестве промывочного средства.

15. Устройство по п.9, дополнительно содержащее трубопровод для подачи по меньшей мере части потока воды, нагруженного метанолом, полученного в устройстве для промывания инертизирующего газа, в расширительный резервуар.

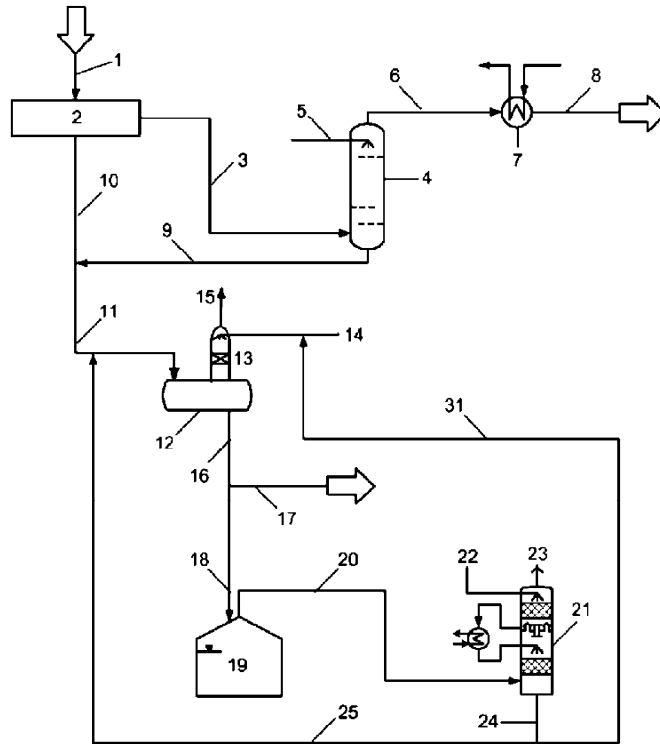
16. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором упомянутые обрабатываемые технологические отработанные газы образованы в установке для получения метанола путем превращения синтез-газа, получаемого из угля.



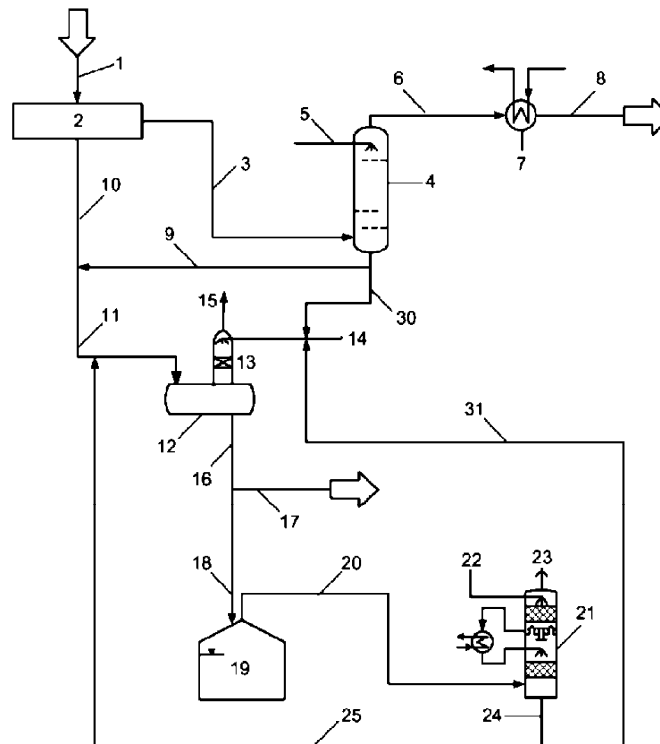
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4