

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043656**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.08

(21) Номер заявки
202192874

(22) Дата подачи заявки
2014.03.14

(51) Int. Cl. **B01D 53/14** (2006.01)
B01D 53/48 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)

(54) **СПОСОБ УДАЛЕНИЯ COS И CS₂**

(31) **13159258.6**

(32) **2013.03.14**

(33) **EP**

(43) **2022.01.19**

(62) **201890775; 2014.03.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**СТАМИКАРБОН Б.В. ЭКТИН
АНДЕР ТЕ НЕЙМ ОФ МТ
ИННОВЕЙШН СЕНТР (NL)**

(72) Изобретатель:
**Колоцци Микеле, Пало Эмма,
Контальдо Палма, Пепе Мария
Розариа, Пальма Винченцо, Вайано
Винченцо (IT)**

(74) Представитель:
Воробьева Е.В., Фелицына С.Б. (RU)

(56) GB-A-1563251
US-A-4482529
EP-B1-0927142
WO-A3-2012107640
WO-A1-2008148077

(57) Описывается способ удаления карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида из потока кислого газа. Способ включает введение газового потока в одновременный контакт с абсорбирующей жидкостью, такой как водный аминовый раствор, и с катализатором, подходящим для использования при гидролизе карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида. В данных целях изобретение также предлагает реакторную систему, где присутствуют как абсорбирующая жидкость, так и катализатор. В одном предпочтительном варианте осуществления катализатором является гетерогенный катализатор, присутствующий на или в абсорбционной колонне, будучи либо нанесенным в виде покрытия на тарелки колонны с тарелками, либо содержащимся в насадке насадочной колонны.

B1

043656

043656

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к удалению карбонилсульфида (COS) и/или сероуглерода (CS₂) из газа, содержащего их, обычно сырого природного газа. В частности, оно относится к очистке кислого газа и/или природного газа.

Уровень техники

Природный газ обычно состоит из низкомолекулярных углеводородов, таких как метан и кислотные примеси определенного уровня содержания. Неочищенный природный газ обычно называют кислым газом. Перед получением возможности использования природного газа кислотные примеси должны быть удалены. Обычно это называют десульфуриванием. Обычные примеси представляют собой CO₂, H₂S, меркаптаны (R-SH), карбонилсульфид и/или сероуглерод.

В современном уровне техники газы, отличные от неочищенного природного газа и содержащие H₂S и COS, иногда также называют "кислым газом". В дополнение к природному газу это относится к синтез-газу, газу, полученному в результате газификации угля, или дымовым газам от процесса сжигания. В настоящем описании термин "кислый газ" в общем случае указывает на газ, содержащий H₂S и COS и требующий удаления кислотности, а, говоря более конкретно, предпочтительно указывает на неочищенный природный газ.

В известных способах удаления кислотных примесей используют абсорбирование в аминовых растворах. Однако данный способ не является подходящим для удаления карбонилсульфида (O=C=S; который главным образом известен как COS) и карбонилдисульфида (который главным образом известен как CS₂). Изменения в нормативно-правовой базе требуют дополнительного уменьшения количества всех серосодержащих соединений, в том числе COS.

Известный способ удаления COS и CS₂ состоит из двухстадийного способа, где на первой стадии COS и CS₂ превращаются в H₂S. Во втором реакторе H₂S удаляют. В другом способе в первом реакторе COS и CS₂ подвергают гидролизу, а во втором реакторе опять удаляют H₂S. Недостаток последнего способа заключается в неэффективности одновременного абсорбирования H₂S, COS и CS₂ абсорбирующей жидкостью. В частности, в случае наличия относительно высоких уровней содержания H₂S (что является типичным для кислого газа) удаление COS и CS₂ может оказаться недостаточным.

Способ, который был предложен для расшивания данного узкого места, включает гетерогенную каталитическую конверсию загрязнителей, включающих COS и CS₂, с образованием сероводорода в отдельном реакторе гидрирования, функционирующем в газовой фазе. В качестве катализатора обычно используют тяжелые металлы, такие как железо, свинец, молибден, никель, вольфрам или сульфид данных металлов. Недостаток данного способа заключается в необходимости использования высокой рабочей температуры (200-300°C).

Поэтому в альтернативном варианте была предложена очистка газов при такой высокой температуре при использовании основных реакционно-способных солей неорганических или органических оснований или любых их смесей, растворенных в воде или спирте, т.е. при использовании основной среды очистки, таким образом, что загрязнители COS и CS₂ подвергаются изменению в результате гидролиза с образованием сероводорода в соответствии с равновесными реакциями: (COS + H₂O ↔ CO₂ + H₂S и CS₂ + 2H₂O ↔ CO₂ + 2H₂S). В свою очередь, сероводород может быть удален из зоны реакции совместно с газом-носителем. В данном практическом решении реакцию гидролиза ограничивает константа равновесия. В случае достижения парциальным давлением H₂S равновесия в выбросах сохранится относительно высокий уровень содержания COS и CS₂.

Кроме того, в случае использования основной абсорбирующей жидкости будет встречаться еще одна проблема. Основность абсорбирующей жидкости должна быть выдержана, несмотря на присутствие H₂S и CO₂. Данные соединения должны быть превращены в сульфиды и карбонаты, что, таким образом, уменьшит основность вещества в целом. После этого сероводород, который присутствует, а также и сероводород, который образуется каталитически, должны быть удалены из газа на отдельной стадии.

Некоторые работы предшествующего уровня техники рассматривают очистку газа, отличного от природного газа, в целях удаления кислотности у таких газов, которые содержат H₂S и COS, или, по меньшей мере, удаления из них COS. Например, публикация WO 00/35806 относится к удалению COS из синтез-газа, в частности, синтез-газа, полученного в результате газификации угля. Такой газ существенно отличается от природного газа. В частности, способ в публикации WO 00/35806 относится к удалению COS из газифицированного угля или смесей, содержащих уголь. В данном способе газификации синтез-газ, который получают, включает дисперсный материал, такой как угольная зола, который впоследствии используют в качестве катализатора. Неочищенный природный газ не содержит данного дисперсного материала, поскольку он обычно состоит из низкомолекулярных углеводородов, таких как метан.

Желательно улучшить удаление COS и/или CS₂ из кислого газа, предпочтительно из природного газа, в частности, неочищенного природного газа, а, говоря более конкретно, предложить способ, который способен обеспечить более эффективное удаление COS и/или CS₂, тем не менее, при избегании высоких температур, требуемых в современном уровне техники.

Сущность изобретения

В целях лучшего рассмотрения одного или нескольких из вышеизложенных пожеланий изобретение в одном аспекте представляет собой способ удаления карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида из потока неочищенного природного газа, включающий введение газового потока в контакт с абсорбирующей жидкостью в целях получения жидкости, содержащей абсорбированный газ, и введение жидкости, содержащей абсорбированный газ, в контакт с катализатором, подходящим для гидролиза карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида.

В одном дополнительном аспекте изобретение предлагает способ удаления карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида из потока кислого газа, включающий введение газового потока в контакт с абсорбирующей жидкостью в целях получения жидкости, содержащей абсорбированный газ, и введение жидкости, содержащей абсорбированный газ, в контакт с катализатором, подходящим для гидролиза карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида, где катализатором является гомогенный катализатор.

В еще одном аспекте изобретение относится к реакторной системе для удаления карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида из потока кислого газа, при этом реакторная система заполняется абсорбирующей жидкостью и содержит катализатор, подходящий для гидролиза карбонилсульфида и карбонилдисульфида.

В одном дополнительном аспекте изобретение относится к оборудованию для извлечения серы, содержащему описанную выше реакторную систему.

В еще одном дополнительном аспекте изобретение относится к оборудованию для извлечения серы, содержащему

- a) установку для удаления кислотного газа, содержащую абсорбер, функционирующий при высоком давлении (ВД), среднем давлении (СД) или низком давлении (НД), и НД-регенератор;
- b) установку для обогащения кислотного газа/очистки хвостовых газов, содержащую НД/ОНД (очень низкое давление)-абсорбер и НД-регенератор;
- c) установку для извлечения серы;
- d) реактор гидролиза COS/CS_2 ;

где расположение реактора гидролиза COS/CS_2 выбирают из позиции (i) наверху ВД/СД/НД-абсорбера; (ii) в промежутке между низом ВД/СД/НД-абсорбера и НД-регенератором; и (iii) в промежутке между низом НД/ОНД-абсорбера и НД-регенератором.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой схематический чертеж обычного оборудования для извлечения серы.

Фиг. 2 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа обычного оборудования для извлечения серы.

Фиг. 3 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с вариантом осуществления изобретения, имеющим реактор гидролиза наверху ВД-абсорбера.

Фиг. 4 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с вариантом осуществления изобретения, имеющим реактор гидролиза между низом абсорбера и НД-регенератором.

Фиг. 5 представляет собой схематический чертеж секции для обогащения кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с вариантом осуществления изобретения, имеющим реактор гидролиза между низом НД-абсорбера и НД-регенератором.

Подробное описание изобретения

В широком смысле изобретение базируется на разумном предвидении того, что удаление COS и/или CS_2 из потока кислого газа может быть проведено более эффективно и при относительно низкой температуре в случае объединения действий абсорбирующей жидкости и каталитического гидролиза в одной и той же среде.

В данных целях газовый поток вводят в контакт с абсорбирующей жидкостью в целях получения жидкости, содержащей абсорбированный газ, а жидкость, содержащую абсорбированный газ, вводят в контакт с катализатором, подходящим для гидролиза карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида. Необходимо понимать, что абсорбированный газ может относиться к газовым пузырькам, введенным в абсорбирующую жидкость, (т.е. двухфазной системе, содержащей газ, все еще находящийся в газовой фазе), к молекулярно абсорбированным соединениям (т.е. газу, компонентам из газа или соединениям, полученным в результате превращения из газа, таким как H_2S , находящимся в жидкой фазе) или к их комбинации.

В одном варианте осуществления вышеизложенное осуществляют в результате введения газового потока в одновременный контакт с абсорбирующей жидкостью и с катализатором. В частности, способ изобретения, тем самым, осуществляют в одной реакционной емкости. Как полагают изобретатели настоящего изобретения без желания связывать себя теорией, гидролиз COS и/или CS_2 оказывает выгодное воздействие также и на действие абсорбирующей жидкости, поскольку он превращает COS и/или CS_2 в соединения, которые легче абсорбируются. Необходимо понимать, что данное преимущество, в частности, будет продемонстрировано в случае, когда жидкость, содержащая абсорбированный газ, содержит

абсорбированный газ в виде пузырьков (т.е. в газовой фазе). Поскольку в данном случае конверсия будет приводить к получению соединений, которые легче молекулярно удерживаются в абсорбирующей жидкости или даже молекулярно абсорбируются в ней.

В описании изобретения рассматриваемые примеси (например, в связи с удалением, абсорбированием, гидролизом и уменьшением содержания) описываются как карбонилсульфид и/или сероуглерод (COS и/или CS₂). Необходимо понимать, что этим термином обозначаются любое из двух или оба из упомянутых соединений. То есть можно предусматривать рассмотрение только COS, только CS₂ или COS и CS₂. Другими словами, рассматриваемые примеси выбирают из группы, состоящей из карбонилсульфида, сероуглерода и их смесей.

Абсорбирующая жидкость используется для абсорбирования упомянутых примесей COS и/или CS₂ из очищаемого газового потока. Жидкости, подходящие для использования в данных целях, известны для специалистов в соответствующей области техники. Они в своей основе могут иметь, например, спирт (метанол) или воду. Абсорбирующие жидкости могут представлять собой физические растворители или растворы. Одна предпочтительная абсорбирующая жидкость представляет собой основной водный раствор, более предпочтительно аминовый раствор. Подходящие для использования амины включают соединения МЭА (моноэтаноламин), ДЭА (диэтаноламин), МДЭА (метилдиэтаноламин), ДИПА (диизопропиламин), ДГА (дигликольамин) или аминовый раствор со специально составленной рецептурой. Также могут быть использованы коммерческие физические растворители или их смеси при наличии или в отсутствии добавок. Абсорбирующая жидкость может представлять собой смесь из жидкостей.

Катализатор содержит каталитически активный металл, предпочтительно переходный металл или соль переходного металла, более предпочтительно выбираемые из группы, состоящей из ванадия, железа, молибдена, рутения, марганца, хрома, цинка, никеля, их комбинации и их солей.

Тем самым, обычно в случае нахождения в форме соли катализатор может быть гомогенным катализатором, растворенным в абсорбирующей жидкости. В данном варианте осуществления изобретение является в особенности хорошо подходящим для использования в способе удаления карбонилсульфида и/или карбонилдисульфида из потока кислого газа, т.е. газа, содержащего H₂S и COS, который необязательно представляет собой неочищенный природный газ.

Однако более предпочтительно катализатором является гетерогенный катализатор, осажденный на подходящем для использования носителе. Последнему присуще преимущество с учетом извлечения и регенерации частиц катализатора. Подходящие для использования катализаторы и необязательно носители, активаторы и/или промоторы в общем случае известны для специалистов в соответствующей области техники.

Изобретатели настоящего изобретения, в частности, не имеют своей целью предложение нового катализатора гидролиза COS и/или CS₂. Вместо этого, исходя из современного уровня техники каталитической конверсии COS и/или CS₂, изобретение, в частности, заключается в новом объединении такой каталитической стадии со стадией газоочистки при использовании абсорбирующей жидкости. Изобретение также обеспечивает оптимизацию конфигурации технологической схемы, а также получение прибыли от оптимизированных эксплуатационных параметров, в основном температуры и времени пребывания.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления катализатором является гетерогенный катализатор, присутствующий в абсорбционной колонне, использующейся на стадии абсорбирования. Таким образом, катализатор, например, может быть осажден на тарелках колонны или на ее насадке. В дополнение к колонне или вместо нее катализатор также может быть осажден в специальных устройствах, подобных фильтрующим системам, специальной насадочной системе вне колонны, в частности по ходу технологического потока ниже позиции, где газовый поток вводят в контакт с абсорбирующей жидкостью.

В выгодном случае в соответствии с изобретением карбонилсульфид и/или сероуглерод предпочтительно подвергают гидролизу при температуре, меньшей, чем 150°C, предпочтительно меньшей, чем 130°C.

В предпочтительных вариантах осуществления реактор для гидролиза COS и/или CS₂ функционирует при низком давлении (в общем случае в диапазоне от 0,01 до 0,1 бар (изб.), обычно при приблизительно 0,05 бар (изб.)). В данном случае имеет место преимущество в сопоставлении с известным удалением COS и/или CS₂, которое обычно протекает на стадии высокотемпературного абсорбирования. Собственно говоря, это увеличивает время пребывания газа в реакторе, что вносит свой вклад в дополнительное уменьшение количества COS в газовом потоке. Одновременная гидролитическая конверсия COS и/или CS₂ также способствует преодолению недостатков, связанных с неизбежностью уменьшения основности жидкости газоочистки (т.е. аминового раствора) во время абсорбирования COS и/или CS₂.

Изобретение, кроме того, относится к реакторной системе для удаления карбонилсульфида и/или сероуглерода из потока кислого газа. Реакторная система заполняется абсорбирующей жидкостью (т.е. в частности, абсорбирующую жидкость перепускают через систему, предпочтительно включающую регенерацию и рециркуляцию регенерированной жидкости) и содержит катализатор, подходящий для использования при гидролизе карбонилсульфида и карбонилдисульфида. В одном варианте осуществления данная реакторная система включает одну реакционную емкость, заполненную абсорбирующей жидко-

стью, при этом упомянутая жидкость также содержит катализатор. В одном предпочтительном варианте осуществления реактор представляет собой колонну с тарелками, где катализатором является гетерогенный катализатор, нанесенный в виде покрытия на тарелки. В еще одном предпочтительном варианте осуществления колонной является насадочная колонна, где катализатор наносит в виде покрытия на насадку. Подходящие для использования насадочные материалы известны для специалистов в соответствующей области техники и включают, например, нержавеющую сталь или керамический материал, такой как оксид алюминия.

В вариантах осуществления реакторной системы возможным является также и осаждение катализатора на одном или нескольких доступных устройствах для введения в контакт, отличных от колонны, таких как фильтрующие среды, пластины, разработанные для отделения жидкости от газа, такие как лопастные блоки, гофрированные пластины, коалесцирующие среды и устройства для мгновенного испарения.

Одно особенное преимущество изобретения заключается в гибкости в отношении расположения дополнительной стадии для удаления загрязнителей COS и/или CS₂. Первый вариант осуществления предусматривает использование данного реактора для очищенного газового потока установки для удаления кислотного газа (УКГ) (см. фиг. 3), т.е. наверху абсорбера (которым может являться ВД-, СД- или НД-абсорбер, при этом ВД-вариант является предпочтительным). В данном варианте осуществления после реактора гидролиза COS и/или CS₂ последующая ступень (не продемонстрирована) специально разрабатывается для удаления полученного газа H₂S и, тем самым, повторной активации используемой абсорбирующей жидкости, например, амина. Таким образом, в данном варианте осуществления может быть использован двухступенчатый тип емкости, при желании множество их.

Сокращения, используемые для секций различного давления, упомянутых в данном описании изобретения, имеют следующие далее значения:

ОНД обозначает очень низкое давление, обычно 0,01-1 бар (изб.);

НД обозначает низкое давление, обычно 1-20 бар (изб.);

СД обозначает среднее давление, обычно 20-40 бар (изб.);

ВД обозначает высокое давление, обычно большее, чем 40 бар (изб.).

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления реактор гидролиза COS и/или CS₂ располагают либо между низом ВД/СД/НД-абсорбера и НД-регенератором, либо между низом НД/ОНД-абсорбера и НД-регенератором.

Таким образом, при обращении к описанным выше вариантам осуществления изобретение относится к оборудованию для извлечения серы, содержащему

а) установку для удаления кислотного газа, содержащую абсорбер, функционирующий при высоком давлении (ВД), среднем давлении (СД) или низком давлении (НД), и НД-регенератор;

б) установку для обогащения кислотного газа/очистки хвостовых газов, содержащую НД/ОНД-абсорбер и НД-регенератор;

с) установку для извлечения серы;

д) реактор гидролиза COS и/или CS₂;

где расположение реактора гидролиза COS и/или CS₂ выбирают из позиции (i) наверху ВД/СД/НД-абсорбера; (ii) между низом ВД/СД/НД-абсорбера и НД-регенератором; и (iii) между низом НД/ОНД-абсорбера и НД-регенератором. Реактор, упомянутый в позиции d), может представлять собой гидрогенизатор/реактор гидролиза обычного типа, функционирующие при нахождении реагентов в газовой фазе, и где катализатором предпочтительно является катализатор на основе CoMoх (катализатор на основе оксида кобальта-молибдена).

Подробное описание фигур

Фиг. 1 представляет собой схематический чертеж обычного оборудования для извлечения серы. Изображаются (а) подаваемый поток кислого газа, поступающего в установку для удаления кислотного газа (УУКГ); (b) поток очищенного газа, покидающего установку УУКГ; (с) поток содержащего кислоту и COS газа, подаваемого в установку для извлечения серы (УИС) через установку для обогащения кислотного газа (ОКГ); (d) получающийся в результате поток обогащенного кислотного газа, подаваемого в установку УИС, и отбрасываемого газа CO₂, подаваемого в печь дожигания; (е) поток хвостовых газов из установки УИС, подаваемых в печь дожигания; (f) поток извлеченной серы из установки УИС.

Фиг. 2 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа (УУКГ) вышеупомянутого обычного оборудования для извлечения серы. Продемонстрировано то, как соединяются ВД-абсорбер и регенератор.

Фиг. 3 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения; продемонстрировано присутствие реактора гидролиза наверху ВД-абсорбера.

Фиг. 4 представляет собой схематический чертеж установки для удаления кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения; продемонстрировано присутствие реактора гидролиза между низом абсорбера и НД-регенератором.

Фиг. 5 представляет собой схематический чертеж секции для обогащения кислотного газа оборудования для извлечения серы, модифицированного в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения и включающего реактор гидролиза между низом НД-абсорбера и НД-регенератором.

Основными предпочтительно используемыми эксплуатационными условиями являются:

исходное сырье: кислый газ (С1, С2, С3, С4, С6+);

температура исходного сырья: 20-80°C;

давление исходного сырья: >0,01 бар (изб.).

Тип абсорбирующей жидкости: соединения МЭА, ДЭА, МДЭА, ДИПА, ДГА, аминовый раствор со специально составленной рецептурой, коммерческие физические растворители, любая их смесь, при добавлении или без добавления добавок.

Температура абсорбирующей жидкости: 20-150°C.

Концентрация аминов в абсорбирующей жидкости: 5-95 мас. %.

Степень превращения COS и/или CS₂ в жидкой фазе в результате гидролиза при использовании катализатора: >>50% в зависимости от типа амина (в предшествующем уровне техники обычно достигают <50%).

Процентный уровень содержания осажденного катализатора на структурированном носителе или любом устройстве для введения в контакт: <30 мас. %.

Установка катализатора: модернизация обычного оборудования (колонн, 3-фазных сепараторов, теплообменников, фильтров, емкости для мгновенного испарения, резервуара) или в специально разработанном оборудовании (реакторе).

Ниже в настоящем документе изобретение проиллюстрировано при обращении к следующему далее неограничивающему примеру.

Пример.

В данном примере используют гомогенный катализатор, т.е. металлическую соль в водном растворе. Примерами используемых солей являются: NH₄VO₃ (метаванадат аммония); C₁₀H₁₄FeO₄ (ацетилацетонат двухвалентного железа); (C₅H₈O₂)₃Ru (ацетилацетонат рутения (III)); (NH₄)Mo₇O₂₄·4H₂O (тетрагидрат гептамолибдата диаммония).

P = 0,1 бар (изб.).

Температура абсорбирующей жидкости = 25°C.

Концентрация абсорбирующей жидкости, при этом жидкость представляет собой водный раствор диэтанолamina (ДЭА) при 15 мас. %.

Концентрация COS в исходном сырье: 125-1000 ч./млн.

Концентрация ванадия в растворе: 0,13 моль/л.

В присутствии катализатора удаление COS в результате проведения реакции гидролиза является на один порядок величины большим, чем то, что получают в отсутствие катализатора.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Оборудование для извлечения серы, включающее:

а) установку для удаления кислого газа (УУКГ), содержащую абсорбер, выполненный с возможностью функционирования при высоком давлении (ВД), среднем давлении (СД) или низком давлении (НД), и НД-регенератор,

б) установку для обогащения кислотного газа (ОКГ) и/или очистки хвостовых газов (ОХГ), где указанная установка содержит НД/ОНД-абсорбер, где ОНД означает очень низкое давление, и НД-регенератор;

с) установку для извлечения серы; и

д) реактор гидролиза COS и/или CS₂;

где реактор гидролиза COS и/или CS₂ расположен в позиции, выбранной из следующего:

(i) наверху ВД/СД/НД-абсорбера;

(ii) между низом ВД/СД/НД-абсорбера установки УУКГ и НД-регенератором; и

(iii) между низом НД/ОНД-абсорбера установки ОКГ/ОХГ и НД-регенератором.

2. Оборудование для извлечения серы по п.1, в котором реактор гидролиза COS и/или CS₂ расположен наверху ВД/СД/НД-абсорбера.

3. Оборудование для извлечения серы по п.1, в котором реактор гидролиза COS и/или CS₂ расположен между низом ВД/СД/НД-абсорбера и НД-регенератором.

4. Оборудование для извлечения серы по п.1, в котором реактор гидролиза COS и/или CS₂ расположен между низом НД/ОНД-абсорбера и НД-регенератором.

5. Оборудование для извлечения серы по любому из пп.1-4, в котором реактор гидролиза содержит катализатор, подходящий для гидролиза карбонилсульфида и карбонилдисульфида.

6. Оборудование для извлечения серы по п.1, в котором

оборудование для извлечения серы содержит установку обогащения кислого газа,

НД-регенератор установки удаления кислого газа имеет выход для газа, соединенный со входом ус-

тановки обогащения кислотогаза, и

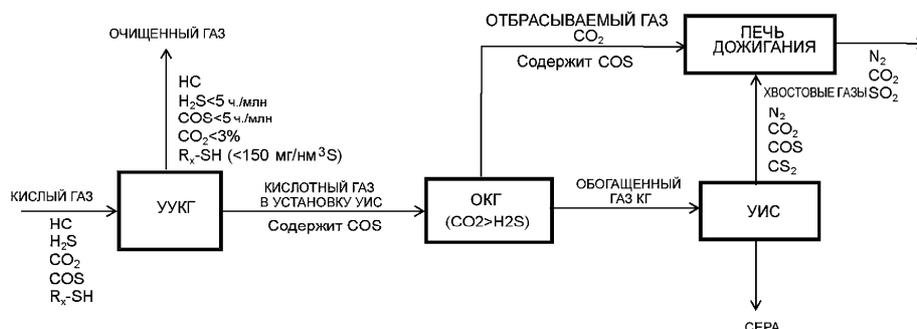
установка обогащения кислотогаза имеет выход для газа, соединенный со входом установки для извлечения серы.

7. Оборудование для извлечения серы по п.6, в которой реактор гидролиза заполнен абсорбирующей жидкостью.

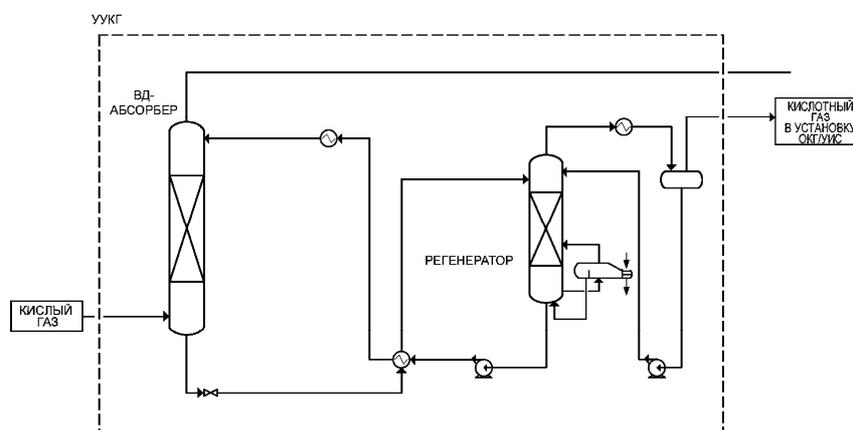
8. Оборудование для извлечения серы по п.7, в котором указанная установка удаления кислотогаза содержит ВД-абсорбер, имеющий вход для кислотогаза, выход для очищенного обессеренного газа, и выход для абсорбирующей жидкости, соединенный со входом указанного реактора гидролиза, в котором реактор гидролиза содержит катализатор и имеет выход для жидкости, соединенный со входом указанного регенератора, в котором регенератор имеет выход для жидкости, соединенный со входом для жидкости указанного ВД-абсорбера, и в котором указанный регенератор также имеет выход для газа, соединенный со входом указанной установки обогащения кислотогаза.

9. Оборудование для извлечения серы по п.7, в котором указанный абсорбер указанной установки обогащения кислотогаза имеет выход для жидкости, соединенный со входом для жидкости указанного реактора гидролиза, в котором указанный реактор гидролиза содержит катализатор и имеет выход для жидкости, соединенный со входом указанного регенератора указанной установки обогащения кислотогаза, в котором указанный регенератор указанной установки обогащения кислотогаза имеет выход для газа, соединенный со входом указанной установки для извлечения серы, и имеет выход для жидкости, соединенный со входом указанного абсорбера указанной установки обогащения кислотогаза.

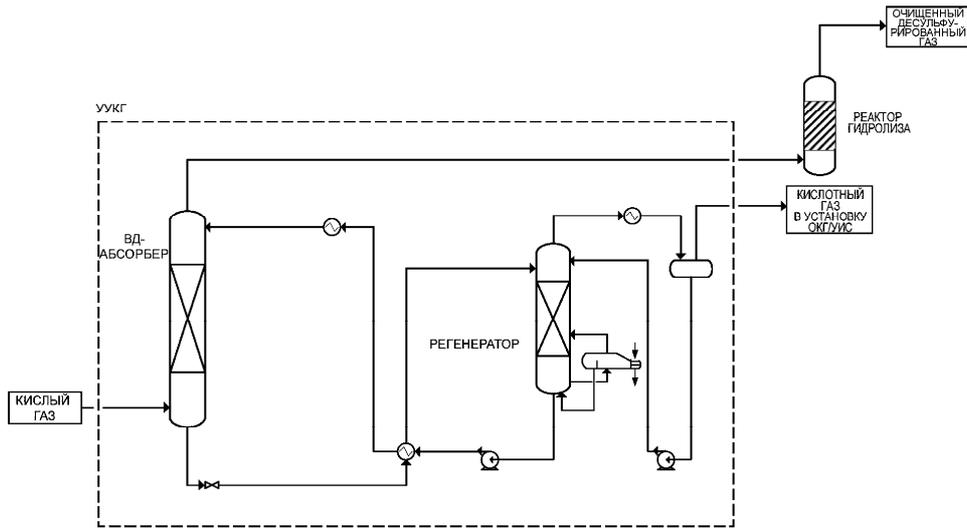
10. Оборудование для извлечения серы по любому из пп.5-9, в котором указанный катализатор представляет собой переходный металл или соль переходного металла.



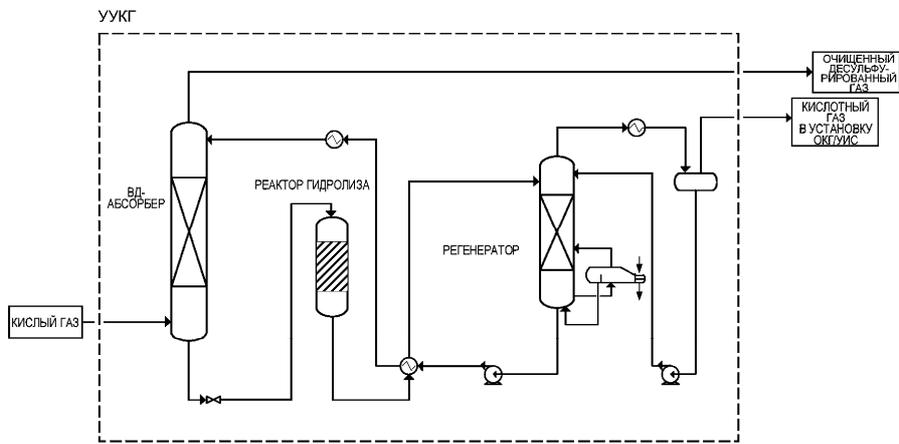
Фиг. 1



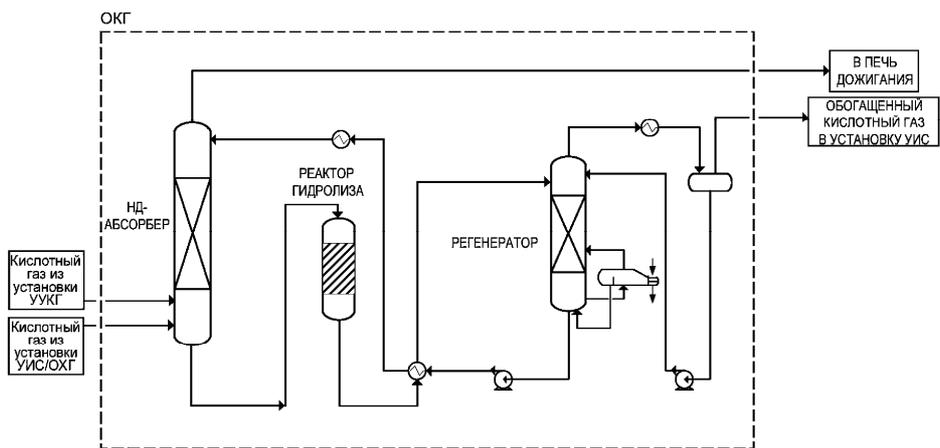
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

