

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201792005 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2018.01.31

(51) Int. Cl. *C01B 17/02* (2006.01)  
*B01D 19/00* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2015.12.17

(54) **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО СЕРОВОДОРОДА ИЗ ЖИДКОЙ СЕРЫ**

(31) 62/131,356

(32) 2015.03.11

(33) US

(86) PCT/EP2015/080360

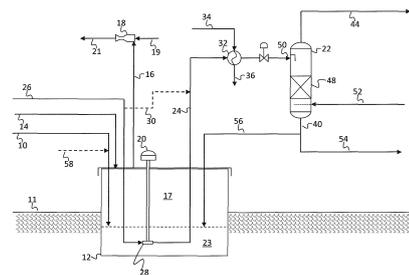
(87) WO 2016/142018 2016.09.15

(71) Заявитель:  
УОРЛИПАРСОНС ЮРОП ЛТД. (GB)

(72) Изобретатель:  
Насато Элмо (CA), Бела Франк,  
Дьюиз Билл (US), Кристи Ланс,  
Поллитт Стефен, Стрит Робин, Эванс  
Дэвид (GB)

(74) Представитель:  
Медведев В.Н. (RU)

(57) Способы и системы для дегазации жидкой серы могут включать смешение газа, такого как воздух, с жидкой серной смесью, содержащей серу, сероводород и полисульфиды водорода с образованием серно-газовой смеси. Серно-газовая смесь затем может быть перенесена в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения для разделения серно-газовой смеси.



201792005  
A1

201792005  
A1

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-544170EA/085

### ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО СЕРОВОДОРОДА ИЗ ЖИДКОЙ СЕРЫ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Описанные здесь варианты осуществления относятся в целом к удалению сероводорода и полисульфидов водорода из элементарной серы.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Как правило, для выделения серы из опасных отработанных газов, содержащих газообразный сульфид водорода, таких как различные фракции, образуемые при очистке нефтепродуктов, переработке природного газа и газификация топлив, применяется Клаус-процесс. Клаус-процесс включает частичное сжигание сероводорода с образованием диоксида серы. Затем диоксид серы реагирует с оставшимся сероводородом, образуя серу. Затем серу извлекают из Клаус-процесса в жидкой форме.

[0003] Жидкая сера, образующаяся в Клаус-процессе содержит полисульфиды водорода и растворенный газообразный сероводород. Полисульфиды водорода медленно разлагаются, образуя токсичный, пахучий и легковоспламеняющийся газообразный сероводород. Большая часть газообразного сероводорода остается в виде газа, растворенного в жидкой сере. В необработанной жидкой сере газообразный сероводород медленно диффундирует в паровую фазу. Постепенное разложение полисульфидов водорода и высвобождение растворенного газообразного сероводорода во время хранения и транспортировки приводят к значительному риску для здоровья, безопасности и окружающей среды и могут вызвать пожар. Например, тесты показали, что концентрации  $H_2S$  более 20 ppm по весу в жидкой сере могут привести к формированию закрытого пространства с паровой фазой, содержащей  $H_2S$  в концентрации выше, чем нижний предел взрываемости, равный 3,5%. Очевидно, что помимо взрывоопасности также следует учитывать опасность, связанную с токсичностью  $H_2S$  ( $H_2S$  токсичен в количестве 0,05%). В закрытых газовых пространствах серных отстойников и транспортировочных контейнеров могут накапливаться токсичные уровни  $H_2S$ . Также

высокие концентрации  $H_2S$  могут накапливаться вблизи серных отстойников и местах погрузки серы.

[0004] Были разработаны различные процессы для смягчения последствий в случаях с постепенным выделением газообразного сероводорода из жидкой серы. Например, были предложены различные процессы газификации серы для удаления растворенного сульфида водорода ( $H_2S$ ) и полисульфидов водорода ( $H_2S_x$ ) из полученной жидкой серы, такие, как описанные в одном и более патентах США в частности 4131437, 4729887, 4844720, 5080695, 5632967, 5935548, 6149887, 7081223 и 8084013. В этих патентах описаны способы, включающие пробулькивание воздуха через жидкую серу, а также прямоточный и противоточный контакт между воздухом и жидкой серой.

[0005] Частые проблемы таких способ дегазации - это продолжительные периоды времени, необходимые для получения желаемого уровня сероводорода ( $H_2S$ ) в жидкой сере, необходимость задействования больших площадей для серных отстойников и соответствующего оборудования для удаления газа и коррозия дегазирующих агрегатов и/или внутренних элементов, расположенных внутри или снаружи от серных отстойников, с соответствующим обслуживанием этого оборудования и/или этих внутренних элементов.

#### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Описанные здесь варианты осуществления затрагивают вопросы кинетических и транспортных ограничений, связанных с разложением полисульфидов водорода и удалением сульфида водорода из жидкой серы.

[0007] В одном из аспектов описанные здесь варианты осуществления относятся к способу дегазации жидкой серы. Этот способ может включать смешивание описанных ниже газов и смесей газов со смесью с жидкой серой, содержащей серу, сероводород и полисульфиды водорода, с формированием серно-воздушной смеси. Серно-газовую смесь затем можно перенести в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения для разделения серно-газовой смеси при давлении ниже точки конденсации воды для извлечения дегазированной серы и потока паров, включающего газ или смесь

газов и сероводород. Газы, которые можно использовать в описанных здесь вариантах осуществления, могут включать один из следующих газов - воздух, азот, кислород, воздух, обогащенный кислородом,  $SO_2$ ,  $CO_2$ , отходящий газ из реактора Клауса, отходящий газ из установки производства серы и рециркулирующий газ или отходящий газ из установки для обработки отходящих газов, или их смеси.

[0008] В другом аспекте описанные здесь варианты осуществления относятся к способу дегазации жидкой серы. Способ может включать транспортировку из серного отстойника или сосуда в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, жидкой серной смеси, содержащей серу, сероводород и полисульфиды водорода, при помощи насоса перекачки недегазированной или частично дегазированной серы. Воздух или другой подходящий газ или газовую смесь вводят на всасывающий участок/прием насоса перекачки серы, насос перекачки серы обеспечивает смешивание воздуха/газа и жидкой серной смеси с формированием серно-газовой смеси. Серно-газовую смесь затем разделяют в сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения для получения дегазированного серного продукта и парового потока, содержащего газ и сероводород.

[0009] В другом аспекте описанные здесь варианты осуществления относятся к системе для дегазации жидкой серы. Система может включать серный отстойник или сосуд, содержащий жидкую серную смесь, включающую серу, сероводород и полисульфиды водорода. Система также может включать сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения и насос перекачки недегазированной серы для подачи жидкой серной смеси из серного отстойника в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения. Имеется линия подачи для введения под давлением воздуха или газа в жидкую серу во время транспорта из серного отстойника в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, которые могут включать выпуск для пара сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения для извлечения парового продукта, содержащего воздух/газ и сероводород и выпуск для жидкости сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения для

извлечения дегазированного жидкого серного продукта. Воздух, газ или смесь газов можно ввести в нагнетательный патрубок, трубопровод, трубопроводную арматуру и клапаны, штуцеры приборов или охладитель серы при смешивании или в отсутствие смешивания или при наличии распределительных устройств. Воздух, газ или смесь газов можно ввести в поток рециркуляции из насоса обратно в отстойник или сосуд (поток рециркуляции может быть внешним или внутренним по отношению к насосу).

[0010] Другие аспекты и преимущества будут видны из следующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0011] На фиг. 1 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

[0012] На фиг. 2 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

[0013] На фиг. 3 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

[0014] На фиг. 4 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

[0015] На фиг. 5 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

[0016] На фиг. 6 изображена упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0017] Описанные здесь варианты осуществления относятся в целом к удалению сероводорода и полисульфидов водорода из элементарной серы. Конкретнее, описанные здесь варианты осуществления относятся к удалению сероводорода и полисульфидов водорода из жидкой или расплавленной серы из Клаус-установки или установки, подобной Клаус-установке.

[0018] Установка для извлечения серы, как правило, включает одну или более систем удаления серы, а также сжигатель и/или системы шахт. Подача кислотного газа, как в случае установки газообразного амина, отпарной колонны кислой воды и/или других источников кислого газа; такой газ может содержать сероводород, углекислый газ, легкие углеводороды и меркаптаны, среди других компонентов; кислотный газ сжигают в присутствии газов-окислителей, что приводит к реакции с образованием серы. В другом случае или в дополнение к описанному могут иметься один или более каталитических реакторов для обработки серной смеси для получения серы.

[0019] Поток расплавленной или жидкой серы, полученный в установке по производству серы затем можно отправить в бак хранения, такой как серный отстойник. В этот момент исходный жидкий серный продукт может содержать значительное количество сероводорода. Например, поток жидкой серы из Клаус-реактора может содержать 250-350 ppm по весу сероводорода, в виде смеси сероводорода и химически связанных полисульфидов водорода.

[0020] Описанные здесь варианты осуществления обеспечивают дегазацию жидкой серы, позволяя удалить значительную часть сероводорода из исходного жидкого серного продукта до отправки серного продукта в хранилище, его погрузки или иной обработки. Жидкую серу, содержащую серу, сероводород, полисульфиды водорода, можно смешивать с газом, таким как (один или несколько газов из перечисленного) воздух, азот, кислород, обогащенный кислородом воздух,  $SO_2$ ,  $CO_2$ , отходящий газ из Клаус-реактора, отходящий газ из установки производства серы и рециркулирующий газ или отходящий газ из установки для обработки отходящих газов для формирования смеси жидкой серы и газа.

[0021] В противоположность прежним системам, где воздух или другие газы барботируют через жидкую серу, и системам, где воздух или другие газы контактируют с жидкой серой через контактную структуру, было обнаружено, что тщательное перемешивание газа с жидкой серой предпочтительно улучшает общую диффузию газа в жидкую серу, а также кинетические скорости реакции для быстрого окисления растворенного сероводорода и

быстрого разложения полисульфидов водорода. Могут формироваться однородные смеси воздуха и других газов и жидкой серы, например, путем введения газа непосредственно до или во время транспорта жидкой серы из источника жидкой серы, например, в сепаратор, сосуд для хранения, теплообменник или бак для хранения серы. При формировании смеси непосредственно до или во время транспорта газ диспергируется в жидкой сере, преодолевая барьеры диффузии, обычно имеющие место в устройствах с контактом газ/жидкость, и облегчая быстрое разложение полисульфидов водорода.

[0022] Сформированная серно-газовая смесь затем может поступать в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, где серно-газовая смесь разделяется для получения дегазированного серного продукта и паровой фазы, содержащей газ, сероводород, любые оксиды серы (например,  $SO_2$ ) и воду, образующуюся во время удаления сероводорода и полисульфидов водорода. Жидкую серу можно передавать из источника жидкой серы, такого как серный отстойник или сосуд, используемый для накопления жидкой серы из установки Клауса по извлечению серы в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, теплообменник и/или бак для хранения серы для получения дегазированного серного продукта. Перенос можно облегчить, например, применением насоса для перекачки недегазированной или частично дегазированной серы, как, например, иммерсионный насос, погружной насос или внешний насос для подачи серы. В некоторых вариантах осуществления газ можно подавать на прием/всасывающий участок насоса. Лопастные насосы обеспечивают тщательное смешивание двух потоков (жидкой серы и газа) и для подачи полученной смеси в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, теплообменник и/или бак для хранения. В других вариантах осуществления газ можно подавать после насоса, где линия подачи может включать статический смеситель или другие устройства для динамического или тщательного перемешивания потоков жидкости и пара. В других вариантах осуществления газ можно подавать на всасывающий участок насоса, а также в линию подачи.

[0023] Затем однородную смесь газа и жидкой серы можно

транспортировать в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, теплообменник и/или бак для хранения. Сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения могут быть сепаратором пара и жидкости любого типа, сосудом для хранения или баком для хранения. В том время как может быть достаточно простого испарительного барабана, диффузию газа и сероводорода из жидкой серы могут облегчить сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения с внутренними элементами, такими как структурированная насадка, неупорядоченная насадка, тарелки или сочетание насадок и тарелок. В некоторых вариантах осуществления можно подавать дополнительный газ в нижнюю часть сепаратора, сосуд для хранения или бак для хранения, что обеспечивает противоточный контакт с текущей вниз серой, которая может быть введена в верхнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения.

[0024] При транспорте серно-газовую смесь можно нагревать или охлаждать до температуры в диапазоне от приблизительно 250°F до приблизительно 300°F, как например, в диапазоне от приблизительно 260°F до приблизительно 290°F или от приблизительно 275 до приблизительно 285°F.

[0025] В некоторых вариантах осуществления подаваемый газ - это воздух. Используемый "воздух" или "газ" может содержать относительно небольшие концентрации воды, и в некоторых вариантах осуществления относительная влажность может составлять менее 10%, как, например, относительная влажность менее 5%. В некоторых вариантах осуществления газ не содержит или практически не содержит воды (т.е. влажность нулевая или около нулевой).

[0026] Влага (вода), вводимая в систему или образующаяся в реакции окисления, может запустить нежелательный механизм коррозии в находящемся далее оборудовании. По мере формирования воды в реакции разложения нельзя полностью избежать механизма коррозии. Для минимизации эффектов коррозии, вызванных водой, сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения могут работать при давлении ниже точки конденсации воды парообразного продукта, полученного из сепаратора, сосуда для хранения или

бака для хранения. В некоторых вариантах осуществления сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения и любое связанное оборудование из верхней части могут работать при давлении менее 40 psig, так, например, в диапазоне от приблизительно 20 до приблизительно 40 psig, в диапазоне от приблизительно 25 до приблизительно 35 psig или в диапазоне от приблизительно 30 до приблизительно 35 psig. При работе при таких давлениях можно сохранять воду в паровой фазе, избегая конденсации в выбранном сепараторе, сосуде для хранения, или баке для хранения, а также при других рабочих температурах в дальнейшей части установки, как правило, в диапазоне от приблизительно 250°F до приблизительно 300°F, как указано выше.

[0027] В некоторых вариантах осуществления жидкий катализатор дегазации может быть введен в недегазированную жидкую серу до или после смешивания жидкой серы с газом. Например, жидкий катализатор дегазации можно подать в серный отстойник для примешивания к жидкой сере до введения газа в насос перекачки жидкой серы. Введение катализатора в точке до введения газа может дополнительно способствовать разложению полисульфидов водорода в сероводород, что приводит к очень быстрой дегазации серы. Жидкие катализаторы, которые можно использовать согласно описанным здесь вариантам осуществления, могут включать циклогексиламин, морфолин, мочевины или другие жидкие растворители, которые используют для усиления дегазации жидкой серы.

[0028] Кроме того, для сепараторов, сосудов для хранения или баков для хранения с контактными структурами или другими внутренними элементами, можно также использовать твердые катализаторы для дальнейшего облегчения и усиления дегазации. Различные полезные твердые катализаторы или структуры катализаторов описаны, например, в патентах США US8361432 и US8663596.

[0029] Тщательное смешивание газа и жидкой серы, как показано выше, обеспечивает быстрое разложение полисульфидов водорода. Повышенная скорость окисления позволяет обеспечить

время дегазации порядка минут по сравнению с 4-24 ч в большинстве других процессов дегазации. В других вариантах осуществления время дегазации (включая линию (линии) подачи от насоса к сепаратору, сосуду для хранения или баке для хранения и время задержки в сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения) может быть в диапазоне от приблизительно 0.5 до приблизительно 30 мин, как, например, от приблизительно 1 мин до приблизительно 10-15 мин.

[0030] Жидкий серный продукт, полученный из сепаратора, сосуд для хранения или бак для хранения содержат пониженное количество сероводорода и полисульфидов водорода по сравнению с исходным веществом. В некоторых вариантах осуществления жидкий серный продукт может содержать в целом менее 10 ppm по весу полисульфидов водорода и растворенного сероводорода, как например, менее 5 ppm по весу в некоторых вариантах осуществления и менее 2 ppm по весу в других вариантах осуществления.

[0031] Дегазированный жидкий продукт, полученный со дна сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения, можно подавать в находящийся далее бак для хранения или систему загрузки. В некоторых вариантах осуществления часть жидкого серного продукта можно рециркулировать для дальнейшей переработки в сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения. Поток рециркуляции может быть вне или внутри насоса. Из-за рабочего давления сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения, которое может составлять приблизительно до 40 psig, может быть возможно транспортировать дегазированный продукт из сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения в находящуюся далее часть установки без применения дополнительных насосов.

[0032] Теперь на фиг. 1 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации жидкой серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления. Серный продукт 10 из блока извлечения серы (не показан) может подаваться в серный отстойник 12, который может быть по меньшей мере частично ниже метки 11. Продувочный газ 14 можно также

вводить в свободное пространство над жидкостью в серном отстойнике 12. Продувочный газ и другие пары можно удалить из свободного пространства 17 над жидкостью в серном отстойнике 12 через линию подачи 16. В некоторых вариантах осуществления пары можно удалять через вывод для пара 18, где поток, поступающий через линию подачи 19, позволяет парам попадать из серного отстойника в линию вывода 21. Выведенные пары затем можно подавать через линию подачи 21 в сжигатель, реакционную печь или реакторы Клауса (не показано).

[0033] Серный насос 20 можно использовать для транспортировки жидкой серы 23 из серного отстойника 12 в сепаратор, сосуд для хранения или цистерну для хранения 22, например, через линию подачи 24. Газообразный воздух можно ввести через линию подачи 26 на всасывающий участок 28 серного насоса 20. Насос обеспечивает тщательное смешивание поступающей жидкой серы и газа, и полученная смесь подается в разделительную колонну 22, которая может работать при давлении в диапазоне от приблизительно 25 psig до приблизительно 35 psig и при температуре в диапазоне от приблизительно 260°F до приблизительно 290°F, как например, от приблизительно 280°F до приблизительно 285°F.

[0034] При необходимости смесь жидкой серы с газом можно нагревать или охлаждать до температуры разделения при помощи прямого или непрямого теплообмена в теплообменнике 32. Например, жидкую серу можно охлаждать путем непрямого теплообмена с подпиточной водой для котла 34, а нагретую подпиточную воду для котла 36 можно подавать в установку по производству серы (не показано).

[0035] В сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения 22 можно отделять жидкую серу от воздуха или газа, сероводорода, а также образующихся воды и/или диоксида серы. Дегазированную жидкую серу можно извлечь со дна сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения 22 через линию подачи 40, и можно извлечь отделенные пары из верхней части сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения 22 через линию подачи

44. Отделенные пары можно подавать, например, на горелку установки по производству серы или в сжигатель (не показан).

[0036] Сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 22 могут представлять собой простой испарительный барабан или могут содержать внутренние элементы для облегчения отделения паров от жидкой серы. Как показано на фиг. 1, сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 22 включают слой 48 внутренних элементов, которые могут быть каталитическими или некаталитическими, такими как структурированная насадка. Слой 48 может быть расположен ниже точки загрузки 50 смеси жидкой серы и газа. Сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 22 также может включать достаточную зону извлечения пара-жидкости или устройства для извлечения для предотвращения увлечения жидкой серы в сепаратор, сосуд для хранения, напорную систему бака хранения и присоединенный трубопровод.

[0037] В некоторых вариантах осуществления, таких, как показанные на фиг. 1, сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 22 также могут включать впускное отверстие 52, расположенное вблизи от дна сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения, для введения газа в нижнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения. Газ, поданный через впускное отверстие 52, может обеспечивать противоточный контакт с жидкой серой, что дополнительно улучшает процесс дегазации. Нижняя часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения 22, ниже впускного отверстия 52, может обеспечивать достаточное время пребывания, что позволяет любому растворенному газу покинуть накопленную жидкость до извлечения жидкой серы через линию подачи 40. После извлечения жидкую серу можно подавать через линию подачи 54 в дальнейшую часть установки для обработки (хранение, загрузка и т. д.) и/или можно рециркулировать в серный отстойник 12 через линию подачи 56 для дальнейшей обработки.

[0038] В ином случае или дополнительно газ можно вводить в линию подачи 24 после насоса 20, как например, через линию подачи 30. В некоторых вариантах осуществления жидкий катализатор дегазации может быть введен в недегазированную

жидкую серу до или после смешивания жидкой серы с газом. Например, как показано на фиг. 1, жидкий катализатор дегазации 58 можно подать в серный отстойник 12 для примешивания к жидкой сере 23 до введения газа 26 в насос перекачки жидкой серы 20.

[0039] Как показано на фиг. 1, газ поступает на прием погружного насоса для жидкой серы, затем насос тщательно перемешивает газ с жидкой серой и транспортирует смесь далее по установке. Затем смешивание можно использовать для улучшения других процессов дегазации, так, как показано на фиг. 2-6.

[0040] Теперь на фиг. 2 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации жидкой серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления. Серный продукт 210 из блока извлечения серы (не показан) может подаваться в серный отстойник 312, который может быть по меньшей мере частично ниже метки 211. Аналогично варианту осуществления на фиг. 1, продувочный газ 214 также можно ввести в свободное пространство над жидкостью в серном отстойнике 212. Продувочный газ и другие пары можно удалить из свободного пространства 217 над жидкостью в серном отстойнике 212 через линию подачи 216. В некоторых вариантах осуществления пары можно удалять через вывод для пара 218, где поток, поступающий через линию подачи 219, позволяет парам попадать из серного отстойника в линию вывода 221. Выведенные пары затем можно подавать через линию подачи 221 в сжигатель, реакционную печь или реакторы Клауса (не показано).

[0041] В этом варианте осуществления серный отстойник 212 может включать две жидкие зоны 223 и 225, разделенные стенкой 227. Первый серный насос 220 можно использовать для транспортировки жидкой серы из жидкой зоны 223 в реактор/сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 222 через линию подачи 224. Газ можно ввести через линию подачи 226 на всасывающий участок 228 серного насоса 220. Насос обеспечивает тщательное перемешивание подаваемой жидкой серы и газа, подачу полученной смеси в реактор/сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения 222.

[0042] При необходимости смесь жидкой серы с газом 224 можно нагревать или охлаждать при помощи непрямого теплообмена в

обменнике/теплообменнике 232. Например, смесь жидкой серы и газа можно охлаждать путем непрямого теплообмена с подпиточной водой для котла 234, а нагретую подпиточную воду для котла 236 можно подавать в установку по производству серы (не показано).

[0043] В реакторе/сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения 222 можно отделять жидкую серу от воздуха или газа, сероводорода, а также образующихся воды и/или диоксида серы. Дегазированную жидкую серу или частично дегазированную жидкую серу можно получить из верхней части реактора 222 через линию подачи 240, а отделенные пары можно получить из верхней части сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения 222 через линию подачи 244. Отделенные пары можно подавать, например, на горелку установки по производству серы или в сжигатель (не показан).

[0044] Как показано на фиг. 2, реактор 222 включает слой 248 внутренних элементов, который может быть каталитическим, как например, катализатор Клауса. Слой 248 может быть расположен ниже точки загрузки 250 смеси жидкой серы и газа. Реактор 222 также может включать достаточную зону извлечения пара-жидкости или устройства 251 для извлечения для предотвращения увлечения жидкой серы в сепаратор, сосуд для хранения, напорную систему бака хранения и присоединенный трубопровод. Реактор 222 может также включать впуск 252 вблизи дна реактора 222 для введения газа в нижнюю часть реактора. Газ, поданный через впускное отверстие 252, может обеспечивать прямочный контакт с жидкой серой, что дополнительно улучшает процесс дегазации и реакционный процесс.

[0045] Жидкая сера, полученная из реактора 222 через линию подачи 240, может возвращаться в серный отстойник 212, такой как жидкая зона 225 серного отстойника 212. Второй серный насос 260 может быть использован для передачи дегазированной или частично дегазированной серы из зоны 225 через линию подачи 254 далее по установке (дальнейшее отделение газов, хранение, загрузка и т. д.).

[0046] В некоторых вариантах осуществления можно ввести дополнительный газ в жидкую серу, полученную из зоны 225.

Например, газ можно ввести через линию подачи 262 на всасывающий участок 264 серного насоса 260. Затем насос 260 обеспечивает тщательное перемешивание полученной жидкой серы и газа с пропуском полученной смеси далее по установке.

[0047] Хотя это и не показано на фиг. 2, в некоторых вариантах осуществления жидкий катализатор дегазации может совмещаться с недегазированной или частично дегазированной жидкой серой в зонах 223, 225 до или после смешивания жидкой серы с газом при помощи насосов 220, 260.

[0048] Теперь на фиг. 3 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации жидкой серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления. Серный продукт 310 из блока извлечения серы (не показан) может подаваться в серный отстойник 312, который может быть по меньшей мере частично ниже метки 311. Аналогично варианту осуществления на фиг. 1, продувочный газ 314 также можно ввести в свободное пространство над жидкостью в серном отстойнике 312. Продувочный газ и другие пары можно удалить из свободного пространства 317 над жидкостью в серном отстойнике 312 через линию подачи 316. В некоторых вариантах осуществления пары можно удалять через вывод для пара 318, где пар, поступающий через линию подачи 319, позволяет парам поступать из серного отстойника в линию вывода 321. Выведенные пары затем можно подавать через линию подачи 321 в сжигатель, реакционную печь или Клаус-реакторы (не показано).

[0049] В этом варианте осуществления серный отстойник 312 может включать две жидкие зоны 323 и 325, разделенные стенкой 327. Дегазирующий воздух 330 может быть включен в жидкую серу в зоне 323 через один или более распределителей 332, которые могут включать рассекатели или, например, комбинированное устройство для перемешивания или распределения. Жидкая сера накапливается в зоне 323 и перетекает в зону сбора 325. В зоне сбора 325 серный насос 320 может быть использован для передачи дегазированной или частично дегазированной серы из жидкой зоны 325 через линию подачи 354 далее по установке (дальнейшее отделение газов, хранение, загрузка и т. д.).

[0050] Для повышения конверсии сероводорода и полисульфидов

водорода и дегазации жидкой серы газ 302 можно подавать на всасывающий участок/прием 304 насоса 305, применяемого для доставки жидкого серного продукта 306 из установки по производству серы (не показано) в серный отстойник 312 через линию подачи 310. Также можно ввести усиливающий газ через линию подачи 326 на всасывающий участок 328 серного насоса 320. Затем насосы 305, 320 могут обеспечивать тщательное перемешивание полученной жидкой серы и газа с пропуском полученной смеси далее по установке.

[0051] В некоторых вариантах осуществления жидкий катализатор дегазации также можно использовать для усиления дегазации. Например, как показано на фиг. 3, жидкий катализатор дегазации можно подавать из бака с катализатором 358 в серный отстойник 312 для примешивания к жидкой сере в зоне 323.

[0052] Теперь на фиг. 4 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации жидкой серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления. Серный продукт 410 из блока извлечения серы (не показан) может подаваться в серный отстойник 412, который может быть по меньшей мере частично ниже метки 411. Аналогично варианту осуществления на фиг. 1, продувочный газ 414 также можно ввести в свободное пространство над жидкостью в серном отстойнике 412. Продувочный газ и другие пары можно удалить из свободного пространства 417 над жидкостью в серном отстойнике 412 через линию подачи 416. В некоторых вариантах осуществления пары можно удалять через вывод для пара 418, где поток, поступающий через линию подачи 419, позволяет парам попадать из серного отстойника в линию вывода 421. Выведенные пары затем можно подавать через линию подачи 421 в сжигатель, реакционную печь или Клаус-реакторы (не показано).

[0053] В этом варианте осуществления серный отстойник 412 может включать две и более зоны смешивания и дегазации, которые могут быть отделены, например, перегородками 427. Как показано, серный отстойник 412 может состоять из четырех зон, включая две зоны смешивания 422, 423 и две зоны дегазации 424, 425. Между зонами под перегородками 427 может быть обеспечено жидкостное соединение.

[0054] В зону смешивания 422 может быть введена жидкая сера 410. Жидкая сера из зоны 424 может быть подана в первый погружной насос 420 для жидкой серы и перекачана через линию подачи 429 в первое распылительное сопло 430. Распылительное сопло 430 можно использовать, например, для смешивания жидкой серы из зон 422, 424 с продувочным газом и можно использовать для дальнейшей дегазации жидкой серы, поскольку распыленные капли могут обеспечить дополнительную площадь поверхности для дегазации. Жидкая сера из зоны 425 может быть подана во второй погружной насос 440 для жидкой серы и перекачана через линию подачи 439 во второе распылительное сопло 442. Распылительное сопло 442 можно использовать, например, для смешивания жидкой серы из зон 423, 425 с продувочным газом и можно использовать для дальнейшей дегазации жидкой серы, поскольку распыленные капли могут обеспечить дополнительную площадь поверхности для дегазации. В общем-то, системы обратного смешивания и распыления могут обеспечивать эффективную дегазацию жидкой серы. Часть жидкой серы, циркулирующей через серный насос 440, может быть выведена через линию подачи 454 в дальнейшую часть установки (дальнейшее отделение газов, хранение, загрузка и т. д.).

[0055] Для усиления конверсии сероводорода и полисульфидов водорода и дегазации жидкой серы газ 435 может быть подан на всасывающий участок/прием 434 насоса 420. Газ можно дополнительно или в качестве варианта ввести через линию подачи 436 на всасывающий участок 438 серного насоса 440. Насосы 420, 440 могут обеспечивать тщательное перемешивание соответствующих жидкой серы и газа, усиливая конверсию и дегазацию.

[0056] В некоторых вариантах осуществления жидкий катализатор дегазации также можно использовать для усиления дегазации. Например, как показано на фиг. 4, жидкий катализатор дегазации можно подавать через линию подачи 452 в серный отстойник 412 для примешивания к жидкой сере в зоне 422.

[0057] Теперь на фиг. 5 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы дегазации жидкой серы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления. Серный продукт 510 из блока извлечения серы (не показан) может

подаваться в серный отстойник 512, который может быть по меньшей мере частично ниже метки 511. Аналогично варианту осуществления на фиг. 1, продувочный газ 514 также можно ввести в свободное пространство над жидкостью в серном отстойнике 512. Продувочный газ и другие пары можно удалить из свободного пространства 517 над жидкостью в серном отстойнике 512 через линию подачи 516. В некоторых вариантах осуществления пары можно удалять через вывод для пара 518, где пар, поступающий через линию подачи 519, позволяет парам поступать из серного отстойника в линию вывода 521. Выведенные пары затем можно подавать через линию подачи 521 в сжигатель, реакционную печь или Клаус-реакторы (не показано).

[0058] В этом варианте осуществления серный отстойник 512 может включать три и более жидких зон 523, 524 и 325, отделенных стенкой 527, 528. Дегазирующий воздух 530 можно подавать в жидкую серу в зонах 523, 524 через один и более распределителей 531, 532. Жидкая сера накапливается в зоне 523 и перетекает в зону 524. Жидкая сера подвергающаяся дальнейшей дегазации, накапливается в зоне 524 и перетекает в зону сбора 525. В зоне сбора 525 серный насос 540 может быть использован для передачи дегазированной или частично дегазированной серы из зоны 525 через линию подачи 544 далее по установке (дальнейшее отделение газов, хранение, загрузка и т. д.).

[0059] Для повышения конверсии сероводорода и полисульфидов водорода и дегазации жидкой серы газ 502 можно подавать на всасывающий участок 504 насоса 505, применяемого для доставки жидкого серного продукта 506 из установки по производству серы (не показано) в серный отстойник 512 через линию подачи 510. Также можно ввести усиливающий газ через линию подачи 546 на всасывающий участок 548 серного насоса 540. Затем насосы 505, 540 могут обеспечивать тщательное перемешивание полученной жидкой серы и газа с пропуском полученной смеси далее по установке.

[0060] Хотя выше на чертежах показано, что система включает серный отстойник, операции по дегазации, описанные в настоящем документе, могут быть осуществлены с применением трубок по подаче серы и баков или сосудов для хранения серы и не

ограничены системами, обязательно включающими серный отстойник.

[0061] Например, здесь на фиг. 6 показана упрощенная принципиальная технологическая схема системы для дегазации жидкой серы в соответствии с другими вариантами осуществления, где дегазация происходит в двух или более сосудах для дегазации. Как показано, можно использовать четыре сосуда для дегазации. Серный продукт 610 из установки для получения серы (не показана) можно подавать в первый сосуд для дегазации 612, который может включать зону смешивания 614 и зону сбора 616, отделенные стенкой 618. Жидкую серу можно перемешивать в зоне смешивания 616 при помощи мешалки 617, и частично дегазированная жидкая сера может перетекать через стенку 618 в зону сбора 616.

[0062] Частично дегазированная жидкая сера может затем быть удалена из зоны сбора 616 и переведена во второй сосуд дегазации 620. Транспорт жидкой серы может происходить под действием силы тяжести или давления, и в некоторых вариантах осуществления она может быть перекачка из сосуда дегазации 612 в сосуд дегазации 620 при помощи насоса 621. Аналогично сосуду дегазации 612, сосуд дегазации 620 может включать зону смешивания 622 и зону сбора 624, отделенную стенкой 626. Жидкую серу можно перемешивать в зоне смешивания 622 при помощи мешалки 627, и частично дегазированная жидкая сера может перетекать через стенку 626 в зону сбора 624.

[0063] Аналогичная дегазация происходит вдоль остатка серии сосудов дегазации. Частично дегазированная жидкая сера может затем быть удалена из зоны сбора 624 и переведена в третий сосуд дегазации 630. Транспорт жидкой серы может происходить под действием силы тяжести или давления, и в некоторых вариантах осуществления она может быть перекачка из сосуда дегазации 620 в сосуд дегазации 630 при помощи насоса 631. Аналогично сосуду дегазации 612, сосуд дегазации 630 может включать зону смешивания 634 и зону сбора 636, отделенную стенкой 638. Жидкую серу можно перемешивать в зоне смешивания 634 при помощи мешалки 637, и частично дегазированная жидкая сера может перетекать через стенку 638 в зону сбора 636.

[0064] Частично дегазированная жидкая сера может затем быть

удалена из зоны сбора 636 и переведена в четвертый сосуд дегазации 640. Транспорт жидкой серы может происходить под действием силы тяжести или давления, и в некоторых вариантах осуществления она может быть перекачка из сосуда дегазации 630 в сосуд дегазации 640 при помощи насоса 641. Аналогично сосуду дегазации 612, сосуд дегазации 640 может включать зону смешивания 642 и зону сбора 644, отделенную ловушкой 646. Жидкую серу можно перемешивать в зоне смешивания 642 при помощи мешалки 647, и частично или полностью дегазированная жидкая сера может перетекать через ловушку 646 в зону сбора 644. Частично или полностью дегазированная жидкая сера затем может быть транспортирована по линии подачи 650 в дальнюю часть установки (дальнейшее отделение газа, хранение, загрузка газа и т. д.).

[0065] По мере дегазации пары могут накапливаться в свободном пространстве над жидкостью 652 каждого сосуда для дегазации (612, 620, 630, 640). В паровое пространство 652 каждого сосуда для дегазации, соответственно, можно ввести продувочный газ 654. Продувочный газ и другие пары можно удалить из соответствующих свободных пространств над жидкостью 652, что, как и в других вариантах осуществления, можно выполнить при помощи вывода для пара 656 и линии подачи пара 658, а затем выходящий продукт 660 можно подавать через линию подачи в сжигатель, реакционную печь или Клаус-реакторы (не показаны).

[0066] Жидкий катализатор дегазации также можно использовать для усиления дегазации. Например, как показано на фиг. 6, жидкий катализатор дегазации можно подавать из бака с катализатором 662 в зону смешивания (614, 622, 634, 642) одного или более сосудов для дегазации (612, 620, 630, 640) для примешивания к жидкой сере в соответствующих зонах смешивания через линии подачи 663, 665, 667, 669.

[0067] Для повышения конверсии сероводорода и полисульфидов водорода и дегазации жидкой серы газ 670 можно подавать на всасывающий участок 672 насоса 674, применяемого для доставки жидкого серного продукта 676 из установки по производству серы (не показано) в сосуд для дегазации 612 через линию подачи 610. Также можно ввести усиливающий газ через одну и более линий

подачи 680, 682, 684 на всасывающий участок насоса для перекачки жидкой серы 621, 631, 641, соответственно. Насосы могут обеспечивать тщательное перемешивание полученной жидкой серы и газа с пропуском полученной смеси далее по установке и обеспечением желаемого улучшения конверсии.

[0068] Как описано выше, описанные здесь процессы и системы обеспечивают тщательное перемешивание газа и жидкой серы, что приводит к высокоэффективному процессу конверсии сероводорода и полисульфидов водорода и дегазации жидкой серы. При описании ограниченного числа систем можно также модифицировать другие системы дегазации, включающие насос для перекачки серы. При описанной выше работе системы дегазации можно реализовать одно и более из перечисленных далее преимуществ.

[0069] Описанные здесь действия по дегазации можно осуществлять через трубопроводы для перекачки серы и вертикальный сосуд и/или бак для хранения, которая находится вне серного отстойника. Большой отстойник со специальными внутренними элементами не требуется.

[0070] Введение газа на прием насоса в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления обеспечивает динамическое смешивание загрязняющих примесей  $H_2S/H_2S_x$  с газовым потоком, что улучшает кинетику дегазации серы. Работа в диапазоне температур от 280 до 285°F и диапазоне давлений от 30 до 35 psig, например, устраняет конденсацию водяных паров и, таким образом, ослабляются проблемы, связанные с коррозией других коммерческих установок дегазации.

[0071] Процессы дегазации серы можно модифицировать для использования преимуществ описанных здесь технологических схем, что позволяет улучшить эффективность дегазации и решать проблемы, связанные с коррозией. Описанные здесь системы дегазации также хорошо проектируются в виде модульных конструкций. Далее, можно установить сепаратор, сосуд для хранения, бак для хранения, предназначенные для дегазации, в то время как работает установка по производству серы и, как правило, требуется только минимальное время простоя для врезки.

[0072] Серный отстойник или сосуд для сбора, применяемые в описанных здесь вариантах осуществления, могут быть небольшими (рабочий объем на 4 часа или менее). Это снижает требования к участку для установки по производству серы и общую стоимость. Повышенная скорость реакции окисления позволяет обеспечить время дегазации порядка минут по сравнению с 4–24 ч в большинстве других процессов. Инжекция жидкого катализатора в недегазированную жидкую серу в сочетании с тщательным перемешиванием рабочего газа в насосе для прокачки серы в сочетании с данными вариантами осуществления может привести к очень быстрой дегазации серы. Гораздо более короткое время процесса позволяет использовать для дегазации небольшие контактный фильтр/сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, что приводит к меньшей стоимости контактного фильтра и низким требованиям ко всему участку.

[0073] Газ низкого давления можно подать на всасывающий участок насоса, и повышается давление комбинированного потока из газа и серы. Это позволяет расположить оборудование для дегазации в любом удобном месте на разумном расстоянии от отстойника для перегонки или подачи серы и сооружений для хранения/загрузки недегазированной серы.

[0074] Технологические трубы, применяемые в описанных здесь вариантах осуществления, могут быть меньше по размеру и менее дорогими, поскольку сера накачивается, и газ под давлением подается в виде потока, против гравитационного потока серы и потока воздуха низкого давления. При непрерывной работе производительность насоса для подачи серы может быть ниже, чем в случае нормального насоса для перекачки, поскольку скорость потока серы равна скорости ее производства. Скорость производства, как правило, значительно меньше, чем скорость погрузки на автоцистерны или погрузки для железнодорожной перевозки или скорость подачи в хранилище. Это также позволяет уменьшить размер труб для подачи серы.

[0075] Процессы и системы в соответствии с описанными здесь вариантами осуществления могут быть менее дорогостоящими в отношении установки, чем системы, включающие отстойники и насосы

для дегазации; внешнее оборудование будет меньше, чем в коммерческих установках. Требования к обслуживанию описанных здесь систем также сравнительно низкие, поскольку единственные вращающиеся элементы оборудования - это серные насосы и компрессор для технологического газа (при необходимости); и то, и другое очень надежно. Обслуживание, когда и там где оно требуется, осуществляется гораздо легче, чем в случае находящихся в отстойниках систем дегазации отстойников.

[0076] Внимание оператора может быть минимальным, поскольку технологический процесс, описанный в вариантах осуществления, очень стабилен и контроль процесса очень прост. Текущие расходы также малы. Единственные затраты на коммунальные услуги - это электроэнергия для насоса для подачи серы и газовой компрессии, потока низкого давления для подогрева трубопровода и сжатого инструментального воздуха. Дегазированный серный продукт находится при достаточном давлении для передачи продукта на хранение, погрузку или формование без дополнительной перекачки.

[0077] Серный отстойник, как правило, работает при наименьшем практическом уровне жидкой серы. Это приводит к минимальному времени пребывания в отстойнике для дегазированной серы, что минимизирует выброс  $H_2S$  до установки дегазации. Общие выбросы серы из серного комплекса могут быть снижены путем дегазации согласно описанным здесь вариантам осуществления по сравнению с системами, где  $H_2S$ , выпускаемый в отстойник, как правило, направляются в сжигатель или выбрасываются непосредственно в атмосферу.

[0078] Выходящий продукт из описанных здесь систем дегазации может содержать гораздо меньше вредных паров, поскольку количество газообразного выходящего продукта по порядку величины меньше, чем его количество в других процессах. Например, ожидаемое количество воздуха находится в диапазоне от приблизительно 0,0005 до 0,01 фунта воздуха на 1 фунт жидкой серы. Также важно, что концентрация паров серы в выходящем продукте процесса дегазации может быть гораздо меньше, чем их концентрация в атмосферных процессах, поскольку концентрация определяется долей давления паров серы (т.е. парциальным

давлением серы в парах) в общем давлении системы.

[0079] Описанные здесь варианты осуществления обеспечивают задействие нижних уровней серы благодаря относительно низким скоростям газа в системе дегазации. Повышенное рабочее давление далее уменьшает фактический объем газового потока по сравнению с другими процессами, которые работают при небольшом вакууме.

[0080] Описанные здесь варианты осуществления могут привести к более высокой конверсии  $H_2S$  в жидкую серу. Данный способ приводит к превращению большей части  $H_2S$  в серу в противоположность системам дегазации, которые работают при низком давлении для удаления  $H_2S$  из жидкой серы.

[0081] Описанные здесь варианты осуществления работают при давлении, что позволяет направить поток отделенного газа в основную горелку установки производства серы, горелку установки очистки хвостовых газов или в область до стадии селективного окисления, такую как SUPERCLAUS. Направление в любую из этих областей может привести к нулевым выбросам серы из установки дегазации. Отделенный поток также можно направить на термический окислитель.

[0082] Далее, дегазированную серу, полученную с применением описанных здесь вариантов осуществления изобретения, можно хранить в наземном баке для хранения без удаления пара, впуская, таким образом, естественно циркулирующий продувающий воздух в газовом пространстве бака.

[0083] В то время как настоящая публикация включает ограниченное число вариантов осуществления, эксперты в данной области на основании данной публикации, увидят, что можно предложить другие варианты осуществления, которые не выходят за рамки настоящей публикации. Соответственно, эти рамки следует ограничить только прилагаемой формулой изобретения.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Способ дегазации жидкой серы, причем способ включает:  
смешивание газа с жидкой серной смесью, содержащей серу, сероводород и полисульфиды водорода с формированием серно-газовой смеси;

транспортировку серно-газовой смеси в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения;

разделение серно-газовой смеси при давлении ниже точки конденсации воды для извлечения дегазированного серного продукта и парового потока, содержащего сероводород.

2. Способ по п. 1, где газ содержит воздух, азот, кислород, обогащенный кислородом воздух, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, отходящий газ из реактора Клауса, отходящий газ из установки производства серы и рециркулирующий газ или отходящий газ из установки для обработки отходящих газов или их смесь.

3. Способ по п. 1 или 2, где газ представляет собой воздух, имеющий относительную влажность менее 10% при 25°F.

4. Способ по любому из пп.1-3, дополнительно включающий смешивание жидкого катализатора дегазации с жидкой серной смесью.

5. Способ по п. 4, где жидкий катализатор дегазации включает одно и более из: циклогексиламина, морфолина или мочевины.

6. Способ по любому из пп. 1-5, в котором разделение проводят при температуре в диапазоне от приблизительно 250°F до приблизительно 300°F и давлении менее 40 psig.

7. Способ по п. 6, в котором разделение проводят при температуре в диапазоне от приблизительно 260°F до приблизительно 290°F и давлении в диапазоне от приблизительно менее 20 psig до приблизительно 35 psig.

8. Способ по любому из пп. 1-7, в котором смешивание газа с жидкой серной смесью включает:

введение газа на всасывающий участок насоса перекачки серы, применяемого для транспортировки жидкой серной смеси в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения;

введение газа в транспортную линию при транспорте жидкой серной смеси в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения; или

их сочетание.

9. Способ по любому из пп. 1-8, в котором среднее время пребывания жидкой серной смеси на стадиях транспортировки и разделения, составляет приблизительно от 0,5 мин до приблизительно 30 мин.

10. Способ по любому из пп. 1-9, где разделение включает:

подачу серно-воздушной смеси в верхнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения; и

подачу воздуха в нижнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения.

11. Способ дегазации жидкой серы, причем способ включает:

транспортировку из серного отстойника или сосуда жидкой серной смеси, содержащей серу, сероводород и полисульфиды водорода, через насос перекачки серы;

введение газа на всасывающий участок насоса перекачки серы, причем насос перекачки серы смешивает газ и жидкую серную смесь с формированием серно-газовой смеси;

разделение серно-газовой смеси для извлечения дегазированного серного продукта и парового потока, содержащего сероводород.

12. Способ по п. 11, далее включающий:

транспортировку из серного отстойника или сосуда в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения жидкой серной смеси;

разделение серно-газовой смеси в сепараторе, сосуде для хранения или баке для хранения для извлечения дегазированного серного продукта и парового потока, содержащего сероводород;

где газ содержит воздух, азот, кислород, обогащенный кислородом воздух,  $SO_2$ ,  $CO_2$ , отходящий газ из реактора Клауса, отходящий газ из установки производства серы и рециркулирующий газ или отходящий газ из установки для обработки отходящих газов или их смесь.

13. Способ по п. 12, дополнительно включающий введение

дополнительного газа в серно-газовую смесь промежуточно относительно насоса перекачки серы и сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения, где вводимый дополнительный газ является одинаковым или отличается от газа вводимого на всасывающий участок насоса перекачки серы.

14. Способ по п. 12 или п. 13, дополнительно включающий подачу дополнительного газа в нижнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения и противоточный контакт дополнительного газа с серно-воздушной смесью, подаваемой в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, где вводимый дополнительный газ является одинаковым или отличается от газа вводимого на всасывающий участок насоса перекачки серы.

15. Способ по любому из пп. 11-14, дополнительно включающий подачу жидкого катализатора дегазации в серный отстойник.

16. Способ по любому из пп. 12-15, дополнительно включающий транспортировку дегазированного серного продукта из сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения в сосуд, находящийся ниже по потоку, без дополнительной перекачки.

17. Система дегазации жидкой серы, включающая:

серный отстойник или сосуд, содержащий жидкую серную смесь, включающую серу, сероводород и полисульфиды водорода;

сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения;

насос перекачки серы для транспортировки жидкой серной смеси из серного отстойника в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения;

линию подачи для введения газа под давлением в жидкую серу при транспортировке из серного отстойника или сосуда в сепаратор, сосуд для хранения или бак для хранения, причем газ под давлением содержит воздух, азот, кислород, обогащенный кислородом воздух,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , отходящий газ из реактора Клауса, отходящий газ из установки производства серы и рециркулирующий газ или отходящий газ из установки для обработки отходящих газов или их смеси;

выпуск для пара сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения для извлечения парового продукта, содержащего сероводород; и

выпуск для жидкости сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения для извлечения дегазированного жидкого серного продукта.

18. Система по п. 17, в которой линия подачи, выполнена с возможностью введения газа под давлением на всасывающий участок насоса перекачки серы.

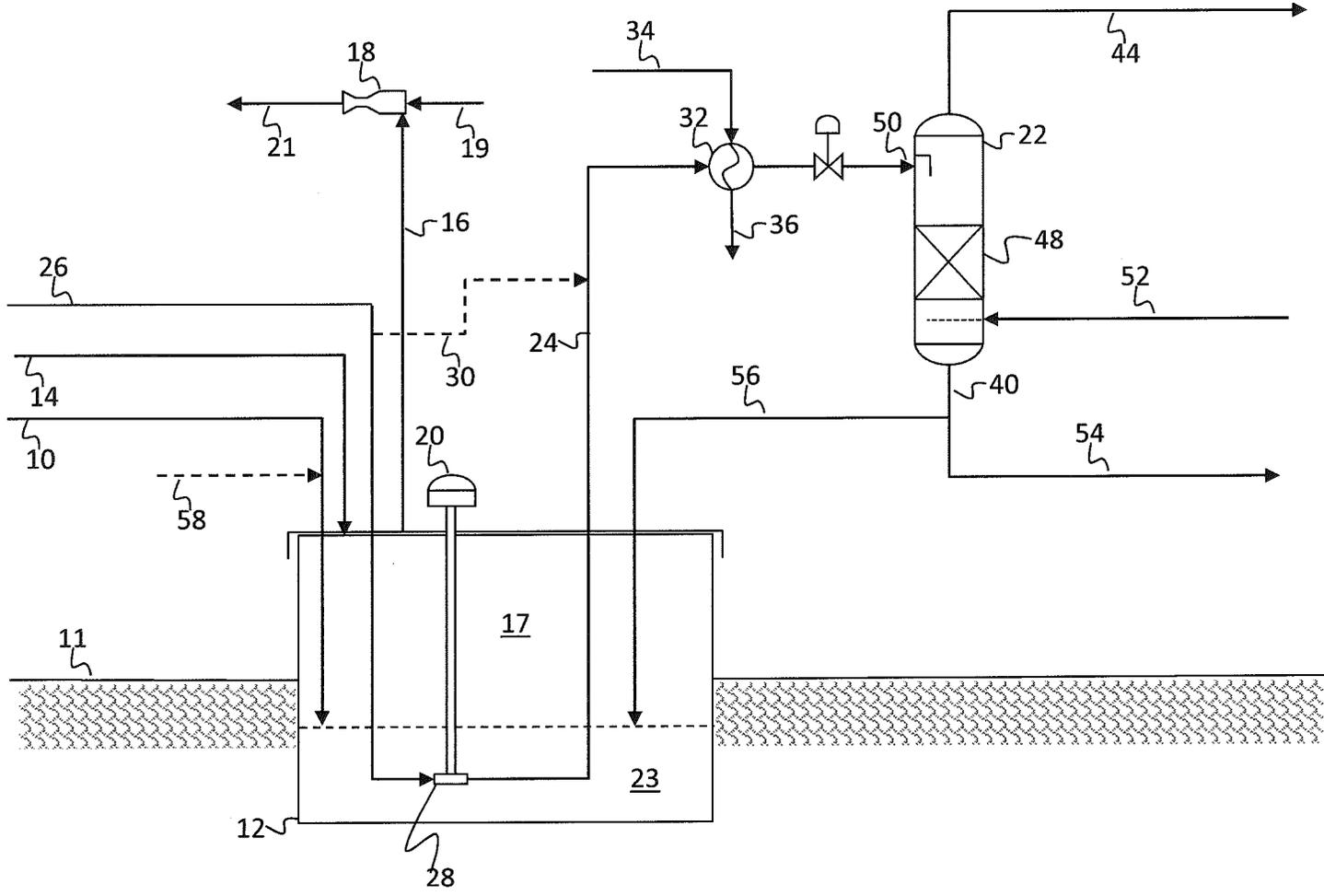
19. Система по п. 17 или п. 18, дополнительно включающая линию подачи для подачи дополнительного газа в нижнюю часть сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения.

20. Система по любому из пп. 17-19, дополнительно включающая обменник для повышения или снижения температуры жидкой серной смеси промежуточно относительно насоса перекачки серы и сепаратора, сосуда для хранения или бака для хранения.

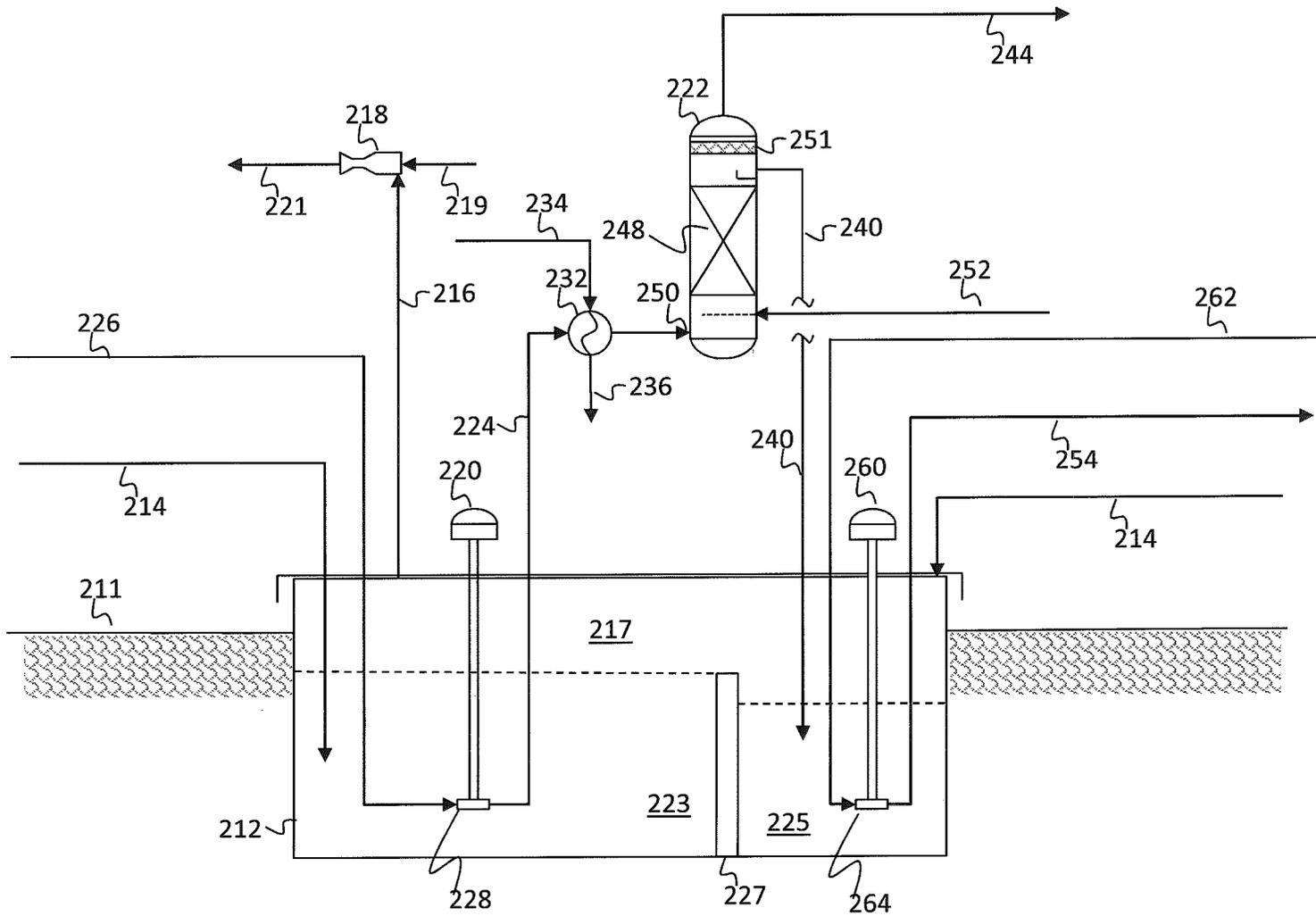
21. Система по любому из пп. 17-20, дополнительно включающая линию подачи для введения катализатора для дегазации жидкости в серный отстойник или сосуд.

По доверенности

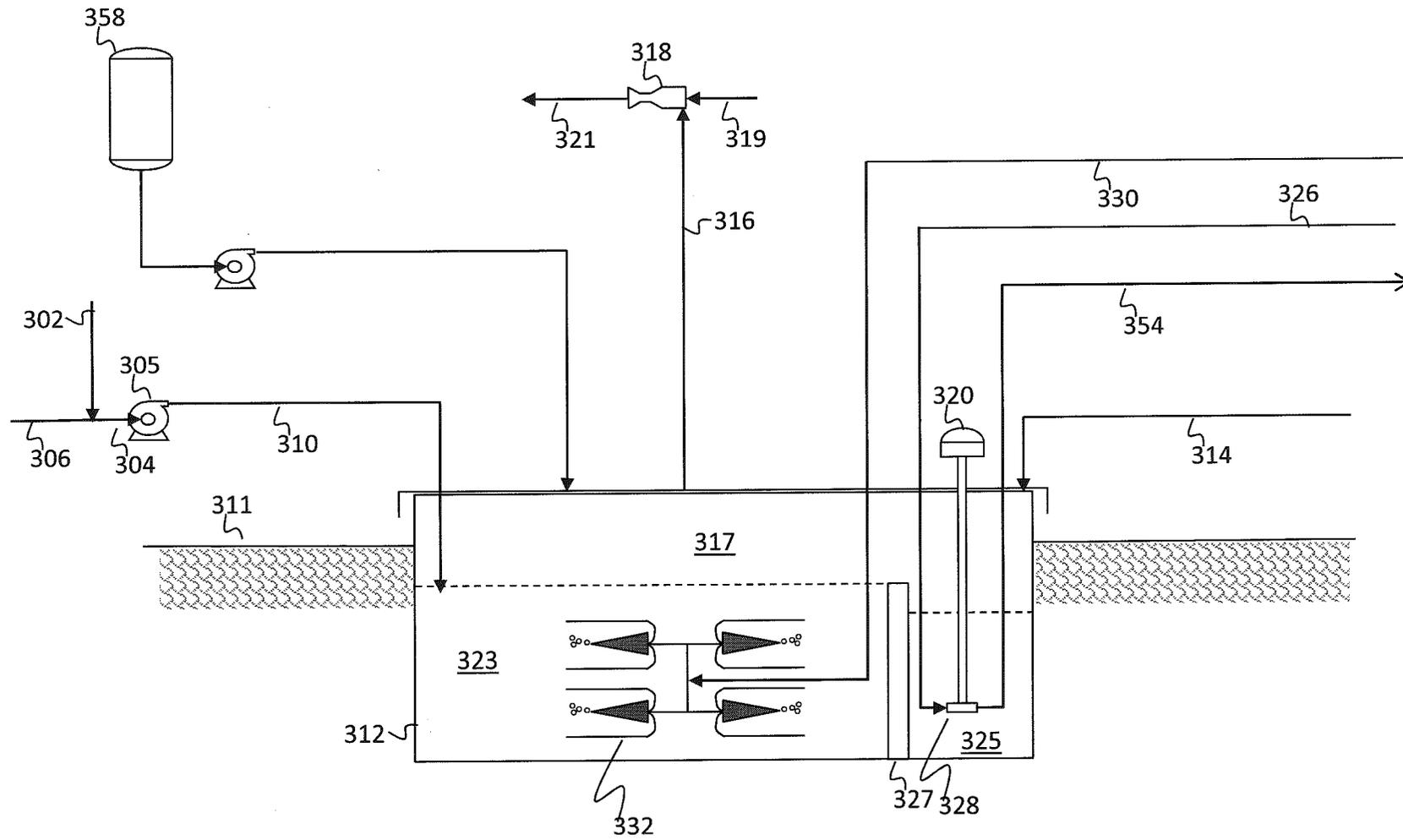
ФИГ. 1



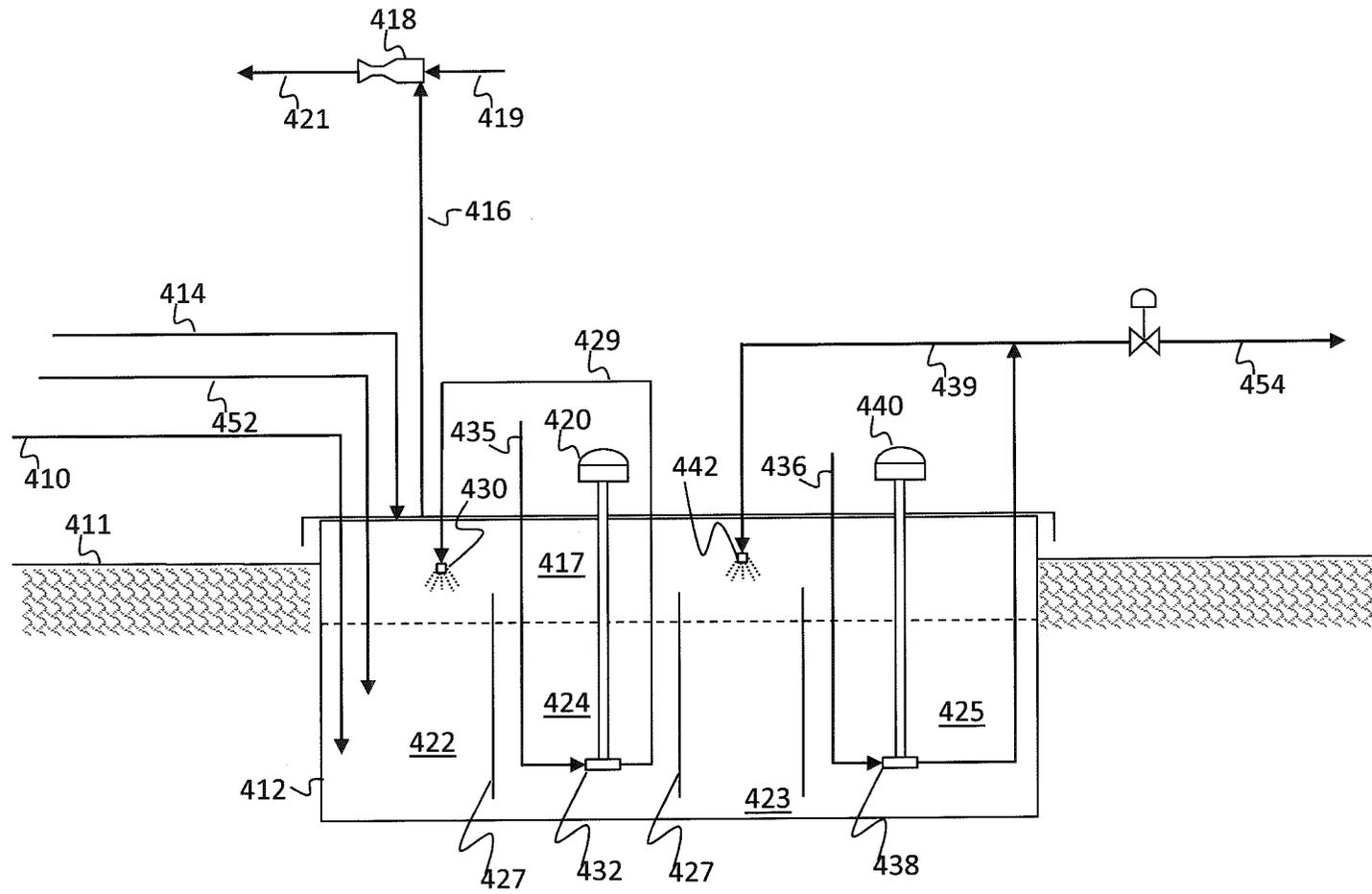
ФИГ. 2



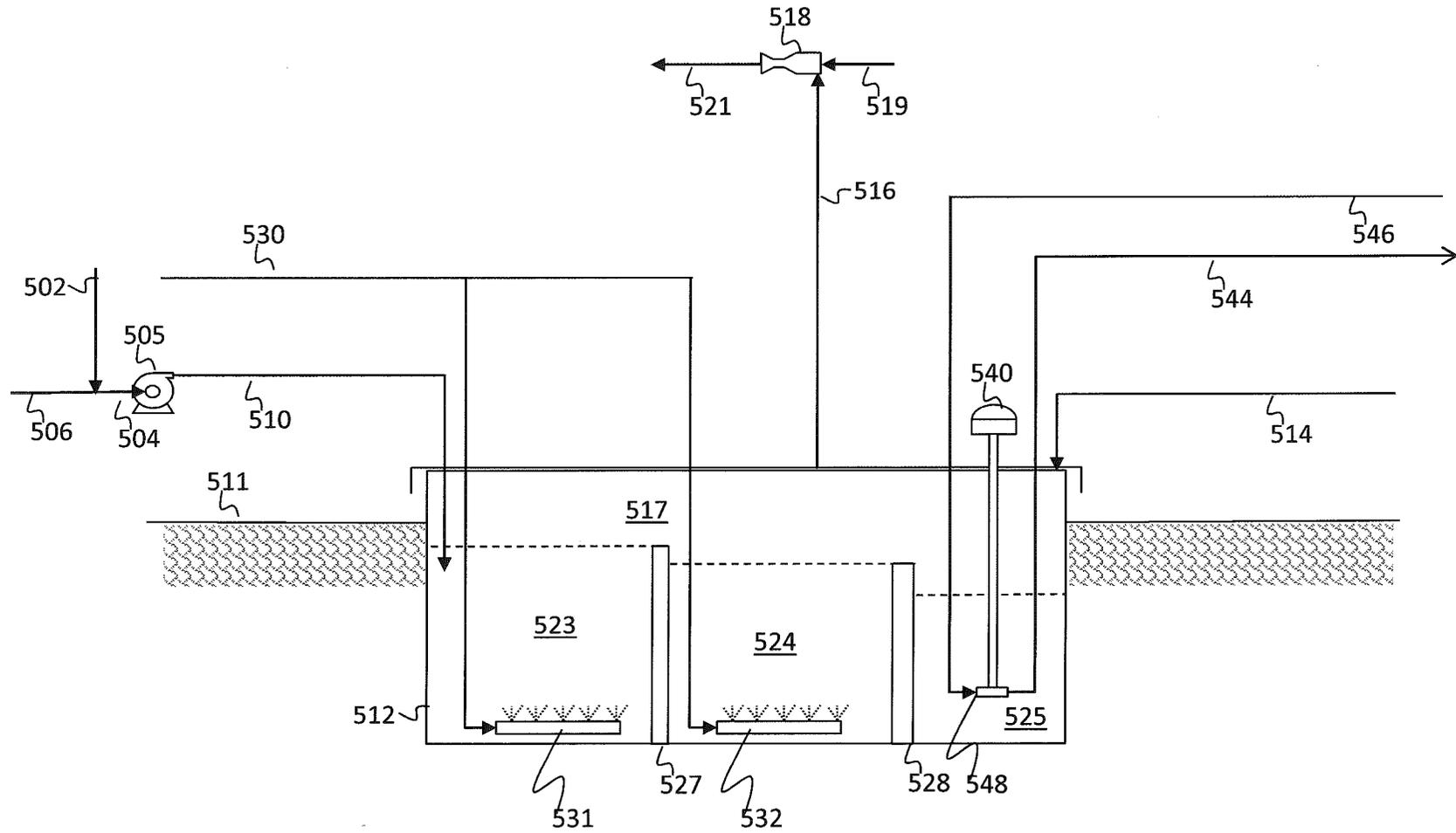
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6

