

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 037660

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.04.28

(51) Int. Cl. *B01D 53/48* (2006.01)

(21) Номер заявки
201692333

(22) Дата подачи заявки
2015.05.19

(54) СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЫ

(31) 62/000,845

(56) US-7597871
US-6508998
CA-1312447

(32) 2014.05.20

(33) US

(43) 2017.04.28

(86) PCT/CA2015/050447

(87) WO 2015/176180 2015.11.26

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
УОРЛИПАРСОНС ЮРОП ЛТД. (GB)

(72) Изобретатель:
Насато Элмо (CA)

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

(57) Представлен способ обработки потока кислого газа в системе извлечения серы, причем способ включает в себя подачу рабочей текучей среды в эжектор, подачу потока кислого газа в эжектор для получения смеси, причем смесь содержит рабочую текучую среду и поток кислого газа, подачу смеси в реакционную печь, подачу газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород, и осуществление реакции содержащегося в реакционной печи. Также предоставлена установка обработки потока кислого газа.

B1

037660

037660
B1

Перекрестная ссылка на предыдущие заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет согласно Парижской конвенции по заявке США под номером 62/000845, поданной 20 мая 2014г., полное содержание которой включено в данную заявку путем ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Описанное ниже изобретение в общем относится к способам и установкам для извлечения серы. В частности, описанное ниже изобретение относится к извлечению серы из потоков кислого газа в установках Клауса.

Уровень техники

Установки извлечения серы (УИС, SRU) широко используются для извлечения серы из потоков кислого газа. Например, поток кислого газа может быть произведен в процессе аминной обработки газа, при которой сернистый газ, содержащий сульфид водорода (H_2S), пропускают через абсорбционную установку и регенераторную установку, получая газовый поток, обогащенный сульфидом водорода, который обычно известен как поток аминосодержащего кислого газа. В зависимости от композиции сернистого газа поток кислого газа может также содержать другие компоненты, такие как диоксид углерода (CO_2), водяной пар (H_2O), аммиак (NH_3) и другие примеси.

Обычно серу извлекают из потока кислого газа в установках извлечения серы, использующих процесс, известный как процесс Клауса, который описан, например, в статье, озаглавленной "Fundamentals of Sulfur Recovery by the Claus Process", автор B.G. Goar, опубликованной в Gas Conditioning Conference Report (1977).

Также известно, что производительность установки извлечения серы может быть повышена посредством обогащения кислородом, которое представляет собой процесс, при котором поток дополнительного кислорода вводят в реакционную печь, чтобы увеличить концентрацию кислорода в печи. Увеличенная концентрация кислорода увеличивает количество сульфида водорода, который сжигается в ходе процесса Клауса. Производительность УИС обычно увеличивается, когда используют обогащение кислородом, главным образом поскольку часть инертного газа (например, азота), который обычно присутствует в воздухе окружающей среды, заменяется на дополнительный кислород, который гидравлически разгружает УИС. Это обеспечивает возможность введения в УИС увеличенного количества подаваемого кислого газа, повышая, следовательно, общую производительность по сере.

Однако степень, в которой обогащение кислородом может быть использовано в промышленной установке Клауса, обычно ограничена максимальной допустимой рабочей температурой жаропрочного материала, используемого в реакционной печи УИС. Например, типичный жаропрочный материал, используемый в коммерчески доступных реакционных печах, имеет максимальные рабочие температуры при непрерывной работе вплоть до около $2850^{\circ}F$ ($1565^{\circ}C$). Чтобы уменьшить напряжение, оказываемое на жаропрочный материал, операторы установок Клауса могут из соображений безопасности ограничивать рабочую температуру, понижая ее до значений в диапазоне от 2500 до $2600^{\circ}F$. Поскольку обогащение кислородом обычно повышает рабочую температуру, количество кислорода, добавляемое в реакционную печь, тщательно отслеживают и контролируют, чтобы гарантировать, что рабочая температура не превысит желательную или максимальную допустимую температуру жаропрочного материала. В результате этого степень обогащения кислородом обычно ограничена и, таким образом, производительность данных УИС остается относительно низкой.

Были предприняты некоторые попытки увеличения производительности УИС, в частности в установках Клауса, где используют обогащение кислородом. Например, в патенте США № 6508998, автор Nasato, описан способ улучшения производительности УИС в установке Клауса, работающей с обогащением кислородом, путем введения через эжектор технологического потока рециркуляции в печь так, что поток рециркуляции действует как теплопоглотитель для контроля рабочей температуры в реакционной печи. Однако в некоторых случаях реализация такого способа может быть затруднительной, поскольку для этого требуется технологическое управление потоком газа рециркуляции. Поскольку поток газа рециркуляции обычно находится у точки росы серы, пар серы в потоке рециркуляции может конденсироваться в жидкость, впоследствии затвердевать и осаждаться внутри горелки реакционной печи и/или технологических линий. Конденсация или затвердевание серы представляет собой эксплуатационную угрозу, поскольку это может приводить к уменьшению производительности установки Клауса, неудовлетворительной работе грелки или катастрофическим отказам оборудования. Более того, поток рециркуляции может содержать нежелательные загрязнители, такие как аммиак, аммонийные соли и несгоревшие углеводороды, которые могут приводить к образованию твердых солей, которые могут засорять оборудование и снижать производительность или влиять на эксплуатационные характеристики УИС. Для нормальной работы данный способ будет обычно также требовать использования паровой рубашки для эжектора и технологических линий, а также трубопровода рециркуляции и клапанов, что увеличивает стоимость реализации и эксплуатации установки.

В патенте США № 5294428, автор Watson, описан двухступенчатый способ сжигания для извлечения серы из потока подаваемого газа, содержащего сульфид водорода. В способе, предлагаемом Watson, для технологического управления тепловой нагрузкой, являющейся результатом процесса сжигания с

применением обогащения кислородом, используют две отдельные зоны горения. Однако способ, предлагаемый Watson, требует наличия двух комплектов оборудования термической ступени и относительно большую площадь для монтажа всего требуемого оборудования. Соответственно, способ является, в общем, дорогостоящим и труднореализуемым, в особенности при дооборудовании существующей установки Клауса там, где имеются пространственные ограничения.

Задача описанного ниже изобретения заключается в том, чтобы устранить по меньшей мере один из вышеупомянутых недостатков.

Сущность изобретения

В одном аспекте предоставлена система извлечения серы, причем система содержит реакционную печь, поток рабочей текучей среды для подачи рабочей текучей среды в эжектор, поток кислого газа для подачи кислого газа в эжектор, эжектор, соединенный с реакционной печью, для подачи в реакционную печь смеси, содержащей рабочую текучую среду и кислый газ, и подаваемый поток газа для сжигания, соединенный с реакционной печью, для подачи газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород.

В другом аспекте предоставлен способ обработки потока кислого газа в системе извлечения серы, причем способ включает в себя подачу рабочей текучей среды в эжектор, подачу потока кислого газа в эжектор для получения смеси, причем смесь содержит рабочую текучую среду и поток кислого газа, подачу смеси в реакционную печь, подачу газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород, и осуществление реакции содержащегося реакционной печи.

В формуле заявлена система для обработки потока кислого газа, содержащая реакционную печь и эжектор;

по меньшей мере одно из: системы аминной обработки газа или отпарной колонны сернистой воды, производящих кислый газ;

линию для подачи рабочей текучей среды в эжектор;

линию для подачи кислого газа из по меньшей мере одного из: системы аминной обработки газа или отпарной колонны сернистой воды на всасывание эжектора, причем эжектор соединен с реакционной печью для подачи в реакционную печь смеси, содержащей рабочую текучую среду и кислый газ; и

линию для подачи потока газа для сжигания, соединенную с реакционной печью и предназначенную для подачи газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород.

Предпочтительно система дополнительно содержит парожидкостной сепаратор для отделения любой жидкости, присутствующей в смеси, и для подачи газа, отделенного от упомянутой жидкости, в реакционную печь.

Предпочтительно кислый газ содержит аминоксодержащий кислый газ.

Предпочтительно кислый газ содержит 5 или более, но меньше чем 100 мол.% сульфида водорода.

Предпочтительно система дополнительно содержит линию подачи кислорода, соединенную с реакционной печью и предназначенную для подачи кислорода в реакционную печь.

Предпочтительно рабочая текучая среда содержит водяной пар.

Предпочтительно рабочая текучая среда содержит имеющую повышенное давление жидкую воду, водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода или их смеси.

Предпочтительно система дополнительно содержит блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи и клапан контроля давления, размещенный ниже по потоку относительно блока извлечения серы для контроля рабочего давления блока извлечения серы.

Предпочтительно система дополнительно содержит блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи, блок обработки хвостового газа, соединенный с реакционной печью, для принятия потока хвостового газа из блока извлечения серы, и клапан контроля давления, размещенный ниже по потоку относительно установки обработки хвостового газа, для контроля рабочего давления по меньшей мере одного из блоков: блока обработки хвостового газа и блока извлечения серы.

Предпочтительно газ для сжигания представляет собой воздух.

Предпочтительно газ для сжигания содержит воздух и дополнительный кислород.

Предпочтительно система дополнительно содержит линию подачи подпитывающего водяного пара для поддержания температуры реакционной печи на приемлемом уровне и линию подачи потока жидкой воды, выполненную с возможностью впрыска воды в горелку реакционной печи.

Также в формуле заявлен способ обработки потока кислого газа с использованием вышеуказанной системы, причем способ включает в себя

подачу рабочей текучей среды в эжектор, причем рабочая текучая среда содержит пар, имеющую повышенное давление жидкую воду, водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода или их смеси;

подачу чистого потока кислого газа на всасывание эжектора для получения смеси, причем смесь содержит рабочую текучую среду и поток кислого газа, причем поток кислого газа содержит аминоксодержащий кислый газ;

подачу смеси в реакционную печь;

подачу газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород; и осуществление реакции между газом для сжигания и смесью в реакционной печи.

Предпочтительно способ содержит

подачу смеси в парожидкостной сепаратор для отделения любой жидкости, присутствующей в смеси;

осуществление реакции между газом для сжигания и полученным газом, отделенным от упомянутой жидкости, в реакционной печи.

Предпочтительно рабочую текучую среду подают при первом давлении, а поток кислого газа подают при втором давлении, причем первое давление превышает второе давление.

Предпочтительно поток кислого газа содержит 5 или более, но меньше чем 100 мол.% сульфида водорода.

Предпочтительно способ дополнительно включает в себя подачу воздуха, потока вторичного кислого газа, топливного газа или их сочетаний в реакционную печь.

Предпочтительно смесь, газ для сжигания и по меньшей мере одно из: воздуха, потока вторичного кислого газа и топливного газа, подают в горелку реакционной печи.

Предпочтительно газ для сжигания представляет собой воздух.

Предпочтительно газ для сжигания содержит воздух и дополнительный кислород.

Предпочтительно способ дополнительно содержит

подачу подпитывающего водяного пара для поддержания температуры реакционной печи на приемлемом уровне; и

впрыскивание потока жидкой воды в горелку реакционной печи.

Краткое описание чертежей

Признаки изобретения станут понятнее из нижеследующего подробного описания, в котором дается ссылка на прилагаемые чертежи, где

на фиг. 1 представлена схематичная диаграмма системы извлечения серы согласно одному варианту осуществления;

на фиг. 2 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ извлечения серы согласно одному варианту осуществления; и

на фиг. 3 представлен график, показывающий взаимосвязь между расходом потока и концентрацией кислорода в одном варианте осуществления.

Подробное описание

В настоящем описании могут быть использованы термины "содержать", "содержит", "состоящий из" или "содержащий". В контексте данной заявки (включая описание и/или формулу изобретения) данные термины следует интерпретировать как указывающие на присутствие указанных признаков, целых чисел, стадий или компонентов, но не как исключаяющие присутствие одного или более других признаков, целого числа, стадии, компонента либо их группы, как было бы очевидно специалистам обычной квалификации в соответствующей области техники.

В одном аспекте предоставлена система извлечения серы, причем система извлечения серы содержит реакционную печь, поток рабочей текучей среды для подачи рабочей текучей среды в эжектор, поток кислого газа для подачи кислого газа в эжектор, эжектор, соединенный с реакционной печью, для подачи в реакционную печь смеси, содержащей рабочую текучую среду и кислый газ, и подаваемый поток газа для сжигания, соединенный с реакционной печью, для подачи газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород. Например, газ для сжигания может представлять собой воздух, смесь воздуха и дополнительного кислорода или чистый кислород.

В одном варианте осуществления поток рабочей текучей среды подают в эжектор при первом давлении, а поток кислого газа подают в эжектор при втором давлении, причем первое давление превышает второе давление.

В одном варианте осуществления кислый газ содержит аминокислотный кислый газ. Например, аминокислотный кислый газ может быть произведен при переработке сернистого газа с помощью процесса аминной обработки газа, который хорошо известен в данной области техники. В другом варианте осуществления кислый газ содержит кислый газ из отпарной колонны сернистой воды. Как будет понятно, кислый газ будет обычно содержать по меньшей мере 5 мол.% сульфида водорода и типично вплоть до примерно 80-95 мол.% сульфида водорода. Будет понятно, что аминокислотный кислый газ может содержать другие газы, включая следующие, но без ограничения ими: диоксид углерода, водяной пар, аммиак и другие примеси. Как будет понятно, поток кислого газа, использованный здесь, обычно представляет собой чистый поток, а не рециркулированный поток (то есть поток, который был, по меньшей мере частично, обработан в процессе Клауса).

В одном варианте осуществления рабочая текучая среда содержит водяной пар. В других вариантах осуществления рабочая текучая среда может содержать находящуюся при повышенной давлении жидкую воду, водяной пар, пересыщенный водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода или их смеси.

В одном варианте осуществления система дополнительно содержит блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи и клапан контроля противодействия, размещенный ниже по потоку относительно блока извлечения серы, для контроля рабочего давления блока извлечения серы.

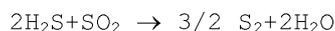
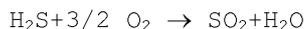
В другом варианте осуществления система извлечения серы дополнительно содержит блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи, блок обработки хвостового газа, соединенный с реакционной печью, для принятия потока хвостового газа из блока извлечения серы и клапан контроля противодействия, размещенный ниже по потоку относительно установки обработки хвостового газа, для контроля рабочего давления по меньшей мере одного из блоков: блока обработки хвостового газа и блока извлечения серы. Система извлечения серы может также включать в себя другой клапан контроля противодействия, размещенный ниже по потоку относительно блока извлечения серы, но выше по потоку относительно блока обработки хвостового газа.

На фиг. 1 схематично представлена система 100 извлечения серы согласно одному варианту осуществления. В системе 100 извлечения серы подаваемый поток 30 кислого газа используется для введения аминоксодержащего кислого газа, а линия 20 подачи водяного пара используется для введения водяного пара. Подаваемый поток 30 кислого газа и линия 20 подачи водяного пара соединены с парожидкостным сепаратором 80, который используется для отделения любой жидкости, присутствующей во входящих потоках. Давление любой жидкости, которую отделяют от входящих потоков, повышают в компрессоре 86 и удаляют ее по линии 84, а отделенный газ подают в горелку 120 реакционной печи 130 по линии 82.

Входящий поток 40 кислорода и входящий поток 50 воздуха используются для введения кислорода и воздуха соответственно в горелку 120. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 1, входящий поток 50 воздуха показан как имеющий главную линию и регулировочную линию 55. Другие входящие потоки, такие как поток 10 кислого газа отпарной колонны сернистой воды (SWSAG) и поток 60 топливного газа, также могут быть соединены с горелкой 120 для введения дополнительных газов в горелку. Например, поток 10 SWSAG может быть использован для введения газового потока, содержащего H_2S и NH_3 , а поток 60 топливного газа может быть использован для введения топлива для горелки 120.

В конфигурации системы 100 эжектор 26 проиллюстрирован как соединенный с линией 20 подачи водяного пара и подаваемым потоком 30 кислого газа. Водяной пар, переносимый линией 20 подачи водяного пара, обычно представляет собой водяной пар высокого давления, который при введении в эжектор 26 выступает как рабочая текучая среда. В ходе работы аминоксодержащий кислый газ, переносимый подаваемым потоком 30 кислого газа, вводится в эжектор 26 в виде всасываемой текучей среды, давая выходящий поток, который затем подают в горелку 120 через парожидкостный сепаратор 80 и по линии 82. Будет понятно, что поскольку выходящий поток эжектора 26 формируется путем смешения водяного пара высокого давления с аминоксодержащим кислым газом, давление выходящего потока обычно будет превышать давление входящего аминоксодержащего газа, но будет меньше давления входящего пара.

Затем смесь входящих потоков сжигается в горелке 120 и поступает в реакционную печь 130, где протекают реакции процесса Клауса. Конкретнее, в реакционной печи 130 приблизительно одна треть сульфида водорода вводится в реакцию с кислородом, давая диоксид серы и воду, а оставшийся сульфид водорода вводится в реакцию с диоксидом серы, давая серу и воду. Данные реакции представлены ниже следующими формулами:



Затем выходящий поток из реакционной печи 130 направляют в блок 140 извлечения серы, который обычно используют для извлечения серы из выходящего потока реакционной печи. Например, блок 140 извлечения серы может содержать один или более конденсаторов, нагревателей и/или реакторов каталитической конверсии. Такие компоненты хорошо известны, и реакции, которые могут протекать в таких компонентах, описаны, например, в патенте США № 6508998, автор Nasato, и патенте США № 7597871, автор Ferrell.

Поток, выходящий из блока 140 извлечения серы, может быть впоследствии введен в блок 160 установок обработки хвостового газа (TGTU), который используется для снижения количества любых остаточных серосодержащих соединений, присутствующих в потоке. Поток, выходящий из блока 160 TGTU, направляют в печь для сжигания перед сбросом в атмосферу. Альтернативно, поток, выходящий из блока 140 извлечения серы, может быть непосредственно направлен в печь для сжигания без пропускания через блок 160 TGTU, если газ, сбрасываемый из печи для сжигания, имеет допустимый уровень содержания серы для того, чтобы отвечать нормативам выбросов в окружающую среду.

Система 100 дополнительно включает в себя ряд клапанов для регулирования течения газов через различные потоки и линии. Как проиллюстрировано на фиг. 1, течение находящегося при повышенном давлении водяного пара по линии 20 подачи водяного пара и течение аминоксодержащего кислого газа через подаваемый поток 30 кислого газа регулируется нормально закрытыми (NC) клапанами 22, 32 и нормально открытым (NO) клапаном 34. Выход из эжектора 26 регулируется NC-клапаном 24. Во вхо-

дающем потоке 40 кислорода течение газа регулируется клапаном 42, а во входящем потоке 50 воздуха течение регулируется клапаном 52 в главной линии и клапаном 57 в регулировочной линии 55.

Клапаны обычно контролируются согласно одному или более параметрам, измеряемым в системе 100. Например, NC-клапан 22 для регулировки течения водяного пара настраивают согласно количеству потока, измеренному контроллером потока 220. Как проиллюстрировано на фиг. 1, другие NC-клапаны 24, 32 и NO-клапан 34 контролируются контроллером потока 240, который соединен с клапаном 42, размещенным во входящем потоке 40 кислорода. Клапан 52, размещенный на главной линии входящего потока 50 воздуха, контролируется контролирующим блоком 270, а клапан 57, размещенный на регулировочной линии 55, контролируется анализатором хвостового газа.

Различные измерительные блоки, контроллеры и/или индикаторы расположены по всей системе 100 для отслеживания и/или контроля различных технологических параметров. Например, индикаторы течения 210, 230, 260 расположены в потоке 10 SWSAG, подаваемом потоке 30 кислого газа и потоке 60 топливного газа соответственно для измерения течения газа через каждый из соответствующих потоков. Контроллер давления 250, который сообщается с контролирующим блоком 270, расположен во входящем потоке 50 воздуха для контроля давления газа, текущего через входящий поток 50 воздуха. Данные измерений, собранные от этих измерительных блоков, контроллеров и/или индикаторов, передаются на контролирующий блок 270, и если необходимо, то контролирующий блок 270 может генерировать и передавать сигналы для контроля течения газа в различных входящих/выходящих потоках. Как показано на чертеже, может быть предусмотрен блок 280 ручного управления для ручного контроля контролирующего блока 270. Дополнительно, температуру внутри реакционной печи 130 можно отслеживать посредством температурного индикатора 330.

В одном варианте осуществления один или более клапанов контроля противодействия расположены ниже по потоку относительно блока 140 извлечения серы. Один или более клапанов контроля противодействия обычно используются для контроля рабочего давления любой системы извлечения серы, расположенной выше по потоку относительно одного или более клапанов. Например, в системе 100, проиллюстрированной на фиг. 1, первый клапан 170 контроля противодействия расположен ниже по потоку относительно блока 160 TGTU и блока 140 извлечения серы для контроля рабочего давления блока 140 извлечения серы и/или блока 160 TGTU, а второй клапан 150 контроля противодействия расположен ниже по потоку относительно блока 140 извлечения серы, но выше по потоку относительно блока 160 TGTU для контроля рабочего давления блока 140 извлечения серы. Альтернативно, система 100 может содержать только первый клапан 170 контроля давления и не содержать второй клапан 150 контроля давления, если можно добиться достаточного контроля рабочего давления в обеих системах извлечения серы, используя лишь один клапан контроля противодействия.

В других вариантах осуществления, когда система не включает в себя блок TGTU, хвостовой газ, выходящий из блока извлечения серы, может быть направлен непосредственно в печь для сжигания. В таких вариантах осуществления клапан контроля давления может быть расположен между блоком извлечения серы и печью для сжигания для контроля рабочего давления блока извлечения серы. Альтернативно, будет понятно, что клапан контроля давления может быть расположен ниже по потоку относительно печи для сжигания и выше по потоку относительно дымовой трубы.

Один или более клапанов контроля противодействия обычно настраиваются в зависимости от различных данных измерений, собранных от системы 100. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 1, первый клапан 170 контроля противодействия контролируется контроллером 370 давления, а второй клапан 150 контроля давления контролируется контроллером 350 давления. Контроллеры 350, 370 давления выполнены с возможностью отслеживания давления любых систем извлечения серы, расположенных выше по потоку относительно соответствующих клапанов, и с возможностью контроля соответствующих клапанов 150, 170 для регулировки рабочего давления данных систем извлечения серы. Путем ограничения течения газа, выходящего из блока 140 извлечения серы и/или блока 160 TGTU, используя один или более клапанов контроля противодействия, увеличивают рабочее давление в этих блоках, повышая таким образом извлечение серы из потока кислого газа.

В определенных случаях описанная выше система может обладать преимуществами перед некоторыми другими системами, известными в данной области техники. Например, поскольку эжектор 26 не требует для работы паровой рубашки, стоимость и сложность, связанная с монтажом системы, поддерживается на относительно низком уровне. Более того, поскольку в системе 100 требуется лишь один комплект оборудования термической ступени, отсутствует необходимость в распределении по системе трубопроводов или в расщепленном течении подаваемого потока установки Клауса. Это также снижает стоимость и сложность монтажа, эксплуатации и технического обслуживания. Дополнительные преимущества могут быть реализованы особенно в случаях, когда систему 100 используют для модернизации существующей установки или системы Клауса, поскольку монтаж компонентов обычно не будет требовать дополнительного пространства под установку в случае большинства существующих установок или систем Клауса.

Будет понятно, что в других вариантах осуществления второй эжектор может быть выполнен в конфигурации, схожей с конфигурацией эжектора 26, чтобы повысить давление потока 10 SWSAG перед

тем, как SWSAG вводят в горелку 120. В еще одном другом варианте осуществления поток 10 SWSAG может быть объединен с подаваемым потоком 30 кислого газа перед поступлением в эжектор 26.

В одном аспекте предоставлен способ обработки потока кислого газа в системе извлечения серы, причем способ включает в себя подачу рабочей текучей среды в эжектор, подачу потока кислого газа в эжектор для получения смеси, причем смесь содержит рабочую текучую среду и поток кислого газа, подачу смеси в реакционную печь, подачу газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород, и осуществление реакции содержащего реакционной печи. Например, газ для сжигания может представлять собой воздух, смесь воздуха и дополнительного кислорода или чистый кислород.

В одном варианте осуществления рабочую текучую среду подают при первом давлении, а поток кислого газа подают при втором давлении, где первое давление превышает второе давление.

В одном варианте осуществления рабочая текучая среда содержит водяной пар. Например, в варианте осуществления на фиг. 1 проиллюстрировано, что водяной пар вводится в эжектор 26 по линии 20 подачи водяного пара в качестве рабочей текучей среды для эжектора 26. В других вариантах осуществления рабочая текучая среда может содержать водяной пар, перенасыщенный водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода и/или их смеси.

На фиг. 2 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ по одному варианту осуществления. Для большей ясности способ описан применительно к системе 100, показанной на фиг. 1. В блоке 510 зажигают горелку 120 реакционной печи 130. Например, горелка 120 может быть запущена путем подачи топливного газа по потоку 60 топливного газа и путем поджога топливного газа. В блоке 520 кислый газ, кислород и воздух подают в горелку 120 по подаваемому потоку 30 кислого газа, входящему потоку 40 кислорода и входящему потоку 50 воздуха соответственно. Как будет понятно, на этой стадии NC-клапаны 22, 24, 32 закрыты, а NO-клапан 34 обычно открыт, что обеспечивает возможность течения кислого газа по подаваемому потоку 30 кислого газа в парожидкостный сепаратор 80 и в горелку 120 по линии 82. Количество кислорода и воздуха, втекающего в горелку 120, можно регулировать настройкой клапанов 42, 52, 57.

Хотя топливный газ обычно перекрывают, когда кислый газ, кислород и воздух вводятся в горелку 120, будет понятно, что подача потока 60 топливного газа может продолжаться для подачи топлива в горелку 120, особенно в случаях, когда горелка 120 не может поддерживать пламя при желательной температуре без топливного газа. Например, это может происходить в случаях, когда кислый газ богат диоксидом углерода.

В блоке 530 рабочую текучую среду вводят в эжектор 26. В варианте осуществления на фиг. 1 рабочая текучая среда представляет собой водяной пар, переносимый линией 20 подачи водяного пара. Чтобы ввести водяной пар, NC-клапаны 22, 24, по меньшей мере частично, открывают, так что водяной пар может проходить через эжектор 26 в парожидкостный сепаратор 80 и в горелку 120 по линии 82. В одном варианте осуществления рабочую текучую среду вводят, когда концентрация кислорода в смеси потока воздуха и кислорода достигает 30-35 об.%. После введения водяного пара NO-клапан 34, расположенный в подаваемом потоке 30 кислого газа, закрывают, чтобы перенаправить течение кислого газа в эжектор 26, как показано в блоке 540. Таким образом, давление кислого газа, вводимого в горелку 120 по линии 82, повышается, поскольку водяной пар высокого давления из линии 20 смешивается с кислым газом из линии 30. Более того, введение водяного пара понижает температуру внутри реакционной печи, повышая таким образом производительность, как будет пояснено ниже.

Не желая ограничиваться теорией, авторы изобретения полагают, что водяной пар действует как теплопоглотитель, служа для уменьшения температуры продуктов горения в реакционной печи. Авторы изобретения также полагают, что присутствие водяного пара благоприятным образом уменьшает потребность протекающих в печи реакций Клауса в кислороде, дополнительно снижая таким образом температуры пламени и печи. Снижая рабочую температуру реакционной печи таким путем, возможно повысить концентрацию кислорода до более высоких уровней, одновременно поддерживая температуру печи ниже желаемого уровня. Например, как проиллюстрировано на графике, показанном на фиг. 3, дополнительный водяной пар, также именуемый "подпитывающим водяным паром", может быть введен, чтобы снизить температуру печи при более высоких уровнях кислорода (например, выше 30%). Как показано на фиг. 3, в то время как расход рабочего водяного пара удерживают на постоянном уровне по мере увеличения концентрации кислорода выше 30%, подпитывающий водяной пар вводят отдельно от рабочего водяного пара, чтобы удержать температуру печи на допустимом уровне. Например, подпитывающий водяной пар может быть введен непосредственно в горелку 120 по впускному потоку, который эксплуатируют независимо от линии 20 подачи водяного пара. Альтернативно, подпитывающий водяной пар может быть объединен с рабочим водяным паром и введен в эжектор 26 по линии 20 и в реакционную печь 130.

В одном варианте осуществления поток находящейся при повышенном давлении жидкой воды впрыскивают в горелку 120 сам по себе. В другом варианте осуществления поток находящейся при повышенном давлении жидкой воды впрыскивают в горелку 120 в сочетании с водяным паром. Например, поток находящейся при повышенном давлении воды может быть введен вместе с рабочим водяным па-

ром и подпитывающим паром в случае его наличия.

Даже в случаях, когда оператор установки не желает увеличивать концентрацию кислорода в реакционной печи 130, введение водяного пара все же может производить благоприятный эффект, поскольку водяной пар уменьшает потребность в кислороде при сохранении по существу того же уровня производительности. Снижением требуемого количества кислорода уменьшают эксплуатационные издержки, связанные с покупкой и/или производством чистого кислорода. Более того, поскольку водяной пар снижает рабочую температуру внутри реакционной печи 130, печь, эксплуатируемая с использованием водяного пара, испытывала бы меньшее термическое напряжение при сохранении, по существу, того же уровня производительности, как в случае печи, эксплуатируемой без водяного пара. Воздействие меньшего термического напряжения на горелку и материал печи потенциально может увеличивать срок службы печи и различных компонентов в ней.

В случаях когда рабочая текучая среда содержит азот или диоксид углерода, рабочая текучая среда может все же действовать как теплопоглотитель, уменьшая температуру продуктов горения в реакционной печи, увеличивая таким образом производительность. Конкретнее, что касается диоксида углерода, можно полагать, что введение диоксида углерода может сдвигать термодинамическое равновесие протекающих в печи реакций, благоприятствуя образованию продуктов. В случаях когда диоксид серы вводят в качестве рабочей текучей среды, он также может сдвигать равновесие реакций Клауса, благоприятствуя образованию продуктов, поскольку диоксид серы представляет собой один из реагентов. Введение диоксида серы также уменьшает количество кислорода, который требуется в реакции, поскольку для образования сульфида водорода будет необходимо осуществлять реакцию меньшего количества сульфида водорода с кислородом.

По меньшей мере для одного варианта воплощения системы извлечения серы использовали вычислительное гидродинамическое (CFD) моделирование, чтобы проанализировать динамику пламени установки извлечения серы (УИС, SRU). Конкретнее, моделирование CFD проводили, чтобы получить дополнительное понимание потенциальных эксплуатационных возможностей системы, использующей эжектор высокого давления, и получаемых в результате кинетических и термодинамических эффектов в отношении пламенной зоны термической ступени УИС. Анализом модели CFD было обнаружено, что некоторые области пламени УИС могут обладать существенно более высокими температурами по сравнению с другими областями пламени. Соответственно, можно считать, что определенным обеспечивающим полезный эффект химическим реакциям может быть оказано содействие в данных областях более высоких температур в результате применения потока газа, сжатого в эжекторе. Более того, можно считать, что эффекты, обеспечиваемые такими реакциями, могут быть усилены путем управления формой и характеристиками факела, так что поток находящегося при повышенном давлении газа впрыскивают в предпочтительные области горелки.

Если снова обратиться к фиг. 2, то можно видеть, что в блоке 550 клапаны 150, 170 противодействия используют для того, чтобы увеличить рабочее давление в блоке 140 извлечения серы и/или блоке 160 TGTU. Например, рабочее давление в блоке 140 извлечения серы может быть повышено путем ограничения течения газа, выходящего из блока 140 извлечения серы, используя второй клапан 150 противодействия. Подобно этому ограничение течения газа, выходящего из блока 160 TGTU, используя первый клапан 170 противодействия, увеличивает рабочее давление блока 160 TGTU. Будет очевидно, что в некоторых конфигурациях первый клапан 170 противодействия может быть использован для уменьшения рабочего давления как блока 140 извлечения серы, так и блока 160 TGTU.

Как упомянуто выше, повышение рабочего давления блока 130 извлечения серы и/или блока 160 TGTU повышает извлечение серы из подаваемого потока кислого газа главным образом благодаря принципу Ле Шателье. Например, поскольку реагенты для реакции Клауса обычно представляют собой газы, увеличение давления в реакционных сосудах сдвигает равновесие реакций таким образом, что это содействует образованию продуктов. Увеличение рабочего давления также уменьшает скорости потоков реагирующих газов, увеличивая таким образом время пребывания реагирующих газов в реакционных сосудах. В некоторых случаях увеличенное время пребывания может приводить к более высокой конверсии реагентов.

Хотя различные варианты осуществления установки были описаны со ссылкой на эжектор, будет понятно, что вместо него могут быть использованы другие механизмы увеличения давления питающего источника и введения водяного пара. Например, для увеличения давления потока аминсодержащего кислого газа можно использовать механический нагнетатель и/или компрессор, а водяной пар может быть добавлен к потоку аминсодержащего кислого газа до или после увеличения давления. Однако использование эжектора может обеспечивать преимущество перед другими механизмами повышения давления благодаря легкости технического обслуживания и относительно высокой надежности, особенно при длительной эксплуатации. Необходимо отметить, что в промышленности эжектор может быть также назван эдуктором или термокомпрессором.

Будет понятно, что хотя различные варианты осуществления были описаны применительно к клапанам, другие устройства ограничения течения или стратегии повышения противодействия, такие как шиберы, подвижные затворы и задвижки, могут быть использованы вместо клапанов.

Будет понятно, что хотя различные варианты осуществления были описаны применительно к установкам и системам, в которых используется обогащение кислородом, по существу тот же самый способ и та же самая установка могут применяться в случае основанных на использовании воздуха установок и систем, в которых в реакционную печь не вводят дополнительный кислород.

Будет также понятно, что хотя установка и способ были описаны в данной заявке применительно к способам извлечения серы, схожие установки и способы могут быть использованы в сочетании с другими процессами, не включающими в себя извлечение серы.

Хотя способ и установка были описаны применительно к определенным конкретным вариантам осуществления, различные их модификации будут очевидны специалистам в данной области техники. Любые приведенные здесь примеры включены в описание лишь с целью иллюстрации способа и установки и никоим образом не предназначены ограничивать изобретение. Любые приведенные здесь чертежи служат лишь цели иллюстрации различных аспектов изобретения и никоим образом не предназначены изображать масштаб или ограничивать изобретение. Объем прилагаемой формулы изобретения не следует рассматривать как ограниченный предпочтительными вариантами осуществления, изложенными в приведенном выше описании, но его следует интерпретировать наиболее широко образом в соответствии с настоящим описанием в целом. Все документы, раскрывающие предшествующий уровень техники, процитированные в данной заявке, включены в нее во всей полноте путем ссылки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для обработки потока кислого газа, содержащая реакционную печь и эжектор;
по меньшей мере одно из: системы аминной обработки газа или отпарной колонны сернистой воды, производящих кислый газ;
линию для подачи рабочей текучей среды в эжектор;
линию для подачи кислого газа из по меньшей мере одного из: системы аминной обработки газа или отпарной колонны сернистой воды на всасывание эжектора, причем эжектор соединен с реакционной печью для подачи в реакционную печь смеси, содержащей рабочую текучую среду и кислый газ; и
линию для подачи потока газа для сжигания, соединенную с реакционной печью и предназначенную для подачи газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород.
2. Система по п.1, дополнительно содержащая парожидкостный сепаратор для отделения любой жидкости, присутствующей в смеси, и для подачи газа, отделенного от упомянутой жидкости, в реакционную печь.
3. Система по п.1, в которой кислый газ содержит аминоксодержащий кислый газ.
4. Система по п.1 или 2, в которой кислый газ содержит 5 или более, но меньше чем 100 мол.% сульфида водорода.
5. Система по любому из пп.1-3, дополнительно содержащая линию подачи кислорода, соединенную с реакционной печью и предназначенную для подачи кислорода в реакционную печь.
6. Система по любому из пп.1-4, в которой рабочая текучая среда содержит водяной пар.
7. Система по любому из пп.1-5, в которой рабочая текучая среда содержит имеющую повышенное давление жидкую воду, водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода или их смеси.
8. Система по любому из пп.1-6, дополнительно содержащая блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи и клапан контроля давления, размещенный ниже по потоку относительно блока извлечения серы для контроля рабочего давления блока извлечения серы.
9. Система по любому из пп.1-6, дополнительно содержащая блок извлечения серы, соединенный с реакционной печью, для принятия выходящего потока из реакционной печи, блок обработки хвостового газа, соединенный с реакционной печью, для принятия потока хвостового газа из блока извлечения серы и клапан контроля давления, размещенный ниже по потоку относительно установки обработки хвостового газа, для контроля рабочего давления по меньшей мере одного из блоков: блока обработки хвостового газа и блока извлечения серы.
10. Система по п.1, в которой газ для сжигания представляет собой воздух.
11. Система по п.1, в которой газ для сжигания содержит воздух и дополнительный кислород.
12. Система по п.1, дополнительно содержащая
линию подачи подпитывающего водяного пара для поддержания температуры реакционной печи на приемлемом уровне; и
линию подачи потока жидкой воды, выполненную с возможностью впрыска воды в горелку реакционной печи.
13. Способ обработки потока кислого газа с использованием системы по п.1, причем способ включает в себя
подачу рабочей текучей среды в эжектор, причем рабочая текучая среда содержит пар, имеющую повышенное давление жидкую воду, водяной пар, сульфид водорода, диоксид серы, диоксид углерода

или их смеси;

подачу чистого потока кислого газа на всасывание эжектора для получения смеси, причем смесь содержит рабочую текучую среду и поток кислого газа, причем поток кислого газа содержит аминоксодержащий кислый газ;

подачу смеси в реакционную печь;

подачу газа для сжигания в реакционную печь, причем газ для сжигания содержит кислород; и осуществление реакции между газом для сжигания и смесью в реакционной печи.

14. Способ по п.13, содержащий

подачу смеси в парожидкостной сепаратор для отделения любой жидкости, присутствующей в смеси;

осуществление реакции между газом для сжигания и полученным газом, отделенным от упомянутой жидкости, в реакционной печи.

15. Способ по п.13, в котором рабочую текучую среду подают при первом давлении, а поток кислого газа подают при втором давлении, причем первое давление превышает второе давление.

16. Способ по любому из пп.3-5, в котором поток кислого газа содержит 5 или более, но меньше чем 100 мол.% сульфида водорода.

17. Способ по любому из пп.3-6, дополнительно включающий в себя подачу воздуха, потока вторичного кислого газа, топливного газа или их сочетаний в реакционную печь.

18. Способ по п.17, в котором смесь, газ для сжигания и по меньшей мере одно из: воздуха, потока вторичного кислого газа и топливного газа подают в горелку реакционной печи.

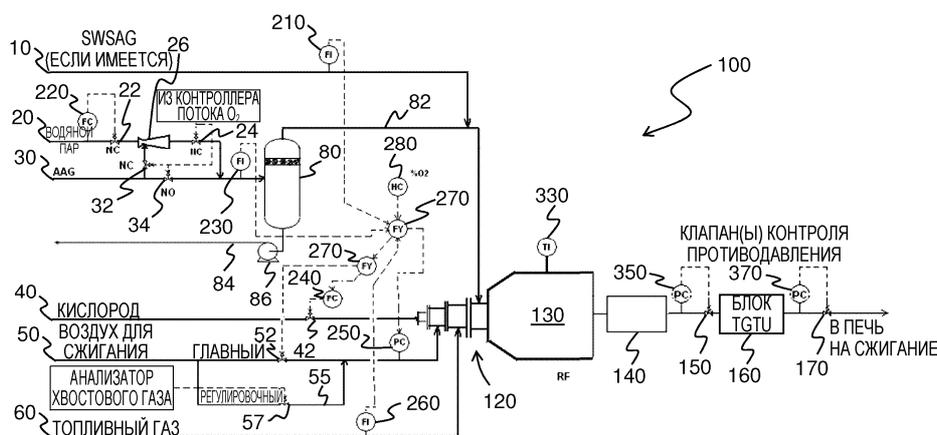
19. Способ по п.13, в котором газ для сжигания представляет собой воздух.

20. Способ по п.13, в котором газ для сжигания содержит воздух и дополнительный кислород.

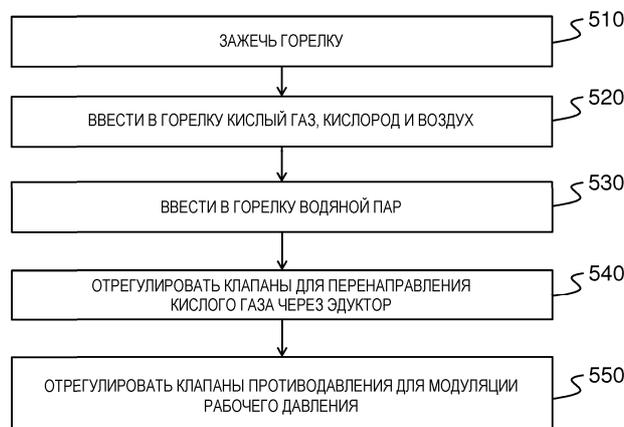
21. Способ по п.13, дополнительно содержащий

подачу подпитывающего водяного пара для поддержания температуры реакционной печи на приемлемом уровне; и

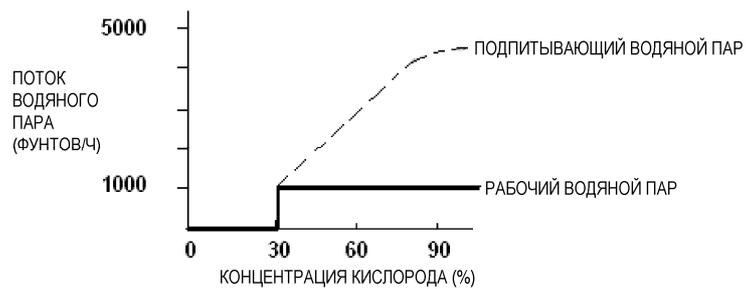
впрыскивание потока жидкой воды в горелку реакционной печи.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

