

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 020743

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2015.01.30

(21) Номер заявки
201190114

(22) Дата подачи заявки
2010.02.01

(51) Int. Cl. *B01D 53/14* (2006.01)
B01D 53/34 (2006.01)
F23J 15/08 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАГРЕВАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ГАЗОМ РЕБОЙЛЕРА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ОТПАРНОМ АППАРАТЕ

(31) PA 2009 00154

(32) 2009.02.02

(33) DK

(43) 2012.02.28

(86) PCT/DK2010/050027

(87) WO 2010/085965 2010.08.05

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЮНИОН ИНДЖИНИРИНГ А/С (DK)

(72) Изобретатель:
Финд Расмус (DK)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В. (RU)

(56) EP-A1-1695756
WO-A1-2007012143
US-A-4160810
US-A-4364915
US-A-4514379

(57) Настоящее изобретение относится к способу извлечения диоксида углерода из газа (G3), в частности настоящее изобретение относится к способу извлечения диоксида углерода с использованием нагреваемого технологическим газом (G1) ребойлера (A1) для удаления диоксида углерода в отпарном аппарате (A3).

020743
B1

020743
B1

020743

B1

Настоящее изобретение относится к способу извлечения диоксида углерода из газа, в частности настоящее изобретение относится к способу извлечения диоксида углерода с использованием нагреваемого технологическим газом ребойлера для извлечения диоксида углерода в отпарном аппарате.

Уровень техники

Диоксид углерода является хорошо известным газом, который присутствует в атмосфере. Он высвобождается в атмосферу в больших количествах путем процессов брожения, кальцинации известняка и всех форм процессов сгорания углерода и соединений углерода. В последние десятилетия возрастает внимание по отношению к указанному выбросу из-за экологической проблемы, обусловленной будущим изменением климата вследствие парникового эффекта. Поэтому в течение этих лет была выполнена большая работа для разработки способов удаления диоксида углерода из газообразных продуктов сгорания. Последующее извлечение диоксида углерода, если это возможно, может сделать такие способы экономически оправданными.

В уровне техники известны различные способы удаления газообразного компонента из газового потока. Особенно упоминают абсорбцию, за которой следует отпарка с различными модификациями, в качестве подходящих способов удаления компонентов из потоков газообразных отходов.

Хорошо известно, что даже незначительные оптимизации в широкомасштабных устройствах для извлечения диоксида углерода могут привести к существенному увеличению выхода и/или снижению производственных затрат. Существует множество путей оптимизации способа для того, чтобы достичь уменьшения расхода энергии во всем способе, таким образом достигая большой экономии. В широкомасштабном производственном оборудовании тепловую энергию газообразных продуктов сгорания часто используют не полностью, и она, таким образом, теряется. Оптимизирование использования этой тепловой энергии является одним способом уменьшения общего расхода энергии устройствами.

Целью настоящего изобретения является обеспечение более экономичного способа извлечения диоксида углерода из газа, содержащего CO₂.

Описание изобретения

Первый аспект настоящего изобретения относится к способу отпарки жидкости, содержащей абсорбент диоксида углерода и абсорбированный в нем диоксид углерода, в котором жидкость нагревают в ребойлере с помощью дымового газа, где температура дымового газа составляет от 130 до 600°C.

Было обнаружено, что тепло, содержащееся в дымовом газе, подходит для нагревания ребойлера, связанного с отпарной колонной в установке для извлечения диоксида углерода, и что существует достаточный перенос тепла для способа отпарки, когда температура дымового газа находится в заявленном диапазоне. Таким образом, обнаружено, что жидкость в отпарном аппарате нагревается до той же температуры при использовании дымового газа в ребойлере при температуре в пределах заявленного диапазона.

На промышленных предприятиях, где имеется один или более двигателей внутреннего сгорания для подачи мощности к данному производству, может быть целесообразным иметь действующую совместно установку для извлечения диоксида углерода, либо потому, что извлеченный диоксид углерода используют в производстве, таком как производство безалкогольных напитков, либо извлеченный диоксид углерода можно продать и, таким образом, он является источником дохода.

Таким образом, в предпочтительном в настоящее время воплощении настоящего изобретения по меньшей мере часть дымового газа, образующегося из одного или более двигателей внутреннего сгорания, после повторного кипячения жидкости используют в установке для извлечения диоксида углерода, в которой отпарной аппарат является функциональным блоком.

Извлечение диоксида углерода из дымового газа минимизирует количество отходов в виде диоксида углерода, выделяемых промышленным производством с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Более того, извлеченный диоксид углерода доступен на стадиях способа ниже по потоку, делая извлечение экономически оправданным. Дополнительно, извлеченный диоксид углерода можно сжигать и продавать как конечный продукт или использовать на производстве данного предприятия.

Второй аспект настоящего изобретения относится к способу извлечения диоксида углерода из дымового газа, включающему стадии:

- а) охлаждения газового потока G1 в ребойлере (A1) для обеспечения газового потока G2,
- б) приготовления газового потока G2 для обеспечения по меньшей мере части газового потока G3,
- в) абсорбции газового потока G3 в абсорбирующем агенте для обеспечения обогащенной диоксидом углерода жидкости L1 и обедненной диоксидом углерода газа G4,
- г) при необходимости, повышения давления и обмена теплом жидкости L1 для обеспечения обогащенной диоксидом углерода жидкости L2,
- д) отделения обогащенной диоксидом углерода жидкости L2 в отпарном аппарате (A3) для того, чтобы получить обогащенный диоксидом углерода газ G5 и обедненную диоксидом углерода жидкость L3',
- е) повторного кипячения обедненной диоксидом углерода жидкости L3' в ребойлере (A1) для того, чтобы получить газ G5', который дополнительно отделяют в отпарном аппарате (A3) для того, чтобы получить обедненную диоксидом углерода жидкость L3 и обогащенный диоксидом углерода газ G5.

В данном способе дымовой газ, подлежащий очистке, перед подачей в установку для извлечения диоксида углерода используют как поток теплого газа в ребойлере для повторного нагрева потока жидкости, из которой отгоняют диоксид углерода. Эта стадия способа повторного нагрева жидкости в соединении с отпарным аппаратом аналогична способу по п.1 формулы изобретения. В настоящем изобретении, по сравнению с предыдущим уровнем техники, тепловую энергию дымового газа, таким образом, используют дополнительно в способе извлечения диоксида углерода.

В принципе, в способе можно применять любой вид газа, содержащего диоксид углерода, кислород и азотные соединения. В предпочтительном воплощении, однако, подаваемый газ является дымовым газом.

Путем повторного нагрева обедненного диоксидом углерода абсорбента с помощью ребойлера, используя подачу дымового газа, возможно извлекать диоксид углерода, и в то же время использовать некоторое количество теплоты, содержащейся в дымовом газе, которая иначе была бы потеряна.

Размеры ребойлера проектируют так, чтобы температура поверхности ребойлера на стороне жидкости не превышала критическую температуру. Размеры зависят от потока дымового газа и температуры дымового газа.

В этом контексте критическую температуру определяют как температуру, при которой абсорбент начинает термически разлагаться. Например, в одном воплощении настоящего изобретения абсорбент может быть моноэтаноламином (МЭА), имеющим в этом контексте критическую температуру примерно 130-140°C. Соответственно, ребойлер в этом воплощении настоящего изобретения конструируют так, чтобы поверхностная температура со стороны жидкости ни в одной точке не превышала 130°C, и опять размеры зависят от потока и температуры дымового газа. Однако, если температура слишком высока, система труб для дымового газа должна была бы иметь диаметр, слишком большой для практического применения при сборке ребойлера в установке. Поэтому обнаружено, что верхний предел температуры дымового газа определяется сочетанием понижающей степени термического разложения абсорбента и имеющего применяемый на практике размер ребойлера.

С другой стороны, если температура на стороне жидкости не достигает оптимальной температуры, происходит недостаточный тепловой обмен и жидкость не испаряется в удовлетворительной степени, из-за чего не получают требуемого дополнительного извлечения диоксида углерода.

Отладка и размер надлежащего ребойлера, помимо прочего, зависят от объема потока дымового газа и используемого абсорбента и определяются компетентностью в уровне техники.

В предпочтительном в настоящее время воплощении любого из аспектов изобретения способ, например, перед стадией а) второго аспекта, дополнительно включает стадию подачи газообразного продукта сгорания G0 в средства для использования тепла, такие как паровой котел, для того, чтобы обеспечить газовый поток G1, причем G1 имеет температуру, которая ниже температуры G0.

Перед использованием в ребойлере, большую часть тепловой энергии газообразного продукта сгорания (то есть дымового газа) в этом воплощении используют предпочтительно в другом способе, напрямую не связанном со способом извлечения диоксида углерода. Дымовой газ G0 охлаждают для получения газа G1 путем использования тепла в указанном другом способе. В другом способе можно использовать, но не ограничиваясь этими устройствами, паровой котел, поршневой двигатель, абсорбционный холодильник, нагреватель с масляным теплоносителем или любое другое подходящее устройство, которое может извлекать выгоду из теплового обмена.

Обнаружено, что дымовой газ, имеющий температуру вплоть до приблизительно 130°C, подходит для завершения повторного кипячения жидкости в отпарном аппарате и, при необходимости, последующей подачи дымового газа в установку для извлечения диоксида углерода. Таким образом, избыток тепла выше 130°C можно использовать для других целей, например, при кондиционировании воздуха или в системе центрального отопления в близлежащих служебных помещениях, или в паровом котле для использования при стерилизации паром или в других подходящих системах, использующих тепло. Таким образом, в этом воплощении температура поступающего в ребойлер газа находится в нижнем диапазоне заявленного температурного диапазона.

В другом предпочтительном воплощении газ G0 является объединением отработанного газа по меньшей мере из двух двигателей внутреннего сгорания, таких как 2, 3, 4, 5 или более.

Когда поток подаваемого газа G0 представляет собой дымовой газ, происходящий по меньшей мере из двух двигателей внутреннего сгорания, отработанный газ указанных двигателей внутреннего сгорания соединяется в такой же извлекаемый поток ниже по потоку. Подачу потока отработанного газа по меньшей мере из двух двигателей внутреннего сгорания можно регулировать в зависимости от требования к дымовому газу в способе извлечения. Указанное соединение отработанных газов уменьшает требуемое количество технологического оборудования ниже по потоку для очистки отработанного газа, такого как устройство для разложения окислов азота для уменьшения содержания NOx в газе, и поэтому уменьшает общие производственные затраты установки.

Чертежи

Чертеж представляет собой иллюстрацию воплощения способа по настоящему изобретению, объединенного в одну технологическую линию извлечения диоксида углерода.

Подробное описание изобретения

Согласно настоящему изобретению, обогащенный диоксидом углерода поток является выходящим из блока потоком с наивысшим содержанием диоксида углерода, а обедненный поток является выходящим из блока потоком с самым низким содержанием диоксида углерода. Указанный поток представляет собой газ или жидкость. В описании, если не указано другое, все содержания даны в мас. %.

В описании и формуле изобретения термины дымовой газ, отработанный газ, подаваемый газ и газообразный продукт сгорания могут быть использованы взаимозаменяемо, имея одинаковое значение в контексте настоящего изобретения. Указанные газы являются газами, содержащими, по меньшей мере частично, диоксид углерода, причем такой газ дополнительно включает окислы азота, водяной пар, диоксид серы и летучие органические соединения (ЛОС).

Чертеж, приложенный к настоящему описанию, нужно понимать как часть большей установки. Все отличительные особенности и варианты каждого из описанных здесь воплощений равно применимы ко всем воплощениям.

Ссылаясь на чертеж, иллюстрируют одно воплощение настоящего изобретения, в котором диоксид углерода извлекают, по существу, в два приема. Сначала диоксид углерода отделяют от примесей путем абсорбции диоксида углерода из охлажденного подаваемого газа с помощью абсорбирующего агента. После этого отделения газа от жидкости диоксид углерода, абсорбированный в потоке жидкости, извлекают, подвергая указанный поток жидкости процедуре отпарки, с помощью которой отгоняют диоксид углерода, присутствующий в жидкости.

На первой стадии способа по настоящему изобретению (не показана) используют тепло в паровом котле с помощью подаваемого газообразного продукта сгорания G0, полученного, например, из поршневого двигателя, для того, чтобы обеспечить газовый поток G1.

Температура газового потока G1 равна температуре подаваемого газообразного продукта сгорания G0, или ниже ее. Когда температура G1 ниже температуры G0, тепло используют, например, в паровом котле, абсорбционном холодильнике и т.п. Такое использование тепла является экономичным способом использования тепла отработанного газа в способах, для которых требуется тепло, таких как пастеризация, стерилизация, охлаждение и т.п. В предпочтительном воплощении поток газообразного продукта сгорания охлаждают в течение подачи таким образом, чтобы температура G1 составляла от 130 до 450°C, предпочтительно от 130 до 200°C.

Тепловой обмен между газовым потоком G1 и жидким абсорбирующим агентом L3', содержащим диоксид углерода, происходит в ребойлере (A1) для обеспечения охлажденного потока G2 дымового газа и повторно нагретого газового потока G5', включающего абсорбент и диоксид углерода. Охлажденный газовый поток G2 можно дополнительно обработать, например, путем дополнительного теплового обмена, для того, чтобы получить газовый поток G3. В альтернативном воплощении по меньшей мере часть охлажденного газового потока G2 выпускают в виде отходящих газов.

Газовый поток G3, получающийся из G2, любого другого подходящего источника или их сочетания, подают в абсорбционную колонну (A2), в которой диоксид углерода газового потока поглощается жидким абсорбентом (не показан) для того, чтобы получить обогащенную диоксидом углерода жидкость L1. Указанный жидкий абсорбент, содержащий большую часть (которая составляет более 90%) диоксида углерода, поступает в абсорбционную колонну и обедненный диоксидом углерода газ G4 выходит из абсорбционной колонны.

Абсорбирующий агент, используемый для абсорбции газообразного диоксида углерода, может быть любым известным растворителем, способным поглощать диоксид углерода. Абсорбирующий агент может вызывать химическую или физическую абсорбцию. Абсорбент может быть раствором алканоламина, содержащего от 1 до 3 алканольных радикалов, причем каждый алканольный радикал содержит от 1 до 3 атомов углерода, и воды. Примерами алканоламинов являются моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА) и триэтаноламин (ТЭА), причем МЭА является предпочтительным.

Поток L1 жидкости с диоксидом углерода, выходящий из абсорбционной колонны (A2), нагревают с помощью теплового обмена для того, чтобы обеспечить нагретую обогащенную диоксидом углерода жидкость L2. Указанный обогащенный диоксидом углерода поток жидкости дополнительно обрабатывают в отпарной колонне для обеспечения обогащенного диоксидом углерода газа G5 и обедненной диоксидом углерода жидкости L3'.

Обедненную диоксидом углерода жидкость L3' повторно нагревают в ребойлере (A1) с помощью теплого газового потока G1, разделяя L3' на поток L3 обедненного диоксидом углерода жидкого абсорбента и обогащенный диоксидом углерода газовый поток G5¹. G5¹ повторно подают в отпарную колонну (A3) для увеличения общего выхода диоксида углерода.

Остатки абсорбента в газовом потоке G5 конденсируют с помощью конденсора и таким образом разделяют на обогащенный диоксидом углерода газовый поток G6 и поток L4 жидких остатков абсорбента. Указанный поток L4 жидких остатков абсорбента направляют рециклом в обогащенный диоксидом углерода жидкий поток L1.

Способ по изобретению можно использовать в любом способе извлечения диоксида углерода, таком как описан в WO 2008/086812, в котором способ извлечения диоксида углерода, аналогичный только

что описанному способу, включает дополнительную промежуточную стадию мгновенного испарения обедненной диоксидом углерода жидкости из абсорбционной колонны перед отпаркой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения диоксида углерода из газа, содержащего диоксид углерода, включающий стадии, на которых:

- а) охлаждают газовый поток G1 в ребойлере (A1), получая газовый поток G2,
- б) готовят газовый поток G2 для получения по меньшей мере части газового потока G3,
- в) абсорбируют газовый поток G3 в алканоламиновом абсорбирующем агенте для получения обогащенной диоксидом углерода жидкости L1 и обедненного диоксидом углерода газа G4,
- г) при необходимости, повышают давление и обменивают теплом жидкость L1 для получения обогащенной диоксидом углерода жидкости L2,

д) отделяют обогащенную диоксидом углерода жидкость L2 в отпарном аппарате (A3) для того, чтобы получить обогащенный диоксидом углерода газ G5 и обедненную диоксидом углерода жидкость L3',

е) кипятят обедненную диоксидом углерода жидкость L3' в ребойлере (A1) для того, чтобы получить газ G5', который дополнительно отделяют в отпарном аппарате (A3) для того, чтобы получить обедненную диоксидом углерода жидкость L3 и обогащенный диоксидом углерода газ G5, где обедненную диоксидом углерода жидкость (L3') кипятят, используя газовый поток G1, и обедненную диоксидом углерода жидкость L3 возвращают в абсорбер (A2); и

ж) где способ перед стадией а) включает стадию, на которой подают газообразный продукт сгорания G0 в устройство для использования тепла, например паровой котел, чтобы обеспечить газовый поток G1, причем G1 имеет температуру ниже температуры G0.

2. Способ по п.1, в котором газообразный продукт сгорания G0 представляет собой объединенный отработанный газ по меньшей мере из двух двигателей внутреннего сгорания.

3. Способ по п.1 или 2, в котором температура газового потока G1 составляет по меньшей мере 130°C, предпочтительно от 130 до 450°C, более предпочтительно от 130 до 200°C.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором алканоламиновый абсорбирующий агент стадии в) выбирают из моноэтаноламина (МЭА), диэтаноламина (ДЭА) и триэтаноламина (ТЭА).

