

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202392172** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.11.30

(51) Int. Cl. *B01D 53/62* (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.05.19

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИКАРБОНАТА АММОНИЯ В СИСТЕМЕ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ АММИАКА**

(31) 202210553353.9

(32) 2022.05.20

(33) CN

(86) PCT/CN2023/095168

(71) Заявитель:

**ЦЗЯННАНЬ ИНВАЙРОНМЕНТАЛ
ПРОТЕКШН ГРУП ИНК. (CN)**

(72) Изобретатель:

**Чжан Цзюнь, Ван Цзиньюн, Ци
Лифан, Ло Цзин (CN)**

(74) Представитель:

Воль О.И., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Предоставлена установка и способ получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака. Установка включает в себя зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа, зону образования бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения бикарбоната аммония, зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью поглощения диоксида углерода из технологического газа в результате многоступенчатой абсорбции, и зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа, где абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода добавляют в основном в зону абсорбции диоксида углерода. За счет зонального контроля за образованием бикарбоната аммония, абсорбцией CO₂ и удалением аммиака можно повысить эффективность декарбонизирующей абсорбции и уменьшить выброс аммиака. При этом диоксид углерода, содержащийся в дымовых газах, можно использовать для производства бикарбоната аммония в качестве азотного удобрения.

202392172

A1

A1

202392172

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИКАРБОНАТА АММОНИЯ В СИСТЕМЕ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ АММИАКА

Перекрестная ссылка на родственную заявку

Настоящая заявка испрашивает приоритет и преимущество заявки на патент Китая № 202210553353.9, поданной 20 мая 2022 г., раскрытие которой включено в настоящий документ ссылкой во всей ее полноте.

Область техники, к которой относится изобретение

Данная заявка относится к области защиты окружающей среды. В частности, данная заявка относится к способу и устройству для получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака.

Предшествующий уровень техники

В настоящее время эффективность очистки отработанных газов на различных промышленных предприятиях, как правило, низка, или же отработанные газы сбрасывают в атмосферу только после сероочистки и очистки от пыли, в результате чего в окружающую среду попадает большое количество парниковых газов, таких как CO_2 , что приводит к возникновению ряда экологических проблем, таких как ускорение глобального потепления климата. Поэтому одной из актуальных проблем для всех стран является поиск надежного и эффективного метода переработки газообразного CO_2 . Бикарбонат аммония представляет собой быстродействующее азотное удобрение, имеющее молекулярную формулу NH_4HCO_3 , легко растворимое в воде, легко разлагающееся, применимое для различных культур и на различных почвах. Одним из видов сырья для получения бикарбоната аммония является диоксид углерода. Переработка CO_2 , содержащегося в отработанных газах промышленных предприятий, в бикарбонат аммония позволяет не только снизить или устранить проблему прямого выброса CO_2 в атмосферу, но и получить удобрения на основе бикарбоната аммония.

В патентной заявке CN201010125082.4 раскрыт способ получения бикарбоната аммония для синтеза удобрений с использованием отработанного газообразного CO_2 . Использован способ получения бикарбоната аммония на основе противоточного контакта CO_2 -содержащего отработанного газа после очистки от пыли и сероочистки хвостового газа с концентрированной аммиачной водой, при этом газообразный аммиак в предыдущей процедуре рекуперировать через башню регенерации аммиака, а оставшийся хвостовой газ напрямую выбрасывают в атмосферу. В данном способе бикарбонат аммония можно получать в результате противоточного контакта между

концентрированной аммиачной водой и CO_2 -содержащим газом для абсорбции, но поскольку температура не снижается, зональный контроль за образованием бикарбоната аммония и абсорбцией CO_2 не осуществляется в принципе, эффективность абсорбции низкая, а выброс аммиака высокий.

Краткое описание изобретения

Чтобы преодолеть проблемы низкой эффективности абсорбции и значительного выброса аммиака, характерные для существующих систем декарбонизации на основе аммиака, и эффективно увеличить производство побочного продукта – бикарбоната аммония, авторами изобретения проведены подробные исследования. В результате было установлено, что высокая эффективность абсорбции и эффективный контроль выброса аммиака в процессе декарбонизации на основе аммиака, а также увеличение производства бикарбоната аммония могут быть достигнуты путем обеспечения нескольких функциональных зон и зонального контроля над образованием бикарбоната аммония, абсорбцией CO_2 и удалением аммиака. В соответствии с этим было создано данное изобретение.

Таким образом, целью настоящего изобретения является создание устройства для производства бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающее:

зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа;

зону образования бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения бикарбоната аммония;

зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода из технологического газа в результате многоступенчатой абсорбции; и

зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа;

при этом в зону абсорбции диоксида углерода в основном добавляют абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода.

Следующим объектом настоящего изобретения является способ получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающий:

поступление десульфуризованного технологического газа;

последовательное прохождение десульфуризованного технологического газа через зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа;

зону получения бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения

раствора/суспензии бикарбоната аммония;

многоступенчатую зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода в десульфуризованном технологическом газе; и

зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа;

при этом абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода в основном добавляют в зону абсорбции диоксида углерода.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой блок-схему устройства/способа в соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения.

На фиг. 1 ссылочные позиции имеют следующие обозначения: 1 - технологический газ; 2 - зона охлаждения; 3-циркуляционный насос охлаждения; 4 - теплообменник; 5 - зона получения бикарбоната аммония; 6 - коллектор жидкости; 7 - первая ступень зоны абсорбции двуокиси углерода; 8 - вторая ступень зоны зона абсорбции двуокиси углерода; 9 - циркуляционный насос зоны получения бикарбоната аммония; 10 - циркуляционный насос первой ступени зоны абсорбции диоксида углерода; 11 - циркуляционный насос второй ступени зоны абсорбции диоксида углерода; 12 - циркуляционный насос третьей ступени зоны абсорбции диоксида углерода; 13 - третья ступень зоны зона абсорбции диоксида углерода; 14 - секция водной промывки зоны удаления аммиака; 15 - декарбонизованный газ; 16 - циркуляционный насос водной промывки зоны удаления аммиака; 17 - кристаллизатор для бикарбоната аммония; 18 - сепаратор твердой и жидкой фаз; 19 - упаковочная машина; 20 - твердый бикарбонат аммония; 21 - рециркуляционный трубопровод для маточного раствора; 22 - аммиак; 23 - отводящий трубопровод для бикарбоната аммония; 24 - секция кислотной промывки зоны удаления аммиака; 25 - раствор сульфата аммония, поступающий после сероочистки на основе аммиака; 26 - раствор, возвращающийся на десульфуризацию на основе аммиака.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

В первом аспекте описано устройство для производства бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающее зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа, зону получения бикарбоната аммония, выполненную с возможностью образования бикарбоната аммония, зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода из технологического газа путем многоступенчатой абсорбции, и зону удаления

аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа, при этом абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода добавляют в основном в зону абсорбции диоксида углерода.

Используемое в данном документе выражение «абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода в основном добавляют в зону абсорбции диоксида углерода» означает, что в зону абсорбции диоксида углерода вводят более 60 мас.%, например, более 65 мас.%, например, более 80 мас.%, например, более 90 мас.%, например, более 98 мас.% или, например, 100 мас.% от общего количества абсорбирующего аммиака, используемого для удаления диоксида углерода в способе/устройстве по данному раскрытию, и/или подают диоксид углерода в поток, поступающий в зону абсорбции диоксида углерода.

В некоторых вариантах осуществления изобретения количество аммиака, добавляемого в зону получения бикарбоната аммония, меньше количества аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония, или же аммиак не добавляют в зону производства бикарбоната аммония.

В некоторых вариантах осуществления изобретения количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония, меньше, чем количество аммиака, добавляемого на другие ступени зоны абсорбции диоксида углерода, или же аммиак не добавляют на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода. Предпочтительно, чтобы количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония, составляло менее 20% от общего количества аммиака, добавляемого в процессе реализации данного способа.

В некоторых вариантах осуществления изобретения количество аммиака, добавляемого на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода, меньше, чем количество аммиака, добавляемое на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, или аммиак не добавляют на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода. Предпочтительно, чтобы количество аммиака, добавляемого на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода, составляло 80 мас.% или менее, например, 50 мас.% или менее, например, 30 мас.% или менее, от количества аммиака, добавляемого на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода.

В некоторых вариантах осуществления из бикарбоната аммония, образующегося в зоне получения бикарбоната аммония, в результате использования системы доочистки

образуется твердый бикарбонат аммония, а маточный раствор бикарбоната аммония возвращают на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония.

В некоторых вариантах осуществления зону охлаждения, зону получения бикарбоната аммония, зону абсорбции диоксида углерода и зону удаления аммиака можно объединить в одну или несколько башен, а между функциональными зонами разместить устройство/компонент, обеспечивающий прохождение газа.

Во втором аспекте раскрыт способ получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающий:

поступление десульфуризованного технологического газа,

последовательное направление десульфуризованного технологического газа через зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения десульфуризованного технологического газа;

зону получения бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения раствора/суспензии бикарбоната аммония;

многоступенчатую зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода из десульфуризованного технологического газа; и

зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа;

при этом абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода добавляют в основном в зону абсорбции диоксида углерода.

В некоторых вариантах воплощения данного способа количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония, меньше, чем количество аммиака, добавляемого на другую ступень (ступени) зоны абсорбции диоксида углерода, или же аммиак не добавляют на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода. Предпочтительно, чтобы количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония, составляло менее 20% от общего количества аммиака, добавляемого в процессе реализации способа.

В некоторых вариантах осуществления способа количество аммиака, добавляемого на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода, меньше, чем количество аммиака, добавляемого на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, или

же аммиак не добавляют на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода. Предпочтительно, чтобы количество аммиака, добавляемого на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода, составляло 80 мас.% или менее, например, 50 мас.% или менее, например, 30 мас.% или менее, от количества аммиака, добавляемого на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода.

В некоторых вариантах осуществления способа из бикарбоната аммония, образующегося в зоне получения бикарбоната аммония, в результате использования системы последующей обработки получают твердый бикарбонат аммония, а маточный раствор бикарбоната аммония возвращают на первую ступень зоны абсорбции, расположенную непосредственно следом за зоной получения бикарбоната аммония.

В некоторых вариантах осуществления способа в зоне охлаждения технологический газ охлаждают до температуры 10-30 градусов Цельсия.

В некоторых вариантах осуществления способа зона охлаждения снабжена по меньшей мере одним слоем распределителя циркулирующей жидкости.

В некоторых вариантах осуществления способа зона получения бикарбоната аммония снабжена по меньшей мере одним слоем распределителей газа и жидкости. Распределитель газа и жидкости можно выбрать из группы, состоящей из пузырьковых распределителей, распылительных распределителей жидкости и их комбинаций.

В некоторых вариантах осуществления способа зона абсорбции диоксида углерода снабжена по меньшей мере двумя или более слоями распределителя циркулирующей жидкости.

В некоторых вариантах осуществления способа зона удаления аммиака имеет по меньшей мере один слой распределителя циркулирующей жидкости. Циркулирующая жидкость, используемая в зоне удаления аммиака, предпочтительно представляет собой воду или кислый раствор.

В некоторых вариантах осуществления способа циркулирующая жидкость на последующей, относительно направления потока технологического газа, ступени зоны абсорбции диоксида углерода перетекает на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, а циркулирующая жидкость на первой ступени зоны абсорбции диоксида углерода перетекает в зону получения бикарбоната аммония.

Специалистам в данной области будет понятно, что в качестве среды отдельных циркулирующих жидкостей/распыляемых жидкостей в данном способе можно использовать воду.

Иллюстративный вариант осуществления устройства/способа в соответствии с

принципом раскрытия изобретения описан ниже со ссылкой на сопроводительные чертежи, которые являются частью раскрытия. CO₂-содержащий технологический газ 1 после десульфуризации на основе аммиака сначала поступает в зону охлаждения 2, где данный газ приводят в противоточный контакт с циркулирующей охлаждающей жидкостью, причем циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляют при помощи охлаждающего циркуляционного насоса 3 и охлаждают при помощи теплообменника 4.

Охлажденный газ поступает в зону 5 получения бикарбоната аммония, где газ приводят в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с образованием бикарбоната аммония, причем циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляют при помощи циркуляционного насоса 9. Технологический газ, выходящий из зоны 5 получения бикарбоната аммония, поступает на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода. Первая ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода отделена от зоны 5 получения бикарбоната аммония коллектором 6 жидкости, пропускающим газ, а циркулирующая жидкость на первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода поступает в зону 5 получения бикарбоната аммония.

На первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода газ приводят в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с образованием карбоната аммония или карбамата аммония, а циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляют при помощи циркуляционного насоса 10. Первая ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода отделена от второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода коллектором 6 жидкости, пропускающим газ, а циркулирующая жидкость на второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода поступает на первую ступень зоны абсорбции 7 диоксида углерода. Маточный раствор, полученный в результате разделения твердой и жидкой фаз в системе последующей обработки бикарбоната аммония, возвращают на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода.

После прохождения первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода газ поступает на вторую ступень зоны 8 абсорбции диоксида углерода, где газ приводят в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с последующим образованием карбоната аммония или карбамата аммония, а циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляют при помощи циркуляционного насоса 11.

После прохождения второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода газ поступает на третью ступень зоны 13 абсорбции диоксида углерода, где газ приводят в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с последующим образованием карбоната аммония или карбамата аммония, а циркуляцию

циркулирующей жидкости осуществляют при помощи циркуляционного насоса 12.

Аммиак 22 подают на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода и на вторую ступень зоны 8 абсорбции диоксида углерода по трубопроводу.

После прохождения третьей ступени зоны 13 абсорбции диоксида углерода газ поступает на дальнейшую обработку в зону 14 удаления аммиака с промывкой водой, а затем в зону 24 удаления аммиака с промывкой кислотой, где газ соответственно приводят в контакт с водой и кислым раствором сульфата аммония для поглощения свободного аммиака, а циркуляцию воды осуществляют при помощи циркуляционного насоса 16. Технологический газ 15 после удаления аммиака отводят, необязательно после дополнительной промывки водой.

Циркулирующую жидкость в зоне 5 получения бикарбоната аммония при помощи отводящего насоса 23 для бикарбоната аммония подают в кристаллизатор 17 для бикарбоната аммония, а затем направляют в сепаратор 18 твердой и жидкой фаз. Полученную твердую фазу направляют в упаковочную машину 19 для получения твердого бикарбоната аммония 20. Полученный маточный раствор возвращают на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода.

Пример 1

Для примера 1 использовали устройство, показанное на фиг. 1. CO₂-содержащий технологический газ 1 сначала поступал в зону 2 охлаждения, где технологический газ приводили в противоточный контакт с циркулирующей охлаждающей жидкостью, а циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляли при помощи охлаждающего циркуляционного насоса 3 и охлаждали при помощи теплообменника 4. Циркулирующая жидкость представляла собой воду, и в процессе циркуляции в нее попадали компоненты, увлекаемые технологическим газом, поэтому в циркулирующей жидкости содержались такие компоненты, как сульфат аммония – побочный продукт предыдущей десульфуризации на основе аммиака.

Охлажденный до 25°C газ поступал в зону 5 получения бикарбоната аммония, где технологический газ приводили в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для проведения реакции с образованием бикарбоната аммония, а циркуляцию жидкости осуществляли при помощи циркуляционного насоса 9. Технологический газ из зоны 5 получения бикарбоната аммония поступал на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода, которая была отделена от зоны 5 получения бикарбоната аммония коллектором 6 жидкости, пропускающим газ, а циркулирующая жидкость на первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода поступала в зону 5 образования бикарбоната аммония.

На первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода газ приводили в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с образованием карбоната аммония или карбамата аммония, а циркуляцию циркулирующей жидкости осуществляли при помощи циркуляционного насоса 10. Первая ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода была отделена от второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода коллектором 6 жидкости, пропускающим газ, а циркулирующая жидкость на второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода поступала на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода. Маточный раствор, полученный в результате разделения твердой и жидкой фаз в системе доочистки бикарбоната аммония, возвращали на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода.

После прохождения первой ступени зоны 7 абсорбции диоксида углерода газ поступал на вторую ступень зоны 8 абсорбции диоксида углерода, где газ приводили в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с последующим образованием карбоната аммония или карбамата аммония, при этом циркуляцию жидкости осуществляли при помощи циркуляционного насоса 11.

После прохождения второй ступени зоны 8 абсорбции диоксида углерода газ поступал на третью ступень зоны 13 абсорбции диоксида углерода, где газ приводили в противоточный контакт с циркулирующей жидкостью для осуществления реакции с последующим образованием карбоната аммония или карбамата аммония, при этом циркуляцию жидкости осуществляли при помощи циркуляционного насоса 12.

Аммиак 22 подавали на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода и вторую ступень зоны 8 абсорбции диоксида углерода по трубопроводу. Количество аммиака, подаваемого на первую ступень, составляло 10 мас.%, а на вторую ступень – 90 мас.%.

После прохождения третьей ступени зоны 13 абсорбции диоксида углерода газ поступал в зону 14 удаления аммиака с промывкой водой, а затем в зону 24 удаления аммиака с промывкой кислотой, где газ соответственно вводили в противоточный контакт с водой и раствором сульфата аммония для абсорбции свободного аммиака, а циркуляцию воды осуществляли при помощи циркуляционного насоса 16. Технологический газ 15 после удаления аммиака отводили. В зоне 14 удаления аммиака посредством промывки водой в качестве циркулирующей жидкости использовали воду, и в процессе циркуляции в нее попадали компоненты, увлекаемые технологическим газом, поэтому в циркулирующей жидкости содержались такие компоненты, как бикарбонат аммония – побочный продукт предыдущей декарбонизации на основе аммиака.

Циркулирующую жидкость в зоне 5 получения бикарбоната аммония закачивали в кристаллизатор 17 бикарбоната аммония при помощи отводящего насоса 23 для бикарбоната аммония, а затем она поступала в сепаратор 18 твердой и жидкой фаз. Полученную твердую фазу направляли в упаковочную машину 19 для получения твердого бикарбоната аммония 20. Полученный маточный раствор возвращали на первую ступень зоны 7 абсорбции диоксида углерода.

В качестве абсорбента при декарбонизации использовали 99,6% жидкий аммиак, а параметры технологического газа 1 приведены в следующей таблице:

Номер	Параметр	Значение
1	Расход газа, Нм ³ /ч	88500
2	Температура, °С	45
3	Содержание SO ₂ , мг/Нм ³	35
4	Содержание CO ₂ , об.% (объемные проценты)	12,0
5	Содержание NH ₃ , частей/млн	3

Параметры охлажденного дымового газа приведены в следующей таблице:

Номер	Параметр	Значение
1	Расход газа, Нм ³ /ч	78710
2	Температура, °С	18
3	Содержание SO ₂ , мг/Нм ³	35
4	Содержание CO ₂ , об.%	13,5
5	Содержание NH ₃ , частей/млн	3

Основные параметры после очистки на абсорбционной колонне декарбонизации приведены в следующей таблице:

Номер	Параметр	Значение
1	Расход газа на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, Нм ³ /ч	75333
2	Содержание CO ₂ на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, об.%	5,26
3	Содержание NH ₃ на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, частей/млн	1000
4	Эффективность декарбонизации, %	60
5	Количество побочного продукта - бикарбоната аммония, т/ч	22,5
6	99.6% расход жидкого аммиака, т/ч	4,86

Основные параметры после обработки в аммиачной промывочной башне приведены в следующей таблице:

Номер	Параметр	Значение
1	Расход газа на выходе из аммиачной промывочной башни, Нм ³ /ч	77754
2	Содержание СО ₂ на выходе из аммиачной промывочной башни, об. %	5,26
3	Содержание NH ₃ на выходе из аммиачной промывочной башни, частей/млн	10
4	Содержание SO ₂ на выходе из аммиачной промывочной башни, частей/млн	5

Сравнительный пример 1

По сравнению с примером 1 отличался только способ добавления аммиака. Аммиак подавали в зону получения бикарбоната аммония и на первую, и на вторую и на третью ступени зоны абсорбции диоксида углерода, причем количество аммиака, подаваемого на все четыре ступени, было эквивалентным.

Поскольку количество аммиака, подаваемого в зону получения бикарбоната аммония, достигало 25%, образование бикарбоната аммония в растворе было затруднено, и кристаллический бикарбонат аммония не был получен. Количество аммиака, подаваемого на третью ступень зоны абсорбции диоксида углерода, достигало 25%, что значительно увеличивало выброс аммиака из зоны абсорбции диоксида углерода (концентрация аммиака, попавшего в технологический газ после обработки в зоне абсорбции диоксида углерода, достигала 6000 частей/млн). Соответственно, последующие зоны удаления аммиака с промывкой водой 14 и промывкой кислотой 24 имели повышенную нагрузку по удалению аммиака.

Основные параметры газа после обработки декарбонизацией приведены в следующей таблице:

Номер	Параметр	Значение
1	Расход газа на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, Нм ³ /ч	77339
2	Содержание СО ₂ на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, об. %	8,11
3	Содержание NH ₃ на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, частей/млн	6000
4	Содержание SO ₂ на выходе из абсорбционной колонны декарбонизации, мг/Нм ³	5
5	Эффективность декарбонизации, %	40
6	Количество побочного продукта – бикарбоната аммония, т/ч	15,0
7	99,6% расход жидкого аммиака, т/ч	3,59

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка для получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающая:

зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа;

зону образования бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения бикарбоната аммония;

зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода из технологического газа в результате многоступенчатой абсорбции; и

зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа;

в которой абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода в основном добавляют в зону абсорбции диоксида углерода.

2. Установка по п. 1, имеющая по меньшей мере один из следующих признаков:

- количество аммиака, добавляемого в зону образования бикарбоната аммония, меньше количества аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, или же в зону образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак;

- количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, меньше количества аммиака, добавляемого на другую ступень (ступени) зоны абсорбции диоксида углерода, или же в зону образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак;

- предпочтительно, количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, составляет меньше 20% от общего количества добавляемого аммиака, а

- количество аммиака, добавляемого на последней ступени зоны абсорбции диоксида углерода, меньше количества аммиака, добавляемого на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, или же на последней ступени зоны образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак.

3. Установка по п. 1, в которой из бикарбоната аммония, образующегося в зоне образования бикарбоната аммония, в результате использования системы последующей обработки производят твердый бикарбонат аммония, а маточный раствор бикарбоната

аммония возвращают на первую ступень зоны абсорбции, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония.

4. Установка по п. 1, в котором зона охлаждения, зона образования бикарбоната аммония, зона абсорбции диоксида углерода и зона удаления аммиака объединены в одну или несколько башен, а между функциональными зонами расположено устройство/компонент, обеспечивающий прохождение газа.

5. Способ получения бикарбоната аммония в системе декарбонизации на основе аммиака, включающий:

поступление десульфурлизованного технологического газа;

последовательное прохождение десульфурлизованного технологического газа через зону охлаждения, выполненную с возможностью охлаждения технологического газа; зону получения бикарбоната аммония, выполненную с возможностью получения раствора/суспензии бикарбоната аммония; многоступенчатую зону абсорбции диоксида углерода, выполненную с возможностью абсорбции диоксида углерода из десульфурлизованного технологического газа; и зону удаления аммиака, выполненную с возможностью удаления аммиака из декарбонизованного технологического газа;

при этом абсорбирующий аммиак для удаления диоксида углерода в основном добавляют в зону абсорбции диоксида углерода.

6. Способ по п. 5, имеющий по меньшей мере один из следующих признаков:

- количество аммиака, добавляемого в зону образования бикарбоната аммония, меньше количества аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, или же в зону образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак;

- количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, меньше количества аммиака, добавляемого на другую ступень (ступени) зоны абсорбции диоксида углерода, или же в зону образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак,

предпочтительно, количество аммиака, добавляемого на первую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония, составляет меньше 20% от общего количества добавляемого аммиака, и

- количество аммиака, добавляемого на последнюю ступень зоны абсорбции диоксида углерода, меньше количества аммиака, добавляемого на предыдущую ступень

зоны абсорбции диоксида углерода, или же на последней ступени зоны образования бикарбоната аммония не добавляют аммиак.

7. Способ по п. 5, дополнительно включающий поступление бикарбоната аммония, образующегося в зоне образования бикарбоната аммония, в систему дополнительной обработки для получения твердого бикарбоната аммония, и

возвращение образующегося маточного раствора бикарбоната аммония на первую ступень зоны абсорбции, расположенную непосредственно следом за зоной образования бикарбоната аммония.

8. Способ по п. 5, имеющий по меньшей мере один из следующих признаков:

- в зоне охлаждения технологический газ охлаждают до температуры 10-30°C;
- зона охлаждения снабжена по меньшей мере одним слоем распределителя циркулирующей жидкости;

- зона образования бикарбоната аммония снабжена по меньшей мере одним слоем распределителя газа и жидкости, при этом распределитель газа и жидкости предпочтительно выбирают из группы, состоящей из пузырьковых распределителей, распылительных распределителей жидкости и их комбинаций;

- зона поглощения диоксида углерода снабжена по меньшей мере одним слоем распределителя циркулирующей жидкости;

- зона удаления аммиака снабжена по меньшей мере одним слоем распределителя циркулирующей жидкости.

9. Способ по п. 5, в котором циркулирующая жидкость на последующей, относительно направления потока технологического газа, ступени зоны абсорбции диоксида углерода поступает на предыдущую ступень зоны абсорбции диоксида углерода, а циркулирующая жидкость на первой ступени зоны абсорбции диоксида углерода поступает в зону образования бикарбоната аммония.

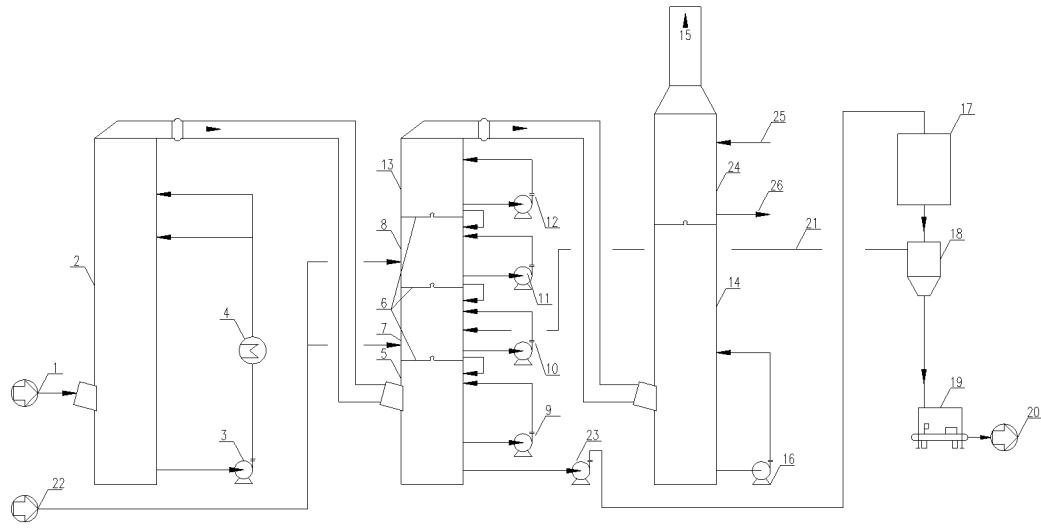


Figure 1

专利合作条约

PCT

国际检索报告

(PCT第18条和细则43和44)

申请人或代理人的档案号 IEC226023PCT		关于后续行为 见PCT/ISA/220表和适用时，见下面第5项	
国际申请号 PCT/CN2023/095168	国际申请日 (年/月/日) 2023年5月19日	(最早的)优先权日 (年/月/日) 2022年5月20日	
申请人 江南环保集团股份有限公司 等			

按照条约第18条，本国际检索报告由本国际检索单位做出并送交申请人。报告副本送交国际局。

本国际检索报告总计 4 页。

它还附有本报告所引用的各现有技术文件的副本。

1. 报告的基础

a. 关于语言，进行国际检索基于：

国际申请提交时使用的语言。

该国际申请的____语言译文，为了国际检索的目的提供该种语言的译文(细则12.3(a)和23.1(b))。

b. 本国际检索报告考虑了本单位许可或被通知的根据细则91所做出的**明显错误更正**(细则43.6之二(a))。

c. 关于国际申请中公开的任何**核苷酸和/或氨基酸序列**，见第I栏。

2. 某些权利要求被认为是不能检索的(见第II栏)。

3. 缺乏发明的单一性(见第III栏)。

4. 关于发明名称，

同意申请人提出的发明名称。

发明名称由本单位确定如下：

5. 关于摘要，

同意申请人提出的摘要。

根据细则38.2(b)，摘要由本单位制定，如第IV栏中所示。自本国际检索报告发文日起一个月内，申请人可以向本单位提出意见。

6. 关于附图，

a. 随摘要一起公布的附图是：1

按照申请人建议的。

由本单位选择的，因为申请人没有建议一幅图。

由本单位选择的，因为该图能更好地表示发明的特征。

b. 没有与摘要一起公布的附图

第IV栏

摘要正文(续第1页第5项)

本申请公开了一种氨法脱碳系统生产碳酸氢铵的装置和方法。该装置包括冷却功能区、碳酸氢铵生成区、二氧化碳吸收区、除氨功能区，其中冷却功能区用于冷却工艺气体，碳酸氢铵生成区用于碳酸氢铵生成，二氧化碳吸收区用于吸收工艺气体中的二氧化碳，采用多级吸收，除氨功能区用于除去脱碳后工艺气体中的氨，其中用于脱除二氧化碳的吸收剂氨主要从二氧化碳吸收区加入。通过对碳酸氢铵生成、CO₂吸收、除氨进行分区控制，提高脱碳吸收效率，减少氨逃逸，同时可以利用烟气中的二氧化碳生产可用作氮肥的碳酸氢铵。

<p>A. 主题的分类</p> <p>B01D53/62(2006.01)i; B01D53/78(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: B01D</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS、CNTXT、CNKI、ENTXTC、WPABSC、VEN、VCN、ENTXT: 江南环保集团股份有限公司, 江苏新世纪江南环保股份有限公司, 张军, 王金勇, 祁丽昉, 罗静, 二氧化碳, CO2, 碳酸氢, NH4HCO3, 冷却, 降温, 温度, 除氨, 氨, 逃逸, 回收, 水洗, NH3, 多段, 分区, 多级, carbon dioxide, ammonium bicarbonate, cooling, temperature, ammonia, removal, recovery, water, wash, multiple, stage, layer, area</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 114870599 A (江苏新世纪江南环保股份有限公司 等) 2022年8月9日 (2022 - 08 - 09) 说明书第5-48段, 图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 101909720 A (阿尔斯托姆科技有限公司) 2010年12月8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第21-60段, 全部附图</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102218261 A (清华大学) 2011年10月19日 (2011 - 10 - 19) 说明书第5-46段, 图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2014050651 A1 (XU JINGYAO 等) 2014年2月20日 (2014 - 02 - 20) 说明书第6-42段, 图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015005564 A1 (UOP LLC) 2015年1月1日 (2015 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 114870599 A (江苏新世纪江南环保股份有限公司 等) 2022年8月9日 (2022 - 08 - 09) 说明书第5-48段, 图1	1-9	X	CN 101909720 A (阿尔斯托姆科技有限公司) 2010年12月8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第21-60段, 全部附图	1-9	X	CN 102218261 A (清华大学) 2011年10月19日 (2011 - 10 - 19) 说明书第5-46段, 图1	1-9	X	US 2014050651 A1 (XU JINGYAO 等) 2014年2月20日 (2014 - 02 - 20) 说明书第6-42段, 图1	1-9	A	US 2015005564 A1 (UOP LLC) 2015年1月1日 (2015 - 01 - 01) 全文	1-9
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 114870599 A (江苏新世纪江南环保股份有限公司 等) 2022年8月9日 (2022 - 08 - 09) 说明书第5-48段, 图1	1-9																		
X	CN 101909720 A (阿尔斯托姆科技有限公司) 2010年12月8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第21-60段, 全部附图	1-9																		
X	CN 102218261 A (清华大学) 2011年10月19日 (2011 - 10 - 19) 说明书第5-46段, 图1	1-9																		
X	US 2014050651 A1 (XU JINGYAO 等) 2014年2月20日 (2014 - 02 - 20) 说明书第6-42段, 图1	1-9																		
A	US 2015005564 A1 (UOP LLC) 2015年1月1日 (2015 - 01 - 01) 全文	1-9																		
国际检索实际完成的日期	2023年8月16日	国际检索报告邮寄日期	2023年8月24日																	
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	蒋薇 电话号码 (+86) 020-28950634																	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/095168

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	114870599	A	2022年8月9日	无			
CN	101909720	A	2010年12月8日	ZA	201002803	B	2011年7月27日
				EP	2203240	A1	2010年7月7日
				EP	2203240	B1	2012年8月8日
				RU	2010120716	A	2011年11月27日
				DK	2203240	T3	2012年10月29日
				PL	2203240	T3	2012年12月31日
				AU	2008316968	A1	2009年4月30日
				AU	2008316968	B2	2011年12月22日
				WO	2009055419	A1	2009年4月30日
				CA	2703208	A1	2009年4月30日
				CA	2703208	C	2013年2月19日
				KR	20100072359	A	2010年6月30日
				KR	101216579	B1	2012年12月31日
				US	2009101012	A1	2009年4月23日
				US	8182577	B2	2012年5月22日
				JP	2011500326	A	2011年1月6日
				MX	2010004301	A	2010年5月20日
				IL	205191	A0	2010年12月30日
				IL	205191	A	2013年10月31日
				CN	101909720	B	2014年6月25日
				IN	201003336	P1	2010年10月22日
				MX	305237	B	2012年11月13日
				BR	PI0819214	A2	2015年5月5日
CN	102218261	A	2011年10月19日	CN	102218261	B	2013年9月4日
US	2014050651	A1	2014年2月20日	WO	2012109964	A1	2012年8月23日
				US	8858905	B2	2014年10月14日
				CN	102120137	A	2011年7月13日
				CN	102120137	B	2012年12月26日
US	2015005564	A1	2015年1月1日	WO	2014209611	A1	2014年12月31日
				US	9334455	B2	2016年5月10日