

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036691**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.12.08**

(21) Номер заявки  
**201890138**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.06.29**

(51) Int. Cl. **B01D 53/82** (2006.01)  
**B01D 53/83** (2006.01)  
**B01D 53/56** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ И АППАРАТ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА ИЗ ПОТОКОВ ГАЗОВ**

---

(31) **201510393991.9**

(32) **2015.07.02**

(33) **CN**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/CN2016/087622**

(87) **WO 2017/000879 2017.01.05**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**ХУАН ЛИВЭЙ (CN)**

(74) Представитель:

**Носырева Е.Л. (RU)**

(56) CN-A-104353347  
CN-A-105536500  
CN-A-105536503  
CN-A-105413448  
CN-A-105664709  
CN-A-101641144  
CN-A-105170177  
US-A-5382418  
TW-A-200531735

---

(57) Способ и аппарат для удаления оксидов азота из потоков газа, предусматривающие введение подлежащего обработке потока газа в газотвердофазную реакционную колонну и одновременное введение твердых частиц хлорида железа в газотвердофазную реакционную колонну. Оксиды азота в потоках газа подвергаются реакции химической абсорбции в системе газ-твердая фаза с твердыми частицами хлорида железа с образованием твердых продуктов, которые удаляются, за счет чего осуществляется очистка газа.

**В1**

**036691**

**036691**

**В1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Изобретение относится к способу и устройству для удаления оксидов азота из потоков газов и относится к области техники контроля загрязнения воздуха и связанной с ней охраной окружающей среды.

### **Уровень техники**

В процессе деятельности человека образуется значительное количество оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), включающих главным образом  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , 90% которых образуется в результате сжигания ископаемого топлива, а второе место по объему занимают технологические процессы производства азотной кислоты, реакции нитрификации в химической и фармацевтической промышленности, процессы обработки поверхности металлов и полупроводников.  $\text{NO}_x$  оказывает токсическое воздействие на человека, при этом выброс большого количества оксидов азота является одной из основных причин атмосферного фотохимического тумана и кислотных дождей. Согласно статистическим данным ежегодного официального отчета о состоянии окружающей среды Китая (2010) было показано, что вклад оксидов азота в образование кислотных дождей в городах Китая постоянно увеличивается в ряде регионов. Таким образом, были разработаны более строгие законы и нормативные акты относительно выбросов оксидов азота, в частности выбросов из теплоэлектростанций и других процессов сжигания ископаемого топлива. Обычно концентрация оксидов азота в дымовых газах, образующихся в результате сжигания ископаемого топлива, как, например, на тепловых электростанциях, составляет от приблизительно нескольких сотен до нескольких тысяч частей на миллион (ppm), 95% из которых составляет оксид азота ( $\text{NO}$ ). В настоящее время одним из основных способов удаления  $\text{NO}_x$  из дымового газа является избирательное каталитическое восстановление (SCR). Но катализатор осуществляет свою функцию при строгих требованиях к условиям эксплуатации, при этом аммиак требуется в качестве восстанавливающего средства. Содержащиеся в дымовых газах сульфиды и порошковая пыль оказывают значительное влияние на срок эксплуатации катализатора. В частности, эксплуатация тепловых электростанций, работающих за счет сжигания каменного угля, делает очень высокой себестоимость эксплуатации системы SCR. Основным способом очистки источника загрязнения при низких температурах является мокрый способ, при котором используют различные жидкости для абсорбции  $\text{NO}_x$  из потока газа. Существует два типа удаления  $\text{NO}_x$ : окислительная абсорбция и восстановительная абсорбция. При окислительном способе в качестве окислителя применяют пероксид водорода, гипохлорит натрия и перманганат калия. При восстановительном способе в качестве восстанавливающего средства применяют сульфит натрия, сульфид натрия и мочевины. Однако, если дымовой газ содержит значительно больше оксида азота, из-за низкой растворимости оксида азота в растворах эффективность удаления является низкой, а эксплуатационные затраты чересчур высокими по причине использования реагентов с высокой себестоимостью. Таким образом, существует необходимость в новой технологии очистки от оксидов азота.

### **Краткое описание изобретения**

Схема технологического процесса, используемого в настоящем изобретении, предусматривает следующие стадии: способ удаления оксидов азота из потока газа, характеризующийся тем, что подлежащий обработке поток газа вводят в газотвердофазную реакционную колонну, и одновременно в газотвердофазную реакционную колонну добавляют твердые частицы хлорида железа, а затем в газотвердофазной реакционной колонне оксиды азота абсорбируются из потока газа частицами хлорида железа в результате реакции газ-твердая фаза между оксидами азота и хлоридом железа с образованием твердых продуктов, в результате чего достигается очистка газа.

Оксиды азота включают оксид азота и диоксид азота, в основном оксид азота. Твердые продукты газотвердофазной реакции абсорбции между оксидами азота и хлоридом железа включают комплексные соединения хлорида железа и оксидов азота или соответствующих солей.

Соответственно, отработанные газы главным образом включают содержащие оксид азота дымовые газы, образующиеся в результате сжигания ископаемого топлива при процессах производства тепловой электроэнергии и процессах плавления, а также при других соответствующих процессах или других промышленных процессах. Обычно концентрация оксидов азота в дымовом газе, образующемся в результате сжигания топлива, составляет менее 1 об.%, но при этом концентрация оксидов азота в других промышленных отработанных газах может быть более 1 об.%

Газотвердофазная реакционная колонна в виде газотвердофазного реактора прямого цикла может быть использована в качестве реактора с неподвижным слоем, подвижным слоем, кипящим слоем, псевдоожиженным слоем, циркулирующим псевдоожиженным слоем, обычно применяемых в химических процессах, а при этом поток газа и твердых частиц можно распределить в виде захватывающего потока, встречного потока, перекрестного потока и других видов потока. Эффект от использования описанных выше распределений приблизительно одинаковый. Относительно более подробной схемы реактора смотрите руководства к соответствующему оборудованию для проведения химических реакций.

В случае использования реакционной колонны с циркулирующим псевдоожиженным слоем в качестве газотвердофазного реактора нижняя часть колонны оснащена впускным отверстием для газа для введения потока газа, подлежащего обработке, а средняя часть колонны оснащена впускным каналом для внесения в колонну твердых частиц хлорида железа. Добавление твердых частиц хлорида железа можно осуществлять путем механической или пневматической системы подачи, обладающих при этом практи-

чески одинаковой производительностью. Распределитель потока газа размещен над впускным отверстием для газа в колонне, а в верхней части колонны установлена труба, которая соединяется с газотвердофазным сепаратором. Очищенный газ отводится из верхней части газотвердофазного сепаратора, при этом твердые частицы отводятся из нижней части газотвердофазного сепаратора. Часть твердых частиц можно возвращать обратно в реакционную колонну с тем, чтобы не вступившие в реакцию частицы хлорида железа повторно вступали в реакцию, при этом доля твердых частиц, возвращаемая в колонну, может варьировать в диапазоне от 0 до 100%.

Температура реакции в газотвердофазной реакционной колонне обычно варьирует в диапазоне от 35 до 95°C, причем при отрицательном давлении температура может быть соответственно более низкой, а при более высоком давлении в колонне температура может быть более высокой. Предпочтительно температура варьирует в диапазоне составляет от 40 до 75°C. Если твердые частицы хлорида железа предварительно нагреть до 40°C или выше (в диапазоне от 50 до 95°C), а затем добавлять их в газотвердофазную реакционную колонну, то температура газового потока, вводимого в реакционную колонну, может быть ниже 35°C. Это происходит вследствие того, что хлорид железа активируется путем предварительного нагревания, поэтому температура газотвердофазной реакции между оксидами азота и хлоридом железа может соответственно снижаться. Газотвердофазная реакция хлорида железа и оксидов азота представляет собой экзотермическую реакцию. При газотвердофазной реакции время контакта в реакторе обычно составляет от 0,5 до 100 с. При этом удаление NO<sub>x</sub> повышается с увеличением времени контакта при газотвердофазной реакции и предпочтительно составляет от 1 до 25 с.

Стехиометрическое соотношение реакции хлорида железа и оксидов азота может быть принято за 1. При осуществляемом технологическом процессе количество хлорида железа, добавляемого в колонну, можно определить в соответствии с типом реакционной колонны, размером частиц хлорида железа, температурой потока газа, временем выдерживания газа, предварительно определенным коэффициентом конверсии и другими технологическими параметрами. В случае газотвердофазной реакционной колонны с циркулирующим псевдоожиженным слоем молярное соотношение хлорида железа и оксида азота обычно составляет 0,5-100. Чем больше молярное соотношение, тем более высокая степень удаления NO<sub>x</sub>. Предпочтительно молярное соотношение составляет 5-30 в зависимости от конкретных технологических условий. Для неподвижного слоя, подвижного слоя, кипящего слоя и псевдоожиженного слоя особые требования в отношении молярного соотношения хлорида железа отсутствуют.

Твердые частицы хлорида железа обычно представляют собой порошкообразный продукт, и он может представлять собой коммерческий продукт. Средний размер частиц коммерческого продукта обычно составляет от 0,01 до 1 мм, при этом предпочтительными являются частицы маленького размера. Для повышения эффективности газотвердофазной реакции в реакционной колонне смесь кварцевого песка, керамического или цеолитового и других сыпучих наполнителей, а также порошка хлорида железа можно также использовать в определенной пропорции в газотвердофазной реакционной колонне. Размер частиц данных сыпучих наполнителей обычно составляет от 0,01 до 10 мм, при этом коэффициент смешиваемости составляет не более 99 об.%. Коэффициент смешиваемости можно определить в соответствии с типом реакционной колонны и технологическими параметрами. Коэффициент смешиваемости в реакционной колонне с псевдоожиженным слоем может составлять в некоторых примерах 5-30%, а в реакционной колонне с неподвижным слоем коэффициент смешиваемости может быть выше, предпочтительно 30-60%. Например, эффективность реакции хлорида железа и оксидов азота может быть улучшена на более чем 20%, если в газотвердофазной реакционной колонне с неподвижным слоем смешано 50% смеси (по объему) кварцевого песка с размером частиц от приблизительно 2 до 5 мм. Присутствие кислорода и влаги в потоке газа оказывает незначительный эффект на удаление оксидов азота и в процессе реакции может образовываться небольшое количество хлористоводородного газа, который может быть удален с помощью абсорбции жидкости или абсорбции твердой фазы.

Абсорбированные оксиды азота в твердом продукте после реакции могут высвободиться в результате нагревания, и при нормальном давлении температура нагревания обычно составляет 105°C или выше, предпочтительно от 150 до 250°C при нормальном давлении, и при отрицательном давлении может быть более низкой. При нагревании твердого продукта до 300°C или выше в присутствии кислорода может быть получен побочный продукт в виде оксида железа. Десорбированные оксиды железа можно использовать для получения азотной кислоты. Твердые продукты также могут быть использованы для растворения в растворителе, таком как вода, с высвобождением абсорбированного оксида азота, и кроме того, может быть извлечен побочный продукт в виде оксида железа. Твердые продукты также могут быть использованы для регенерации хлорида железа, и его можно подвергнуть рециклу в качестве химического сорбента.

По сравнению с предшествующим уровнем техники настоящее изобретение характеризуется преимуществами, которые заключаются в том, что при использовании хлорида железа в качестве твердого сорбента происходит реакция с оксидами азота в потоке газа при определенном температурном диапазоне с образованием твердого продукта, за счет чего достигается цель очистки газа. Твердый продукт может быть дополнительно обработан с получением побочных продуктов, таких как азотная кислота или оксид железа, после высвобождения абсорбированных оксидов азота.

### Краткое описание графических материалов

Фиг. 1 представляет собой схематическое структурное представление аппарата, представляющего собой газотвердофазную реакционную колонну согласно примеру 1-3 настоящего изобретения;

на фиг. 2 приведено схематическое структурное изображение аппарата, представляющего собой газотвердофазную реакционную колонну в соответствии с примером 4-5 по настоящему изобретению;

на фиг. 3 - схематическое структурное изображение аппарата, представляющего собой газотвердофазную реакционную колонну согласно примеру 6 по настоящему изобретению.

### Описание обозначений на фигурах

1 - Впускное отверстие для газа; 2 - распределитель потока газа; 3 - впускное отверстие для твердых частиц; 4 - корпус колонны; 5 - соединяющая труба; 6 - выпускное отверстие для газа; 7 - газотвердофазный сепаратор; 8 - возвратный канал для твердых частиц; 9 - выпускной канал для твердых частиц; 10 - смотровое отверстие; 11 - нижний выпускной канал для твердых частиц; 12 - газотвердофазная реакционная зона; 13 - зона извлечения твердых частиц; 14 - слой наполнителя, представляющего собой хлорид железа.

### Подробное описание

Аппарат для удаления оксидов азота из потока газа показан на фиг. 1. Аппарат содержит корпус 4 колонны, а нижняя часть корпуса 4 колонны оснащена впускным отверстием 1 для газа для потока газа. Распределитель потока 2 газа смонтирован над расположенным ниже впускным отверстием для газа корпуса 4 колонны, а средняя часть колонны оснащена впускным отверстием 3 для твердых частиц. Верхняя часть колонны 4 оснащена соединяющей трубой 5, которая подсоединена к газотвердофазному сепаратору 7, при этом верхняя часть газотвердофазного сепаратора 7 оснащена выпускным отверстием 6 для газа, а нижняя часть газотвердофазного сепаратора 7 оснащена выпускным каналом 9 для твердых частиц, при этом возвратный канал 8 для твердых частиц соединяется с корпусом 4 колонны, а нижняя часть и нижняя часть корпуса 4 колонны оснащены смотровым отверстием 10 и нижним выпускным каналом 11 для твердых частиц соответственно.

В соответствии с аппаратом для удаления оксидов азота из потока газа, изображенного на фиг. 1, процесс обработки осуществляют путем введения потока газа из впускного отверстия 1 для газа в корпус 4 колонны через распределитель 2 потока газа, а также твердого порошка хлорида железа в корпус 4 колонны через впускное отверстие 3 для твердых частиц. При смешивании газа и твердых частиц в колонне происходит газотвердофазная химическая реакция абсорбции, и  $\text{NO}_x$  в потоке газа абсорбируется твердыми частицами хлорида железа, а затем смесь газа и твердых продуктов поступает в газотвердофазный сепаратор 7 через соединяющую трубу 5 в верхней части колонны для газотвердофазной сепарации, а потом очищенный поток газа выпускают из выпускного отверстия 6 для газа, а часть твердых частиц, не вступивших в реакцию, которые выходят из газотвердофазного сепаратора 7, можно подать обратно в корпус 4 колонны через возвратный канал 8 для твердых частиц для повторного участия в газотвердофазной реакции, при этом остаток твердых продуктов можно выпустить через выпускной канал 9 для твердых частиц. Нижний выпускной канал 11 для твердых частиц также предусмотрен для выпуска избытка твердых частиц в колонне.

Пример 1. На фиг. 1 показан аппарат, представляющий собой газотвердофазную реакционную колонну с циркулирующим псевдооживленным слоем, для удаления оксидов азота из потока газа. Размеры газотвердофазной реакционной колонны с циркулирующим псевдооживленным слоем составляют  $\varnothing 60 \text{ мм} \times 2500 \text{ мм}$ , при этом она изготовлена из нержавеющей стали 316L. Поток газа состоит из кислорода в количестве приблизительно 8 об.%, влаги в количестве приблизительно 10 об.%, оксидов азота (которые содержат приблизительно 95% NO) в количестве 500 ppm (частей на миллион), при этом остаток - это газообразный азот.

Используемый твердый реагент хлорида железа представляет собой технический порошок (содержание  $\geq 98\%$ ) со средним размером частиц, составляющим приблизительно 0,1 мм. Температуры потока газа, вводимого в колонку, доводят до 35, 45, 65, 80 и 95°C соответственно. Расход потока газа составляет приблизительно 5 м<sup>3</sup>/ч, а время контакта газа и твердой фазы в реакционной колонне составляет от приблизительно 0,5 до 5 с. Молярное соотношение оксидов азота и хлорида железа составляет приблизительно 1:15, при этом твердый порошок отвешивают и подают с помощью шнековой системы. Твердые частицы после реакции не поступают назад в колонну после газотвердофазной сепарации с помощью газотвердофазного сепаратора (с использованием циклонного сепаратора). Результаты эксперимента показаны в табл. 1.

Таблица 1. Удаление оксидов азота

Показатели Температура	Концентрация NO <sub>x</sub> на входе (ppm)	Концентрация NO <sub>x</sub> на выходе (ppm)
35°C	500	410
45°C	500	51
65°C	500	45
80°C	500	91
95°C	500	320

Пример 2. Концентрация NO в потоке газа составляет 500 ppm, при этом температура потока газа составляет 40°C, 55°C и 75°C соответственно, а молярное соотношение оксида азота и хлорида железа составляет 1:30. Другие технологические условия аналогичны примеру 1. Результаты экспериментов показаны в табл. 2.

Таблица 2. Удаление оксида азота

Показатели Температура	Концентрация NO на входе (ppm)	Концентрация NO на выходе (ppm)
40°C	500	58
55°C	500	46
75°C	500	79

Пример 3. Смесь 20 об.% кварцевого песка со средним размером частиц приблизительно 1 мм смешивали с порошком хлорида железа, при этом молярное соотношение оксидов азота и хлорида железа составляет приблизительно 1:10, а температура потока газа составляет 40, 55 и 75°C соответственно. Другие условия аналогичны примеру 1. Результаты экспериментов показаны в табл. 3.

Таблица 3. Удаление оксидов азота

Показатели Температура	Концентрация NO <sub>x</sub> на входе (ppm)	Концентрация NO <sub>x</sub> на выходе (ppm)
40°C	500	41
55°C	500	33
75°C	500	65

Пример 4. На фиг. 2 показан аппарат, представляющий собой газотвердофазную реакционную колонну со встречным потоком и подвижным слоем, для удаления оксидов азота из потока газа.

Установка содержит корпус 4 колонны, при этом нижняя часть корпуса 4 колонны оснащена впускным отверстием 1 для газа, а верхняя часть оснащена впускным отверстием 3 для твердых частиц и выпускным отверстием 6 для газа, причем нижняя часть оснащена выпускным каналом 9 для твердых частиц. Впускное отверстие 1 для газа сообщено со впускным отверстием 6 для газа через газотвердофазную реакционную зону 12, а впускное отверстие 3 для твердых частиц сообщено со впускным каналом 9 для твердых частиц через газотвердофазную реакционную зону 12 и зону 13 извлечения твердых частиц, размещенных последовательно в корпусе 4 колонны.

Корпус колонны имеет диаметр  $\varnothing$  60 мм, высоту 1500 мм, при этом он выполнен из нержавеющей стали 316L. Эффективная высота газотвердофазной реакционной зоны составляет приблизительно 1000 мм. Газ-носитель представляет собой воздух с относительной влажностью в приблизительно 70%, при этом концентрация оксида азота в потоке газа составляет 500 ppm. Твердый сорбент в виде хлорида железа, используемого в эксперименте, представляет собой технический порошок (содержание  $\geq 98\%$ ) со средним размером частиц, составляющим приблизительно 0,1 мм. Температуры потока газа, который вводят в колонну, составляют 40, 55 и 75°C соответственно, причем средний расход потока газа составляет приблизительно 1 м<sup>3</sup>/ч, а время контакта между газом и твердой фазой составляет от приблизительно 10-15с в реакционной колонне. Молярное соотношение оксида азота и хлорида железа составляет приблизительно 1:30. Процесс обработки осуществляют путем введения потока газа из впускного отверстия 1 для газа в корпус 4 колонны, а также твердых частиц хлорида железа в корпус 4 колонны через впускное отверстие 3 для твердых частиц. При смешивании газа и твердых частиц в газожидкостной реакционной зоне 12 колонны происходит газотвердофазная химическая реакция абсорбции между NO<sub>x</sub> и хлоридом железа, и NO<sub>x</sub> в потоке газа абсорбируется твердыми частицами хлорида железа. Затем очищенный газ выпускают из выпускного отверстия 6 для газа, а твердые частица после реакции выпускают через выпускной канал 9 для твердых частиц. Результаты экспериментов показаны в табл. 4.

Таблица 4. Удаление оксида азота

Показатели / Температура	Концентрация NO на входе (ppm)	Концентрация NO на выходе (ppm)
40°C	500	38
55°C	500	31
75°C	500	63

Пример 5. На фиг. 2 показан аппарат, представляющий собой газотвердофазную реакционную колонну со встречным потоком и подвижным слоем, для удаления оксидов азота из потока газа. Порошок хлорида железа предварительно нагревали до 40, 50, 80 и 95°C перед добавлением в газотвердофазную реакционную колонну, при этом температура потока газа, который вводят в реакционную колонну, составляла приблизительно 25°C, а другие были аналогичны условиям в примере 4. Результаты эксперимента показали, что концентрация NO на выходе в потоке газа составляла 365, 273, 85 и 48 ppm соответственно.

Пример 6. На фиг. 3 показан аппарат газотвердофазной реакционной колонны с неподвижным слоем для удаления оксидов азота из потока газа. Установка содержит корпус 4 колонны, впускное отверстие 1 для газа, размещенное в нижней части корпуса 4 колонны, распределитель 2 потока газа, который размещен над впускным отверстием 1 для газа в колонне, слой 14 наполнителя, который представляет собой хлорид железа, который размещен над распределителем 2 потока газа, и впускное отверстие 3 для твердых частиц над слоем 14 наполнителя, который представляет собой хлорид железа, выпускной канал 9 для твердых частиц, смотровое отверстие 10 и выпускное отверстие 6 для газа на верхней части корпуса 4 колонны. Впускное отверстие 1 для газа сообщено с выпускным отверстием 6 для газа через распределитель 2 потока газа и пустоты слоя 14 наполнителя, который представляет собой хлорид железа, размещенные последовательно.

Корпус колонны имеет диаметр  $\varnothing$  60 мм, высоту 1500 мм, при этом он изготовлен из нержавеющей стали 316L. Смесь из 50 об.% кварцевого песка (со средним размером частиц приблизительно 3 мм) и 50% порошка хлорида железа использовали в качестве слоя твердого наполнителя. Насыпная плотность смеси составляла приблизительно 1500 кг/м<sup>3</sup>, а высота плотного слоя твердого наполнителя составляла приблизительно 500 мм. Температура газа на входе была комнатной, а температура потока газа на выходе из реакционной колонны поддерживалась в диапазоне от 65 до 95°C за счет электрического нагревания наружной стенки реакционной колонны (смесь порошка хлорида железа и кварцевого песка не подвергали предварительному нагреванию перед добавлением в колонну), при этом расход потока газа составлял приблизительно 0,5 м<sup>3</sup>/г при времени выдерживания газа от приблизительно 15 до 25 с в реакционной колонне. Другие условия аналогичны примеру 1.

Процесс обработки осуществляли путем введения потока газа, который содержит оксид азота, из впускного отверстия 1 для газа в слой 14 наполнителя, который представляет собой хлорид железа, через распределитель 2 потока газа. В слое 14 наполнителя, который представляет собой хлорид железа, происходит газотвердофазная химическая реакция абсорбции между NO<sub>x</sub> и хлоридом железа, при этом NO<sub>x</sub> в потоке газа абсорбируется твердыми частицами хлорида железа в слое наполнителя. Очищенный газ потом выпускают из выпускного отверстия 6 для газа, причем твердые частицы после реакции можно периодически выпускать из выпускного канала 9 для твердых частиц.

Если начальная концентрация оксидов азота (которые содержат приблизительно 95% оксида азота) в потоке газа составляет 500 ppm, определили, что наиболее низкая концентрация оксидов азота, которые выходят через выпускное отверстие для газа, составляет приблизительно 55 ppm. Поскольку количество хлорида железа, которое вносят в неподвижный слой наполнителя в колонне, является непостоянным, степень удаления оксидов азота из потока газа изменяется при расходе хлорида железа в колонне, причем заданная концентрация оксидов азота на выходе представляет собой значения, когда достигнуто максимальное удаление. Следует отметить, что приведенные выше варианты осуществления лишь иллюстрируют технические аспекты настоящего изобретения, и объем настоящего изобретения не ограничивается ими. Специалистам в данной области будет очевидно, что технические решения, приведенные в вариантах осуществления, могут быть модифицированы в соответствии с сущностью и принципами настоящего изобретения, или любой эквивалент любого из технических характеристик в них может быть заменен, модифицирован, изменен и улучшен в пределах объема настоящего изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ удаления монооксида азота из потока газа, предусматривающий введение подлежащего обработке потока газа в газотвердофазную реакционную колонну и одновременное введение частиц хлорида железа в газотвердофазную реакционную колонну, при этом температура реакции в указанной газотвердофазной реакционной колонне находится в диапазоне от 35 до 95°C; и образование твердых продуктов за счет применения указанных частиц хлорида железа с абсорбцией монооксида азота, за счет чего осуществляется очистка потока газа.

2. Способ по п.1, где указанная газотвердофазная реакционная колонна представляет собой реакционную колонну с неподвижным слоем, подвижным слоем, кипящим слоем или циркулирующим псевдоожиженным слоем.

3. Способ по п.1, в котором указанные твердые продукты являются комплексными соединениями или соответствующими солями.

4. Способ по п.1, в котором монооксид азота освобождается из твердых частиц путем нагревания до температуры 105°C или выше при нормальном давлении или путем растворения в воде.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанная газотвердофазная реакционная колонна содержит корпус (4) колонны,

где нижняя часть указанного корпуса (4) колонны содержит впускное отверстие (1) для газа,

при этом средняя часть корпуса (4) колонны содержит впускное отверстие (3) для твердых частиц;

распределитель (2) потока газа, расположенный в корпусе (4) колонны над впускным отверстием (1) для газа,

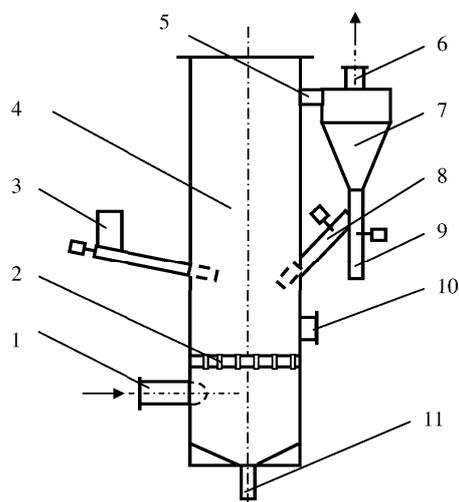
при этом верхняя часть корпуса (4) колонны содержит соединяющую трубу (5), сообщенную с газотвердофазным сепаратором (7),

при этом верхняя часть газотвердофазного сепаратора (7) содержит выпускное отверстие (6) для газа,

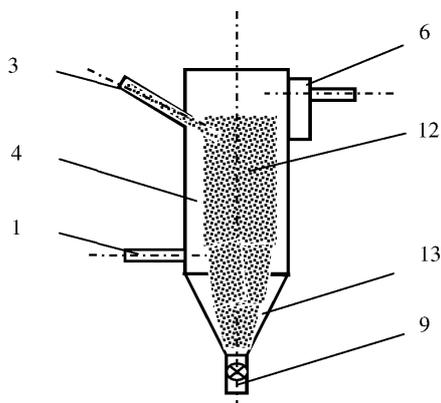
при этом нижняя часть газотвердофазного сепаратора (7) содержит выпускной канал (9) для твердых частиц и возвратный канал (8) для твердых частиц;

возвратный канал (8) для твердых частиц, сообщенный с корпусом колонны (4),

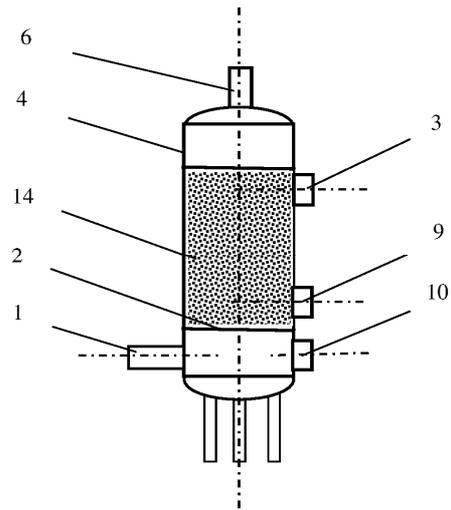
и при этом корпус (4) колонны содержит смотровое отверстие (10) и нижний выпускной канал (11) для твердых частиц.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

