(19) **RU** (11) **2 145 254** (13) **C1**

(51) МПК[7] **B 01 D 53/60, 53/50, 53/56, B 01 J 19/08**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: **95113896/12, 15.08.1995**

(24) Дата начала действия патента: **15.08.1995**

(30) Приоритет: **16.08.1994 JP 192504/1994**
11.08.1995 JP 205565/1995

(46) Дата публикации: **10.02.2000**

(56) Ссылки: **EP 0326686 A1, 09.08.1989. RU 2006268 C1, 30.01.1994. US 4943356 A, 24.07.1990. US 4324759 A, 13.04.1982.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **15.08.1995**

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул.Б.Спасская, д.25, стр.3, ООО "Городисский и Партнеры", Томской Е.В.

(71) Заявитель:
Ибара Корпорейшн (JP)

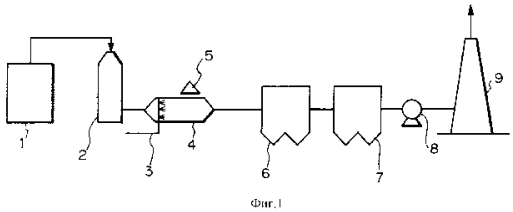
(72) Изобретатель: **Масао Номото (JP), Кенджи Фуджита (JP), Хидео Хайяши (JP)**

(73) Патентообладатель:
Ибара Корпорейшн (JP)

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при очистке дымовых газов от оксидов азота и/или оксидов серы. В установке сырьевой газ смешивают с аммиаком и облучают электронными пучками, при этом аммиак вводят в потоке дымовых газов выше центра электронных пучков, поступающих в реактор, на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков, наиболее предпочтительно на расстоянии от 0,5 до 1 радиуса действия указанных электронных пучков. Аммиак вводят одним из следующих способов: (1) подают только аммиак; (2) подают аммиак и воздух вместе; (3) подают аммиак и воду вместе; (4) подают аммиак, воздух и воду вместе. С точки зрения работы установки аммиак предпочтительно вводить в разбавленном виде в форме смеси нагретого аммиака и сухого воздуха (с температурой точки росы примерно - 15°C или менее, при давлении в 1 атмосферу). Эффективно также подавать аммиак через трубопроводы, которые расположены так, что образуют контур сферической расходимости электронных пучков. Установка снижает количество добавляемого аммиака до минимального, удовлетворяющего одновременно двум требованиям - повышению эффективности денитрации и уменьшению количества утечки аммиака до нескольких десятков частей на млн. 6 з.п. ф-лы, 7 ил., 3 табл.



Фиг.1

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

(19) **RU** (11) **2 145 254** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[7] **B 01 D 53/60, 53/50, 53/56, B 01 J 19/08**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 95113896/12, 15.08.1995

(24) Effective date for property rights: 15.08.1995

(30) Priority: 16.08.1994 JP 192504/1994
11.08.1995 JP 205565/1995

(46) Date of publication: 10.02.2000

(85) Commencement of national phase: 15.08.1995

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul.B.Spasskaja, d.25, str.3,
OOO "Gorodisskij i Partnery", Tomskoj E.V.

(71) Applicant:
Ibara Korporejshn (JP)

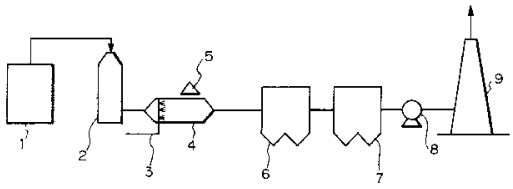
(72) Inventor: Masao Nomoto (JP),
Kendzhi Fudzhita (JP), Khideo Khajjashi (JP)

(73) Proprietor:
Ibara Korporejshn (JP)

(54) FLUE GAS TREATMENT METHOD AND APPARATUS

(57) Abstract:

FIELD: cleaning of flue gases from nitrogen oxides and/or sulfur oxides. SUBSTANCE: method involves mixing in apparatus raw gas with ammonia and exposing to electron beams, with ammonia being introduced in flue gas flow above center of electron beams emitted into reactor at distance exceeding electron beam range by less than 2.5 times, preferably, at distance making 0.5 of full electron beam range; introducing ammonia by one of the following methods: 1) introducing only ammonia, 2) introducing ammonia together with air, 3) introducing ammonia together with water, 4) introducing ammonia together with air and water. Ammonia is introduced in the form of heated ammonia and dry air (with dew-point temperature less than -15 C at pressure of 1 atm). Ammonia is supplied by means of pipelines arranged so as to define electron beam spherical divergence circuit. Construction of apparatus allows amounts of added ammonia to be minimized, denitration efficiency to be increased and ammonia leakage to be significantly reduced. EFFECT: increased efficiency in removal of unwanted oxides from flue gases, simplified method and construction and reduced consumption of ammonia. 7 cl, 7 dwg, 3 tbl



Фиг.1

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

Изобретение относится к области обработки дымовых газов и более того касается установки для обработки дымовых газов.

Известна установка для обработки дымовых газов, в которой сырьевой дымовой газ смешивают с аммиаком и облучают электронными пучками для удаления оксидов азота и/или оксидов серы (EP, A, 0326686).

При этом диффузию и примешивание аммиака в дымовые газы улучшают либо за счет инжекции аммиака в положении в начале потока или вблизи впускного отверстия реактора так, чтобы он оставался в дымовом газе более длительное время, либо используя перфорированный металл для смешивания с газом.

Обычно считают, что реакции денитрации и десульфурирования протекают почти одновременно, и низкую эффективность денитрации вначале связывали с недостаточным перемешиванием и недостаточной диффузией аммиака, поэтому даже не возникало предположения о введении аммиака ближе к зоне облучения электронными пучками.

В связи с ужесточившимися в последнее время требованиями в отношении концентрации утечки аммиака в дымовых газах оказалось необходимым контролировать утечку аммиака. Однако в действительности в известных ранее процессах аммиак подавали в избыточных количествах для того, чтобы реакции денитрации и десульфурирования протекали в требуемом направлении.

Однако при этом избыточное добавление аммиака приводило к увеличению количества аммиака, которое остается в дымовом газе. Так как последние требования к отходящим дымовым газам требуют не только контроля за NO_x, SO_x и пылевыми частицами, но также и контроля утечки аммиака на выходе, оказалось необходимым вводить аммиак в оптимальном участке в минимально необходимом количестве, что обеспечивает нужную эффективность реакций денитрации и десульфурирования.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания установки для обработки дымовых газов за счет облучения электронными пучками, которая обеспечивала бы снижение добавления аммиака до необходимого минимального количества, которое отвечает одновременно двум требованиям: с одной стороны, повышает эффективность денитрации и десульфурирования, а с другой стороны, приводит к уменьшению количества утечки аммиака до нескольких десятков миллионных долей.

Поставленная задача решается тем, что на установке для обработки дымовых газов, в которой сырьевой дымовой газ смешивают с аммиаком и облучают электронными пучками для удаления оксидов азота и/или оксидов серы, согласно изобретению аммиак вводят в потоке дымового газа выше центра электронных пучков, поступающих в реактор, на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков.

Желательно, чтобы это расстояние составляло не более 2,0 радиуса действия электронных пучков, предпочтительно - не более чем 1,5 радиуса действия электронных пучков, а еще более предпочтительно - от 0,5 до 1 радиуса действия электронных пучков.

Возможно аммиак вводить любым из следующих способов: подавать только аммиак, подавать вместе аммиак и воздух, подавать вместе аммиак и воду, подавать вместе аммиак, воздух и воду.

Целесообразно аммиак вводить через трубопроводы, которые расположены так, что образуют контур сферической расходимости вводимых электронных пучков.

В предпочтительном варианте аммиак и воздух вводят вместе так, что аммиак смешивают для разбавления с сухим воздухом, температура точки росы которого - 15°C или менее, при давлении в 1 атм.

Согласно изобретению, положение впуска аммиака на установке задается расстоянием от зоны облучения электронными пучками и его устанавливают скорее ближе, нежели дальше от зоны облучения в реакторе. Это оказывается также эффективным для уменьшения концентрации утечки аммиака до низкого уровня.

Если аммиак добавлять на обычном участке, вначале будет проходить реакция десульфуризации, а затем реакции денитрации в температурном интервале 60-80 °C, следовательно, прежде чем подаваемый дымовой газ достигает зоны облучения, часть вводимого аммиака будет истрачена в термохимической реакции десульфурирования.

С другой стороны, чем больше избыток аммиака, тем выше эффективность денитрации, но на самом деле часть добавляемого аммиака тратится в реакции десульфурирования, и ход реакции денитрации не будет таким, как хотелось бы. Это приведет к более высокой эффективности реакции десульфурирования, нежели реакции денитрации.

В дальнейшем изобретение поясняется описанием конкретных вариантов его осуществления к прилагаемым чертежам, на которых:

фиг. 1 изображает технологическую схему приспособлений, которые используют для контроля за работой установки согласно изобретению;

фиг. 2 - график зависимости эффективности реакций денитрации и десульфурирования в зависимости от положения ввода аммиака;

фиг. 3 - график зависимости концентрации утечки аммиака от положения ввода аммиака;

фиг. 4 - схему положений ввода аммиака, которые используют для проверки рабочих характеристик;

фиг. 5 - схему положений ввода аммиака согласно настоящему изобретению;

фиг. 6 - вид спереди, иллюстрирующий положения ввода аммиака, которые соответствуют контуру дивергенции электронных пучков, используемых в изобретении;

фиг. 7 - общий вид, соответствующий фиг. 6.

В настоящем изобретении аммиак вводят в положении в направлении потока дымовых газов выше центра электронных пучков, вводимых в реактор, и которое отстоит от него на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

пучков, предпочтительно не более чем в 2,0 раза, более предпочтительно не более чем в 1,5 раза, и наиболее предпочтительно от 0,5 до величины, равной указанному радиусу действия.

С учетом различных факторов, таких как кондиция дымовых газов, нужная степень денитрации и десульфуризации, эффективность и ограничения, связанные с работой установки, аммиак подают любым из следующих способов:

1) подают только аммиак;

2) подают одновременно аммиак и воздух;

3) подают одновременно аммиак и воду;

4) подают одновременно аммиак, воздух и воду.

С точки зрения работы установки предпочтительно подавать аммиак разбавленным в виде смеси нагретого аммиака и сухого воздуха (с температурой точки росы приблизительно -15°C или менее на открытом воздухе). Эффективно также подавать аммиак по трубам, которые расположены так, что образуют контур сферической расходимости электронных пучков.

Как уже было указано, обычно аммиак вводили в положении в начале потока дымовых газов в реакторе для того, чтобы улучшить диффузию и перемешивание аммиака в дымовых газах. Однако это приводило к тому, что реакция десульфурирования шла быстрее реакции денитрации, и часть вводимого аммиака тратилась, что замедляло ход последней реакции, снижая тем самым ее эффективность.

В настоящем изобретении эта проблема решена за счет ввода аммиака в положениях, которые указаны на фиг. 4, и расположены в направлении потока дымовых газов от центра вводимых в реактор электронных пучков на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков, предпочтительно не более чем в 2,0 раза, более предпочтительно не более чем в 1,5 раза и наиболее предпочтительно от 0,5 до величины, равной указанному радиусу действия.

Если принять такое расположение, количество аммиака, которое в противном случае было бы истрачено в реакции десульфурирования, снижается, а количество аммиака, которое поступает в реакцию денитрации, повышается, что соответственно, приводит к повышению эффективности денитрации.

Однако предполагаемый эффект изобретения не достигается, если аммиак вводить в положении на расстоянии, более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков. С другой стороны, если вводить аммиак в положении, которое слишком близко к зоне облучения электронными пучками, часть вводимых электронных пучков попадет на часть трубопровода, по которому поступает аммиак, и это не только приведет к потере энергии электронных пучков, но также при бомбардировке электронами трубопровод, по которому поступает аммиак, так сильно нагреется, что придется принимать специальные меры предосторожности, которые требует безопасность.

Приводимые далее примеры даны с целью дальнейшей иллюстрации изобретения, но никоим образом его не ограничивают.

Дымовой газ обрабатывают в реакторе 13 (см. рис. 4) с поперечным сечением 1,100 мм $^{H}\bullet$1,000 мм^{W} за счет облучения электронными пучками, поступающими из генератора электронных пучков 11. Аммиак, разбавленный примерно в 100 раз сухим воздухом (с температурой точки росы - 15°C при 1 атм), подают через трубопровод 12 и вводят в трех положениях, которые расположены в начале потока дымовых газов на расстоянии 1,100 мм (равном радиусу действия электронных пучков, которые обозначены 14 на фиг. 4, которое определено с учетом потерь электронных пучков, которые обусловлены окном в зоне облучения электронными пучками, где их создает генератор электронных пучков 11 при напряжении ускорения 0,5 МЭв), 1,500 мм и 4,00 мм, при постоянных условиях облучения электронными пучками.

Рассчитывают эффективности денитрации и десульфуризации, которые при этом можно достичь. Условия испытаний приведены в таблице 1, а технологическая схема общего вида тестовых приспособлений представлена на фиг. 1.

В соответствии с фиг. 1 дымовой газ, который образуется в бойлере 1 и содержит SO_x и/или NO_x, охлаждают в охлаждающей башне 2 и вводят в реактор 4, который снабжен также трубопроводом для подачи аммиака 3. Дымовой газ облучают электронными пучками из генератора электронных пучков 5, так что SO_x и NO_x превращаются, соответственно, в сульфат аммония и нитрат аммония, в твердой форме, которые затем улавливаются электроосадителем 6 и мешочным фильтром 7. После этого очищенный газ поступает в атмосферу через засасывающий вентилятор 8 и выхлопную трубу 9.

Результаты испытаний представлены в таблице 2 и на фиг. 2 и 3.

Очевидно, что повышена эффективность денитрации при одновременном снижении утечки аммиака, если аммиак вводят в положении, которое расположено до центра электронных пучков (по направлению потока) на расстоянии в реакторе, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков, предпочтительно не более чем в 2,0 раза, более предпочтительно не более чем в 1,5 раза, и наиболее предпочтительно от 0,5 до 1,0 раза. В тестовом интервале эффективность десульфурирования сравнима со значениями, получаемыми в известных способах.

Максимальная толщина данной среды, которую может пройти электрон, ускоренный напряжением E (0,01 МэВ < E < 2,5 МэВ) называется "радиусом действия" электрона, который выражается следующей эмпирической формулой:

$$R = (0{,}412E^{1{,}256-0{,}0954LnE})/\rho,$$

где R представляет радиус действия (см) электрона;

E представляет ускорение напряжение (МэВ);

ρ представляет плотность среды (г/см^3).

Результаты расчета радиуса действия для ускоряющего напряжения 0,5-1,0 МэВ

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

представлены в таблице 3 без учета потери энергии за счет окна, через которое электронные пучки поступают из генератора электронных пучков. В этом примере радиус действия электронных пучков оценивают как 1,100 мм при ускоряющем напряжении 0,5 МэВ, с учетом расстояния электронных пучков и потери энергии за счет окна.

В соответствии со способом настоящего изобретения аммиак вводят в положении в направлении газового потока дымовых газов, то есть до центра электронных пучков, которые вводят в реактор на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превосходящем радиус действия электронных пучков, предпочтительно не более чем в 2,0 раза, более предпочтительно не более чем в 1,5 раза, и наиболее предпочтительно от 0,5 до 1,0 радиуса действия электронных пучков, что эффективно повышает эффективность денитрации, при все еще снижении концентрации утечки аммиака до нескольких десятков част. на млн.

В результате эффективность денитрации, которая в известных ранее способах составляла не более 80%, можно повысить до столь большой величины, как 85-90% по способу настоящего изобретения при одной и той же мощности генератора электронного пучка на выходе. Это означает, что можно достичь эффективности денитрации, сопоставимой с известными ранее способами даже при снижении выходной мощности генератора электронного пучка.

Далее, снижаются производственные затраты при обработке дымовых газов за счет облучения электронными пучками, и это является дополнительным преимуществом снижения энергозатрат в дополнении к существующим преимуществам обработки дымовых газов за счет облучения их пучками электронов.

Формула изобретения:

1. Установка для обработки дымовых газов, в которой сырьевой дымовой газ смешивают с аммиаком и облучают электронными пучками для удаления оксидов азота и/или оксидов серы, отличающаяся тем, что аммиак вводят в поток дымового газа выше центра электронных пучков, поступающих в реактор, на расстоянии, не более чем в 2,5 раза превышающем радиус действия электронных пучков.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что указанное расстояние составляет не более чем 2 радиуса действия электронных пучков.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что указанное расстояние составляет не более чем 1,5 радиуса действия электронных пучков.

4. Установка по п.1, отличающаяся тем, что указанное расстояние составляет от 0,5 до 1 радиуса действия электронных пучков.

5. Установка по п.1, отличающаяся тем, что аммиак вводят любым из следующих способов: подают только аммиак; подают вместе аммиак и воздух; подают вместе аммиак и воду; подают вместе аммиак, воздух и воду.

6. Установка по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что аммиак вводят через трубопроводы, которые расположены так, что образуют контур сферической расходимости вводимых электронных пучков.

7. Установка по п.5, отличающаяся тем, что аммиак и воздух вводят вместе так, что аммиак смешивают для разбавления с сухим воздухом, температура точки росы которого -15°С или менее, при давлении в одну атмосферу.

Приоритет по пунктам: (с уточнением признаков);
11.08.95 по пп.1, 2 и 6;
18.08.94 по пп.3 - 7.

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

Таблица 1

Параметр		Значение
Скорость потока дымовых газов,$м^3/ч$ (норм. Т и Р, сухой)		1600
Ускоряющее напряжение, Мэ В		0,5
Сила тока, мА		25,0
Состав дымовых газов :	NO_x, част. на млн, объемн. (сухой)	170—190
	SO_2, част. на млн, объемн. (сухой)	700—800
	O_2, % (влажн.)	8—9
	H_2O, % (влажн.)	9–10
	CO_2, % (влажн.)	9—10
	N_2, % (влажн.)	71—74

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

Таблица 2

Параметр	Положение ввода аммиака, мм					
	550	1100	1500	2200	2750	4000
NO_x на входе, част. на млн. (сухой)	177	170	183	175	181	179
NO_x на выходе, част. на млн.	22	17	33	37	45	51
SO_2 на входе, част. на млн. (сухой)	780	800	790	790	800	770
SO_2 на выходе, част. на млн. (сухой)	55	56	55	55	56	54
Эффективность денитрации, %	88	90	82	79	75	72
Эффективность десульфурирования, %	93	93	94	93	93	93

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

Продолжение таблицы 2

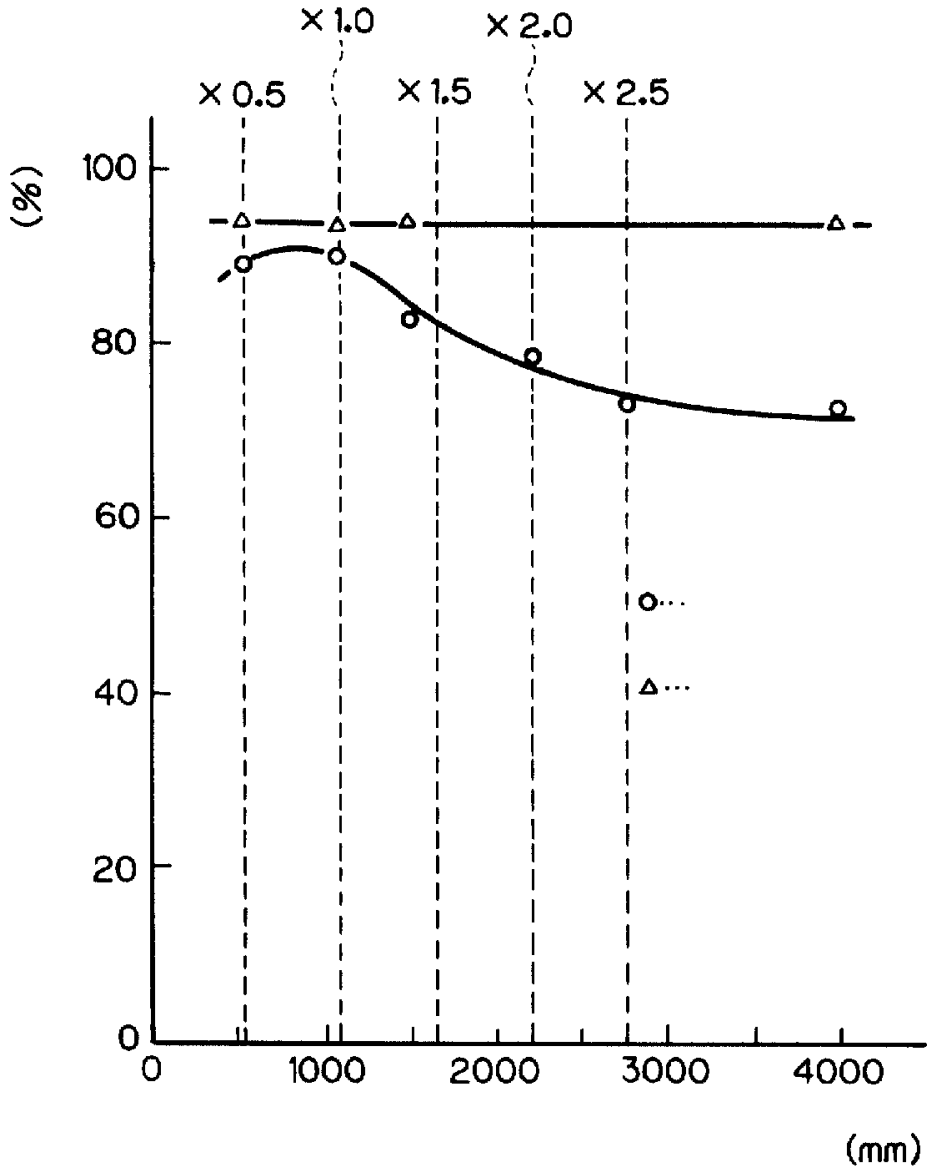
Параметр	Положение ввода аммиака, мм					
	550	1100	1500	2200	2750	4000
Утечка аммиака, част. на млн. (сухой)	19	15	21	25	29	38

Таблица 3

Ускоряющее напряжение, МэВ	Радиус действия, см
0,5	125
0,6	165
0,7	200
0,8	240
0,9	280
1,0	320

RU 2145254 C1

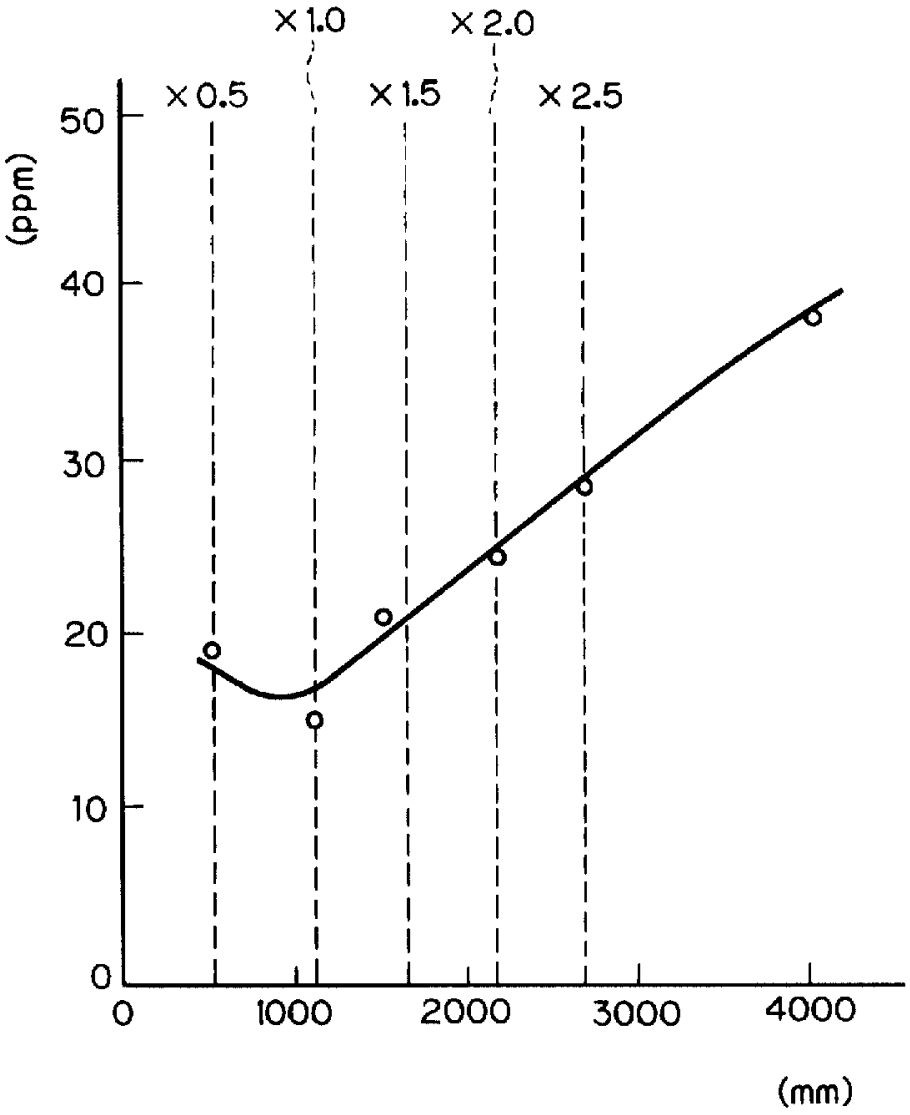
RU 2145254 C1



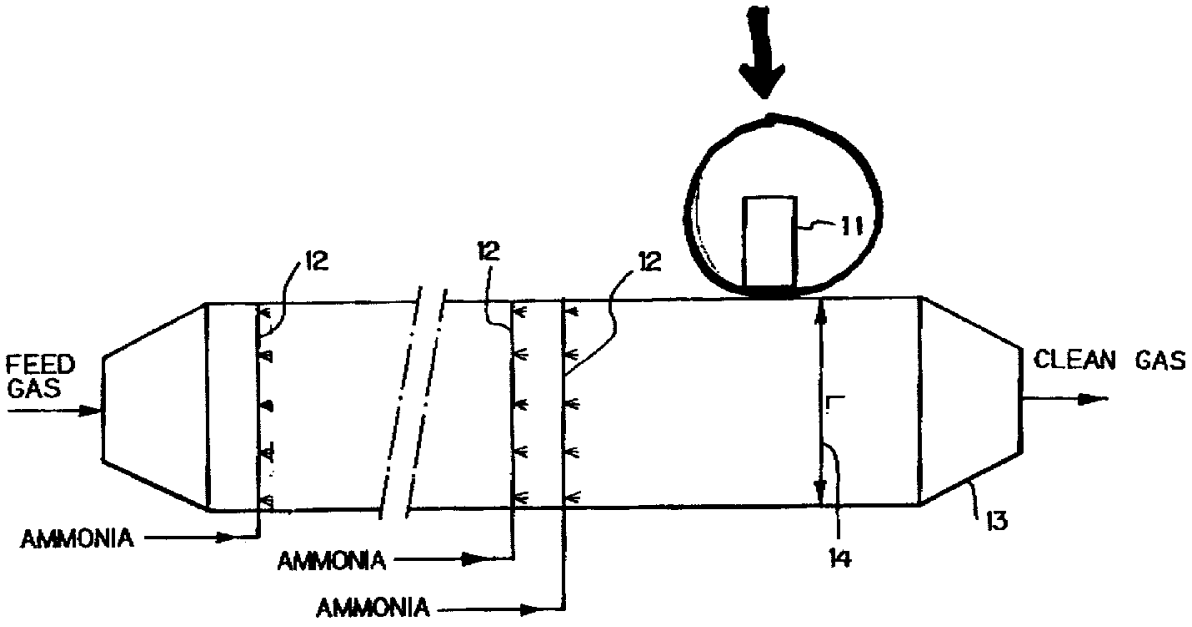
Фиг.2

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1

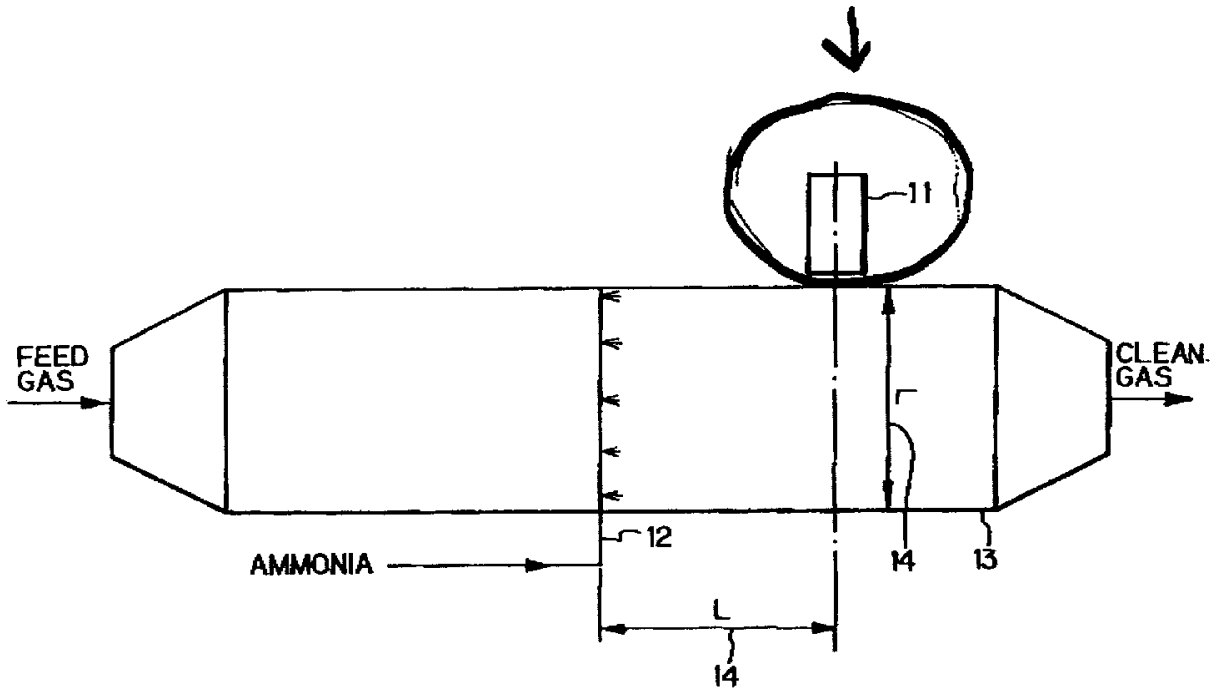


Фиг.3

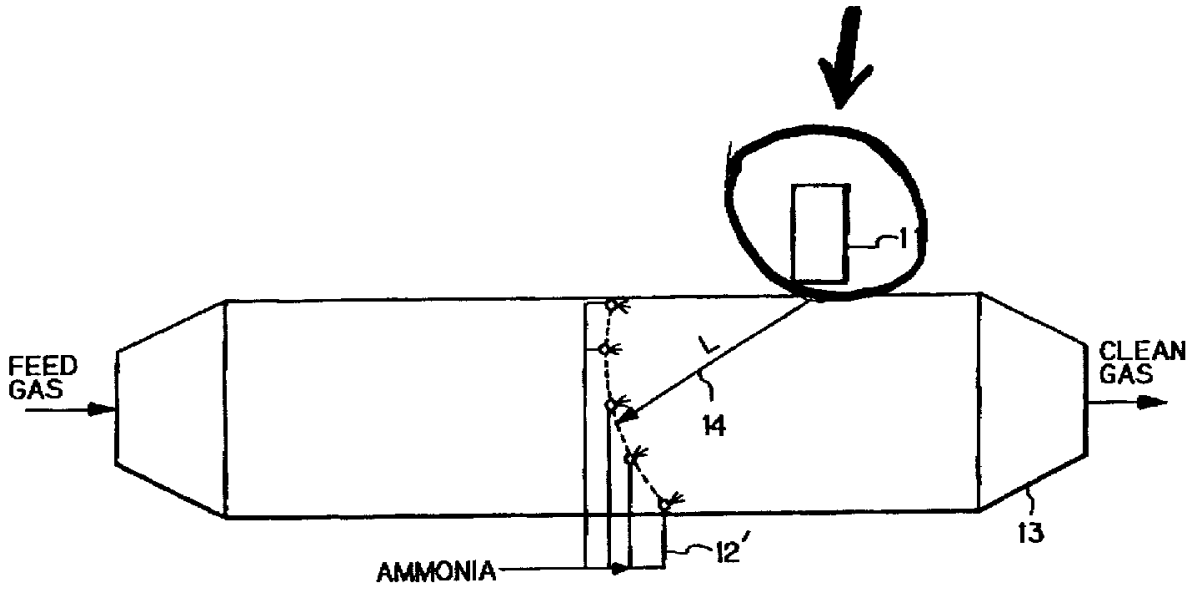


Фиг.4

RU 2145254 C1



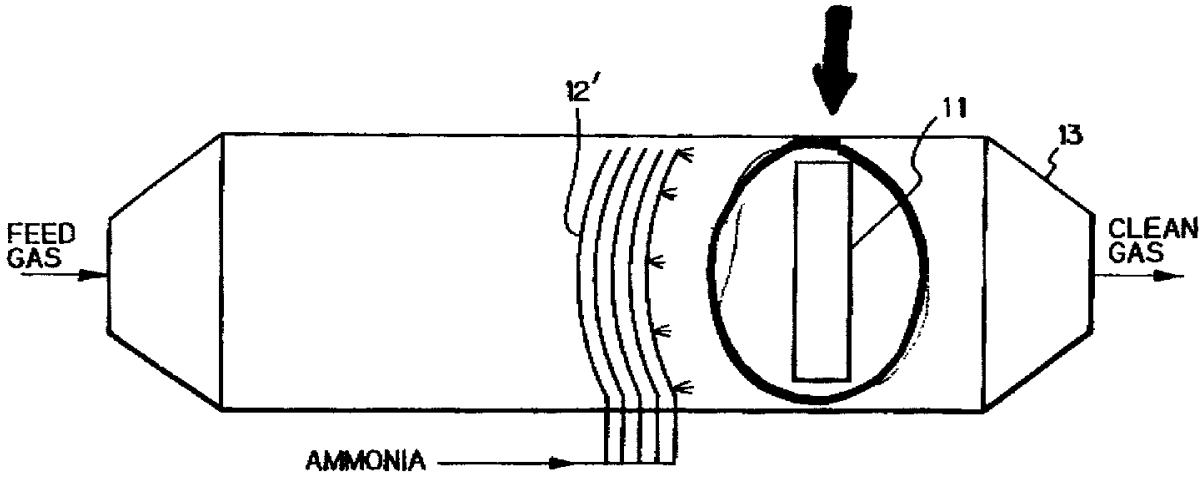
Фиг.5



Фиг.6

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1



Фиг.7

RU 2145254 C1

RU 2145254 C1