



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013142348/05, 08.02.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.02.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.02.2011 EP 11154945.7

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2015 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1200953 A, 30.12.1985. US 3989485 A, 02.11.1976 . US 20100266472 A1, 21.10.2010. SU 1738309 A1, 07.06.1992. WO 9709111 A1, 13.03.1997. US3360247A, 26.12.1967. DE4331415 A1, 16.03.1995

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 18.09.2013

(86) Заявка РСТ:
IB 2012/000235 (08.02.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/110871 (23.08.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЪЯРНО Одд Эдгар (NO)

(73) Патентообладатель(и):

АЛЬСТОМ ТЕКНОЛОДЖИ ЛТД (CH)

(54) МОКРЫЙ СКРУББЕР ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩЕГО ГАЗА

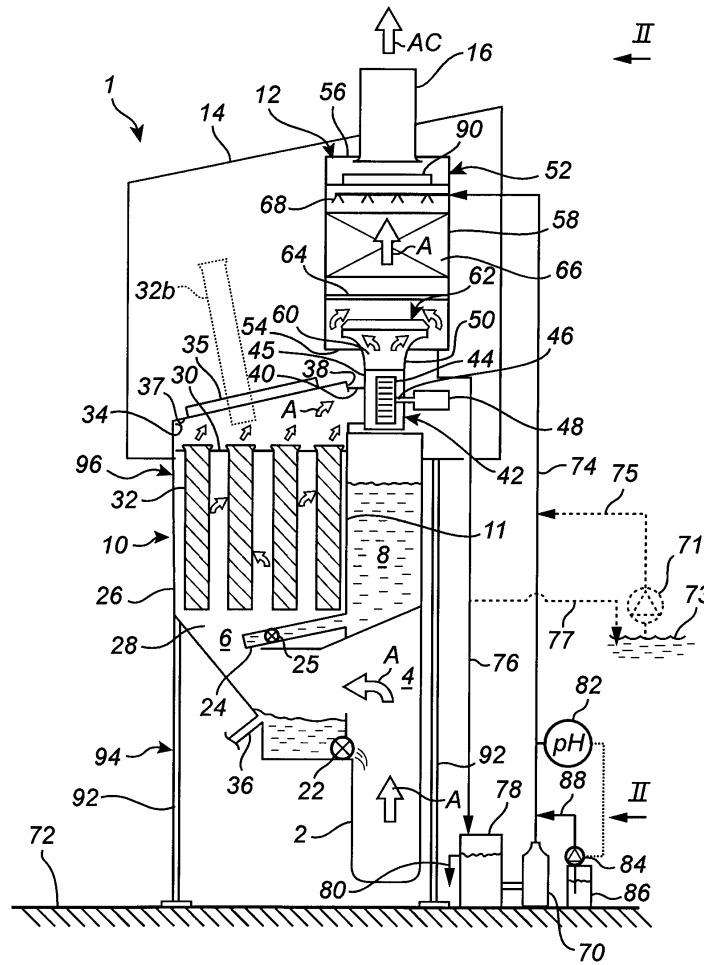
(57) Реферат:

Изобретение относится к мокрой газоочистке. Мокрый скруббер (12) для удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа содержит впускное отверстие (60), кожух (52) и устройство (68) подачи абсорбирующей жидкости. Кожух (52) соединен по текучей среде с впускным отверстием (60). Отходящий газ протекает через кожух в направлении (SD) газового потока мокрого скруббера. Устройство (68) выполнено с возможностью подачи абсорбирующей жидкости в кожух (52) для контакта отходящего газа с

абсорбирующей жидкостью внутри кожуха (52). В кожухе (52) расположен газораспределитель (62). Газораспределитель (62) содержит диффузор (102), содержащий крышку (114), расположенную в пути отходящего газа, протекающего в кожух (52) через впускное отверстие (60). Диффузор (102) дополнительно содержит по меньшей мере один канал (124) для транспортировки отходящего газа из впускного отверстия (60) в кожух (52) мокрого скруббера. Впускной канал (50) мокрого скруббера выполнен с возможностью направления отходящего газа в кожух (52) через

впускное отверстие (60) в направлении (FD) впускного газового потока, которое составляет $\pm 45^\circ$ от направления (SD) газового потока мокрого скруббера. Технический результат:

повышение эффективности газоочистки при минимальном энергопотреблении в компактном кожухе скруббера. 2 н. и 16 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ.1

RU 2556664 C2

RU 2556664 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01D 47/06 (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2013142348/05, 08.02.2012**

(24) Effective date for property rights:
08.02.2012

Priority:

(30) Convention priority:
18.02.2011 EP 11154945.7

(43) Application published: **10.04.2015** Bull. № 10

(45) Date of publication: **10.07.2015** Bull. № 19

(85) Commencement of national phase: **18.09.2013**

(86) PCT application:
IB 2012/000235 (08.02.2012)

(87) PCT publication:
WO 2012/110871 (23.08.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

B'JaRNO Odd Ehdgar (NO)

(73) Proprietor(s):

ALSTOM TEKNOLODZHI LTD (CH)

(54) WET SCRUBBER FOR OFFGAS CLEANING

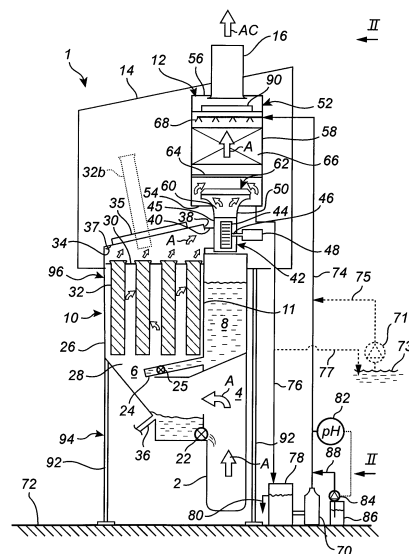
(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to wet gas cleaning. Wet scrubber (12) for removal of at least one contaminant gas from offgas comprises inlet (60), casing (52) and absorbing fluid feed device (68). Said casing (52) is communicated with inlet (60). Offgas flows through said case in wet scrubber gas flow direction (SD). Device (68) feeds absorbent to case (52) for contact between offgas with said absorbent inside case (52). Gas distributor (62) is arranged inside case (52). Said gas distributor (62) comprises diffuser (102) with cover (114) arranged in the way of offgas flowing into case (52) through inlet (60). Diffuser (102) incorporates extra one channel (124) for transfer of offgas from inlet (60) to scrubber case (52). Scrubber inlet (50) can direct offgas into case (52) via inlet (60) in direction (FD) of inlet gas flow that makes +/-45° from scrubber gas flow direction (SD).

EFFECT: higher efficiency of cleaning, electric

power savings.
18 cl, 8 dwg



ФИГ. 1

RU 2 556 664 C 2

RU 2 556 664 C 2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[01] Настоящее изобретение относится к мокрому скрубберу для удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа. Мокрый скруббер содержит впускное отверстие, кожух мокрого скруббера, соединенный по 5 текучей среде с впускным отверстием, причем через указанный кожух отходящий газ протекает в направлении потока газа мокрого скруббера, и устройство подачи абсорбирующей жидкости для подачи абсорбирующей жидкости в указанный кожух мокрого скруббера для контакта с отходящим газом в кожухе мокрого скруббера.

[02] Настоящее изобретение дополнительно относится к способу удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа через контакт 10 с абсорбирующей жидкостью внутри кожуха мокрого скруббера.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[03] Во многих производственных процессах генерируется технологический газ, содержащий загрязняющие вещества. Одним таким производственным процессом 15 является сжигание топлива, такого как уголь, нефть, торф, отходы, и т.д. В установке, предназначенной для сжигания, такой как электростанция, генерируется горячий технологический газ, часто называемый дымовым газом, содержащий загрязняющие вещества, включающий в себя кислотные газы такие как сернистый ангидрид SO₂. Требуется удалять, насколько возможно, кислотные газы из дымового газа перед 20 выпуском дымового газа в атмосферу.

[04] Другим примером производственного процесса, в котором генерируется технологический газ, содержащий загрязняющие вещества, является электролитическое производство алюминия из оксида алюминия. Алюминий можно производить 25 посредством электролитических реакций в электролитических ваннах производства алюминия, иногда называемых электролитическими плавильными тигелями, с использованием технологии Холла-Эру. Пример электролитического плавильного тигеля раскрыт в US 2009/0159434. Электролитическая реакция, проходящая в электролитическом плавильном тигеле, производит отходящий газ в виде горячего, насыщенного твердыми частицами отходящего газа, который требуется очистить в 30 газоочистной установке перед выпуском в атмосферу.

[05] В US 2010/0266472 описана мокрый скруббер, в которой отходящий газ входит в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие расположенное в днище кожуха. Отходящий газ приводят в контакт с абсорбирующей жидкостью внутри кожуха мокрого скруббера. Абсорбирующая жидкость абсорбирует кислотные газы, такие как сернистый 35 ангидрид, из отходящего газа.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[06] Задачей настоящего изобретения является создание мокрого скруббера для удаления газообразных загрязняющих веществ из отходящего газа способом более эффективным, чем способы из уровня техники.

[07] Указанная выше задача решается посредством мокрого скруббера указанного выше типа, дополнительно содержащей газораспределитель, расположенный в кожухе мокрого скруббера. Газораспределитель содержит диффузор, имеющий крышку, расположенную в пути потока отходящего газа, протекающего в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие. Диффузор дополнительно выполнен с по меньшей мере 40 одним каналом диффузора для направления отходящего газа из впускного отверстия в кожух мокрого скруббера.

[08] Преимущество описанной выше мокрого скруббера состоит в том, что весьма небольшая энергия требуется для нагнетания потока отходящего газа через кожух

мокрого скруббера. Диффузор возвращает большую часть динамической энергии в отходящий газе от транспортирующего газ устройства, такого как вентилятор, когда газ входит в кожух мокрого скруббера через диффузор.

5 [09] Согласно одному варианту осуществления по меньшей мере один канал диффузора выполнен под углом 70-110° относительно кожуха мокрого скруббера. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что поток отходящего газа поворачивается по существу при входе в кожух мокрого скруббера. Это способствует равномерному распределению отходящего газа внутри кожуха мокрого скруббера, поддерживая эффективное удаление загрязняющих веществ из отходящего
10 газа.

[10] Согласно одному варианту осуществления впускной канал мокрого скруббера выполнен с возможностью направления отходящего газа в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие в направлении газового потока впуска, который составляет +/-45° направления газового потока мокрого скруббера, в котором отходящий газ
15 протекает при контакте с абсорбирующей жидкостью. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что мокрый скруббер можно разработать компактным. Согласно дополнительному варианту осуществления впускной канал мокрого скруббера выполняют для направления отходящего газа в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие в направлении газового потока впуска, который составляет +/-30° направления
20 газового потока мокрого скруббера.

[11] Согласно одному варианту осуществления диффузор выполнен с по меньшей мере тремя каналами диффузора, разделенными боковыми стенками. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что отходящий газ более равномерно распределяется в кожухе мокрого скруббера. Кроме того, диффузор является более
25 прочным в варианте асимметричного распределения отходящего газа при входе в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие. Согласно одному варианту осуществления диффузор содержит 4-20 каналов диффузора, расположенных бок о бок.

[12] Согласно одному варианту осуществления устройство подачи абсорбирующей жидкости расположено в верхней части кожуха мокрого скруббера, и впускное отверстие
30 расположено в нижней части кожуха мокрого скруббера, причем в мокром скруббере газовый поток направлен вертикально вверх. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что абсорбирующая жидкость протекает вертикально вниз под действием силы тяжести в противоток отходящему газу, результатом чего является эффективное удаление загрязняющих веществ. Кроме того, отходящий газ
35 протекает вверх, что в нормальных условиях совпадает требуемым направлением потока для соединения по текучей среде с вытяжной трубой для выпуска очищенного отходящего газа в атмосферу.

[13] Согласно одному варианту осуществления впускное отверстие соединяется с вентилятором, нагнетающим поток отходящего газа через кожух мокрого скруббера.
40 Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что обеспечивается компактное устройство с короткими вентиляционными каналами.

[14] Согласно одному варианту осуществления газораспределитель содержит впускную горловину, соединенную по текучей среде с впускным отверстием. Впускная горловина содержит внутреннее закругление, по которому отходящий газ протекает,
45 когда передвигается из впускного отверстия в диффузор. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что поток отходящего газа поворачивает из впускного отверстия в диффузор весьма эффективным способом с относительно небольшой потерей динамической энергии.

[15] Согласно одному варианту осуществления газораспределитель содержит коллектор жидкости, имеющий поддон, расположенный над диффузором для сбора абсорбирующей жидкости, подаваемой устройством подачи абсорбирующей жидкости. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что абсорбирующую жидкость можно отводить без изменения функции диффузора.

[16] Согласно одному варианту осуществления коллектор жидкости содержит по меньшей мере одну дренажную трубу для отведения абсорбирующей жидкости, собранной в поддон, прошедшей мимо диффузора. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что абсорбирующую жидкость можно отводить из коллектора жидкости способом, который обеспечивает работу диффузора с минимальной интерференцией от абсорбирующей жидкости.

[17] Согласно одному варианту осуществления газораспределитель расположен по центру в днище кожуха мокрого скруббера. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что можно получить требуемое распределение отходящего газа внутри кожуха мокрого скруббера.

[18] Согласно одному варианту осуществления площадь поперечного сечения на впуске диффузора меньше площади поперечного сечения на впускном отверстии, так что обеспечивается дросселирование протекающего потока отходящего газа, протекающего из впускного отверстия к диффузору. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что дросселирование потока отходящего газа на впуске диффузора, обеспечивает выравнивание газораспределения, как описано более подробно ниже. Согласно одному варианту осуществления площадь поперечного сечения на впуске диффузора составляет 70-99% площади поперечного сечения впускного отверстия.

[19] Дополнительной задачей настоящего изобретения является создание способа удаления газообразных загрязняющих веществ из отходящего газа, более эффективного, чем способы из уровня техники.

[20] Данная задача решается посредством способа удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа введением отходящего газа в контакт с абсорбирующей жидкостью внутри кожуха мокрого скруббера. Способ включает в себя этапы, на которых:

впускают отходящий газ в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие, пропускают отходящий газ в диффузор, имеющий крышку в пути потока отходящего газа, протекающего в кожух мокрого скруббера через впускное отверстие, направляют отходящий газ через по меньшей мере один канал диффузора и в кожух мокрого скруббера, и направляют отходящий газ в направлении газового потока мокрого скруббера, при этом отходящий газ протекает через кожух мокрого скруббера, когда вводится в контакт с абсорбирующей жидкостью.

[21] Преимущество данного способа состоит в том, что очистку отходящего газа можно производить с минимальным энергопотреблением в компактном кожухе мокрого скруббера.

[22] Согласно одному варианту осуществления способ включает в себя этапы, на которых направляют отходящий газ в направлении газового потока мокрого скруббера, направленного по существу вертикально вверх через кожух мокрого скруббера, и направляют отходящий газ через по меньшей мере один канал диффузора под углом около 70-110° к направлению газового потока мокрого скруббера. Преимущество данного варианта осуществления состоит в том, что отходящий газ распределяется в кожухе мокрого скруббера весьма эффективно в отношении как пространства, так и

энергопотребления.

[23] Согласно одному варианту осуществления направление газового потока впуска отходящего газа во впускном отверстии составляет $\pm 45^\circ$ направления газового потока мокрого скруббера. Согласно дополнительному варианту осуществления направление газового потока впуска отходящего газа во впускном отверстии составляет $\pm 30^\circ$ направления газового потока мокрого скруббера.

[24] Согласно одному варианту осуществления способ дополнительно включает в себя этап, на котором собирают абсорбирующую жидкость в коллекторе жидкости, выполненном с поддоном, расположенным над диффузором. Согласно предпочтительному варианту осуществления, способ дополнительно включает в себя этап, на котором отводят абсорбирующую жидкость, собранную в поддон, прошедшую диффузор отдельно и независимо от потока отходящего газа. Преимущество данного варианта осуществления состоит в минимизации возмущения, создаваемого при работе диффузора.

[25] Согласно одному варианту осуществления скорость потока отходящего газа уменьшается в 1,5-3,0 раза при прохождении через диффузор.

[26] Дополнительные задачи и признаки настоящего изобретения должны стать ясны из следующего подробного описания и формулы изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[27] Изобретение описано более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых изображено следующее:

[28] На фиг.1 схематично показан вид сбоку в сечении газоочистной установки отходящего газа по меньшей мере от одной электролитической ванны производства алюминия.

[29] На фиг.2 схематично показан вид сбоку газоочистной установки в направлении, указанном стрелками II-II по фиг.1.

[30] На фиг.3 показана в изометрии нижняя часть мокрого скруббера газоочистной установки по фиг.1-2.

[31] На фиг.4 показан вид сбоку нижней части мокрого скруббера по фиг.3.

[32] На фиг.5 показано поперечное сечение участка нижней части мокрого скруббера по фиг.4.

[33] На фиг.6 показано поперечное сечение газораспределителя в направлении, указанном стрелками VI-VI на фиг.4.

[34] На фиг.7 аналогичной фиг.5 показаны потоки жидкости и отходящего газа на участке нижней части мокрого скруббера.

[35] На фиг.8 схематично показан вид сбоку в сечении мокрого скруббера согласно альтернативному варианту осуществления.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[36] На фиг.1 схематично показана газоочистная установка 1 в поперечном сечении на виде сбоку. Газоочистная установка 1 содержит следующие основные компоненты: канал 2 впуска газа, первый контактный реактор 4, второй контактный реактор 6, бункер 8 оксида алюминия, устройство 10 пылеудаления, мокрый скруббер 12, надстройку 14 газоочистной установки и вытяжную трубу 16. Стрелки А указывают назначенный путь потока отходящего газа через газоочистную установку 1.

[37] На фиг.2 показан вид сбоку газоочистной установки 1 в направлении стрелок II-II по фиг.1. Канал 2 впуска газа соединяется с коллекторным каналом 18, показанным схематично и без соблюдения масштаба, собирающим отходящий газ от каждой из

обычно 1-400, а чаще 5-200 электролитических ванн 20 производства алюминия, каждая из которых может выполнять функцию производства алюминия согласно, например, упомянутой выше технологии Холла-Эру.

5 [38] Возвращаясь к фиг.1, канал 2 впуска газа направляет поток отходящего газа от электролитических ванн производства алюминия к первому контактному реактору 4. Объемный дозатор 22 функционирует, осуществляя рециркуляцию оксида алюминия Al_2O_3 в первом контактном реакторе 4, обеспечивающую эффективный контакт между оксидом алюминия и отходящим газом. В результате такого контакта газообразные загрязняющие вещества, такие как фтористый водород HF и сернистый ангидрид SO_2 10 абсорбируются оксидом алюминия.

[39] Отходящий газ протекает далее во второй контактный реактор 6. Подающая труба 24 с объемным дозатором 25 выполнена с возможностью подачи свежеприготовленного оксида алюминия во второй контактный реактор 6 из 15 соединенного по текучей среде с ней бункера 8 оксида алюминия. Свежеприготовленный оксид алюминия выполняет дополнительную адсорбцию загрязняющих веществ из отходящего газа на оксид алюминия. Бункер 8 оксида алюминия расположен рядом с устройством 10 пылеудаления и имеет общую с ним вертикальную боковую стенку 11. Мокрый скруббер 12 расположена над бункером 8 оксида алюминия и по меньшей 20 мере частично скрывает бункер 8 оксида алюминия из вида если смотреть вертикально вниз от верха мокрого скруббера 12, как ясно показано на фиг.1 и 2.

[40] Отходящий газ, содержащий твердые частицы, захваченные из электролитических ванн 20 производства алюминия, оксид алюминия повторного использования, захваченный из первого контактного реактора 4, и свежеприготовленный оксид 25 алюминия, захваченный из второго контактного реактора 6, проходит в устройство 10 пылеудаления. Устройство 10 пылеудаления расположено над вторым контактным реактором 6. Устройство 10 пылеудаления может, например, являться электростатическим пылеуловителем, основной принцип которого известен, например, из US 4,502,872, или тканевым фильтром, основной принцип которого известен, 30 например, из US 4,336,035.

[41] Устройство пылеудаления, показанное на фиг.1, является тканевым фильтром 10. Тканевый фильтр 10 содержит кожух 26. Отходящий газ входит в кожух 26 через его открытый нижний конец 28. Горизонтальная плита 30 расположена в верхнем конце кожуха 26. От плиты 30 продолжается множество тканевых фильтрующих устройств 35 в виде тканевых мешков 32, каждый такой тканевый мешок 32 продолжается через соответствующее отверстие в плите 30. Обычно, тканевый фильтр 10 может содержать 2-40000 таких тканевых мешков 32. При работе отходящий газ, насыщенный частицами пыли, включающими в себя оксид алюминия, входит в открытый нижний конец 28 кожуха 26. Отходящий газ протекает через ткань мешков 32 и внутрь мешков 32, а 40 частицы пыли собираются снаружи мешков 32. Затем, отходящий газ, от которого по меньшей мере отделена часть частиц пыли, протекает через внутреннее пространство мешков 32, вверх через плиту 30, и входит в газосборник 34 очищенного газа тканевого фильтра 10. Периодически собранные частицы пыли удаляются из мешков 32, например, 45 вибрированием мешков 32 сжатым воздухом, согласно принципам, раскрытым в US 4336035, или встряхиванием мешков 32. Частицы пыли, при этом удаляемые из мешков 32, частично возвращаются в контактные реакторы 4, 6 и частично удаляются из газоочистной установки 1 через выпуск 36. Удаленные твердые частицы должны в нормальных условиях напрямую транспортироваться в электролитические ванны 20 производства алюминия, показанные на фиг.2.

[42] В продолжение описания фиг.1, газосборник 34 очищенного газа, который расположен сверху тканевого фильтра 10 над плитой 30 и мешками 32, выполнен в своей вертикальной боковой стенке 38 с горизонтальным выпускным каналом 40. Выпускной канал 40 соединен по текучей среде с вентилятором 42, который в примере по фиг.1 является радиальным вентилятором 42. Радиальный вентилятор 42 выполнен с крыльчаткой 44, расположенной в кожухе 45 вентилятора 42 и вращающейся горизонтальным валом 46, приводимым в действие двигателем 48. Отходящий газ, протекающий горизонтально через выпускной канал 40, входит в радиальный вентилятор 42 в аксиальном направлении крыльчатки 44 и получает импульс в вертикальном направлении, радиально от крыльчатки 44. Отходящий газ направляется вверх вентилятором 42 и уходит от вентилятора 42 по существу вертикально через выпуск 50 вентилятора.

[43] На фиг.2 схематично показаны два альтернативных места расположения вентилятора. В первом альтернативном варианте осуществления вентилятор 142 может быть расположен в канале 2 впуска газа. Во втором альтернативном варианте осуществления вентилятор 242 может быть расположен сразу после мокрого скруббера 12. Вентиляторы 142, 242 можно использовать, как альтернативу или в комбинации с вентилятором 42 для генерирования потока отходящего газа через газоочистную установку 1.

[44] Мокрый скруббер 12 содержит кожух 52. Кожух 52 содержит горизонтальное днище 54, горизонтальную кровлю 56, и в общем цилиндрическую боковую стенку 58, продолжающуюся между днищем 54 и кровлей 56. Кожух 52 мокрого скруббера 12 полностью расположен внутри надстройки 14 газоочистной установки 1. При этом кожух 52 мокрого скруббера 12 защищен от ветровых нагрузок, ультрафиолетового излучения, осадков, песчаных бурь, и т.д., что существенно снижает требования к материалу и нагрузку на кожух 52 мокрого скруббера 12.

[45] Кожух 52 мокрого скруббера 12 расположен над или вертикально выше и рядом с тканевым фильтром 10, как лучше всего показано на фиг.1. При замене изношенных или поврежденных фильтрующих мешков 32 мешки 32 можно удалять, передвигая вертикально вверх через люки 35 в кровле 37 газосборника 34 очищенного газа. Фильтрующий мешок 32b, показанный пунктирной линией, показывает положение фильтрующего мешка 32b во время его удаления/замены. При расположении кожуха 52 мокрого скруббера 12 рядом с газосборником 34 очищенного тканевым фильтром 10 газа кожух 52 не препятствует замене фильтрующих мешков 32. Как показано на фиг.1 и 2, кожух 52 мокрого скруббера 12 расположен непосредственно над бункером 8 оксида алюминия.

[46] Днище 54 мокрого скруббера 12 выполнено с впускным отверстием 60, которое соединено по текучей среде с выпуском 50 вентилятора. Впускное отверстие 60 соединено по текучей среде с газораспределителем 62, который распределяет газ, приходящий от вентилятора 42 внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12. Возможная горизонтальная газораспределительная решетка 64 может быть расположена над газораспределителем 62 внутри кожуха 52 для поддержки образования профиля равномерного газораспределения отходящего газа внутри кожуха 52. Если требуется, набивка 66 газожидкостного контакта может располагаться внутри кожуха 52 над газораспределителем 62 и газораспределительной решеткой 64 для улучшения контакта между отходящим газом и абсорбирующей жидкостью, подаваемой соплами 68, расположенными внутри кожуха 52 над распределителем 62, решеткой 64 и набивкой 66. Примеры такой газожидкостной набивки 66 включают в себя MellapakTM,

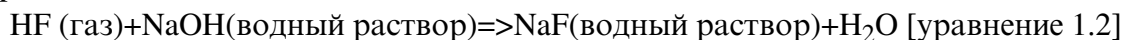
производимый Sulzer Chemtech AG, Winterthur, CH, и кольца PallTM, производимые Raschig GmbH, Ludwigshafen, DE. Согласно одному варианту осуществления газожидкостная набивка 66 может являться деревянной набивкой, выполненной в виде решетки из деревянных стержней. Деревянная набивка делает возможной эксплуатацию мокрого скруббера 12 без подачи абсорбирующей жидкости в течение более коротких периодов времени без повреждения набивочного материала.

[47] Абсорбирующая жидкость должна, в общем, содержать воду с щелочным веществом. Щелочным веществом может, например, являться гидроксид натрия NaOH, карбонат натрия Na₂CO₃, гидроксид кальция CaOH, известняк CaCO₃ или любое другое вещество, подходящее для нейтрализации кислотных загрязняющих веществ отходящего газа, включающих в себя, например, сернистый ангидрид SO₂ и фтористый водород HF, которые должны удаляться из отходящего газа посредством мокрого скруббера 12. Согласно дополнительному варианту осуществления абсорбирующая жидкость, содержащая воду с щелочным веществом, может по меньшей мере частично, подаваться в мокрый скруббер 12 в виде морской воды, например в виде морской воды из находящегося рядом океана. При работе мокрого скруббера на морской воде морская вода должна протекать через мокрый скруббер 12 для абсорбирования и нейтрализации сернистого ангидрида и фтористого водорода из отходящего газа, после чего морская вода должна возвращаться в океан.

[48] Например, абсорбция и нейтрализация сернистого ангидрида и фтористого водорода из отходящего газа с использованием гидроксида натрия NaOH может проходить согласно следующим реакциям:



[уравнение 1.1]



[49] Насос 70 расположен на грунте 72 для перекачки абсорбирующей жидкости через соединенную по текучей среде подающую трубу 74 в соединенные по текучей среде сопла 68. Сопла 68 распыляют абсорбирующую жидкость и вводят ее в контакт, если требуется, посредством набивки 66 газожидкостного контакта с отходящим газом, протекающим вертикально вверх внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12.

Использованная абсорбирующая жидкость собирается на днище 54 кожуха 52 и протекает через соединенную по текучей среде трубу 76 в циркуляционный бак 78. Циркуляционный бак 78 соединяется по текучей среде с насосом 70, который возвращает абсорбирующую жидкость в сопла 68. Переливная труба 80 соединяется с баком 78 для удаления излишков абсорбирующей жидкости.

[50] Устройство 82 измерения показателя pH соединяется с трубой 74 для измерения показателя pH абсорбирующей жидкости. Устройство 82 измерения показателя pH управляет насосом 84, который перекачивает щелочной раствор, такой как раствор NaOH, из емкости 86 хранения в трубу 74 через соединенную по текучей среде подающую трубу 88. Устройство 82 измерения показателя pH управляет насосом 84 поддержания величины показателя pH в абсорбирующей жидкости, подаваемой на сопла 68 через соединенную по текучей среде трубу 74 при заданном уровне, например pH равном 6,5.

[51] Согласно альтернативному варианту осуществления насос 71 расположен для перекачки морской воды, имеющей показатель pH, например, около 7,5-8,5, из находящегося рядом океана 73 в подающую трубу 74 через соединенную по текучей среде трубу 75. Морская вода используется в качестве абсорбирующей жидкости в мокром скруббере 12 для абсорбирования и нейтрализации сернистого ангидрида и

фтористого водорода согласно реакциям, аналогичным описанным выше для NaOH. После такой абсорбции и нейтрализации морская вода возвращается в океан 73 по трубе 76 и соединенной по текучей среде трубе 77. Если требуется, часть свежей воды, или часть подвергнутой рециркуляции морской воды, может циркулировать в мокром скруббере 12, вместе с подачей новой морской воды из океана 73.

[52] Каплеотбойник 90 расположен вертикально над соплами 68. Каплеотбойник 90 удаляет любые капли, содержащиеся в отходящем газе, перед входом отходящего газа в вытяжную трубу 16. Очищенный отходящий газ, показанный стрелкой АС, уходит из вытяжной трубы 16 и выпускается в атмосферу.

[53] Газоочистная установка 1 поддерживается на опорах 92, вместе образующих несущую конструкцию 94. Контактные реакторы 4, 6, тканевый фильтр 10 и мокрый скруббер 12, кроме вспомогательного оборудования, такого как насос 70 и бак 78, вместе образуют составную установку 96, которая поддерживается на несущей конструкции 94, общей для контактных реакторов 4, 6, тканевого фильтра 10 и мокрого скруббера 12. В варианте осуществления фиг. 1 и 2 бункер 8 оксида алюминия, надстройка 14, и вытяжная труба 16 также образуют часть составной установки 96 и поддерживается на общей несущей конструкции 94. Как ясно из описания фиг. 1 и 2 в целом газоочистная установка 1 занимает весьма небольшую площадь, поскольку мокрый скруббер 12 расположена на вертикальной отметке выше тканевого фильтра 10, и над бункером 8 оксида алюминия. Кроме того, выпускной канал 40, направляющий отходящий газ из тканевого фильтра 10 в мокрый скруббер 12, является весьма коротким, в общем, только 0,1-2 м. Также дополнительно, вытяжная труба 16 является весьма короткой, поскольку расположена непосредственно сверху кожуха 52 мокрого скруббера 12, который сам по себе расположен на значительной высоте над землей 72.

[54] Способ очистки отходящего газа в газоочистной установке 1 включает в себя введение отходящего газа через канал 2 впуска газа. Отходящий газ вводится в контакт с частицами оксида алюминия повторного использования в первом контактном реакторе 4, обеспечивающем адсорбцию фтористого водорода и сернистого ангидрида на частицах оксида алюминия. Дополнительная адсорбция происходит во втором контактном реакторе 6. Отходящий газ затем фильтруется в тканевом фильтре 10. Такое фильтрование обеспечивает удаление захваченных частиц пыли и оксида алюминия, насыщенного фтористым водородом и сернистым ангидридом. Фильтрованный отходящий газ затем направляется из газосборника 34 очищенного газа тканевого фильтра 10 и почти сразу вводится в мокрый скруббер 12 через ее впускное отверстие 60. Внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12 отходящий газ вводится в контакт с абсорбирующей жидкостью, обеспечивающей дополнительное удаление сернистого ангидрида и фтористого водорода. Очищенный отходящий газ выпускается в атмосферу через вытяжную трубу 16, расположенную сверху непосредственно на кожухе 52 мокрого скруббера 12.

[55] На фиг.3-7 показана нижняя часть 51 мокрого скруббера 12 более подробно. На фиг.3 показан вентилятор 42 с которым выпускной канал 40, показанный на фиг.1, соединен по текучей среде. Двигатель 48 вращает посредством горизонтального вала 46 крыльчатку (не показано на фиг.3) внутри кожуха 45, обеспечивая передвижение отходящего газа из тканевого фильтра, показанного на фиг.1 и 2. Отходящий газ передвигается через вентилятор 42 по существу вертикально вверх через выпуск 50 вентилятора. Выпуск 50 вентилятора выполняет функцию впускного канала мокрого скруббера, направляя отходящий газ в кожух 52 мокрого скруббера через впускное отверстие 60. Отходящий газ протекает внутри выпуска 50 вентилятора в направлении

потока впускного газа, которое близко к направлению вертикально вверх.

[56] Отходящий газ протекает через впускное отверстие 60, расположенное в днище 54 мокрого скруббера 12, в газораспределитель 62, расположенный в кожухе 52 мокрого скруббера 12. Как показано на фиг.3 газораспределитель 62 в данном варианте

5 осуществления расположен по центру в днище 54 кожуха 52 мокрого скруббера.

[57] Газораспределитель 62 содержит, как основные компоненты, впускную горловину 100, диффузор 102 и коллектор 104 жидкости. Газораспределитель 62 распределяет отходящий газ, входящий в мокрый скруббер 12 через впускное отверстие 60, таким образом, что отходящий газ внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12 равномерно

10 распределяется в ней. Равномерное распределение отходящего газа дает в результате эффективное удаление загрязняющих веществ из отходящего газа. Кроме того, газораспределитель 62 является весьма энергетически эффективным, поскольку большая часть динамической энергии отходящего газа из вентилятора 42 возвращается в виде полезной статической энергии ниже по потоку от газораспределителя 62. При этом

15 уменьшается потребление энергии вентилятором 42 для нагнетания отходящего газа через мокрый скруббер 12 в сравнении с уровнем техники.

[58] Каждое из следующего: впускная горловина 100, диффузор 102 и коллектор 104 жидкости, описаны более подробно ниже в данном документе в отношении их

20 соответствующего конструктивного исполнения и функций, наилучшим образом показанных на фиг.3-7.

[59] На фиг.4 показана впускная горловина 100 с первым участком 106 и вторым участком 108. Первый участок 106 является цилиндрическим с постоянной окружностью и, следовательно, постоянной площадью A1 горизонтального поперечного сечения, одинаковой с площадью горизонтального поперечного сечения впускного отверстия

25 60. Таким образом, средняя скорость потока отходящего газа, проходящего через первый участок 106 является постоянной по всей длине прохода через первый участок 106. Первый участок 106 соединен по текучей среде с выпуском 50 вентилятора. Выпуск 50 вентилятора имеет площадь A2 горизонтального поперечного сечения, в месте соединения по текучей среде с первым участком 106. В общем, площадь A2 поперечного

30 сечения является аналогичной площади A1 поперечного сечения. Средняя скорость потока отходящего газа на выпуске 50 вентилятора составляет, обычно 20-40 м/с. Таким образом, средняя скорость потока отходящего газа на первом участке 106 может также составлять 20-40 м/с, или немного больше, если площадь A1 меньше площади A2. В

35 одном примере средняя скорость потока отходящего газа в выпуске 50 вентилятора составляет 30 м/с, и средняя скорость потока отходящего газа на первом участке 106 составляет 32 м/с. Обычно, первый участок 106 имеет вертикальную длину L1, составляющую около 5-20% его диаметра D1.

[60] Второй участок 108 соединен по текучей среде с первым участком 106. В точке 108а, где второй участок 108 соединяется с первым участком 106, второй участок 108

40 является цилиндрическим и имеет диаметр, D1, приблизительно одинаковый с диаметром первого участка 106. Как показано на фиг.4, второй участок 108 имеет увеличивающуюся площадь горизонтального поперечного сечения в направлении от первого участка 106. Верх 108b второго участка 108 имеет площадь A3 горизонтального поперечного сечения, обычно составляющую 180-220% площади A1. В общем, второй участок 108 имеет

45 вертикальную длину L2, составляющую около 10-30% своего наименьшего диаметра D1.

[61] На фиг.5 показано продольное сечение газораспределителя 62. Второй участок 108 впускной горловины 100 имеет плавное внутреннее закругление 110. Внутреннее

закругление 110 имеет радиус R1, составляющий обычно 10-30% диаметра D1 второго участка 108 в точке 108a. Преимущество внутреннего закругления 110 состоит в том, что поток отходящего газа можно перенаправить на около 70-110° от направления впуска потока для изменения направления потока диффузора весьма эффективным образом с незначительной потерей энергии. Как показано на фиг.5, поток отходящего газа можно перенаправить на около 90° от направления впуска потока, близкого к вертикальному, к направлению потока диффузора, близкого к горизонтальному. Второй участок 108 завершается концом гладкого закругления 110 на вершине 108b. На вершине 108b, второй участок 108 имеет наружный диаметр, D2, обычно составляющий 120-160% диаметра D1. Следует понимать, что площадь A3, описанная выше и показанная на фиг.4, вычисляется по диаметру D2. Впускная горловина 100 может иметь круглое сечение, как показано, например, на фиг.3, но может также иметь конструкцию с другими требуемыми конфигурациями или геометрией.

[62] Возвращаясь к фиг.3, поток отходящего газа, протекающий через впускную горловину 100, входит в диффузор 102. Диффузор 102 замедляет, благодаря увеличению статического давления, скорость потока отходящего газа. Диффузор 102 содержит горизонтальную нижнюю пластину 112, крышку, образованную верхней пластиной 114, и множество вертикальных боковых стенок 116, продолжающихся от нижней пластины 112 к верхней пластине 114. Горизонтальная верхняя пластина 114 расположена в пути потока отходящего газа, протекающего в кожух 52 мокрого скруббера через впускное отверстие 60.

[63] На фиг.5 показана горизонтальная нижняя пластина 112 диффузора 102, окружающая второй участок 108 впускной горловины 100 на вершине 108b. При этом горизонтальная нижняя пластина 112 имеет внутренний диаметр, D2, приблизительно равный наружному диаметру D2 второго участка 108. Горизонтальная нижняя пластина 112 имеет наружный диаметр, D3, составляющий предпочтительно 130-160% диаметра D2 и 150-250% диаметра D1. Горизонтальная верхняя пластина 114 является в варианте осуществления, показанном на фиг.3-7 по существу перпендикулярной потоку отходящего газа, протекающему через кожух 52 мокрого скруббера. В качестве альтернативы, горизонтальная верхняя пластина 114 может проходить под несколько отличающимся углом. Горизонтальная верхняя пластина 114 может проходить под углом 70-110° к потоку отходящего газа, протекающему через кожух 52 мокрого скруббера. Например, горизонтальная верхняя пластина 114 может иметь в некотором роде коническую форму и образовывать угол 70-110° с потоком отходящего газа через кожух 52 мокрого скруббера.

[64] Продолжая описание по фиг.5, горизонтальная верхняя пластина 114 имеет горизонтальный центральный участок 118 и наружный закругленный участок 120, охватывающий по окружности центральный участок 118. Горизонтальная верхняя пластина 114, таким образом, напоминает поля шляпы. Центральный участок 118 имеет диаметр D4, обычно составляющий 80-100% диаметра D3. Наружный закругленный участок 120 может, например, иметь вертикальное поперечное сечение в виде сегмента половины окружности, как показано на фиг.5, четверти окружности или некоторой другой подходящей формы, начинаясь от закраины 122 центрального участка 118 и проходя наружу к вершине 120a. Обычно наружный радиус R2 закругленного участка 120 составляет 3-10% диаметра D4 центрального участка 118.

[65] На вершине 108b, где второй участок 108 впускной горловины 100 соединяется с диффузором 102, вертикальный предел обозначен позицией V1. Вертикальный предел V1 охватывает по окружности второй участок 108 и имеет диаметр D2, одинаковый с

наружным диаметром D2 второго участка 108. Вертикальный предел V1 является аналогичным вертикальному цилиндру с диаметром D2 и высотой H1, являющейся вертикальным расстоянием между горизонтальной нижней пластиной 112 и горизонтальной верхней пластиной 114. Таким образом, площадь вертикального
5 предела V1 равна $\pi \cdot H1 \cdot D2$. Поток отходящего газа, протекающий из впускной горловины 100 в диффузор 102, протекает через вертикальный предел V1. Если отходящий газ имеет профиль достаточно равномерного газораспределения по всему выпуску 50 вентилятора, то площадь позиции V1 может быть аналогична площади A1. С другой стороны, если отходящий газ имеет профиль неравномерного
10 газораспределения по всему выпуску 50 вентилятора, что является обычной ситуацией, поскольку вентилятор 42 весьма подвержен генерированию асимметричного профиля газораспределения, то площадь позиции V1 предпочтительно меньше площади A1. Если площадь позиции V1 меньше площади A1, отходящий газ дросселируется при прохождении от второго участка 108 впускной горловины 100 и в диффузор 102. Такое
15 дросселирование позволяет «выровнять» газораспределение, т.е. придать потоку отходящего газа, протекающего через диффузор 102, весьма равномерное газораспределение, хотя вентилятор 42 может обуславливать весьма асимметричное газораспределение отходящего газа. Дросселирование, полученное благодаря тому, что площадь V1 меньше площади A1, происходит частично вследствие гладкого
20 внутреннего закругления 110 и ускорения потока газа во время его перенаправления из вертикального потока в горизонтальный поток при малой потере давления. Таким образом, в варианте несколько неравномерного газораспределения отходящего газа в выпуске 50 вентилятора площадь позиции V1 предпочтительно составляет 70-99% площади A1, более предпочтительно 75-98% площади A1 для получения
25 дросселирования отходящего газа в переходе между впускной горловиной 100 и диффузором 102.

[66] Боковые стенки 116 продолжают горизонтально от диаметра D1, т.е., от внутреннего диаметра участка 106 впускной горловины 100, до диаметра D3, т.е., до
30 наружного диаметра горизонтальной нижней пластины 112. Высота H1 между горизонтальной нижней пластиной 112 и горизонтальной верхней пластиной 114 обычно составляет 10-30% диаметра D1. Боковые стенки 116 имеют на своих соответствующих центральных участках вертикальную высоту равную высоте H1.

[67] На фиг.6 показан диффузор 102 в сечении указанном стрелками VI-VI по фиг.4. Показанный диффузор 102 содержит двенадцать боковых стенок 116. Боковые стенки
35 116 являются по существу расположенными через равные интервалы над горизонтальной нижней пластиной 112. Боковые стенки 116 образуют каналы 124 диффузора. Всего двенадцать таких каналов 124 диффузора располагаются бок о бок в данном варианте осуществления. Каналы 124 диффузора увеличиваются в размере от внутренней стороны 124a на впускной горловине 100 к внешней стороне 124b соответствующего канала 124.
40 В каналах 124 диффузора скорость потока отходящего газа постепенно замедляется от начальной скорости потока газа 20-40 м/с на впускной горловине 100 до обычно 9-18 м/с при выходе из каналов 124 диффузора. Скорость потока газа дополнительно уменьшается, когда отходящий газ протекает в кожух 52 мокрого скруббера 12.

[68] Каналы 124 диффузора направляют поток отходящего газа под углом 70-110°
45 к потоку, протекающему через кожух 52 мокрого скруббера, где происходит контакт отходящего газа с абсорбирующей жидкостью. В варианте осуществления, показанном на фиг.3-7, поток отходящего газа через кожух 52 мокрого скруббера при контакте с абсорбирующей жидкостью является по существу вертикальными, и поток отходящего

газа через каналы 124 диффузора является почти горизонтальным. Соответственно, поток газа через каналы 124 диффузора является в данном варианте осуществления, как наилучшим образом показано на фиг.5, образующим угол около 90° с потоком отходящего газа, протекающим через кожух 52 мокрого скруббера при контакте с абсорбирующей жидкостью.

[69] Продолжая с описанием варианта осуществления, показанного на фиг.6, кожух 52 мокрого скруббера обычно имеет внутренний диаметр D5 в 2,5-3,5 раза больше диаметра D1. Таким образом, средняя скорость потока газа в кожухе 52 мокрого скруббера, вертикально над газораспределителем 62, как показано в изометрии на фиг.3, составляет около 2,5-3,5 м/с.

[70] Как показано на фиг.3, коллектор 104 жидкости расположен вертикально над впускной горловиной 100 и диффузором 102. Во время работы мокрого скруббера 12 жидкость подается в сопла 68, как показано на фиг.1, и протекает вертикально вниз внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12, если требуется, через набивку 66 газожидкостного контакта. Предпочтительно, небольшая часть данной жидкости протекает в диффузор 102 или далее во впускную горловину 100 или вообще не протекает. Большое количество жидкости, протекающей во впускную горловину 100, и далее в вентилятор 42 могут приводить к выходу из строя вентилятора. Кроме того, при отсутствии коллектора 104 жидкости газораспределительные свойства диффузора 102 нарушаются большими количествами жидкости, протекающей по каналам 124 диффузора неуправляемым образом, давая в результате менее эффективное газораспределение.

[71] На фиг.5 показан коллектор 104 жидкости более подробно. Коллектор 104 жидкости выполнен с поддоном 126, расположенным над впускной горловиной 100. Поддон 126 состоит из горизонтальной верхней пластины 114 с ее горизонтальным центральным участком 118 и наружным закругленным участком 120. Таким образом, коллектор 104 жидкости и диффузор 102 вместе используют горизонтальную верхнюю пластину 114 с ее горизонтальным центральным участком 118 и наружным закругленным участком 120. Нижняя часть 119 центрального участка 118 и наружного закругленного участка 120 образуют верхний участок 103 диффузора 102, и участки 121 верхней стороны центрального участка 118 и наружного закругленного участка 120 образуют нижнюю часть 105 коллектора 104 жидкости. Таким образом, жидкость, протекающая вертикально вниз внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12, собирается либо в коллекторе 104 жидкости, или горизонтальным днищем 54 кожуха 52 мокрого скруббера. Жидкость, протекающая вниз по центру в кожухе 52, главным образом собирается на коллекторе 104 жидкости, а жидкость, протекающая вниз смежно боковой стенке 58 кожуха 52 мокрого скруббера, главным образом собирается на днище 54 кожуха 52 мокрого скруббера.

[72] Жидкость, собранная в коллекторе 104 жидкости, должна быть отведена из него без ненадлежащего взаимодействия с отходящим газом, протекающим из диффузора 102. Для этого коллектор 104 жидкости содержит по меньшей мере одну соединенную по текучей среде дренажную трубу 128. Дренажная труба 128 отводит жидкость из поддона 126 коллектора 104 жидкости через горизонтальный центральный участок 118 горизонтальной верхней пластины 114 и далее через горизонтальную нижнюю пластину 112 диффузора 102. Таким образом, жидкость, собранная в поддоне 126 коллектора 104 жидкости, отводится к днищу 54 кожуха 52 мокрого скруббера 12 без взаимодействия неуправляемым образом с отходящим газом, протекающим через диффузор 102. Вся жидкость, собранная на днище 54, т.е. жидкость, отведенная из коллектора 104 жидкости,

плюс жидкость, протекающая вниз смежно боковой стенке 58 кожуха 52 мокрого скруббера 12, выпускается с днища 54 мокрого скруббера 12 через соединенную по текучей среде трубу 76. Соединенная по текучей среде труба 76 может, например, как описано выше и показано на фиг.1, отводить жидкость в циркуляционный бак 78, или в находящийся рядом океан 73.

[73] На фиг.6 показан коллектор 104 жидкости, выполненный с четырьмя дренажными трубами 128. Четыре дренажные трубы 128 предпочтительно расставлены через равные интервалы по периферии 100а впускной горловины 100 и продолжают вертикально через горизонтальную нижнюю пластину 112 и горизонтальную верхнюю пластину 114, как также показано на фиг.5, и, следовательно, продолжают через четыре соответствующих канала 124 диффузора. Если выполнен с более, чем четырьмя дренажными трубами 128, каждой дренажной трубе 128 требуется меньший диаметр, что означает уменьшение возмущения потока отходящего газа в каналах 124 диффузора, в которых дренажные трубы 128 расположены. При выполнении с только одной дренажной трубой 128, значительное возмущение обеспечивается в результате для потока отходящего газа, протекающего через конкретный канал 124 диффузора с такой одной дренажной трубой увеличенного диаметра. Таким образом, предпочтительно выполнение коллектора 104 жидкости с по меньшей мере двумя и, предпочтительно, по меньшей мере тремя дренажными трубами 128, расставленными через равные интервалы вокруг периферии 100а впускной горловины 100.

[74] На фиг.3 показана горизонтальная газораспределительная решетка 64, расположенная по вертикали над газораспределителем 62. Газораспределительная решетка 64, которая является возможной, может содержать множество концентрических колец 130, поддерживаемых радиальными стержнями 132. Горизонтальная газораспределительная решетка 64 выполняет точную настройку газораспределения, уже полученного посредством газораспределителя 62. В общем, падение бокового давления газа на газораспределительной решетке 64 должно составлять только 50-400 Па во время работы мокрого скруббера 12, что соответствует относительно низкому энергопотреблению вентилятора 42 для передвижения отходящего газа через газораспределительную решетку 64.

[75] На фиг.5 показана горизонтальная газораспределительная решетка 64, выполненная на расстоянии H2 над горизонтальной верхней пластиной 114 диффузора 102. В общем, расстояние H2 должно быть больше в 2-6 раз высоты, H1 между горизонтальной нижней пластиной 112 и горизонтальной верхней пластиной 114. В примере, показанном на фиг.5, высота H2 в 3 раза превышает высоту H1.

[76] На фиг.7 схематично показана картина потоков отходящего газа, полученная компьютерным моделированием, выполненным по программе вычисления для трехмерной гидродинамики, и картина потоков жидкости смежных газораспределителю 62. Отходящий газ входит в кожух 52 мокрого скруббера в направлении газового потока впуска, показанном стрелкой FD, который проходит почти вертикально вверх. Отходящий газ, ниже по потоку от газораспределительной решетки 64, направляется в газовом потоке мокрого скруббера в направлении SD, почти вертикально вверх для введения в контакт с абсорбирующей жидкостью в кожухе 52 мокрого скруббера. Поток LF жидкости в области газораспределителя 62 показан пунктирными стрелками, и поток GF отходящего газа показан сплошными стрелками.

[77] Как показано на фиг.7, поток LF жидкости, протекающий вертикально вниз от сопел 68, показанных на фиг.1, либо собирается в поддон 126 коллектора 104 жидкости, или собирается на днище 54 кожуха 52 мокрого скруббера. Жидкость, собранная в

поддон 126, отводится через дренажные трубы 128 на днище 54. Жидкость, собранная на днище 54, отводится через трубу 76 в циркуляционный бак 78 или находящийся рядом океан 73, если есть такая возможность.

5 [78] Поток GF отходящего газа входит в газораспределитель 62 вертикально снизу через выпуск 50 вентилятора, впускное отверстие 60 и первый участок 106 впускной горловины 100. Поток GF отходящего газа из вентилятора 42, показанный на фиг.3 и 4, через выпуск 50 вентилятора часто имеет весьма асимметричный профиль газового потока, поскольку вентилятор 42 редко создает профиль газового потока с равномерным распределением. После входа во второй участок 108 впускной горловины 100 отходящий газ перенаправляется под углом около 90° к диффузору 102. После перенаправления отходящий газ следует вдоль плавного внутреннего закругления 110 второго участка 108. Верхняя пластина 114 диффузора 102 является по существу перпендикулярной потоку газа в мокром скруббере в направлении SD, в котором отходящий газ протекает через кожух 52 мокрого скруббера, и расположена в пути потока отходящего газа, протекающего в кожух 52 мокрого скруббера через впускное отверстие 60.

10 Непосредственно под центром горизонтального центрального участка 118 горизонтальной верхней пластины 114, образуется область SR стагнации отходящего газа. Область SR стагнации отходящего газа образуется аналогично конусообразной зоне с вершиной (общей точкой пучка кривых), направленной вниз, что вносит вклад в нагнетание отходящего газа к диффузору 102. Благодаря плавному внутреннему закруглению 110 второго участка 108 и области SR стагнации отходящего газа, поток GF отходящего газа относительно равномерно распределяется между двенадцатью каналами 124 диффузора 102. Кроме того, например, поскольку площадь V1 меньше площади A1, как описано выше и показано на фиг.5, площадь V1 составляет 75-98% площади A1, дросселирование отходящего газа осуществляется в переходе между 15 впускной горловиной 100 и диффузором 102. Такое дросселирование вносит свой дополнительный вклад в выравнивание вначале неравномерного газораспределения.

[79] В продолжение описание фиг.6, поток GF отходящего газа через каналы 124 диффузора встречается как показано для одного из каналов 124 диффузора на фиг.6, с постепенно увеличивающимся расширением при передвижении из внутренней части 124a на впускной горловине 100 к внешней части 124b канала 124 диффузора. Поток GF отходящего газа по меньшей мере в некоторой степени следует боковым стенкам 116 канала 124 диффузора. Таким образом, боковые стенки 116 способствуют равномерному распределению потока GF отходящего газа по всему каналу 124 20 диффузора при его постепенном расширении. Поток GF отходящего газа из канала 124 диффузора имеет профиль газового потока с относительно равномерным распределением. Предпочтительно, диффузор 102 выполнен с подходящим числом боковых стенок 116 для получения такого оптимального газораспределения. При слишком малом числе боковых стенок 116 поток GF отходящего газа не следует боковым 25 стенкам 116 достаточно точно, результатом является профиль газового потока с менее равномерным распределением на выпуске 102a диффузора 102. Предпочтительно, угол W между двумя смежными боковыми стенками 116 составляет $20-45^\circ$. В одном примере угол W составляет 30° . В варианте осуществления, показанном на фиг.6, сечение канала 124 диффузора немного больше, чем в два раза увеличивается на выпускном конце 136 30 в сравнении с впускным концом 138. Частично, такие размеры являются результатом использования наружного закругленного участка 120 с криволинейным уходом от горизонтальной нижней пластины 112, как показано на фиг.5. Таким образом, поток GF отходящего газа претерпевает при прохождении через канал 124 диффузора 35

уменьшение скорости потока газа с коэффициентом около 2,2. В общем, скорость потока отходящего газа уменьшается от 20-40 м/с на впускном конце 138 до 9-18 м/с на выпускном конце 136. Длина L3 канала 124 диффузора равна половине разности наружного диаметра D3 горизонтальной нижней пластины 112 и внутреннего диаметра D1 впускной горловины 100, т.е., $L3=(D3-D1)/2$.

[80] Возвращаясь к фиг.7, поток GF отходящего газа из канала 124 диффузора частично следует по плавному закруглению по радиусу участка 120, охватывающему по окружности центральный участок 118 перед перенаправлением боковыми стенками 58 кожуха 52 мокрого скруббера 12. Поток GF отходящего газа, при этом перераспределяется для получения требуемого весьма равномерного распределения газового потока по всему кожуху 52. Газораспределительная решетка 64 дополнительно способствует равномерному распределению газового потока. Как показано на фиг.7, поток LF жидкости, протекающий смежно боковой стенке 58 отводится в стенку 58 потоком GF отходящего газа, и протекает вниз вдоль стенки 58. Кроме того, поток LF жидкости, протекающий вниз над поддоном 126 или по меньшей мере смежно с поддоном 126, отводится потоком GF отходящего газа в поддон 126.

[81] Непосредственно под газораспределительной решеткой 64 образуется область MR интенсивного перемешивания отходящего газа и абсорбирующей жидкости. Такая область MR интенсивного перемешивания значительно способствует эффективному удалению загрязняющих веществ из отходящего газа. Кроме того, данная область MR перемешивания способствует эффективному охлаждению и насыщению отходящего газа водяным паром.

[82] Таким образом, поток отходящего газа, протекающий вертикально вверх в набивке 66 газожидкостного контакта и в контакте с жидкостью, подаваемой из сопел 68, имеет неожиданно равномерное распределение газового потока, что означает весьма эффективное удаление сернистого ангидрида внутри мокрого скруббера 12.

[83] На фиг.8 показан альтернативный вариант осуществления мокрого скруббера 212. Пылеулавливающее устройство, которое может, например, являться тканевым фильтром 210, выполнено с впуском 202, через который отходящий газ подается на тканевый фильтр 210. Отходящий газ может, например, вырабатываться в металлургическом процессе, в котельной, отапливаемой углем или нефтью или представлять собой отходы мусоросжигательной установки. Тканевый фильтр 210 удаляет большинство частиц пыли отходящего газа согласно принципам, аналогичным описанным выше в отношении тканевого фильтра 10. Отходящий газ протекает из тканевого фильтра 210 через выпускной канал 240, который выполняет функции впускного канала мокрого скруббера, направляя отходящий газ в кожух мокрого скруббера 252 через впускное отверстие 260. Выпускной канал 240 расположен под углом около 40° к горизонтальной плоскости. Кожух 252 мокрого скруббера 212 выполнен с возможностью прохода горизонтального потока отходящего газа через него, здесь отходящий газ передвигается горизонтально от первого конца 254 ко второму концу 256 кожуха 252. Впускное отверстие 260 расположено на первом конце 254. Выпускной канал 240 соединен по текучей среде с впускным отверстием 260. Таким образом, отходящий газ протекает в кожух 252 в направлении FD газового потока впуска из выпускного канала 240 под углом ID, в 40° к горизонтальному потоку газа в мокром скруббере в направлении SD, в котором отходящий газ протекает через кожух мокрого скруббера 252.

[84] Множество сопел 268 расположено в верхней части 255 кожуха 252. Насос 271 подает абсорбирующую жидкость, которая может являться морской водой,

направленной из океана 273, в сопла 268 через соединенную по текучей среде трубу 274. Отходящий газ протекает горизонтально под соплами 268, как указано стрелкой SD, и приводится в контакт с абсорбирующей жидкостью. Использованная абсорбирующая жидкость собирается на участке 257 днища кожуха 252 и возвращается в океан 273 через соединенную по текучей среде трубу 277.

[85] Впускное отверстие 260 соединено по текучей среде с газораспределителем 262. Газораспределитель 262 может содержать впускную горловину 300 и диффузор 302, аналогичные или идентичные впускной горловине 100 и диффузору 102, описанным выше и показанным на фиг.3-7. Поскольку отходящий газ протекает горизонтально через кожух мокрого скруббера 252, коллектор жидкости в газораспределителе 262 можно исключить.

[86] Очищенный отходящий газ уходит из мокрого скруббера 212, после прохождения каплеудалителя 290, расположенного на втором конце 256. Отходящий газ затем протекает в вытяжную трубу 216 и наконец выпускается в атмосферу. В варианте осуществления, показанном на фиг.8, вентилятор 242 для нагнетания отходящего газа через тканевый фильтр 210 и мокрый скруббер 212 расположен в вытяжной трубе 216.

[87] Следует понимать, что многочисленные подварианты вариантов осуществления, описанных выше, являются возможными в объеме прилагаемой формулы изобретения.

[88] Выше описано, что мокрый скруббер 12 можно использовать для очистки отходящего газа, производимого в электролитических ваннах 20 производства алюминия. Следует понимать, что мокрый скруббер 12 можно использовать также в других вариантах применения. Например, мокрый скруббер 12 можно использовать для очистки отходящих газов, производимых в других металлургических процессах, таких как в доменных печах, и в других производственных процессах, включающих в себя, без ограничения этим, отходы мусоросжигательных установок, электростанций, работающих на угле и нефти, и т.д.

[89] Выше описано и показано на фиг.1-7, что впускное отверстие 60 выполнено с возможностью обеспечения прохода потока отходящего газа в кожух 52 мокрого скруббера в направлении близком к вертикальному. Указанное направление практически аналогично вертикальному направлению потока отходящего газа, протекающего через кожух 52 мокрого скруббера при входе в контакт с абсорбирующей жидкостью. Направление потока отходящего газа, входящего в кожух 52 мокрого скруббера через впускное отверстие 60, может несколько отклоняться от направления газового потока внутри кожуха 52. Таким образом, при вертикальном потоке газа в мокром скруббере в направлении SD внутри кожуха 52 мокрого скруббера под углом 0° к вертикальной плоскости впускное направление FD газового потока отходящего газа во впускном отверстии 60 может образовывать угол $\pm 45^\circ$ с вертикальным направлением газового потока внутри кожуха 52 мокрого скруббера, т.е. угол $\pm 45^\circ$ к вертикальной плоскости. В варианте осуществления, показанном на фиг.1-7, впускное направление FD газового потока отходящего газа во впускном отверстии 60 образует угол 0° с вертикальным потоком газа в мокром скруббере в направлении SD внутри кожуха 52 мокрого скруббера и, таким образом, также образует угол 0° к вертикальной плоскости. В варианте осуществления, показанном на фиг.8, впускное направление FD газового потока отходящего газа во впускном отверстии 260 образует угол ID в 40° к горизонтальному потоку газа в мокром скруббере в направлении SD внутри кожуха мокрого скруббера 252.

[90] Выше описана мокрый скруббер 12, в которой отходящий газ протекает вертикально вверх внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12. Следует понимать, что

возможны другие варианты устройства. Согласно первому альтернативному варианту осуществления мокрый скруббер 212 может быть выполнена с возможностью горизонтального прохода потока отходящего газа внутри кожуха мокрого скруббера, как показано на фиг.8. Согласно еще одному дополнительному альтернативному варианту осуществления кожух мокрого скруббера может быть выполнен с

5 возможностью протекания отходящего газа вертикально вниз через кожух мокрого скруббера. В таком варианте впускное отверстие и газораспределитель должны располагаться сверху кожуха мокрого скруббера для верхнего распределения отходящего газа, входящего сверху в кожух мокрого скруббера.

10 [91] Выше указано, что отходящий газ входит в кожух 52 мокрого скруббера 12 через впускное отверстие 60 в днище 54 мокрого скруббера 12. Следует понимать, что впускное отверстие может также быть расположено в других местах кожуха 52 мокрого скруббера 12. Например, впускное отверстие может быть расположено в нижней части цилиндрической боковой стенки 58 мокрого скруббера 12. Также дополнительно,

15 впускное отверстие может быть расположено в кожухе 52 мокрого скруббера 12 в месте, где днище 54 стыкуется с боковой стенкой 58.

[92] Выше описано, что мокрый скруббер 12 выполнена с набивкой 66. Следует понимать, что мокрый скруббер 12 можно также разработать вообще без набивки, в таком варианте смешивание абсорбирующей жидкости и отходящего газа основано на

20 распылении абсорбирующей жидкости соплами 68. Примером подходящего сопла 68 является сопло WhirlJet™, производимое Spraying Systems Co, Wheaton, Illinois, USA. Следует понимать, что сопла 68 могут быть расположены на нескольких уровнях по вертикали внутри кожуха 52 мокрого скруббера 12. Кроме того, сопла 68 могут быть выполнены с возможностью распыления жидкости против потока, как показано на

25 фиг.1, по потоку или против потока и по потоку, относительно потока отходящего газа.

[93] Выше описано, что газоочистная установка 1 содержит первый и второй контактный реактор 4, 6, в которых отходящий газ приводится в контакт с оксидом алюминия. Следует понимать, что газоочистную установку можно также согласно

30 альтернативному варианту осуществления оборудовать одним контактным реактором, в котором отходящий газ вводится в контакт с оксидом алюминия повторного использования и свежеприготовленным оксидом алюминия. Согласно дополнительному альтернативному варианту осуществления, газоочистную установку можно также оборудовать тремя или больше контактными реакторами, расположенными

35 последовательно.

[94] Выше описано, что вентилятор 42 является радиальным вентилятором. Следует понимать, что другие типы вентиляторов, например, аксиальные вентиляторы, можно также использовать для направления отходящего газа через газоочистную установку

1.

40 [95] Выше описано, что насос 70, бак 78 и оборудование 82, 84, 86, 88 регулирования показателя pH расположены на земле 72. Следует понимать, что должна также предусматриваться возможность расположения некоторых или всех данных устройств в других местах. Согласно одному варианту осуществления по меньшей мере одно из

45 следующего: насос 70, бак 78, связанные трубы 76, 74, и оборудование 82, 84, 86, 88 регулирования показателя pH расположено внутри надстройки 14 газоочистной установки 1. Согласно дополнительному варианту осуществления все, насос 70, бак 78, связанные с ними трубы 76, 74, и оборудование 82, 84, 86, 88 регулирования показателя pH расположено внутри надстройки 14.

[96] Выше описано, что бункер 8 оксида алюминия выполнен за одно целое с газоочистной установкой 1. Следует понимать, что также возможна разработка газоочистной установки без бункера 8 оксида алюминия, интегрированного в нее. В таком варианте свежеприготовленный оксид алюминия может подаваться из удаленного центрального склада оксида алюминия, соединенного по текучей среде с подающей трубой 24.

[97] Выше газоочистная установка 1 описана содержащей один тканевый фильтр 10 и одну мокрый скруббер 12. Следует понимать, что газоочистную установку можно оборудовать несколькими параллельными тканевыми фильтрами, например, 2-100 параллельными тканевыми фильтрами, и несколькими параллельными мокрыми скрубберами, например 2-100 параллельными мокрыми скрубберами. Число мокрых скрубберов не обязательно должно соответствовать числу тканевых фильтров. Таким образом, например, два параллельных тканевых фильтра могут соединяться с одной общим мокрым скруббером.

[98] Подводя итог, мокрый скруббер 12 для удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа содержит впускное отверстие 60. Газораспределитель 62 расположен в кожухе 52 мокрого скруббера и содержит диффузор 102, имеющий крышку 114. Крышка 114 расположена в пути потока отходящего газа, протекающего в кожухе 52 мокрого скруббера. Диффузор 102 имеет по меньшей мере один канал 124 диффузора для транспортировки отходящего газа от впускного отверстия 60 в кожух 52 мокрого скруббера.

[99] Хотя настоящее изобретение описано для нескольких предпочтительных вариантов осуществления, специалисту в данной области техники должно быть понятно, что в нем можно выполнять различные изменения и замещать эквивалентами его элементы без отхода от объема изобретения. Кроме того, различные модификации можно выполнять для приспособления к конкретной ситуации или адаптации материала к идеям изобретения без отхода по существу от его объема. Таким образом, изобретение не ограничено конкретными вариантами осуществления, раскрытыми, как лучшие способы, предложенные для осуществления данного изобретения, но изобретение должно включать в себя все варианты осуществления, охваченные объемом прилагаемой формулы изобретения. Кроме того, использование терминов первый, второй и т.д. не исключает любого порядка или важности, вместо этого термины первый, второй и т.д. используют, чтобы отличать один элемент от другого.

Формула изобретения

1. Мокрый скруббер для удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа, содержащий впускное отверстие (60), кожух (52) мокрого скруббера, который соединен по текучей среде с впускным отверстием (60), причем через указанный кожух (52) отходящий газ протекает в направлении (SD) газового потока мокрого скруббера, и устройство (68) подачи абсорбирующей жидкости, выполненное с возможностью подачи абсорбирующей жидкости в указанный кожух (52) мокрого скруббера для контакта отходящего газа с абсорбирующей жидкостью внутри кожуха (52) мокрого скруббера, отличающийся тем, что газораспределитель (62), расположенный в кожухе (52) мокрого скруббера, содержит диффузор (102), содержащий крышку (114), расположенную в пути отходящего газа, протекающего в кожух (52) мокрого скруббера через впускное отверстие (60), причем диффузор (102) дополнительно содержит по меньшей мере один канал (124) диффузора для транспортировки отходящего газа из впускного отверстия (60) в кожух

(52) мокрого скруббера, причем впускной канал (50) мокрого скруббера выполнен с возможностью направления отходящего газа в кожух (52) мокрого скруббера через впускное отверстие (60) в направлении (FD) впускного газового потока, которое составляет $\pm 45^\circ$ от направления (SD) газового потока мокрого скруббера.

5 2. Мокрый скруббер по п. 1, в котором по меньшей мере один канал (124) диффузора имеет направление газового потока $70-110^\circ$ относительно направления (SD) газового потока мокрого скруббера.

3. Мокрый скруббер по п. 1, в котором диффузор (102) выполнен с по меньшей мере тремя каналами (124) диффузора, отделенными боковыми стенками (116).

10 4. Мокрый скруббер по п. 1, в котором устройство (68) подачи абсорбирующей жидкости расположено в верхней части кожуха (52) мокрого скруббера, а впускное отверстие (60) расположено в нижней части кожуха (52) мокрого скруббера, при этом отходящий газ протекает вертикально вверх.

15 5. Мокрый скруббер по п. 1, в котором впускное отверстие (60) соединено с вентилятором (42), нагнетающим поток отходящего газа через мокрый скруббер (12).

6. Мокрый скруббер по п. 1, в котором газораспределитель (62) содержит впускную горловину (100), соединенную с впускным отверстием (60), причем впускная горловина (100) содержит внутреннее закругление (110), вдоль которого отходящий газ протекает, перемещаясь из впускного отверстия (60) в диффузор (102).

20 7. Мокрый скруббер по п. 1, в котором газораспределитель (62) содержит коллектор (104) жидкости, содержащий поддон (126), расположенный над диффузором (102) для сбора абсорбирующей жидкости, поступающей из устройства (68) подачи абсорбирующей жидкости.

25 8. Мокрый скруббер по п. 1, в котором коллектор (104) жидкости содержит по меньшей мере одну дренажную трубу (128), выполненную с возможностью отведения абсорбирующей жидкости, собранной в поддоне (126) за диффузор (102).

9. Мокрый скруббер по п. 1, в котором газораспределительная решетка (64) расположена в кожухе (52) мокрого скруббера ниже по потоку от газораспределителя (62).

30 10. Мокрый скруббер по п. 1, в котором газораспределитель (62) расположен по центру в днище (54) кожуха (52) мокрого скруббера.

35 11. Мокрый скруббер по п. 1, в котором площадь (V1) поперечного сечения на впуске диффузора (102) меньше площади (A1) поперечного сечения на впускном отверстии (60), так что обеспечивается дросселирование отходящего газа, протекающего из впускного отверстия (60) в диффузор (102).

12. Способ удаления по меньшей мере одного газообразного загрязняющего вещества из отходящего газа введением отходящего газа в контакт с абсорбирующей жидкостью внутри кожуха (52) мокрого скруббера, включающий в себя этапы, на которых:

40 (60),
впускают отходящий газ в кожух (52) мокрого скруббера через впускное отверстие

пропускают отходящий газ в диффузор (102), содержащий крышку (114), расположенную в пути отходящего газа, протекающего в кожух (52) мокрого скруббера через впускное отверстие (60),

направляют отходящий газ через по меньшей мере один канал (124) диффузора и в кожух (52) мокрого скруббера, и

направляют отходящий газ в направлении (SD) газового потока мокрого скруббера, в котором отходящий газ протекает через кожух (52) мокрого скруббера при приведении в контакт с абсорбирующей жидкостью, причем

направление (FD) газового потока впуска отходящего газа во впускном отверстии (60) составляет $\pm 45^\circ$ направления (SD) газового потока мокрого скруббера.

13. Способ по п. 12, дополнительно включающий этапы, на которых направляют отходящий газ в направлении (SD) газового потока мокрого скруббера, направленного по существу вертикально вверх через кожух (52) мокрого скруббера, и направляют отходящий газ через по меньшей мере один канал (124) диффузора под углом около $70-110^\circ$ к направлению (SD) газового потока мокрого скруббера.

14. Способ по п. 12, дополнительно включающий в себя этап, на котором направляют отходящий газ вдоль внутреннего закругления (110) впускной горловины (100), соединенной с впускным отверстием (60) при протекании отходящего газа из впускного отверстия (60) в диффузор (102).

15. Способ по п. 12, дополнительно включающий в себя этап, на котором собирают абсорбирующую жидкость в коллекторе (104) жидкости, содержащем поддон (126), расположенный над диффузором (102).

16. Способ по п. 15, дополнительно включающий в себя этап, на котором отводят абсорбирующую жидкость, собранную в поддоне (126), за диффузор (102) отдельно от потока отходящего газа.

17. Способ по п. 12, дополнительно включающий в себя этап, на котором уменьшают скорость потока отходящего газа в 1,5-3,0 раза при прохождении отходящего газа через диффузор (102).

18. Способ по п. 12, в котором поток отходящего газа дросселируется при прохождении из впускного отверстия (60) в диффузор (102).

25

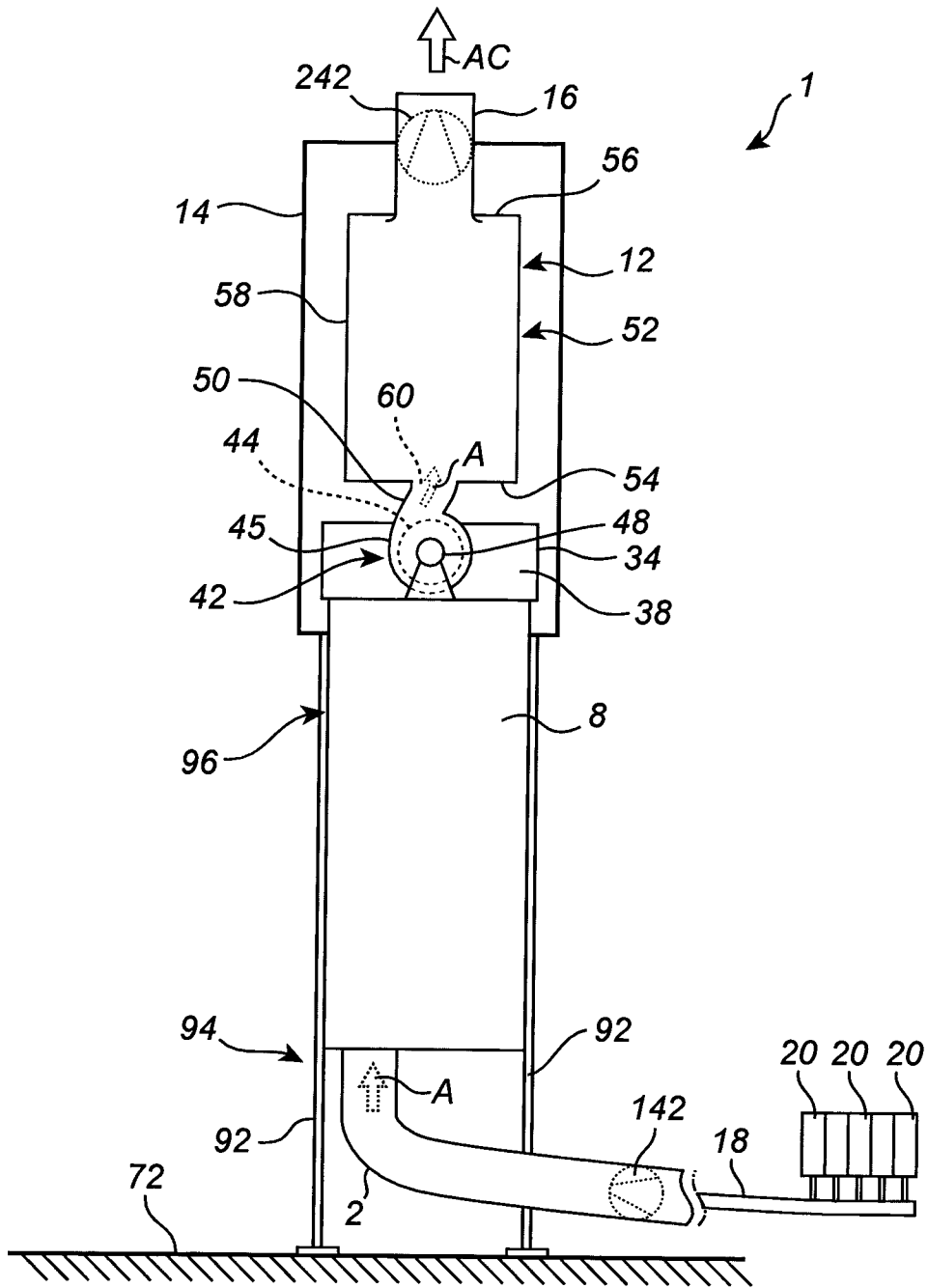
30

35

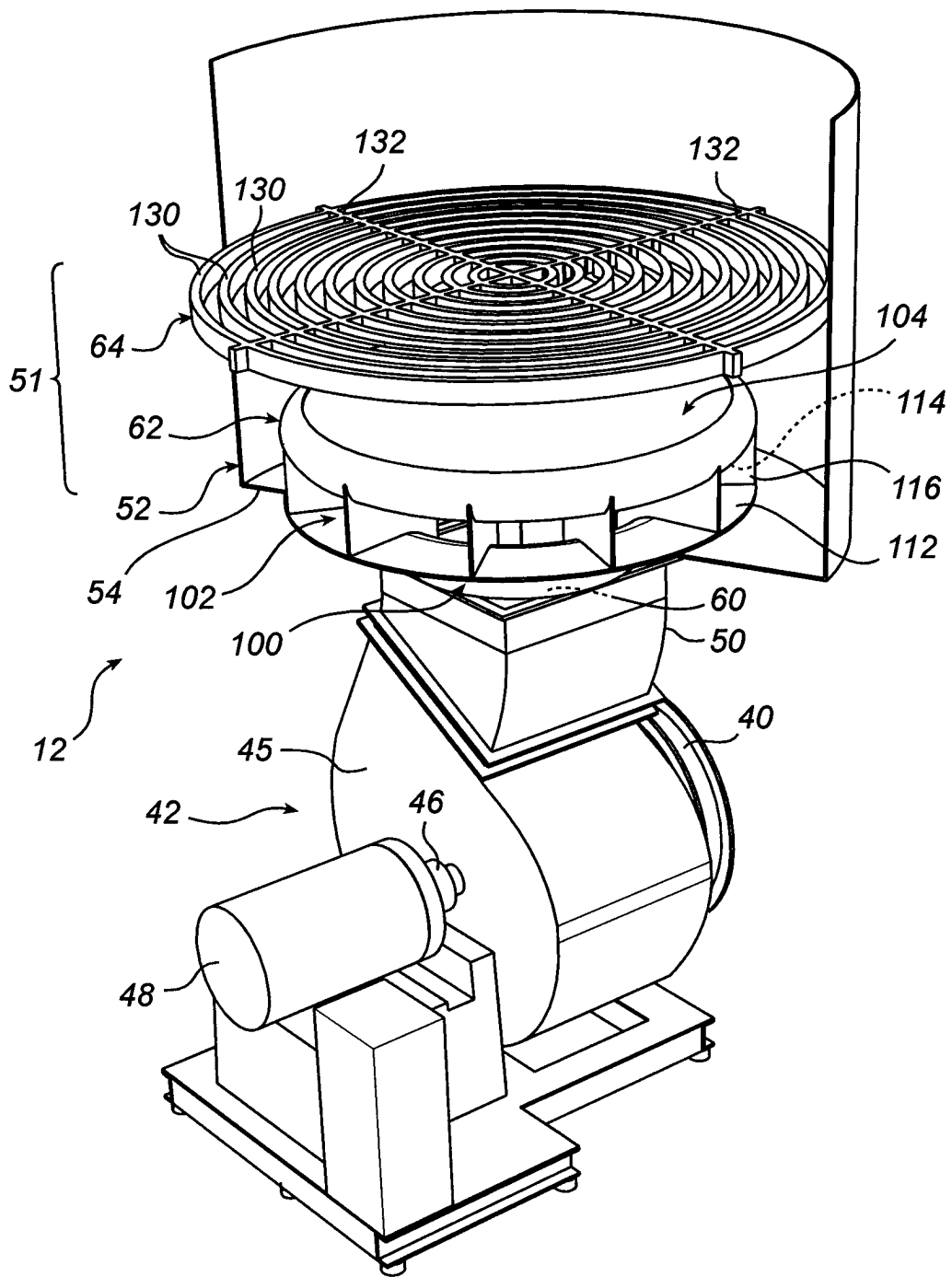
40

45

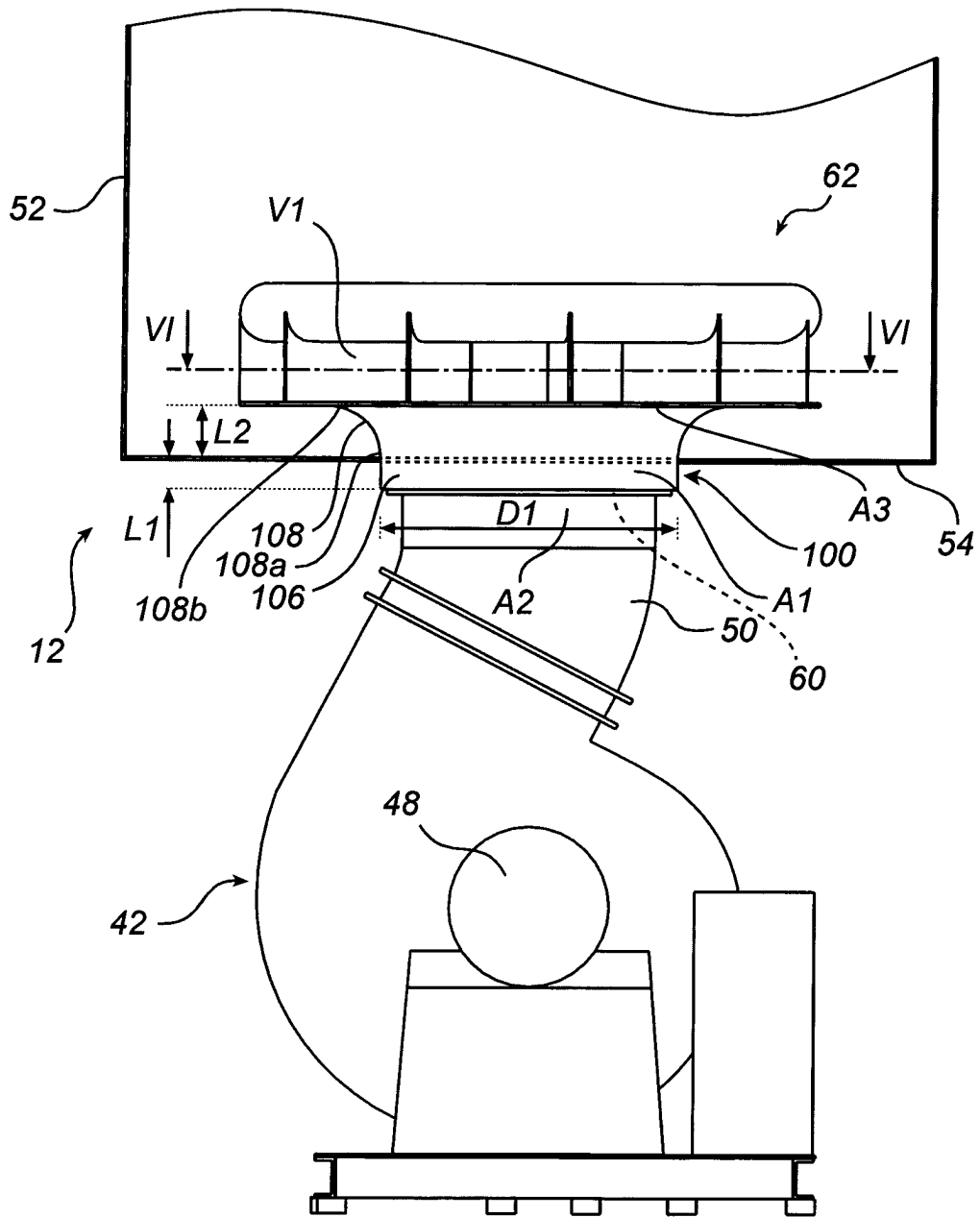
II-II



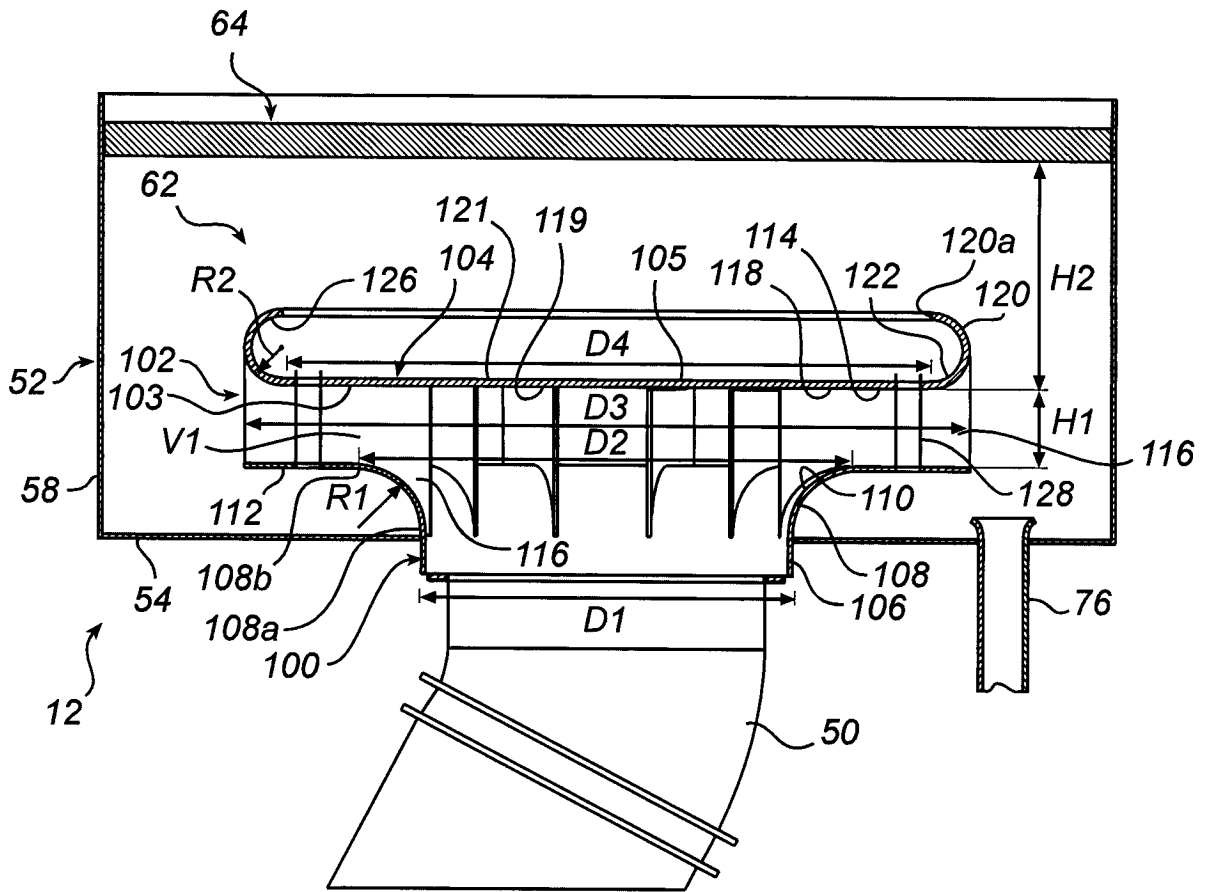
ФИГ.2



ФИГ.3

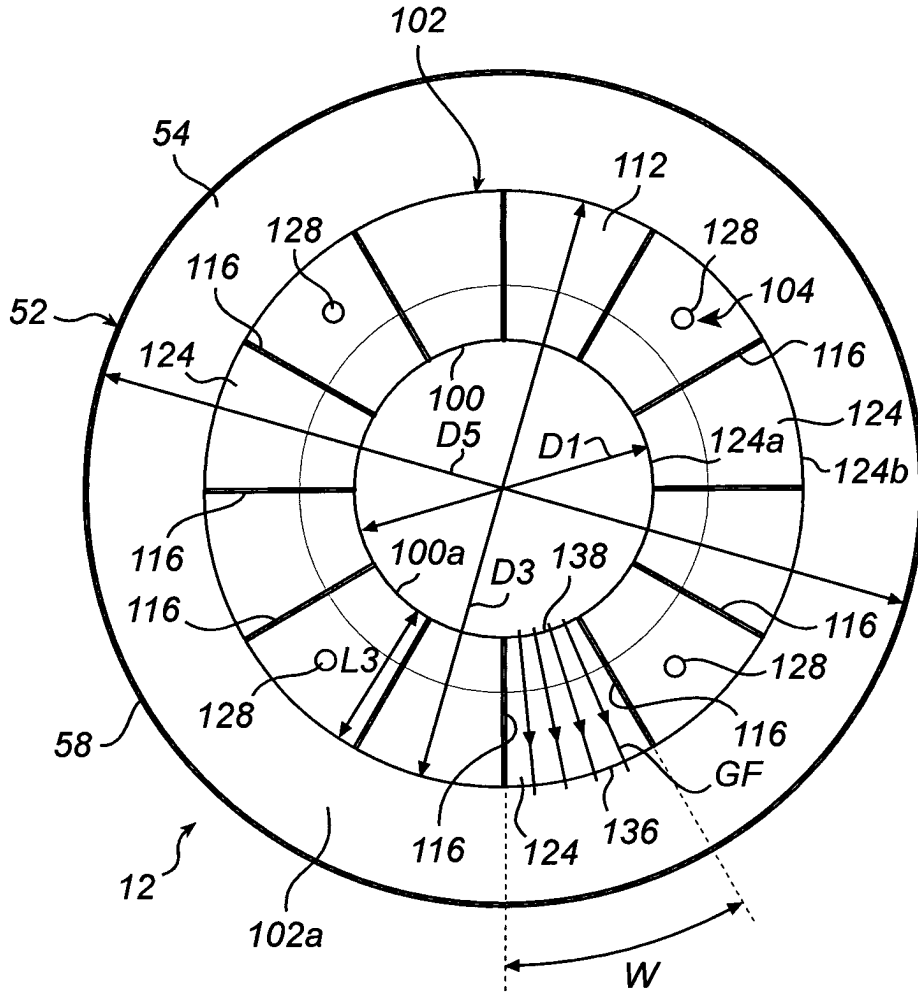


ФИГ.4

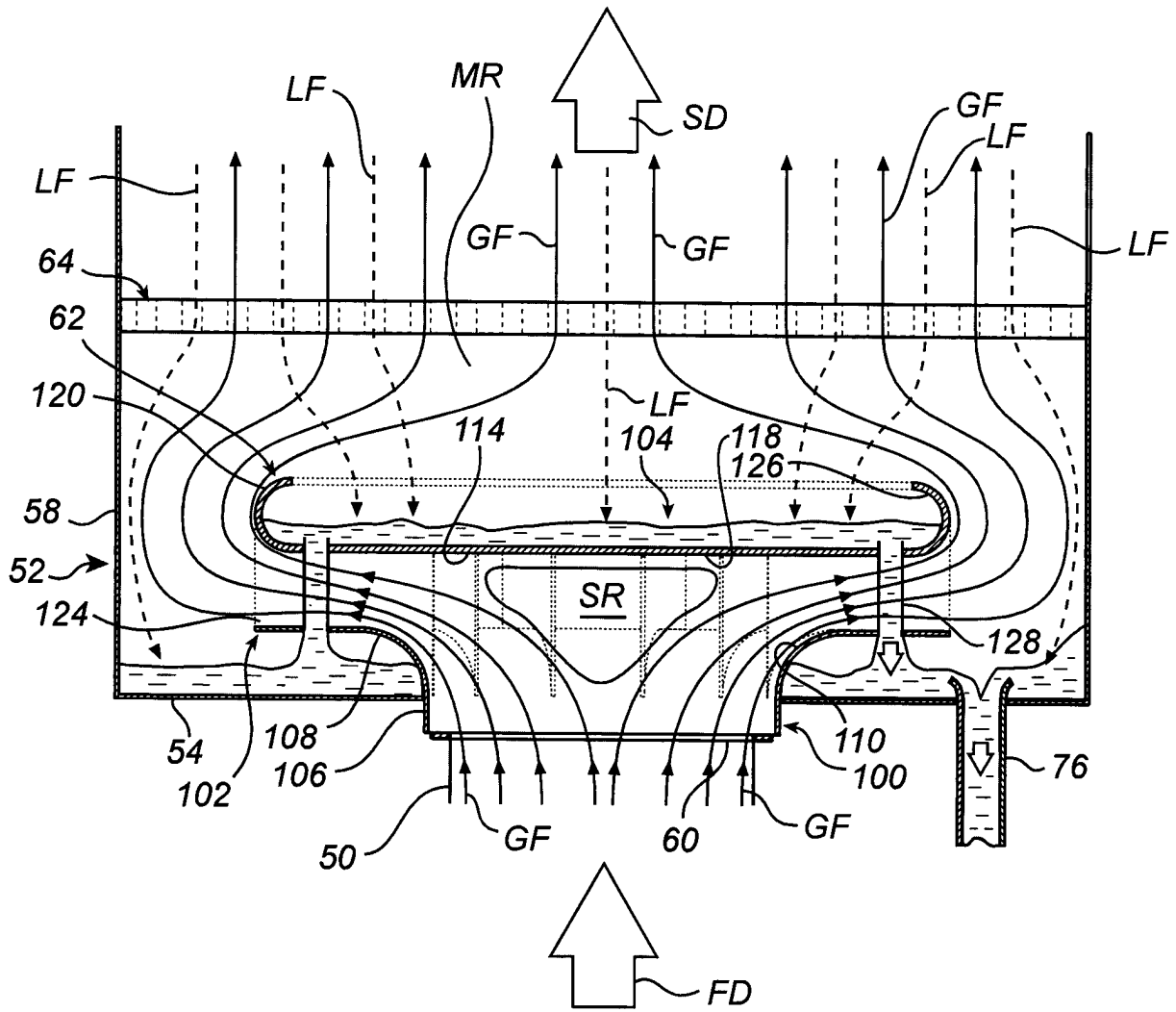


ФИГ.5

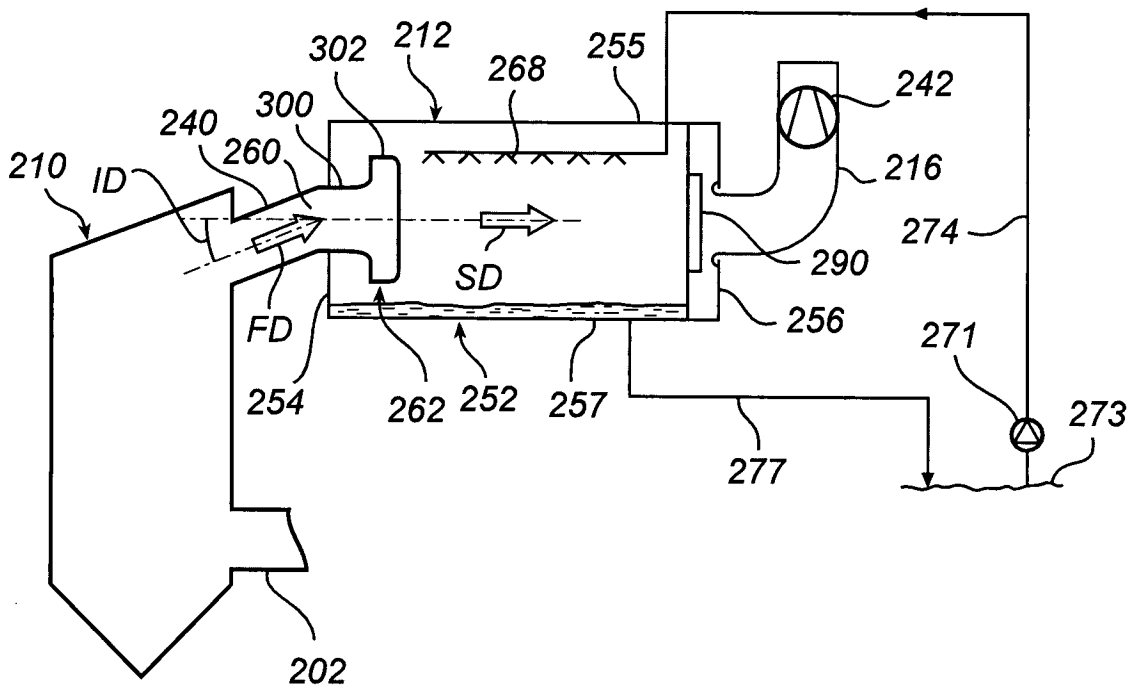
VI - VI



ФИГ.6



ФИГ.7



ФИГ.8