



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 53/14 (2021.01)

(21)(22) Заявка: 2018138239, 23.06.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.06.2017

Дата регистрации:
09.03.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.06.2016 EP 16176030.1

(45) Опубликовано: 09.03.2021 Бюл. № 7

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.01.2019

(86) Заявка РСТ:
EP 2017/065484 (23.06.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/220759 (28.12.2017)

Адрес для переписки:
119019, Москва, ул. Гоголевский бульвар, 11

(72) Автор(ы):

БАХАДУР ТХАПА, Шиам (NO),
СТРАНДБЕРГ, Петер (NO)

(73) Патентообладатель(и):

ЯРА МАРИН ТЕКНОЛОДЖИС АС (NO)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2016016109 A1, 21.01.2016. WO
2006048506 A1, 11.05.2006. RU 2442637 C2,
20.02.2012. RU 2289704 C2, 20.12.2006.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОКСИДОВ СЕРЫ В
ОТРАБОТАННОМ ГАЗЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к колонне с распылительным орошением, выполненной с возможностью вертикального расположения и имеющей внутреннее пространство, причем колонна с распылительным орошением содержит центральную трубу отработанного газа, предназначенную для введения отработанного газа во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением через выпуск отработанного газа, расположенный у ближнего конца центральной трубы отработанного газа, при этом центральная труба отработанного газа находится у нижнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении, центральная труба отработанного

газа находится в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством колонны с распылительным орошением через выпуск отработанного газа у верхнего конца центральной трубы отработанного газа и по меньшей мере один выпуск отработанного газа, предназначенный для удаления очищенного отработанного газа из внутреннего пространства колонны с распылительным орошением, причем выпуск отработанного газа находится у верхнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении, выпуск отработанного газа находится в соединении с возможностью переноса текучей среды с

внутренним пространством колонны с распылительным орошением, при этом от впуска отработанного газа до выпуска отработанного газа общий поток отработанного газа проходит через внутреннее пространство колонны с распылительным орошением, одно или несколько распылительных устройств, выполненных с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости во внутреннем пространстве колонны

с распылительным орошением в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа, и по меньшей мере две трубы отработанного газа двигателя находятся в соединении с возможностью переноса текучей среды с дальним концом центральной трубы отработанного газа. Кроме того, описан способ уменьшения количества SO_x в отработанном газе. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 7 ил.

RU 2 7 4 4 4 0 7 C 1

RU 2 7 4 4 4 0 7 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B01D 53/14 (2021.01)

(21)(22) Application: **2018138239, 23.06.2017**

(24) Effective date for property rights:
23.06.2017

Registration date:
09.03.2021

Priority:

(30) Convention priority:
23.06.2016 EP 16176030.1

(45) Date of publication: **09.03.2021** Bull. № 7

(85) Commencement of national phase: **23.01.2019**

(86) PCT application:
EP 2017/065484 (23.06.2017)

(87) PCT publication:
WO 2017/220759 (28.12.2017)

Mail address:
119019, Moskva, ul. Gogolevskij bulvar, 11

(72) Inventor(s):

**BAKHADUR TKHAPA, Shiam (NO),
STRANDBERG, Peter (NO)**

(73) Proprietor(s):

YARA MARIN TEKNOLODZHIS AS (NO)

(54) **SYSTEM AND THE METHOD FOR REDUCING THE AMOUNT OF SULFUR OXIDES IN EXHAUST GAS**

(57) Abstract:

FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to a column with spray irrigation made with the possibility of vertical arrangement and having an internal space, and the column with spray irrigation has a central pipe of exhaust gas. It is designed to introduce exhaust gas into the interior of the column with spray irrigation through an exhaust gas inlet located at the proximal end central exhaust gas pipe. The central exhaust gas pipe is located at the lower end of the spray column in the installed position. The central exhaust gas pipe is in fluid communication with the interior of the spray column through the exhaust gas inlet at the upper end of the central exhaust gas pipe and at least one waste gas outlet for removing the purified waste gas from the interior of the spray column, wherein the exhaust gas outlet is

located at the upper end of the spray column in the installed position, the exhaust gas outlet is in fluid communication with the interior of the spray column, with the total waste gas flow passing from the exhaust gas inlet to the exhaust gas outlet through the interior of the spray column. The column with spray irrigation also has one or more spray devices that are designed to provide a flow of cleaning liquid in the interior of the spray column in a direction opposite to the total exhaust gas flow, and at least two engine exhaust gas pipes are connected with the ability to transfer fluid with the distal end of the central pipe of the exhaust gas. In addition, a method for reducing the amount of SO_x in exhaust gas is described.

EFFECT: invention reduces the amount of sulfur oxides in exhaust gas.

R U 2 7 4 4 4 0 7 C 1

1 C 2 7 4 4 4 0 7 R U

Область техники настоящего изобретения

[0001] Настоящая заявка относится к области техники очистки отработанного газа. Более конкретно, настоящая заявка относится к очистке отработанного газа морских судов посредством уменьшения содержания оксидов серы (SO_x) в этом отработанном газе морских судов с использованием мокрой очистки.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

[0002] Сжигание ископаемого топлива используют в промышленных процессах для множества различных целей. К сожалению, сжигание ископаемого топлива производит несколько загрязняющих веществ, которые оказались вредными для окружающей среды. В частности, оксидные соединения серы и азота представляют собой основные компоненты "кислотного дождя". Сера представляет собой встречающийся в природе элемент, который содержится в сырой нефти и концентрируется в остаточных компонентах в процессе дистилляции сырой нефти. Содержание серы в нефтяном топливе зависит от источника сырой нефти и в меньшей степени от процесса ее переработки. В мировом масштабе ее типичное содержание в топливе составляет приблизительно от 1,5 до 4 мас. %. Указанные значения приводят к высокой концентрации SO_2 в топочных газах. Например, когда используют топливо, содержащее 1,5 мас. % серы, концентрация SO_2 в выпускаемом газе составляет приблизительно 630 частей на миллион, а когда топливо содержит 4 мас. % серы, концентрация SO_2 в выпускаемом газе составляет приблизительно 1700 частей на миллион.

[0003] С учетом вреда, который вызывают оксиды серы (SO_x) и оксиды азота (NO_x), были разработаны различные процессы очистки и технологии разделения газообразных продуктов горения для удаления указанных компонентов из образующихся при горении топочных газов перед выпуском топочных газов в атмосферу, в частности, потому что сжигание ископаемого топлива производит каждый год много миллионов тонн SO_2 .

[0004] Для европейских вод впервые в мире были введены более строгие правила, ограничивающие выбросы серы для судов, с вступлением в силу так называемых областей контроля выбросов серы (SECA) в Балтийском море в 2006 году, а затем в Северном море и Ла-Манше в 2007 году.

[0005] Согласно директиве Европейского Союза (ЕС) о содержании серы в топливе для морских судов, разрешены только горючие материалы с низким содержанием серы, составляющим менее чем 1,5 мас. %. Кроме того, с 11 августа 2006 года ограничение содержания серы в топливе на уровне 1,5 мас. % распространяется на горючие материалы, используемые на пассажирских судах, эксплуатируемых на регулярной основе и совершающих рейсы с заходом в любой порт ЕС, а не только в пределах SECA. Законодательство ЕС разрешает использование технологий, которые уменьшают содержание серы в выпускаемом газе, в качестве альтернативы использованию горючих материалов с низким содержанием серы (1,5 мас. %). Таким образом, технология должна обеспечивать уменьшение выбросов серы до уровня, который является по меньшей мере равным или не превышает уровень снижения содержания серы в топливе для судовых двигателей.

[0006] В большинстве технологий для уменьшения содержания SO_x в отработанном газе использованы процессы мокрой очистки, в которых отработанный газ вступает в контакт с водным раствором. Цель указанных процессов представляет собой обеспечение высокоэффективной абсорбции, т.е. абсорбции выше 70-95% SO_2 . В отношении процесса абсорбции существуют высокие требования, приводящие к

относительно немногочисленным проектным решениям. Например, эффективность реакции между компонентами в водном растворе и SO_x в фазе очищаемого отработанного газа уменьшается при увеличении температуры реакции, в частности, выше приблизительно 70°C . Однако температура выпускаемого газа составляет

5 приблизительно 300°C , и в результате этого уменьшается эффективность процесса.

[0007] Кроме того, объем выпускаемого отработанного газа является значительным, причем выпуск достигает приблизительно $12000 \text{ м}^3/\text{ч}$ для относительно небольших двигателей, мощность которых составляет приблизительно 1 МВт. Таким образом,

10 требуется высокоэффективный процесс в целях предотвращения необходимости крупногабаритного оборудования для обработки большого объема газа. Размеры оборудования имеют особенно большое значение на борту судов, где доступное пространство является ограниченным.

[0008] Очистка отработанного газа от морских судов посредством мокрого скруббера хорошо известна. Например, в документе US 2016016109 раскрыта вертикальная

15 скрубберная колонна с верхней и нижней камерами, из которых каждая имеет водяные инжекторы, отклоняющие элементы и выпуск очищающей жидкости.

[0009] В документе EP 1857169 раскрыта очистительная система на основе пресной воды, содержащая удаляющий серу агент в насадочном скруббере. Насадки в скрубберах часто производят высокое противодавление на двигатель. Эта проблема может быть

20 решена посредством введения вытяжного вентилятора после скруббера. Для насадочных скрубберов также требуется обводная система, потому что насадки могут быть повреждены в течение сухой эксплуатации. Кроме того, насадочные скрубберы должны иметь системы глушения и работать только с пресной водой.

[0010] Также известны скрубберы для электростанций, содержащих множество дизельных двигателей. Например, в документе WO 2006048506 раскрыто, как

25 отработанные газы от множества двигателей подвергают перемещению в отдельных трубах на протяжении всего пути в скруббер.

[0011] Следует подчеркнуть, что хотя уже известна скрубберная технология, подходящая для расположенных на суше установок, указанные технологии не всегда

30 являются подходящими для морских приложений, поскольку размер, масса, надежность, устойчивость, поток и состав отработанных газов представляют собой параметры, которые не являются автоматически взаимозаменяемыми между скрубберными системами морского и наземного базирования.

[0012] Цель настоящей заявки заключается в том, чтобы предложить скрубберную систему, не создающую высокое противодавление на двигатель и в то же время

35 позволяющую присоединять множество труб отработанного газа от двигателей к скрубберной колонне простым способом и требующую ограниченный объем пространства.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

40

[0013] Согласно первому аспекту настоящей заявки раскрыта система для уменьшения количества SO_x в отработанных газах, содержащая:

а) колонну с распылительным орошением, выполненную с возможностью вертикального расположения и имеющую внутреннее пространство, причем колонна

45 с распылительным орошением содержит:

(1) центральную трубу отработанного газа, предназначенную для введения отработанного газа во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением через впуск отработанного газа, расположенный у ближнего конца центральной трубы

отработанного газа, причем центральная труба отработанного газа находится у нижнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении, где центральная труба отработанного газа находится в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством колонны с распылительным орошением через выпуск отработанного газа у верхнего конца центральной трубы отработанного газа; и

(2) по меньшей мере один выпуск отработанного газа, предназначенный для удаления очищенного отработанного газа из внутреннего пространства колонны с распылительным орошением, причем выпуск отработанного газа находится у верхнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении, причем выпуск отработанного газа находится в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством колонны с распылительным орошением, где от выпуска отработанного газа до выпуска отработанного газа общий поток отработанного газа проходит через внутреннее пространство колонны с распылительным орошением;

b) одно или несколько распылительных устройств, выполненных с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости во внутреннем пространстве колонны с распылительным орошением в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа;

c) по меньшей мере две трубы отработанного газа двигателя, находящиеся в соединении с возможностью переноса текучей среды с дальним концом центральной трубы отработанного газа.

[0014] Таким образом, предложена система для уменьшения количества SO_x в отработанном газе из судовых двигателей, при этом система содержит:

a) колонну с распылительным орошением, выполненную с возможностью вертикального расположения и имеющую внутреннее пространство, причем колонна с распылительным орошением содержит:

1) центральную трубу отработанного газа, предназначенную для введения отработанного газа и находящуюся в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством колонны с распылительным орошением через выпуск отработанного газа, расположенный у ближнего конца центральной трубы отработанного газа, причем вышеупомянутая центральная труба отработанного газа находится у нижнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении; и

(2) по меньшей мере один выпуск отработанного газа, предназначенный для удаления очищенного отработанного газа и находящийся в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством колонны с распылительным орошением, причем вышеупомянутый выпуск отработанного газа находится у верхнего конца колонны с распылительным орошением в установленном положении, где от выпуска отработанного газа до выпуска отработанного газа общий поток отработанного газа проходит через внутреннее пространство колонны с распылительным орошением; и

(3) по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива очищающей жидкости из колонны с распылительным орошением;

b) одно или несколько распылительных устройств, выполненных с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости во внутреннем пространстве колонны с распылительным орошением в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа;

c) по меньшей мере две трубы отработанного газа двигателя, находящиеся в соединении с возможностью переноса текучей среды с дальним концом центральной

трубы отработанного газа.

[0015] Колонны с распылительным орошением представляют собой низкоэнергетические скрубберные колонны. Как правило, они представляют собой более длинные колонны, чем, например, насадочные скрубберные колонны, таким образом, что они обеспечивают аналогичное время пребывания для газа и соотношение жидкости и газа по сравнению с насадочными скрубберными колоннами. Главное преимущество колонн с распылительным орошением представляет собой их открытая конструкция. Открытая конструкция означает, что во внутреннем пространстве скрубберной колонны отсутствуют внутренние части, за исключением распылительных устройств, более конкретно, распылительных сопел, которые предназначены для распыления очищающей жидкости во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением. Распылительное сопло представляет собой прецизионное устройство, которое упрощает диспергирование очищающей жидкости и ее распыление. Таким образом, указанные виды скрубберных колонн открытого типа не имеют насадок во внутреннем пространстве скрубберной колонны. Однако они могут содержать каплеуловитель, расположенный у верхнего конца колонны с распылительным орошением и предотвращающий выход капелек из колонны с распылительным орошением. Следует отметить, что в настоящей заявке сделано различие между каплями и капельками. Капли представляют собой частицы очищающей жидкости, имеющие достаточный размер, чтобы падать вниз в колонну с распылительным орошением в течение очистки отработанных газов. Достаточный размер будет зависеть от потока отработанного газа и температуры отработанного и может быть легко определен специалистом в данной области техники. Такие капли будут падать в противоположном направлении относительно общего потока отработанного газа. Капли могут испаряться, превращаясь в капельки и/или пар в зависимости от нескольких параметров, таких как их начальный размер, температура отработанного газа и поток отработанного газа. Капельки представляют собой частицы, размер которых является недостаточным для падения вниз в колонне с распылительным орошением в течение очистки отработанного газа. Таким образом, капельки будут в основном перемещаться вместе с общим потоком отработанного газа. Однако капельки могут сталкиваться друг с другом и/или с более крупными каплями, таким образом, что капельки могут увеличиваться в размере, превращаясь в капли. Впрыскиваемый объем очищающей жидкости можно регулировать согласно нагрузке двигателя, чтобы оптимизировать эксплуатационные характеристики колонны с распылительным орошением. Например, впрыскиваемый объем очищающей жидкости может находиться в диапазоне от 10000 до 15000 литров в минуту для колонны с распылительным орошением, имеющей высоту от 10 до 15 метров и диаметр, составляющий приблизительно 3 метра, и очищающей 30 кг отработанного газа в секунду.

[0016] Система согласно настоящей заявке предлагает техническое решение, имеющее преимущество по сравнению с системами предшествующего уровня техники, которое заключается в том, что система согласно настоящей заявке является очень простой, и для ее установки не требуется большое пространство. Кроме того, посредством соединения по меньшей мере двух труб отработанного газа двигателя у нижнего конца центральной трубы отработанного газа состав отработанного газа, поступающего в колонну с распылительным орошением, является однородным, в то время как скорость отработанного газа снижается, и в результате этого упрощается желательный турбулентный поток внутри колонны с распылительным орошением. Турбулентный поток внутри колонны с распылительным орошением обеспечивает тщательное

перемешивание отработанного газа и потока очищающей жидкости для эффективного охлаждения и очистки отработанного газа при температуре, которая допускает эффективное растворение SO_x в очищающей жидкости.

5 [0017] Кроме того, система согласно настоящей заявке может использовать соленую воду в качестве очищающей жидкости, и в ней отсутствуют обводная система и/или глушитель, что, например, является необходимым при использовании насад очного скруббера. В данной системе может быть уменьшен шум отработанного газа для обеспечения уровня комфорта на морском судне. Например, уровень шума в процессе эксплуатации может быть уменьшен на 30 дБ, но шум может быть также сокращен в 10 процессе работы без нагрузки.

[0018] Очищающую жидкость или поток очищающей жидкости выбирают, в частности, из пресной воды, соленой воды или щелочного водного раствора.

[0019] Размер капель/капелек влияет на эффективность очистки, т.е. чем мельче капельки, тем больше площадь поверхности и тем выше эффективность очистки. 15 Используемые распылительные устройства производят капли/капельки различных размеров. Размер капелек также должен быть таким, чтобы при этом размере они не вылетали из колонны с распылительным орошением вместе с очищенным отработанным газом, выходящим из выпуска отработанного газа, и он должен быть таким, чтобы мелкие капельки смывались. Таким образом, согласно варианту осуществления системы 20 по настоящей заявке, одно или несколько распылительных устройств выполнены с возможностью обеспечения капелек очищающей жидкости в процессе эксплуатации, причем капельки, составляющие более чем 50% объема, имеют диаметр от 0,35 мм до 4 мм, более конкретно 0,5 до 2 мм и наиболее конкретно приблизительно 1 мм. Если размер капелек составляет менее чем 0,35 мм, каплеуловитель, присутствующий в 25 колонне с распылительным орошением, будет с трудом улавливать указанные капельки, и они будут выходить вместе с очищенным отработанным газом, выходящим из колонны с распылительным орошением.

[0020] Согласно одному варианту осуществления системы по настоящей заявке все распылительные устройства выполнены с возможностью распыления очищающей 30 жидкости вверх.

[0021] Согласно другому варианту осуществления системы по настоящей заявке все распылительные устройства выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз.

35 [0022] Согласно следующему варианту осуществления системы настоящего изобретения некоторые из распылительных устройств выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вверх, и некоторые из распылительных устройств выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз.

[0023] Посредством направления по меньшей мере части впрыскиваемой очищающей 40 жидкости параллельно общему потоку отработанного газа, т.е. вверх, впрыскиваемая очищающая жидкость содействует перемещению отработанного газа вверх и, таким образом, уменьшает перепад давления в колонне с распылительным орошением по сравнению с ситуацией, где всю очищающую жидкость распыляют вниз в колонне с распылительным орошением. Когда распылительное устройство выполнено с 45 возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх, среднее направление распыления считают параллельным общему потоку отработанного газа. Когда распылительное устройство выполнено с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз, среднее направление распыления считают противоположным направлению общего потока отработанного газа.

[0024] Согласно варианту осуществления системы по настоящей заявке центральная труба отработанного газа проходит через нижний конец колонны с распылительным орошением и переходит во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением, и колонна с распылительным орошением дополнительно содержит по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива очищающей жидкости из колонны с распылительным орошением, причем выпуск очищающей жидкости расположен ниже ближнего конца центральной трубы отработанного газа. Когда центральная труба отработанного газа проходит через нижний конец колонны с распылительным орошением и переходит во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением, выпуск очищающей жидкости может быть легко присоединен к нижнему концу колонны с распылительным орошением, через который получают очень эффективный слив использованной очищающей жидкости из внутреннего пространства колонны с распылительным орошением.

[0025] Согласно варианту осуществления системы по настоящей заявке колонна с распылительным орошением содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент для уменьшения или предотвращения поступления использованной очищающей жидкости в центральную трубу отработанного газа. Указанные отклоняющие элементы создают дополнительный эффект тем, что они перенаправляют поток отработанного газа, создавая оптимальные условия очистки и перемешивания отработанного газа и очищающей жидкости во внутреннем пространстве колонны с распылительным орошением.

[0026] Согласно варианту осуществления системы по настоящей заявке система содержит единственную колонну с распылительным орошением. Присутствие единственной колонны с распылительным орошением имеет преимущество, заключающееся в том, что существует низкое противодавление, и, таким образом, исключена необходимость вентилятора отработанного газа.

[0027] Согласно возможному варианту осуществления системы настоящей заявки каждая из труб отработанного газа двигателей содержит клапан отработанного газа, выполненный с возможностью предотвращения обратного потока отработанного газа, когда клапан отработанного газа закрыт.

[0028] Согласно конкретному варианту осуществления настоящей заявки каждая из труб отработанного газа двигателей присоединена к отдельному двигателю для перемещения отработанного газа из каждого отдельного двигателя в центральную трубу отработанного газа.

[0029] Согласно варианту осуществления системы настоящего изобретения колонна с распылительным орошением содержит верхнюю и нижнюю очистительные камеры, соединенные друг с другом с возможностью переноса текучей среды, причем:

а) каждая из очистительных камер содержит по меньшей мере одно распылительное устройство, выполненное с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа через каждую из очистительных камер;

б) верхняя очистительная камера содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент, расположенный ниже распылительного устройства, занимающий наиболее нижнее положение в верхней очистительной камере и выполненный с возможностью предотвращения поступления очищающей жидкости в нижнюю очистительную камеру;

с) верхняя очистительная камера содержит по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива использованной очищающей жидкости из верхней очистительной камеры;

d) нижняя очистительная камера содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент, расположенный ниже распылительного устройства, занимающий наиболее нижнее положение в нижней очистительной камере и выполненный с возможностью предотвращения поступления очищающей жидкости в центральную трубу

5 отработанного газа;

e) нижняя очистительная камера содержит по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива использованной очищающей жидкости из нижней очистительной камеры.

[0030] Более конкретно, распылительные устройства в верхней очистительной камере
10 выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз, и распылительные устройства в нижних камерах выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вверх.

[0031] Согласно варианту осуществления настоящей заявки центральная труба отработанного газа может проходить практически коаксиально через нижний конец
15 колонны с распылительным орошением. Поперечное сечение центральной трубы отработанного газа может быть меньше, чем поперечное сечение остальной части самой колонны с распылительным орошением. Это уменьшает скорость отработанного газа в колонне с распылительным орошением по сравнению с центральной трубой отработанного газа, что может допускать достаточное время пребывания отработанного
20 газа в колонне с распылительным орошением. Низкая, но все же чистая положительная скорость отработанного газа внутри колонны с распылительным орошением позволяет поддерживать минимально возможное противодавление в колонне с распылительным орошением. Высокие противодавления могут приводить к тому, что двигатели должны будут работать с большей нагрузкой и меньшей эффективностью и расходовать больше
25 топлива.

[0032] Согласно второму аспекту настоящей заявки предложен способ очистки отработанного газа от по меньшей мере двух двигателей, предпочтительно установленных на морском судне, посредством уменьшения количества SO_x в отработанном газе, при этом способ предусматривает следующие стадии:

30 а) перемещение отработанного газа из двигателей через две или более трубы отработанного газа двигателей в центральную трубу отработанного газа, предназначенную для введения отработанного газа во внутреннее пространство колонны с распылительным орошением через впуск отработанного газа, расположенный у ближнего конца центральной трубы отработанного газа, причем центральная труба
35 отработанного газа находится у нижнего конца вертикально расположенной колонны с распылительным орошением, две или более трубы отработанного газа двигателей предназначены для введения отработанного газа в дальний конец центральной трубы отработанного газа;

40 б) создание общего потока отработанного газа от впуска отработанного газа до выпуска отработанного газа, расположенного у верхнего конца колонны с распылительным орошением, для удаления очищенного отработанного газа из колонны с распылительным орошением;

45 в) впрыскивание очищающей жидкости в колонну с распылительным орошением с использованием одного или нескольких распылительных устройств, чтобы в результате этого обеспечивать поток очищающей жидкости в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа.

[0033] Способ согласно настоящей заявке дополнительно включает в себя слив использованной очищающей жидкости из колонны с распылительным орошением через

по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости.

[0034] Более конкретно, по меньшей мере два двигателя установлены на морском судне.

5 [0035] Согласно возможному способу настоящей заявки очищающая жидкость представляет собой пресную воду.

[0036] Согласно другому возможному способу настоящей заявки очищающая жидкость представляет собой соленую воду.

[0037] Согласно следующему возможному способу настоящей заявки очищающая жидкость представляет собой щелочной водный раствор.

10 [0038] Согласно способу настоящей заявки составляющие более чем 50% объема очищающей жидкости капли в аэрозоле имеют диаметр 4 мм или менее.

[0039] Более конкретно, составляющие более чем 50% объема очищающей жидкости капли в аэрозоле имеют диаметр 2 мм или менее.

15 [0040] В конкретном способе согласно настоящей заявке использована описанная выше система согласно настоящей заявке.

Краткое описание фигур

[0041] На фиг. 1 представлено упрощенное изображение продольного сечения системы согласно настоящей заявке, содержащей вертикально расположенную колонну с
20 распылительным орошением, которая оборудована центральной трубой отработанного газа, расположенной вблизи и проникающей в нижний конец колонны с распылительным орошением, причем две трубы отработанного газа двигателей проникают в нижний
конец центральной трубы отработанного газа, и при этом колонна с распылительным орошением содержит два распылительных устройства, распыляющих очищающую
жидкость вверх, и два распылительных устройства, распыляющих очищающую жидкость
25 вниз в колонне с распылительным орошением;

[0042] на фиг. 2 представлено упрощенное изображение продольного сечения системы согласно настоящей заявке, содержащей вертикально расположенную колонну с
распылительным орошением с нижней и верхней очистительными камерами, в которой
30 нижняя очистительная камера содержит центральную трубу отработанного газа, расположенную вблизи и проникающую в нижний конец колонны с распылительным орошением, причем две трубы отработанного газа двигателя проникают в нижний
конец центральной трубы отработанного газа, где нижняя и верхняя очистительные камеры оборудованы распылительным соплом, которое выполнено с возможностью
распыления очищающей жидкости в направлении вниз;

35 [0043] на фиг. 3 представлено упрощенное изображение продольного сечения скрубберной системы, содержащей вертикально расположенную колонну с распылительным орошением с верхней и нижней очистительными камерами, в которой
нижняя очистительная камера содержит центральную трубу отработанного газа, расположенную вблизи и проникающую в нижний конец колонны с распылительным
40 орошением, причем три трубы отработанного газа двигателей проникают в нижний конец центральной трубы отработанного газа и расположены под углом относительно
нижнего конца, где нижняя и верхняя очистительная камера оборудованы двумя распылительными устройствами, из которых одно выполнено с возможностью
распыления очищающей жидкости в направлении вверх, а другое выполнено с
45 возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз;

[0044] на фиг. 4 представлено упрощенное изображение продольного сечения скрубберной системы, содержащей вертикально расположенную колонну с
распылительным орошением с верхней и нижней очистительными камерами, в которой

нижняя очистительная камера содержит центральную трубу отработанного газа, расположенную вблизи и проникающую в нижний конец колонны с распылительным орошением, причем три вертикально расположенные трубы отработанного газа двигателей проникают в нижний конец центральной трубы отработанного газа, где
 5 нижняя очистительная камера оборудована тремя распылительными устройствами, которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх, и верхняя очистительная камера оборудована двумя распылительными устройствами, которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз;

10 [0045] на фиг. 5 представлено трехмерное изображение трех труб отработанного газа двигателей, которые соединены с нижним концом центральной трубы отработанного газа;

[0046] на фиг. 6a представлено распределение по размерам капель от спирального распылительного устройства, впрыскивающего 2180 литров воды в минуту при давлении
 15 2 бар;

[0047] на фиг. 6b представлено распределение по размерам капель от спирального распылительного устройства, впрыскивающего 3380 литров воды в минуту при давлении 2 бар.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

20 [0048] Все различные варианты осуществления системы согласно настоящей заявке, которые представлены на фиг. 1-5, предусматривают колонну (1) с распылительным орошением для удаления SO_x из отработанного газа, производимого двигателями (не представленными на фигурах), более конкретно, судовыми двигателями, которая выполнена с возможностью практически вертикального расположения. В своей
 25 простейшей форме колонна (1) с распылительным орошением состоит из цилиндра, имеющего внутреннее пространство (100). Колонна (1) с распылительным орошением также имеет нижний конец (1a) и верхний конец (1b) в своем установленном положении. Более конкретно, нижний конец (1a) находится на противоположной стороне относительно верхнего конца (1b) колонны (1) с распылительным орошением. Более
 30 конкретно, цилиндр имеет осевую симметрию относительно общей продольной оси. Целесообразным является выпуск (3) отработанного газа, коаксиально проходящий через верхний конец (1b) колонны (1) с распылительным орошением. У нижнего конца (1a) колонны (1) с распылительным орошением расположена центральная труба (7) для отработанного газа. Эта центральная труба (7) для отработанного газа имеет
 35 открытый ближний конец (7b), определяющий впуск (2) отработанного газа, и частично закрытый дальний конец (7a). Более конкретно, дальний конец (7a) центральной трубы (7) для отработанного газа расположен на противоположной стороне относительно ближнего конца (7b) центральной трубы (7) для отработанного газа. Центральная труба (7) для отработанного газа находится в соединении с возможностью переноса текучей
 40 среды с внутренним пространством (100) колонны (1) с распылительным орошением. Более конкретно, центральная труба (7) для отработанного газа проходит через нижний конец (1a) колонны (1) с распылительным орошением и переходит во внутреннее пространство (100) колонны (1) с распылительным орошением. Поперечное сечение центральной трубы (7) для отработанного газа может иметь любую форму. Однако
 45 преимущество имеет круглое или овальное поперечное сечение. Если поперечное сечение центральной трубы (7) для отработанного газа имеет форму многоугольника с углами между прилегающими стенками, в частности, прямыми и острыми углами, это может отрицательно повлиять на характеристики потока.

[0049] У дальнего конца (7а) центральной трубы (7) для отработанного газа по меньшей мере две трубы (6) отработанного газа двигателя, которые соединены с возможностью переноса текучей среды с двигателями, выпускающими отработанный газ, присоединены к колонне (1) с распылительным орошением. Указанные трубы (6) отработанного газа двигателя, таким образом, выполнены с возможностью перемещения отработанного газа, производимого двигателями, в колонну (1) с распылительным орошением через центральную трубу (7) для отработанного газа. Более конкретно, трубы (6) отработанного газа двигателя проходят через дальний конец (7а) центральной трубы (7) для отработанного газа и, таким образом, переходят во внутреннее пространство (100) колонны (1) с распылительным орошением. Однако они могут также находиться в соединении с дальним концом (7а) центральной трубы (7) для отработанного газа без прохождения через этот дальний конец (7а). Посредством присоединения труб (6) отработанного газа двигателя к центральной трубе (7) для отработанного газа скорость потока отработанного газа в колонне (1) с распылительным орошением снижается, что может упрощать желательный турбулентный поток отработанного газа через колонну (1) с распылительным орошением.

[0050] Данная центральная труба (7) для отработанного газа позволяет присоединять более чем два двигателя к колонне (1) с распылительным орошением. Более конкретно, возможно также присоединение 3, 4, 5 или 6 двигателей к центральной трубе (7) для отработанного газа. Является возможным присоединение одного двигателя к одной трубе (6) отработанного газа двигателя. Следовательно, можно присоединять 3, 4, 5 или 6 двигателей к центральной трубе (7) для отработанного газа через 3, 4, 5 или 6 труб (6) отработанного газа двигателя. На фиг. 3-5 три трубы (6) отработанного газа двигателей присоединены к центральной трубе (7) для отработанного газа, что позволяет присоединять три двигателя к колонне (1) с распылительным орошением через три трубы (6) отработанного газа двигателя, которые, в свою очередь, присоединены к центральной трубе (7) для отработанного газа.

[0051] Обратный поток отработанного газа в двигатель, который не находится в процессе работы, например, вследствие обслуживания, может быть предотвращен посредством клапана (15) отработанного газа в каждой из труб (6) отработанного газа двигателя (как представлено на фиг. 3 и 4).

[0052] Трубы (6) отработанного газа двигателя могут быть расположены практически вертикально, как представлено на фиг. 2 и 4. Указанное расположение будет обеспечивать минимальное противодействие. Однако когда клапаны (15) отработанного газа установлены в трубах (6) отработанного газа двигателя, должно присутствовать пространство для размещения указанных клапанов (15) отработанного газа, через которое в большинстве случаев трубы (6) отработанного газа двигателя должны проходить под углом по отношению к дальнему концу (7а) центральной трубы (7) для отработанного газа и отклоняться друг от друга, начиная у дальнего конца (7а), как можно видеть на фиг. 3, в результате чего возникает незначительно повышенное противодействие.

[0053] В колонне (1) с распылительным орошением общий поток отработанного газа перемещается через колонну (1) с распылительным орошением от впуска (2) отработанного газа до выпуска (3) отработанного газа и при этом вступает в контакт с потоком очищающей жидкости, которая перемещается в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа. При упоминании в настоящем документе общий поток отработанного газа представляет собой среднее направление,

по которому отработанный газ перемещается через колонну (1) с распылительным орошением. Даже если поток отработанного газа является турбулентным и в локальных областях может перемещаться в любом направлении, общий поток отработанного газа в целом перемещается вверх в вертикально расположенной колонне (1) с распылительным орошением от впуска (2) отработанного газа до выпуска (3) отработанного газа.

[0054] Для получения потока очищающей жидкости в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа, в целях очистки потока отработанного газа для удаления SO_x устанавливают одно или несколько распылительных устройств во

внутреннем пространстве (100) колонны (1) с распылительным орошением.

Присутствуют распылительные устройства (41), которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз, и распылительные устройства (42), которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх. В частности, распылительные устройства (41, 42) присутствуют в форме распылительных сопел (41, 42). Более конкретно, распылительное сопло (41, 42) установлено на инжекторной линии (4), как правило, у ее конца, и направлено вверх или вниз, чтобы распылять очищающую жидкость в направлении вверх или вниз, соответственно. Можно установить все распылительные устройства (41) в колонне (1) с распылительным орошением для распыления очищающей жидкости в направлении вниз (как представлено на фиг. 2), а также установить все распылительные устройства (42) для распыления очищающей жидкости в направлении вверх (не представлено на фигурах). Однако можно также установить некоторые распылительные устройства (41) для распыления очищающей жидкости в направлении вниз и установить некоторые распылительные устройства (42) для распыления очищающей жидкости в направлении вверх (как представлено на фиг. 1, 3 и 4).

[0055] Распылительные устройства (41, 42) создают падающие капельки очищающей жидкости (не представленные на фигурах). Поток очищающей жидкости может представлять собой любую жидкость на водной основе или водный раствор, включая, но не ограничиваясь этим, пресную воду, соленую воду и щелочной водный раствор.

Для морских судов поток очищающей жидкости может целесообразно представлять собой соленую воду, в частности, морскую воду. Добавление щелочного водного раствора, содержащего растворенный MgO или $Mg(OH)_2$, в очищающую жидкость может увеличивать способность абсорбции SO_x . Такое увеличение абсорбционной

способности является особенно важным, если очищающая жидкость рециркулирует обратно в колонну с распылительным орошением (система с замкнутым контуром). Это объясняется тем, что абсорбция SO_x будет уменьшать pH и, таким образом, уменьшать способность последующей абсорбции дополнительного количества примесей SO_x .

[0056] Распылительные устройства (41, 42) могут представлять собой любой тип, например, распылительные сопла, содержащие простое отверстие или профилированное отверстие. В частности, распылительные устройства (41, 42) могут представлять собой распылительное сопло с отбойной поверхностью или плоское сопло с веерообразным распылением. В частности, часто оказывается желательным использование распылительного устройства, имеющего отбойную поверхность в форме спирали (спиральное распылительное устройство), которое производит распыление в форме сплошного конуса или в форме полого конуса. Сопло спиральной конструкции обычно производит капли меньшего размера, чем сопло нагнетательной конструкции

завихряющего типа при данных значениях давления и скорости потока. Эта спиральная конструкция может быть также более устойчивой к закупориванию вследствие большего свободного протока. Подходящие и часто желательные спиральный распылительные устройства могут обеспечивать распыление в форме сплошного конуса с каплями, имеющими распределение по размерам, которое представлено на фиг. 6a или 6b, или меньшие размеры, для впрыскивания 2180 литров воды в минуту или 3380 литров воды в минуту, соответственно, при давлении 2 бар.

[0057] Распылительные устройства (41, 42), как правило, выполнены с возможностью обеспечения капелек очищающей жидкости в процессе эксплуатации, причем капельки, составляющие более чем 50% объема, имеют диаметр, составляющий от 0,35 мм до 4 мм, более конкретно от 0,5 до 2 мм и наиболее конкретно приблизительно 1 мм. При упоминании в настоящем документе диаметр капелек, также называемый размером капель, представляет собой средний диаметр по Заутеру. Он представляет собой диаметр частицы, у которой соотношение объема и площади поверхности является таким же, как для образца при полном распылении. Его вычисляют в результате деления куба среднеобъемного диаметра на квадрат среднеповерхностного диаметра. Как правило, средний диаметр по Заутеру составляет приблизительно 80% объемного медианного диаметра.

[0058] При упоминании в настоящем документе капли очищающей жидкости представляют собой частицы очищающей жидкости, имеющие достаточный размер, чтобы падать вниз в колонне с распылительным орошением в течение очистки отработанного газа. Достаточный размер будет зависеть от потока отработанного газа и температуры отработанного газа, и его может легко определить специалист в данной области техники. Такие капли очищающей жидкости будут падать в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа. Капли очищающей жидкости могут испаряться, становясь мельче, и очищающая жидкость может даже полностью превращаться в пар в зависимости от нескольких параметров, таких как начальный размер капелек, температура отработанного газа и поток отработанного газа. При упоминании в настоящем документе капельки очищающей жидкости представляют собой частицы очищающей жидкости, имеющие недостаточный размер, чтобы падать вниз в колонне с распылительным орошением в течение очистки отработанного газа. Таким образом, капельки очищающей жидкости будут, в основном, перемещаться вместе с общим потоком отработанного газа. Капельки очищающей жидкости могут сталкиваться друг с другом и, таким образом, увеличиваться в размере, превращаясь в более крупные капли. Впрыскиваемый объем воды можно регулировать согласно нагрузке двигателя, чтобы оптимизировать эксплуатационные характеристики скруббера. Например, впрыскиваемый объем воды может находиться в диапазоне от 10000 до 15000 литров в минуту для колонны (1) с распылительным орошением, имеющей высоту от 10 до 15 метров и диаметр, составляющий приблизительно 3 метра, и очищающей 30 кг отработанного газа в секунду.

[0059] Может существовать колонна (1) с распылительным орошением согласно настоящей заявке, имеющая только одну очистительную камеру (13) (как можно видеть на фиг. 1), но колонна может также иметь множество очистительных камер (13, 14), как можно видеть на фиг. 2-4. В системе, которая представлена на фиг. 2-4, присутствуют две очистительные камеры (13, 14). Когда колонна (1) с распылительным орошением содержит два или более очистительных камеры (13, 14), они частично отделены друг от друга, но также частично соединены друг с другом с возможностью переноса текучей среды посредством соединения (9). Соединение (9) может, например, представлять

собой коаксиальную конструкцию, перемещающую частично очищенный отработанный газ из нижней очистительной камеры (13) в верхнюю очистительную камеру (14).

[0060] Число распылительных устройств (41, 42) и направление, в котором они распыляют очищающую жидкость, могут изменяться в пределах одной очистительной камеры (13) или в пределах различных очистительных камер (13, 14). На фиг. 1, где колонна (1) с распылительным орошением имеет только одну очистительную камеру (13), присутствуют четыре распылительных устройства (41, 42), в том числе два верхних распылительных устройства (41), которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз, и два нижних распылительных устройства (42), которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх. На фиг. 2-4 колонна (1) с распылительным орошением имеет нижнюю и верхнюю очистительные камеры (13, 14). На фиг. 2 нижняя очистительная камера (13), а также верхняя очистительная камера (14) оборудована одним распылительным устройством (41), которое выполнено с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз. На фиг. 3 нижняя очистительная камера (13), а также верхняя очистительная камера (14) имеет два распылительных устройства (41, 42), в том числе одно распылительное устройство (41), которое выполнено с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз, и одно распылительное устройство (42), которое выполнено с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх. На фиг. 4 нижняя очистительная камера (13) оборудована тремя распылительными устройствами (42), из которых все выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вверх, в то время как верхняя очистительная камера (14) оборудована двумя распылительными устройствами (41), которые выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости в направлении вниз.

[0061] Кроме того, колонна (1) с распылительным орошением может быть оборудована одним или несколькими отклоняющими элементами (8), которые выполнены с возможностью уменьшения или в оптимальном случае предотвращения поступления очищающей жидкости в центральную трубу (7) для отработанного газа или поступления в соединение (9) между верхней и нижней очистительными камерами (13, 14) или, другими словами, в выпуск отработанного газа из нижней очистительной камеры (13), если он присутствует. Кроме того, отклоняющие элементы (8) могут направлять отработанный газ в направлении стенок колонны (1) с распылительным орошением и таким путем создавать турбулентный поток газа. Форма отклоняющих элементов (8) может также влиять на противодавление и может быть легко модифицирована соответствующим образом специалистом в данной области техники. Например, продольное сечение отклоняющих элементов (8) может иметь приблизительно ромбообразную форму или иметь любую другую форму, совместимую с низким противодавлением. Аналогичным образом, поперечное сечение отклоняющих элементов (8) может иметь круглую, овальную или любую другую форму, совместимую с низким противодавлением. Как правило, отклоняющие элементы (8) расположены ниже распылительного устройства (устройств) (41, 42).

[0062] Для слива использованной очищающей жидкости из колонны (1) с распылительным орошением каждая очистительная камера (13, 14) имеет выпуск (5, 11) очищающей жидкости. Соединение (9) между верхней и нижней очистительными камерами (13, 14), как правило, имеет такую форму, которая обеспечивает, чтобы использованная очищающая жидкость легко направлялась в выпускные трубы (5, 11) очищающей жидкости для слива из колонны (1) с распылительным орошением. Когда

присутствует одна очистительная камера (13), выпуск (5) очищающей жидкости, как правило, расположен в нижнем конце (1b) колонны (1) с распылительным орошением в целях оптимального слива использованной очищающей жидкости из колонны (1) с распылительным орошением. Если центральная труба (7) для отработанного газа

5 проходит через нижний конец (1b) колонны (1) с распылительным орошением, как в случае системы, представленной на фиг. 1, выпуск (5) очищающей жидкости, как правило, расположен ниже ближнего конца (7b) этой центральной трубы (7) для отработанного газа. Когда колонна (1) с распылительным орошением имеет множество очистительных камер (13, 14), как в случае систем, представленных на фиг. 2-4, то в

10 нижней очистительной камере (13) выпуск (5) очищающей жидкости также расположен в нижнем конце (1b) колонны (1) с распылительным орошением, а если центральная труба (7) для отработанного газа проходит через нижний конец (1b) колонны (1) с распылительным орошением, выпуск (5) очищающей жидкости расположен ниже ближнего конца (7b) центральной трубы (7) для отработанного газа. В верхней камере

15 (14) выпуск очищающей жидкости (11) расположен на одной из боковых стенок (1c) колонны (1) с распылительным орошением выше нижнего конца (9b) соединения (9), но ниже открытого верхнего конца (9a) данного соединения (9). Это обеспечивает эффективный слив использованной очищающей жидкости из верхней очистительной камеры (14).

20 [0063] Колонна с распылительным орошением может необязательно содержать сепаратор капелек (не представленный на фигурах), способный предотвращать выход капелек очищающей жидкости из колонны (1) с распылительным орошением вместе с очищенным отработанным газом. Сепаратор капелек может быть установлен вблизи выпуска (3) отработанного газа.

25 [0064] Испытания системы согласно настоящей заявке, представленной на фиг. 4 и имеющей колонну (1) с распылительным орошением высотой 12 метров, продемонстрировали, что отработанный газ из нефтяного топлива, содержащего 3,3 мас. % серы, после очистки содержал лишь от 5 до 8 частей на миллион SO_2 . Результаты

30 указанных испытаний были получены, когда температура отработанного газа в центральной трубе (7) для отработанного газа составляла вплоть до 280°C , и температура очищенного отработанного газа, выходящего из колонны (1) с распылительным орошением, на выпуске (3) отработанного газа составляла приблизительно 40°C .

35 (57) Формула изобретения

1. Система очистки отработанного газа двигателей морских судов для уменьшения количества SO_x в отработанном газе двигателей морских судов, содержащая:

а) колонну (1) с распылительным орошением, выполненную с возможностью вертикального расположения и имеющую внутреннее пространство (100), причем

40 колонна (1) с распылительным орошением содержит:

- 1) центральную трубу (7) для отработанного газа, находящуюся в соединении с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством (100) колонны (1) с распылительным орошением через впуск (2) отработанного газа, расположенный у ближнего конца (7b) центральной трубы (7) для отработанного газа, и предназначенную
- 45 для введения отработанного газа во внутреннее пространство (100), причем вышеупомянутая центральная труба (7) для отработанного газа находится у нижнего конца (1a) колонны (1) с распылительным орошением в установленном положении; и
- 2) по меньшей мере один выпуск (3) отработанного газа, находящийся в соединении

с возможностью переноса текучей среды с внутренним пространством (100) колонны (1) с распылительным орошением и предназначенный для удаления очищенного отработанного газа из внутреннего пространства (100), причем вышеупомянутый выпуск (3) отработанного газа находится у верхнего конца (1b) колонны (1) с распылительным орошением в установленном положении, причем от впуска отработанного газа (2) до выпуска (3) отработанного газа общий поток отработанного газа проходит через внутреннее пространство (100) колонны с распылительным орошением; и

3) по меньшей мере один выпуск (5) очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива очищающей жидкости из колонны (1) с распылительным орошением;

б) одно или несколько распылительных устройств (41, 42), выполненных с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости во внутреннем пространстве (100) колонны (1) с распылительным орошением в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа; отличающаяся тем, что по меньшей мере две трубы (6) отработанного газа двигателей находятся в соединении с дальним концом (7a) центральной трубы (7) для отработанного газа.

2. Система по п. 1, в которой поток очищающей жидкости представляет собой пресную воду, соленую воду или щелочной водный раствор.

3. Система по п. 1 или 2, в которой одно или несколько распылительных устройств (41,

42) выполнены с возможностью обеспечения капелек очищающей жидкости в процессе эксплуатации, причем капельки, составляющие более чем 50% объема, имеют диаметр от 0,35 мм до 4 мм, более конкретно от 0,5 до 2 мм и наиболее конкретно приблизительно 1 мм.

4. Система по любому из пп. 1-3, в которой все распылительные устройства (42) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вверх или все распылительные устройства (41) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз.

5. Система по любому из пп. 1-3, в которой некоторые из распылительных устройств (42) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вверх и некоторые из распылительных устройств (41) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз.

6. Система по любому из пп. 1-5, в которой:

- центральная труба (7) для отработанного газа проходит через нижний конец (1a) колонны (1) с распылительным орошением и переходит во внутреннее пространство (100) колонны (1) с распылительным орошением; и

- выпуск (5) очищающей жидкости расположены ниже ближнего конца (7b) центральной трубы (7) для отработанного газа.

7. Система по любому из пп. 1-6, в которой колонна (1) с распылительным орошением содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент (8), уменьшающий или предотвращающий поступление использованной очищающей жидкости в центральную трубу

(7) для отработанного газа.

8. Система по любому из пп. 1-7, при этом система содержит одну колонну (1) с распылительным орошением.

9. Система по любому из пп. 1-8, в которой каждая из труб (6) отработанного газа двигателя содержит клапан (15) отработанного газа, выполненный с возможностью

предотвращения обратного потока отработанного газа в трубы (6) отработанного газа, когда клапан (15) отработанного газа закрыт.

10. Система по любому из пп. 1-9, в которой каждая из труб (6) отработанного газа двигателя выполнена с возможностью соединения с отдельным двигателем для перемещения отработанного газа из каждого отдельного двигателя в центральную трубу (7) для отработанного газа.

11. Система по любому из пп. 1-10, в которой колонна (1) с распылительным орошением содержит верхнюю (14) и нижнюю (13) очистительные камеры, соединенные друг с другом с возможностью переноса текучей среды, причем:

а) обе очистительные камеры (13, 14) содержат по меньшей мере одно распылительное устройство (41), выполненное с возможностью обеспечения потока очищающей жидкости в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа через каждую из очистительных камер (13, 14);

б) верхняя очистительная камера (14) содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент (8), расположенный ниже распылительного устройства (41, 42), занимающий наиболее нижнее положение в верхней очистительной камере (14) и выполненный с возможностью предотвращения поступления очищающей жидкости в нижнюю очистительную камеру (13);

с) верхняя очистительная камера (14) содержит по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости (11), выполненный с возможностью слива использованной очищающей жидкости из верхней очистительной камеры (14);

д) нижняя очистительная камера (13) содержит по меньшей мере один отклоняющий элемент (8), расположенный ниже распылительного устройства (41, 42), занимающий наиболее нижнее положение в нижней очистительной камере (13) и выполненный с возможностью предотвращения поступления очищающей жидкости в центральную трубу (7) для отработанного газа;

е) нижняя очистительная камера (13) содержит по меньшей мере один выпуск очищающей жидкости, выполненный с возможностью слива использованной очищающей жидкости из нижней очистительной камеры (13).

12. Система по п. 11, в которой распылительные устройства (41) в верхней камере (14) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вниз и распылительные устройства (42) в нижней камере (13) выполнены с возможностью распыления очищающей жидкости вверх.

13. Морское судно, содержащее систему по любому из пп. 1-12.

14. Способ очистки отработанного газа из по меньшей мере двух двигателей, предпочтительно находящихся на морском судне, посредством уменьшения количества SO_x в отработанном газе, при этом способ предусматривает следующие стадии:

а) перемещение отработанного газа из двигателей через две или более трубы (6) отработанного газа двигателей в дальний конец центральной трубы (7) для отработанного газа, предназначенной для введения отработанного газа во внутреннее пространство (100) колонны

(1) с распылительным орошением через впуск (2) отработанного газа, расположенный у ближнего конца (7b) центральной трубы (7) для отработанного газа, причем центральная труба

(7) для отработанного газа находится у нижнего конца (1a) вертикально расположенной колонны (1) с распылительным орошением, две или более трубы (6) отработанного газа двигателей предназначены для введения отработанного газа в дальний конец (7a) центральной трубы (7) для отработанного газа;

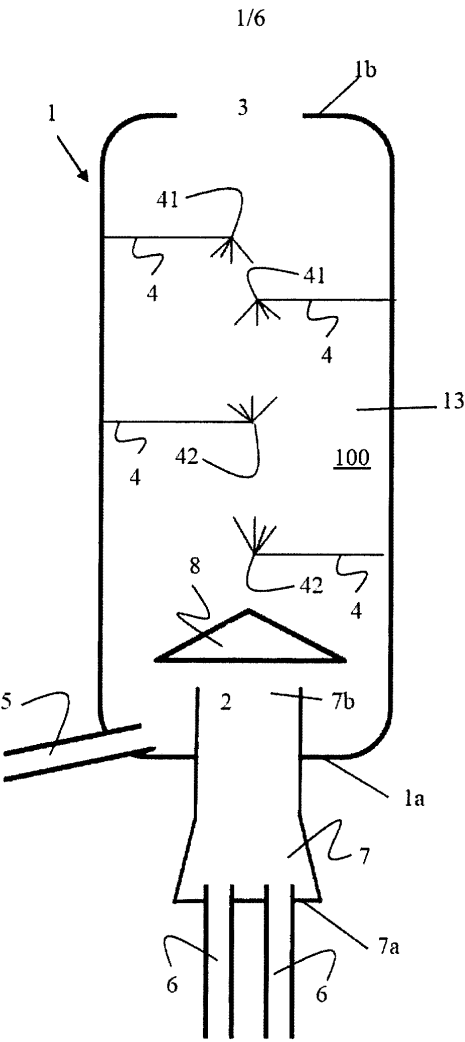
б) создание общего потока отработанного газа от впуска (2) отработанного газа до выпуска (3) отработанного газа для удаления очищенного отработанного газа из колонны (1) с распылительным орошением, причем вышеупомянутый выпуск (3) отработанного газа расположен у верхнего конца (1b) колонны (1) с распылительным орошением,

с) впрыскивание очищающей жидкости в колонну (1) с распылительным орошением с использованием одного или нескольких распылительных устройств (41, 42) с обеспечением в результате потока очищающей жидкости в направлении, противоположном общему потоку отработанного газа.

15. Способ по п. 14, в котором очищающая жидкость представляет собой пресную воду, соленую воду или щелочной водный раствор.

16. Способ по п. 14 или 15 с использованием системы по любому из пп. 1-12.

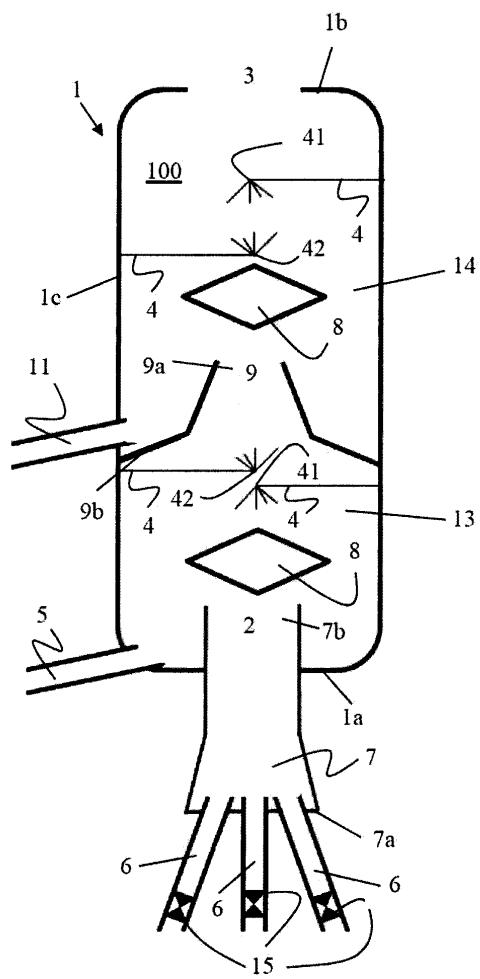
1



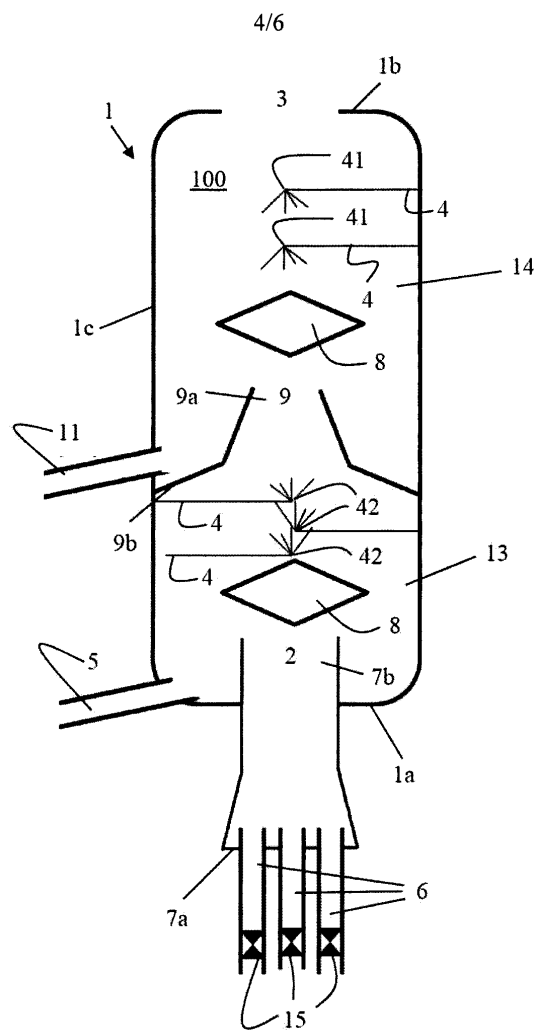
Фиг. 1

2

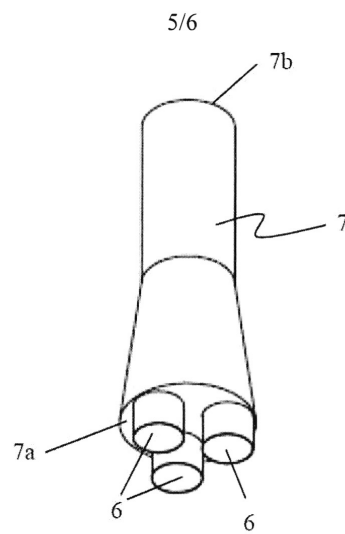
3/6



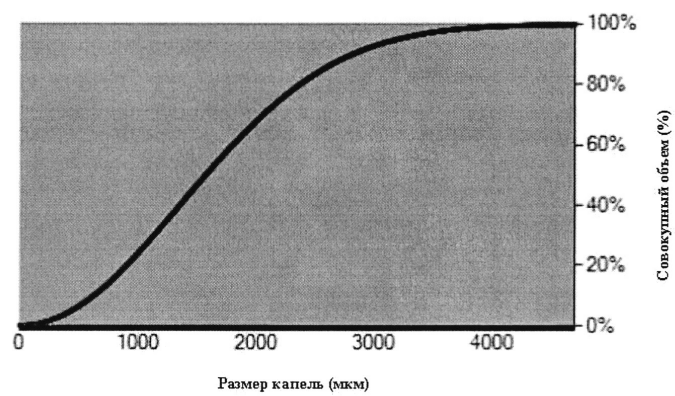
Фиг. 3



Фиг. 4

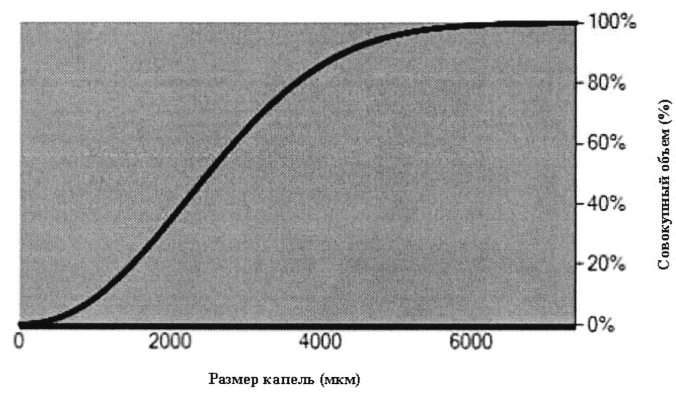


Фиг. 5



Фиг. 6а

6/6



Фиг. 6b