

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **033991**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.12.17**

(51) Int. Cl. **B01D 47/02** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201792678**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.11.02**

---

(54) **МНОГОУРОВНЕВЫЙ СКРУББЕР С НЕСКОЛЬКИМИ ЗАТОПЛЯЕМЫМИ  
ПРОМЫВОЧНЫМИ НАСАДКАМИ**

---

(31) **62/169,856**

(56) US-A-4002722  
US-A1-20120097031  
GB-A-794389  
US-A-2926754  
US-A-3233881

(32) **2015.06.02**

(33) **US**

(43) **2018.09.28**

(86) **PCT/CA2015/000563**

(87) **WO 2016/191846 2016.12.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПАСИФИК ГРИН ТЕХНОЛОГИЕС  
ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Мкклелланд Кеннет Джеймс (CA)**

(74) Представитель:  
**Явкина Е.В. (RU)**

---

(57) Настоящее изобретение относится к конструкции промывочной насадки, горизонтальная ориентация и эксплуатационные характеристики которой при затоплении жидкостью позволяют выполнить мокрую очистку в нескольких зонах взаимодействия с различными нейтрализующими реагентами. Возможность использования нескольких промывочных зон повышает общую эффективность удаления загрязняющих веществ путем добавления в системы удаления твердых частиц и кислых газов зон доочистки, где осуществляется взаимодействие с реагентами, или путем расширения диапазона загрязняющих веществ, удаляемых при работе с другим нейтрализующим раствором, или путем сочетания этих режимов работы. Подход, использующий конструкцию затопляемой насадки, позволяет достигнуть высоких уровней эффективности удаления нескольких загрязняющих веществ, что снижает затраты и устраняет сложности, связанные с размещением нескольких устройств, которые заменяет предлагаемое устройство. Газопромыватели с затопляемыми насадками могут применяться для удаления загрязняющих веществ из дымовых газов, образующихся при сжигании, а также в химических и промышленных процессах, сопровождающихся образованием пыли, запахов и кислых газов.

---

**033991**  
**B1**

**033991**  
**B1**

### **Область техники изобретения**

Настоящее изобретение относится к удалению выбросов веществ, загрязняющих воздух, в частности к устройству для промывки газов от нескольких загрязняющих веществ.

### **Известный уровень техники**

Выбросы веществ, загрязняющих атмосферу в результате сжигания угля, твердых бытовых отходов и биомассы, а также выбросы в атмосферу в результате химических и промышленных процессов все больше и больше ограничиваются государственными природоохранными ведомствами в результате возросших запросов общества в отношении охраны окружающей среды, связанных с достижениями в области технологий снижения степени загрязнения, позволяющих вводить более строгие стандарты. Ограничения различаются в зависимости от страны, региона и близости источника загрязнения воздуха к населенным пунктам. Эти нормы нацелены на широкий диапазон побочных продуктов сгорания, включая твердые частицы, кислые газы, такие как диоксид серы, хлорид водорода и фторид водорода, а также металлы, такие как ртуть, а также группы металлов, известные своим вредным воздействием на здоровье человека. Многие системы снижения степени загрязнения, используемые в настоящее время коммунальными службами и в промышленных процессах, разрабатывались начиная с введения первых природоохранных норм. В этих устройствах используются известные химические и механические процессы для удаления из потоков газа загрязняющих элементов, количество которых регулируется нормативами. Жесткие ограничения на выбросы, действующие в настоящее время, а также еще более жесткие ограничения, находящиеся на рассмотрении и еще не введенные в действие, требуют альтернативных подходов. Эти альтернативные подходы предусматривают внесение уточнений к существующим технологиям с целью повышения их эффективности в части удаления загрязняющих веществ.

Выбросы, возникающие в результате сжигания дизельного топлива на морских судах и для выработки электроэнергии, также относятся к регулируемым выбросам. Суда для перевозки генеральных грузов и контейнеров, осуществляющие транспортировку товаров для международной торговли, сжигают бункерное топливо, содержащее серу в количестве от 2,5 до 2,7%. Кроме того, морские дизельные двигатели выделяют большое количество золы, сажи и несгоревшего топлива, выбрасываемого в атмосферу над мировым океаном. Количество выбросов серы и твердых частиц превышает пределы, допустимые природоохранными нормами, регулирующими деятельность на суше. Нормы, регулирующие выбросы в территориальных водах, а также на территории причала, устанавливаются региональными и национальными природоохранными ведомствами, а в международных водах - Международной морской организацией. К доступным вариантам, которые позволяют выполнить требования этих нормативных документов, относится внедрение технологий промывки или замена источников топлива для судов на источники малосернистого топлива.

Вышеуказанные технологии снижения выбросов в процессе сжигания в целом можно разделить на мокрые и сухие системы. Сухие системы используют различные технологии, чтобы решить проблему удаления кислых газов и твердых частиц. Сухая десульфуризация дымовых газов обычно осуществляется с помощью таких устройств, как башенная распылительная сушилка. Среди систем очистки от твердых частиц наиболее распространенными являются рукавные фильтры и электростатические осадители.

Мокрые системы, применяемые для очистки дымовых газов, образующихся при сгорании, обычно используют водную суспензию, содержащую щелочной материал, такой как известняк, известь, гашеная известь или обогащенная известь, в качестве нейтрализующего агента. Системы мокрой очистки используют несколько способов для организации взаимодействия между водной суспензией и загрязненным дымовым газом. Простой подход использует распылители в распылительной башне или аналогичное устройство для распределения суспензии в дымовом газе, чтобы удалить диоксид серы, хлорид водорода и фторид водорода путем реакции с суспензией с образованием соединений на основе кальция. Взаимодействие между дымовым газом и распыляемой суспензией является достаточно обычным по своему характеру и не столь эффективным, как системы принудительной мокрой очистки.

В системах принудительной мокрой очистки используют конструктивные подходы, основанные на нагнетании дымового газа в щелочные реагенты, содержащиеся в водной суспензии. Конструкция этих систем создает турбулентную зону реакции, увеличивающую время реакции и обеспечивающую полное взаимодействие между дымовым газом и щелочной суспензией, что повышает эффективность удаления кислых газов. Кроме того, турбулентная зона создает среду для перехода твердых частиц из дымового газа в промывочный раствор. Эти турбулентные зоны создаются с помощью промывочных насадок, имеющих отверстия и погруженных в промывочную жидкость. Дымовой газ проходит через отверстия с высокой скоростью, что создает турбулентную зону в промывочном растворе, перемещая твердые частицы и образуя реакционную зону для химических взаимодействий.

Таким образом, этот тип мокрой системы позволяет удалить несколько загрязняющих веществ за однократный пропуск газа. Однако этот тип системы ограничивается использованием однократного взаимодействия в резервуаре с промывочной жидкостью, как правило, расположенном в основании скруббера (газопромывателя). Этот подход не позволяет укладывать промывочные насадки на разных уровнях, чтобы получить нескольких зон очистки, по мере того как газ поднимается через скруббер.

Более жесткие ограничения на выбросы, налагаемые на промышленность в целях контроля за веще-

ствами, загрязняющими воздух в результате сгорания, промышленных и химических процессов, требуют более усовершенствованных подходов, чтобы обеспечить высокую эффективность и рентабельность систем снижения степени загрязнения.

### **Сущность изобретения**

Предложено вертикальное устройство газопромывателя для удаления множества различных загрязняющих веществ из загрязненного газового потока, имеющее колонну газопромывателя с потолком, днищем, цилиндрической стенкой, соединяющей потолок с днищем, множеством насадок, уложенных на некотором расстоянии одна от другой по высоте, пространством над каждой насадкой, газовпускным патрубком, вытяжным вентилятором для создания принудительной тяги и газовыпускным патрубком; погружную нижнюю насадку, расположенную горизонтально поперек нижней части колонны газопромывателя, причем погружная нижняя насадка содержит горизонтальную пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь; резервуар с первой промывочной жидкостью, расположенный в нижней части колонны газопромывателя под погружной нижней насадкой, и первое пространство реакционной зоны, доходящее до требуемого уровня над погружной насадкой, причем первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить первую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; впускной канал для первой промывочной жидкости, входящий внутрь первого пространства над погружной насадкой, первый распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для первой промывочной жидкости для распыления первой промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости, и выпускной канал для первой промывочной жидкости, выполненный в днище; первую затопляемую насадку, расположенную горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя над уровнем впускного канала для первой промывочной жидкости, причем первая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь; пространство реакционной зоны второй промывочной жидкости, расположенное на требуемом уровне над первой затопляемой насадкой, причем вторую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить вторую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; и впускной канал для второй промывочной жидкости, входящий внутрь второго пространства над первой затопляемой насадкой, второй распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для второй промывочной жидкости для распыления второй промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости, и выпускной канал для второй промывочной жидкости, расположенный над первой затопляемой насадкой, проходящий через стенку колонны газопромывателя.

Кроме того, предложено вертикальное устройство газопромывателя для удаления множества различных загрязняющих веществ из загрязненного газового потока, имеющее колонну газопромывателя с потолком, днищем, цилиндрической стенкой, соединяющей потолок с днищем, множеством насадок, уложенных на некотором расстоянии одна от другой по высоте, пространством над каждой насадкой, газовпускным патрубком, вытяжным вентилятором для создания принудительной тяги и газовыпускным патрубком; резервуар с первой промывочной жидкостью, расположенный в нижней части колонны газопромывателя и доходящий до требуемого уровня, причем первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить первую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; первую затопляемую насадку, расположенную горизонтально поперек колонны газопромывателя над газовпускным патрубком, образуя первое пространство между резервуаром для первой промывочной жидкости и первой затопляемой насадкой, причем первая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь; пространство реакционной зоны первой промывочной жидкости, доходящее до требуемого уровня над первой затопляемой насадкой; причем пространство реакционной зоны сообщается с резервуаром через один или несколько перепускных патрубков, причем каждый патрубок выходит из резервуара для первой промывочной жидкости через первую затопляемую насадку и доходит до требуемого уровня над первой затопляемой насадкой; впускной канал для первой промывочной жидкости, проходящий через стенку второго пространства над первой затопляемой насадкой, первый распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для первой промывочной жидкости для распыления первой промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости, и выпускной канал для первой промывочной жидкости, выполненный в днище; вторую затопляемую насадку, расположенную горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя над первой затопляемой насадкой, образуя второе пространство между пространством реакционной зоны первой промывочной жидкости и второй затопляемой насадкой, причем вторая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь; пространство реакционной зоны второй промывочной жидкости, расположенное на требуемом уровне над второй затопляемой насадкой, причем вторую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить вторую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; и впускной канал для второй промывочной жидкости, входящий внутрь третьего пространства над второй затопляемой насадкой, второй распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для второй промывочной жидкости для распыления второй промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости, и выпускной канал для второй промывочной жидкости, распо-

ложенный над второй затопляемой насадкой, проходящий через стенку колонны газопромывателя.

Устройство может иметь одну или несколько дополнительных затопляемых насадок, расположенных горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя и уложенных вертикально одна над другой, причем каждая насадка образует дополнительное пространство вместе с насадкой, расположенной ниже; одно или несколько дополнительных пространств реакционных зон промывочной жидкости, причем каждое пространство располагается над соответствующей затопляемой насадкой и доходит до требуемого уровня, причем каждую дополнительную промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить необходимую дополнительную группу загрязняющих веществ из загрязненного потока газа; и один или несколько дополнительных впускных каналов для промывочной жидкости, проходящих через стенку внутрь соответствующего дополнительного пространства над соответствующей дополнительной затопляемой насадкой, дополнительный соответствующий распылительный механизм, сообщаемый с дополнительным впускным каналом для промывочной жидкости для распыления дополнительной промывочной жидкости внутри соответствующего дополнительного пространства реакционной зоны промывочной жидкости, и один или несколько соответствующих дополнительных выпускных каналов для промывочной жидкости над соответствующей затопляемой насадкой, проходящих через стенку колонны газопромывателя.

Газовпускной патрубок может располагаться в верхней части колонны, при этом канал газовпускного патрубка подводит газ под самую нижнюю насадку; или в боковой части колонны, при этом канал газовпускного патрубка подводит газ под самую нижнюю насадку; или под самой нижней насадкой колонны.

Устройство может дополнительно содержать туманоуловитель, состоящий из абсорбирующей сетки, расположенной поперек колонны газопромывателя. Каждый распылительный механизм может представлять собой одно или несколько распылительных форсунок. Размер щелей в затопляемых насадках может быть выбран так, чтобы предотвратить прохождение через них промывочной жидкости при наличии под насадкой газа, подаваемого под давлением.

Кроме того, предлагается использовать такое устройство газопромывателя для удаления нескольких загрязняющих веществ из загрязненного потока газа в соответствии со способом, содержащим следующие этапы: подают первую промывочную жидкость внутрь устройства до требуемого уровня жидкости, расположенного над самой нижней промывочной насадкой; подают вторую промывочную жидкость внутрь устройства до требуемого уровня выше следующей самой высокой промывочной насадки; охлаждают загрязненный технологический газ, используя газовый кондиционер известного уровня техники; подводят охлажденный загрязненный газ под давлением из вытяжного вентилятора внутрь устройства под самую нижнюю промывочную насадку; дают возможность газу пройти вверх через нижнюю насадку для перехода первой группы загрязняющих веществ из загрязненного газа в первую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости над самой нижней промывочной насадкой; дают возможность газу продолжить прохождение вверх через следующую, самую высокую промывочную насадку для перехода второй группы загрязняющих веществ из загрязненного газа во вторую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости над следующей, самой высокой промывочной насадкой; обрызгивают выходящий газ для удаления дополнительных загрязняющих веществ и снижения скорости потока газа; выпускают выходящий газ из устройства газопромывателя; по отдельности удаляют первую и вторую промывочные жидкости из колонны газопромывателя для поддержания требуемого уровня каждой промывочной жидкости; и очищают сливаемые промывочные жидкости для повторного использования в устройстве газопромывателя.

В изобретении предложено устройство газопромывателя для удаления нескольких загрязняющих веществ из загрязненного потока газа, содержащее колонну газопромывателя с комплектом промывочных насадок, уложенных по высоте, причем каждая промывочная насадка затопляется различной промывочной жидкостью, при этом каждую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить необходимую группу загрязняющих веществ из загрязненного потока газа, причем загрязненный газ проходит вверх под давлением из-под самой нижней промывочной насадки через весь комплект затопляемых промывочных насадок.

Это устройство может использоваться для удаления из загрязненного потока газа нескольких загрязняющих веществ, выбранных из группы загрязняющих веществ, включающей твердые частицы, металлы, хлорид водорода, фторид водорода, закись азота, оксид азота, углекислый газ и диоксид серы.

Настоящее изобретение использует патентуемую затопляемую горизонтальную промывочную насадку, полностью перекрывающую поперечное сечение газопромывателя. Загрязненный газ проходит сквозь насадку снизу вверх через матрицу из отверстий, вырезанных в насадке. Промывочная жидкость удерживается сверху насадки за счет газа, так как газ проходит через отверстия с высокой скоростью, создавая турбулентную реакционную зону внутри удерживаемой промывочной жидкости. Уровень промывочной жидкости контролируется перепускными трубками или желобами и жидкость постоянно добавляется посредством распределительных форсунок, расположенных над турбулентной зоной. Можно добавить дополнительные затопляемые горизонтальные насадки над первоначальной насадкой, установив их через определенные интервалы по высоте в поперечном сечении газопромывателя. За счет ис-

пользования затопляемых насадок настоящее изобретение позволяет осуществлять мокрую очистку на нескольких уровнях, причем каждый уровень предусматривает возможность работы с различными нейтрализующими реагентами. Использование нескольких промывочных зон дает возможность улучшить общую эффективность удаления загрязняющих веществ путем добавления реакционных зон доочистки для удаления твердых частиц и кислых газов или путем расширения диапазона загрязняющих веществ, удаляемых при работе с другим нейтрализующим раствором, или путем сочетания этих режимов работы.

Настоящее изобретение использует новаторский подход к созданию турбулентной реакционной промывочной зоны на каждом из нескольких уровней с возможностью использовать различные нейтрализующие реагенты на каждом уровне. В то время как традиционные подходы используют перепад давления при прохождении через промывочную насадку для нагнетания газа сквозь матрицу отверстий, погруженную в жидкость, настоящее изобретение использует перепад давления для удержания промывочной жидкости над горизонтальной промывочной насадкой. Горизонтальная промывочная насадка имеет матрицу отверстий, через которые газ проходит вертикально вверх в затопляемую зону. Перепад давления и конструкция отверстия ускоряют газ в достаточной мере для того, чтобы создать требуемую высокотурбулентную реакцию в затопляемой зоне над насадкой. Горизонтальная ориентация промывочной насадки позволяет укладывать несколько насадок внутри одного корпуса газопромывателя. Затопляемые промывочные насадки полностью перекрывают поперечное сечение корпуса газопромывателя, позволяя использовать 100% площади поперечного сечения газопромывателя для промывки и пропуска газа. Горизонтальная ориентация позволяет придать промывочной насадке любую форму, зависящую от пространства, доступного для размещения промывочного оборудования. Поскольку устройство выполнено с возможностью удаления нескольких загрязняющих веществ за однократное прохождение, система занимает меньшую площадь по сравнению с большим количеством оборудования, которое она заменяет, и как единый блок она более рентабельна, чем несколько блоков, служащих для одной цели. Затопляемая насадка может быть встроена в новые конструкции газопромывателя или модифицирована под существующие мокрые газопромыватели, использующие конструкцию с погружной насадкой на самом нижнем уровне.

Система с затопляемой промывочной насадкой основана на вертикальной ориентации корпуса газопромывателя и горизонтальной ориентации затопляемых насадок. Газ попадает в область повышенного давления над резервуаром с промывочной жидкостью, расположенным в основании корпуса газопромывателя, под первой затопляемой промывочной насадкой. Газ подают в область повышенного давления с помощью вытяжного вентилятора, позволяющего создать необходимый объем выбросов дымовых газов и перепад давления, требуемый для поддержания нескольких реакционных зон над уровнями расположения промывочных насадок в конструкции. Давление в области повышенного давления достаточно для того, чтобы нагнетать газ через отверстия в насадке в турбулентную реакционную зону над насадкой. Размер, форма и количество отверстий в насадке таковы, что газ ускоряется в достаточной мере для того, чтобы создавать над насадкой турбулентность требуемой высоты и мощности.

По каждой насадке непрерывно циркулирует жидкость. Промывочная жидкость перекачивается из резервуара для промывочной жидкости в сеть форсунок для распределения жидкости, подающих промывочную жидкость в область над каждой насадкой. Возврат в резервуар обеспечивается с помощью регуляторов уровня жидкости, таких как перепускные желоба или стояки, пропускающие жидкость обратно в резервуар. Состояние возвращающейся жидкости контролируется по нескольким контрольным показателям, таким как pH, а в резервуар добавляют дополнительные нейтрализующие реагенты, чтобы вернуть жидкость к оптимальным условиям реакции перед ее повторным распределением над насадкой. Кроме того, жидкость может обрабатываться устройствами для удаления сухого остатка, такими как гидроциклоны, для удаления твердых частиц, собранных промывочной жидкостью.

По мере того как газ продолжает подниматься через затопляемую насадку, он сталкивается с дополнительными затопляемыми промывочными насадками с той же конфигурацией отверстий, распределением жидкости и переполнением резервуаров с жидкостью. В тех случаях, когда используются различные промывочные жидкости, переполнение приводит к тому, что очередная используемая промывочная жидкость направляется в резервуар с соответствующим оборудованием для обработки этой жидкости.

После выхода из турбулентной зоны последней насадки газ поднимается через туманоуловители или аналогичные устройства для удаления несвязанной воды из газа. Газ может быть направлен в дымовую трубу или использоваться в последующих технологических процессах при необходимости.

Система с затопляемыми насадками может также использоваться совместно с погружными промывочными насадками, расположенными на уровне основания газопромывателя. После выхода из турбулентной зоны над погружной промывочной насадкой газ под давлением поднимается к затопляемой насадке (или насадкам), которая функционирует, полностью перекрывая поперечное сечение газопромывателя, таким образом, как было раскрыто выше.

#### **Краткое описание чертежей**

Подробное описание предпочтительного варианта осуществления изобретения приведено ниже исключительно в качестве примера и со ссылкой на следующие чертежи, где:

на фиг. 1А показан вид сверху схематичного изображения одного из вариантов исполнения затоп-

ляемой промывочной насадки по настоящему изобретению;

на фиг. 1В показан вид в поперечном разрезе в сечении 1В-1В затопляемой промывочной насадки, изображенной на фиг. 1 А;

на фиг. 1С показан увеличенный схематичный вид одного угла для рассматриваемого варианта исполнения затопляемой промывочной насадки, изображенной на фиг. 1 А;

на фиг. 2 показан вид в поперечном разрезе многоуровневого газопромывателя с затопляемой промывочной насадкой по настоящему изобретению, расположенной на каждом уровне промывки; и

на фиг. 3 показана схема варианта исполнения системы, где первичная промывка осуществляется погружной промывочной насадкой, а затопляемая промывочная насадка по настоящему изобретению используется для промывки на последующих уровнях, расположенных над первой насадкой.

#### **Подробное описание изобретения**

В настоящем изобретении предложен способ создания нескольких взаимосвязанных уровней 2, 4 мокрой очистки в одной колонне 11 газопромывателя, причем каждый ее уровень позволяет выполнить промывку 100% потока газа, используя различную промывочную жидкость. Настоящее изобретение использует конструкцию промывочной насадки, горизонтальная ориентация и эксплуатационные характеристики которой при затоплении жидкостью позволяют укладывать несколько насадок внутри одного корпуса мокрого газопромывателя. Возможность встраивания дополнительных промывочных зон взаимодействия в одну систему позволяет повысить общую эффективность удаления загрязняющих веществ, таких как твердые частицы, кислые газы или металлы, путем добавления уровней доочистки или удалить дополнительные загрязняющие вещества, регулируемые нормативами, путем использования других нейтрализующих реагентов. За счет встраивания затопляемых промывочных насадок в соответствии с настоящим изобретением в конструкцию мокрого газопромывателя конечная система будет иметь более низкие капитальные затраты, занимать меньшую площадь и отличаться более высокой эффективностью удаления нескольких загрязняющих веществ.

На фиг. 1А-1С промывочная насадка 50 представлена в виде типовой формы, чтобы наглядно показать элементы насадки. Рабочее положение насадки 50 горизонтальное. Насадка может изготавливаться из любого листового материала или пластины, обладающих достаточной прочностью, жесткостью, а также термической и химической стойкостью. К типовым используемым материалам относится металлическая пластина, предпочтительно из нержавеющей стали. Горизонтальная форма поперечного сечения насадки соответствует форме корпуса газопромывателя, чтобы обеспечить плотное примыкание внешней части промывочной насадки к внутренней окружности колонны газопромывателя. Насадка содержит множество отверстий 61, которые могут быть выполнены любой формы, в любом количестве и иметь любую ориентацию относительно насадки. Предпочтительной формой отверстия является щель длиной от 125 до 200 мм с шириной, предпочтительно составляющей 2 мм. Расстояние 63 между отверстиями, как правило, составляет от 20 до 25 мм. Кромки 65 между отверстиями и краем насадки выполняют одинаковыми с предпочтительной шириной 40 мм. Насадка может содержать ускоряющие пластины 71, ориентированные под прямым углом к насадке. Ускоряющие пластины разделяют пространство между рядами отверстий 61 на равные части. Кромка 65 между ускоряющими пластинами и отверстиями 61 предпочтительно имеет ширину 40 мм. Ускоряющие пластины, как правило, имеют высоту 150 мм и содержат переливные отверстия на уровне пластины насадки, чтобы обеспечить поперечное перемещение промывочной жидкости. Ускоряющая пластина выполнена из того же материала, что и промывочная насадка. Допустимо использовать и другие параметры отверстий, кромок и ускоряющих пластин в рамках объема изобретения.

На фиг. 2 изображен пример системы газопромывателя с встроенными затопляемыми промывочными насадками в соответствии с настоящим изобретением, содержащий колонну 11 газопромывателя с двумя затопляемыми насадками 12, 14.

Процесс удаления загрязняющего вещества из газа с использованием системы, изображенной на фиг. 2, начинается с впуска загрязненного газа 1, полученного в результате сжигания или в процессе промышленного производства, приводящего к образованию твердых частиц, кислых газов и металлов, которые требуется удалить. Газ поступает в самую нижнюю область 3 повышенного давления, ограниченную резервуаром с первой промывочной жидкостью 31 (или твердой мембраной) вниз и затопляемой насадкой 12 наверху. Газ поступает под избыточным давлением, создаваемым вытяжным вентилятором (не показан). Давление газа достаточно для того, чтобы поддерживать необходимый уровень первой промывочной жидкости над насадками 12, 14 и компенсировать падение давления газа, по мере того как он проходит через отверстия в насадках. Предпочтительное давление в нижней области 3 повышенного давления составляет 450 мм вод.ст. Газ поднимается через отверстия в самой нижней насадке 12 со скоростью от 20 до 25 м/с. Газ поступает в турбулентное пространство 33 реакционной зоны первой промывочной жидкости, где газ и первая промывочная жидкость активно перемешиваются. Первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы она обладала химической активностью в отношении первой группы загрязняющих веществ, которые требуется удалить. Первый уровень промывочной жидкости над самой нижней насадкой 12 контролируется с помощью перепускных трубок, проходящих через насадку к резервуару 31 для первой промывочной жидкости, обычно расположенному в основании колон-

ны 11 газопромывателя. Избыточная первая промывочная жидкость 37 заменяется на подготовленную первую промывочную жидкость 34 из впускного коллектора 13 для распределения первой промывочной жидкости, чтобы поддерживать уровень жидкости и ее химическую активность в отношении удаляемых загрязняющих веществ. В дополнение к химической реакционной способности активная турбулентность, создаваемая в мокром газопромывателе, будет эффективно удалять твердые частицы из газа и обеспечивать их переход в промывочную жидкость. После выхода из турбулентного пространства реакционной зоны первой промывочной жидкости газ поднимается под действием остаточного давления, чтобы повторить этот процесс, проходя через вторую затопляемую насадку 14 в турбулентное пространство 35 реакционной зоны второй промывочной жидкости. В качестве примера верхний уровень пространства 35 реакционной зоны второй промывочной жидкости регулируется выпускным каналом для второй промывочной жидкости, который может представлять собой множество перепускных желобов 23, отводящих вторую промывочную жидкость из колонны газопромывателя и направляющих ее в резервуар для второй промывочной жидкости, который не показан. Согласно предлагаемому подходу вторая промывочная жидкость над насадкой 14 может отличаться от промывочной жидкости над насадкой 12, что позволяет реализовать доочистку или удалить другие загрязняющие вещества. Вторая промывочная жидкость над насадкой 14 постоянно заменяется на подготовленную промывочную жидкость 36. Очищенный газ 7, выходящий из пространства 35 реакционной зоны второй промывочной жидкости, может направляться в дымовую трубу или использоваться в последующих технологических процессах. Используя этот же подход, можно последовательно внутри корпуса газопромывателя по высоте добавлять дополнительные затопляемые промывочные насадки для дальнейшей доочистки или удаления других веществ, загрязняющих воздух, в соответствии с требованиями технологического процесса.

На фиг. 3 показан пример системы с колонной 11 газопромывателя, содержащей самую нижнюю погружную насадку 22, расположенную под затопляемой насадкой 14, функционирующей в качестве второй промывочной насадки.

Процесс на фиг. 3 начинается с впуска загрязненного газа 1, полученного в результате сжигания или в процессе промышленного производства, приводящего к образованию твердых частиц, кислых газов и металлов, которые требуется удалить. Газ направляется к погружной промывочной насадке 22. Газ поступает под избыточным давлением, создаваемым вытяжным вентилятором (не показан). Давление газа достаточно для того, чтобы преодолеть давление, создаваемое за счет высоты столба первой промывочной жидкости над самой нижней насадкой 22 и поддерживать требуемый уровень второй промывочной жидкости, которую нужно удерживать над второй затопляемой насадкой 14. Дополнительное давление газа учтено в конструкции для того, чтобы компенсировать падение давления газа, по мере того как он проходит через отверстия в насадках, а также потери, возникающие в газовом трубопроводе. Предпочтительное давление в нижней области 3 повышенного давления составляет 450 мм вод.ст. Газ поднимается через отверстия в погружной насадке 22 со скоростью, определяемой конструкцией насадки. Газ поступает в турбулентное пространство 33 реакционной зоны первой промывочной жидкости, при этом газ и первая промывочная жидкость активно перемешиваются в турбулентном пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости. Первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы она обладала химической активностью в отношении первой группы загрязняющих веществ, которые требуется удалить. Уровень первой промывочной жидкости над погружной насадкой 22 контролируется датчиками, такими как датчики перепада давления, приводящие в действие контрольные клапаны для регулирования потока жидкости, выходящей для последующей рециркуляции через выпускной канал 32 для первой промывочной жидкости, выполненный в днище колонны. Подготовленная первая промывочная жидкость 34 добавляется посредством впускного коллектора 13 для распределения первой промывочной жидкости в целях поддержания химической активности в отношении удаляемых загрязняющих веществ. В дополнение к химической реакционной способности активная турбулентность, создаваемая в мокром газопромывателе, будет эффективно удалять твердые частицы из газа и обеспечивать их переход в промывочную жидкость. После выхода из турбулентного пространства 33 реакционной зоны первой промывочной жидкости газ поднимается под действием остаточного давления, чтобы повторить этот процесс, проходя через вторую затопляемую насадку 14 в турбулентное пространство 35 реакционной зоны второй промывочной жидкости. В качестве примера верхний уровень пространства 35 реакционной зоны второй промывочной жидкости регулируется выпускным каналом для второй промывочной жидкости, который может представлять собой множество перепускных желобов 23, отводящих вторую промывочную жидкость из колонны газопромывателя и направляющих ее в резервуар для второй промывочной жидкости (не показан). Используя этот подход, верхняя затопляемая насадка 14 может работать с другой промывочной жидкостью, отличной от той, что используется над погружной насадкой 22, что позволяет осуществлять доочистку или добавлять альтернативные реагенты для удаления других регулируемых загрязняющих веществ. Вторая промывочная жидкость над затопляемой насадкой 14 постоянно заменяется подготовленной второй промывочной жидкостью 36, подаваемой с помощью впускного коллектора 15 для распределения второй промывочной жидкости. Очищенный газ 7, выходящий из пространства реакционной зоны второй промывочной жидкости, может направляться в дымовую трубу или использоваться в последующих технологических процессах. Используя этот же подход, можно по-

следовательно внутри колонны газопромывателя добавлять по высоте дополнительные затопляемые промывочные насадки для последующей доочистки или удаления других веществ, загрязняющих воздух, в соответствии с требованиями технологического процесса.

Одна или несколько затопляемых промывочных насадок, реализуемых в настоящем изобретении, дают преимущества по сравнению с известным уровнем техники, представленным погружными промывочными насадками. Среди преимуществ можно отметить возможность обеспечить мокрую очистку 100% газа на нескольких уровнях зон взаимодействия с различными нейтрализующими реагентами внутри одного корпуса газопромывателя. Эта особенность изобретения позволяет одному устройству для промывки удалять более широкий диапазон загрязняющих веществ с более высокой эффективностью удаления. Газопромыватели, использующие конструкцию с затопляемой насадкой, будут занимать меньшую площадь и отличаться большей гибкостью монтажа, а также более низкими капитальными затратами, масштабируемостью и возможностью удаления нескольких загрязняющих веществ в одном устройстве. Затопляемая насадка может применяться в процессах сжигания угля, биомассы и твердых бытовых отходов, где основными загрязняющими веществами, которые требуется удалить, являются твердые частицы, кислые газы, содержащие диоксид серы, хлорид водорода и фторид водорода, металлы, включая ртуть. Кроме того, газопромыватели, используемые в химических и промышленных процессах, требующих удаления пыли, запахов и кислых газов, могут стать областью применения для конструкций с затопляемой насадкой как в новых, так и в модернизированных установках.

Из вышесказанного следует, что настоящее изобретение подходит для достижения всех целей и конечного результата, сформулированных здесь ранее, наряду с другими преимуществами, которые являются очевидными и присущими самой системе. Следует понимать, что некоторые особенности и подкомбинации являются полезными и могут использоваться со ссылкой на другие особенности и подкомбинации. Это предполагается и входит в объем формулы изобретения. Не отступая от объема формулы изобретения, можно реализовать множество различных вариантов осуществления настоящего изобретения. Следует понимать, что все содержание, раскрываемое в настоящей патентной заявке и показанное на прилагаемых чертежах, должно толковаться как имеющее поясняющий, а не ограничивающий смысл. Специалистам в данной области техники будет понятно, что также могут быть осуществлены и другие модификации предпочтительного варианта исполнения изобретения, не отступая от объема изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вертикальное устройство газопромывателя для удаления множества различных загрязняющих веществ из загрязненного газового потока, характеризующееся тем, что оно содержит:

а) колонну газопромывателя с потолком, днищем, цилиндрической стенкой, соединяющей потолок с днищем, множеством насадок, уложенных на некотором расстоянии одна от другой по высоте, пространством над каждой насадкой, газовпускным патрубком, вытяжным вентилятором для создания принудительной тяги и газовыпускным патрубком;

б) погружную нижнюю насадку, расположенную горизонтально поперек нижней части колонны газопромывателя, причем погружная нижняя насадка содержит горизонтальную пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь;

в) резервуар с первой промывочной жидкостью, расположенный в нижней части колонны газопромывателя под погружной нижней насадкой, и первое пространство реакционной зоны, доходящее до заданного уровня над погружной промывочной насадкой, причем первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить первую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока;

г) впускной канал для первой промывочной жидкости, входящий внутрь первого пространства над погружной насадкой, первый распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для первой промывочной жидкости для распыления первой промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости, и выпускной канал для первой промывочной жидкости, выполненный в днище;

д) первую затопляемую насадку, расположенную горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя над уровнем впускного канала для первой промывочной жидкости, причем первая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь;

е) пространство реакционной зоны второй промывочной жидкости, расположенное на заданном уровне над первой затопляемой насадкой, причем вторую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить вторую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; и

ж) впускной канал для второй промывочной жидкости, входящий внутрь второго пространства над первой затопляемой насадкой, второй распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для второй промывочной жидкости для распыления второй промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости, и выпускной канал для второй промывочной жидкости, расположенный над первой затопляемой насадкой, проходящий через стенку колонны газопромывателя.

2. Вертикальное устройство газопромывателя для удаления множества различных загрязняющих веществ из загрязненного газового потока, характеризующееся тем, что оно содержит:

а) колонну газопромывателя с потолком, днищем, цилиндрической стенкой, соединяющей потолок с днищем, множеством насадок, уложенных на некотором расстоянии одна от другой по высоте, пространством над каждой насадкой, газовпускным патрубком, вытяжным вентилятором для создания принудительной тяги и газовыпускным патрубком;

б) резервуар с первой промывочной жидкостью, расположенный в нижней части колонны газопромывателя, достигающий до заданного уровня, причем первую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить первую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока;

в) первую затопляемую насадку, расположенную горизонтально поперек колонны газопромывателя над газовпускным патрубком, образуя первое пространство между резервуаром для первой промывочной жидкости и первой затопляемой насадкой, причем первая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь;

г) пространство реакционной зоны первой промывочной жидкости, достигающее до заданного уровня над первой затопляемой насадкой, причем пространство реакционной зоны сообщается с резервуаром через один или несколько перепускных патрубков, причем каждый патрубок выходит из резервуара для первой промывочной жидкости через первую затопляемую насадку и доходит до заданного уровня над первой затопляемой насадкой;

д) впускной канал для первой промывочной жидкости, проходящий через стенку второго пространства над первой затопляемой насадкой, первый распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для первой промывочной жидкости для распыления первой промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости, и выпускной канал для первой промывочной жидкости, выполненный в днище;

е) вторую затопляемую насадку, расположенную горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя над первой затопляемой насадкой, образуя второе пространство между пространством реакционной зоны первой промывочной жидкости и второй затопляемой насадкой, причем вторая затопляемая насадка содержит пластину, имеющую множество узких щелей, проходящих через всю ее площадь;

ж) пространство реакционной зоны второй промывочной жидкости, расположенное на заданном уровне над второй затопляемой насадкой, причем вторую промывочную жидкость выбирают таким образом, чтобы удалить вторую группу загрязняющих веществ из загрязненного газового потока; и

з) впускной канал для второй промывочной жидкости, входящий внутрь третьего пространства над второй затопляемой насадкой, второй распылительный механизм, сообщающийся с впускным каналом для второй промывочной жидкости для распыления второй промывочной жидкости в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости, и выпускной канал для второй промывочной жидкости, расположенный над второй затопляемой насадкой, проходящий через стенку колонны газопромывателя.

3. Устройство газопромывателя по п.1, характеризующееся тем, что оно дополнительно содержит:

а) по меньшей мере одну дополнительную затопляемую насадку, расположенную горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя, при этом насадки уложены последовательно по высоте одна над другой, причем каждая насадка образует дополнительное пространство вместе с насадкой, расположенной ниже;

б) по меньшей мере одно пространство реакционной зоны промывочной жидкости, причем каждое пространство расположено над соответствующей затопляемой насадкой и доходит до заданного уровня, причем каждая дополнительная промывочная жидкость выбрана таким образом, чтобы удалить необходимую дополнительную группу загрязняющих веществ из загрязненного потока газа; и

в) по меньшей мере один дополнительный впускной канал для промывочной жидкости, при этом каналы проходят через стенку внутрь соответствующего дополнительного пространства над соответствующей дополнительной затопляемой насадкой, соответствующий дополнительный распылительный механизм, сообщающийся с дополнительным впускным каналом для промывочной жидкости для распыления дополнительной промывочной жидкости внутри соответствующего дополнительного пространства реакционной зоны промывочной жидкости, и один или несколько соответствующих дополнительных выпускных каналов для промывочной жидкости над соответствующей затопляемой насадкой, проходящих через стенку колонны газопромывателя.

4. Устройство газопромывателя по п.2, характеризующееся тем, что оно дополнительно содержит:

а) по меньшей мере одну дополнительную затопляемую насадку, при этом насадки расположены горизонтально через все поперечное сечение колонны газопромывателя и уложены последовательно по высоте одна над другой, причем каждая насадка образует дополнительное пространство вместе с насадкой, расположенной ниже;

б) по меньшей мере одно пространство реакционной зоны промывочной жидкости, причем каждое пространство расположено над соответствующей затопляемой насадкой и доходит до заданного уровня, причем каждая дополнительная промывочная жидкость выбрана таким образом, чтобы удалить необходимую дополнительную группу загрязняющих веществ из загрязненного потока газа;

с) по меньшей мере один дополнительный впускной канал для промывочной жидкости, при этом каналы проходят через стенку внутрь соответствующего дополнительного пространства над соответствующей дополнительной затопляемой насадкой, дополнительный соответствующий распылительный механизм, сообщаемый с дополнительным впускным каналом для промывочной жидкости для распыления дополнительной промывочной жидкости внутри соответствующего дополнительного пространства реакционной зоны промывочной жидкости, и один или несколько соответствующих дополнительных выпускных каналов для промывочной жидкости над соответствующей затопляемой насадкой, проходящих через стенку колонны газопромывателя.

5. Устройство газопромывателя по п.2, отличающееся тем, что газовпускной патрубок расположен в верхней части колонны, а канал газовпускного патрубка подводит газ под самую нижнюю насадку.

6. Устройство газопромывателя по п.2, отличающееся тем, что газовпускной патрубок расположен в боковой части колонны, а канал газовпускного патрубка выполнен с обеспечением подвода газа под самую нижнюю насадку.

7. Устройство газопромывателя по п.2, отличающееся тем, что размер щелей в затопляемых насадках выбран с обеспечением предотвращения прохождения через них промывочной жидкости при наличии под затопляемыми насадками газа, подаваемого под давлением.

8. Способ удаления нескольких загрязняющих веществ из загрязненного потока газа, характеризующийся тем, что он содержит следующие этапы:

а) подают первую промывочную жидкость внутрь устройства по п.1 до заданного уровня жидкости, расположенного над погружной промывочной насадкой;

б) подают вторую промывочную жидкость внутрь устройства по п.1 до заданного уровня, расположенного над затопляемой промывочной насадкой;

в) охлаждают загрязненный технологический газ, используя газовый кондиционер, известный из уровня техники;

г) подводят охлажденный загрязненный газ под давлением из вытяжного вентилятора внутрь устройства по п.1 под погружную промывочную насадку;

д) обеспечивают возможность прохода газа вверх через погружную промывочную насадку для перехода первой группы загрязняющих веществ из загрязненного газа в первую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости над погружной промывочной насадкой;

е) обеспечивают возможность прохода газа вверх через затопляемую насадку для перехода второй группы загрязняющих веществ из загрязненного газа во вторую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости над затопляемой насадкой;

ж) обрызгивают выходящий газ для удаления дополнительных загрязняющих веществ и снижения скорости потока газа;

з) выпускают выходящий газ из устройства газопромывателя;

и) по отдельности удаляют первую и вторую промывочные жидкости из колонны газопромывателя для поддержания заданного уровня каждой промывочной жидкости;

к) очищают сливаемые промывочные жидкости для повторного использования в устройстве газопромывателя.

9. Способ по п.8, характеризующийся тем, что он включает дополнительный этап (ff) после этапа (f):

ff) обеспечивают возможность прохода газа вверх через одну или несколько дополнительных затопляемых насадок, последовательно уложенных по высоте, для перехода одной или нескольких дополнительных групп загрязняющих веществ из загрязненного газа в одну или несколько дополнительных промывочных жидкостей в одном или в каждом из нескольких дополнительных пространств реакционной зоны промывочной жидкости над каждой соответствующей затопляемой насадкой.

10. Способ удаления нескольких загрязняющих веществ из загрязненного потока газа, характеризующийся тем, что он содержит следующие этапы:

а) подают первую промывочную жидкость внутрь устройства по п.2 до заданного уровня жидкости, расположенного над первой затопляемой промывочной насадкой;

б) подают вторую промывочную жидкость внутрь устройства по п.2 до заданного уровня, расположенного над второй затопляемой промывочной насадкой;

в) охлаждают загрязненный технологический газ, используя газовый кондиционер известного уровня техники;

г) подводят охлажденный загрязненный газ под давлением из вытяжного вентилятора внутрь устройства по п.2 под первую затопляемую промывочную насадку;

д) обеспечивают возможность прохода газа вверх через первую затопляемую насадку для перехода первой группы загрязняющих веществ из загрязненного газа в первую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны первой промывочной жидкости над первой затопляемой насадкой;

е) обеспечивают возможность прохода газа вверх через вторую затопляемую насадку для перехода второй группы загрязняющих веществ из загрязненного газа во вторую промывочную жидкость в пространстве реакционной зоны второй промывочной жидкости над второй затопляемой насадкой;

ж) обрызгивают выходящий газ для удаления дополнительных загрязняющих веществ и снижения

скорости потока газа;

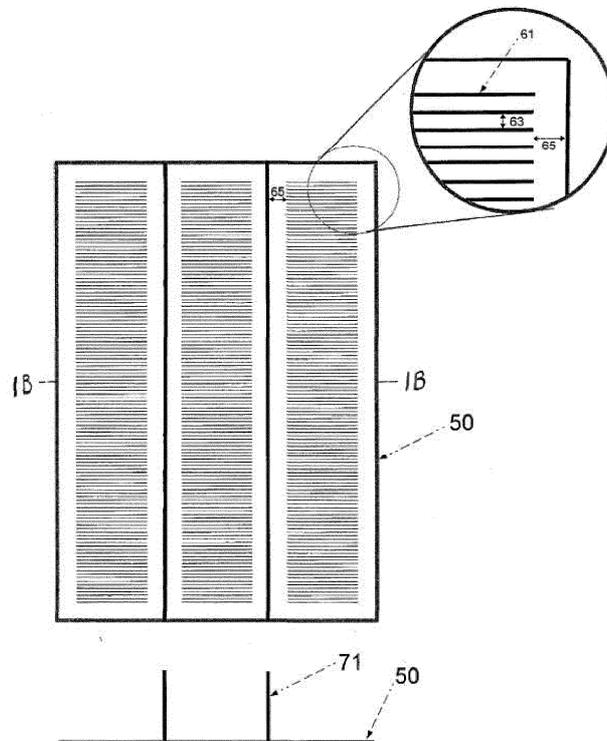
- h) выпускают выходящий газ из устройства газопромывателя;
- i) по отдельности удаляют первую и вторую промывочные жидкости из колонны газопромывателя для поддержания заданного уровня каждой промывочной жидкости;
- j) очищают сливаемые промывочные жидкости для повторного использования в устройстве газопромывателя.

11. Способ по п.10, характеризующийся тем, что он включает дополнительный этап (ff) после этапа (f):

ff) обеспечивают возможность прохода газа вверх через одну или несколько дополнительных затопляемых насадок, последовательно уложенных по высоте, для перехода одной или нескольких дополнительных групп загрязняющих веществ из загрязненного газа в одну или несколько дополнительных промывочных жидкостей в одном или в каждом из нескольких дополнительных пространств реакционной зоны промывочной жидкости над каждой соответствующей затопляемой насадкой.

12. Применение устройства по п.1 для удаления из загрязненного потока газа нескольких загрязняющих веществ, выбранных из группы загрязняющих веществ, включающей твердые частицы, металлы, хлорид водорода, фторид водорода, закись азота, оксид азота, углекислый газ и диоксид серы.

13. Применение устройства по п.2 для удаления из загрязненного потока газа нескольких загрязняющих веществ, выбранных из группы загрязняющих веществ, включающей твердые частицы, металлы, хлорид водорода, фторид водорода, закись азота, оксид азота, углекислый газ и диоксид серы.



Фиг. 1А-1С

