

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041091**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.09.13

(21) Номер заявки
201990467

(22) Дата подачи заявки
2016.08.31

(51) Int. Cl. **B01D 53/92** (2006.01)
B01D 47/00 (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
B03C 5/00 (2006.01)

(54) ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОКРОЙ СКРУББЕРНОЙ ОЧИСТКИ

(31) **62/376,619**

(32) **2016.08.18**

(33) **US**

(43) **2019.07.31**

(86) **PCT/CA2016/000223**

(87) **WO 2018/032081 2018.02.22**

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

(72) Изобретатель:
Мкклелланд Кеннет Джеймс (CA)

(74) Представитель:
Явкина Е.В. (RU)

(56) CN-U-203635063
CN-A-101716463
WO-A2-2006075999

(57) Изобретение относится к усовершенствованной системе для удаления загрязнителей воздуха из процессов со сгоранием и без сгорания, которые вырабатывают загрязнители воздуха, регулируемые агентствами по защите окружающей среды. Загрязнители включают, но без ограничения, твердые частицы; кислотные газы, в том числе двуокись серы, хлорид водорода и фторид водорода; металлы, такие как ртуть, диоксины, ЛОС и реагенты, такие как аммиак. Система собирает и обрабатывает поток загрязненного газа посредством двух форм технологии мокрой скрубберной очистки. Сначала газ пропускается через реактор для мокрой скрубберной очистки, выполненный с возможностью осуществления взаимодействия между газом и выбранным жидким реагентом для скрубберной очистки на одной или более поверхностях. Среда для скрубберной очистки выбирается с точки зрения ее реакционной способности с загрязнителями, на которые нацелен процесс, ее стоимости и воздействия на окружающую среду. Из выхода реактора для скрубберной очистки газ направляется через мокрый электростатический осадитель для удаления оставшихся целевых загрязнителей с обеспечением очень высокой эффективности удаления.

041091 B1

041091 B1

Область техники

Изобретение относится к оборудованию для обеспечения качества воздуха. В частности, изобретение относится к удалению выбросов в воздух из промышленных процессов.

Уровень техники

Поскольку все больше становится известно о вредном воздействии на здоровье человека, окружающую среду и глобальном потеплении в результате выбросов от сгорания, химических и промышленных процессов, агентства по защите окружающей среды создают и усиленно реализуют ограничения, устанавливающие уровни разрешенных выбросов загрязнителей воздуха. Для того чтобы удовлетворить не только существующие на сегодняшний день, но также и будущие регулятивные нормы, требуются усовершенствованные технологии, обеспечивающие системы управления выбросами в воздух для глобальной индустрии. В дополнение, эти технологии должны быть энергосберегающими и должны эффективно использовать расходные материалы для минимизации эксплуатационных затрат и воздействия на окружающую среду.

Выбросы, являющиеся результатом сгорания угля, муниципальных твердых отходов и биомассы, были существенно ограничены агентствами по охране окружающей среды в результате повышенной общественной потребности в защите окружающей среды вместе с улучшениями технологий по борьбе с загрязнением, которые обеспечивают возможность реализации более ограничивающих стандартов. Ограничения могут варьироваться в зависимости от нации, региона и близости источника горения к центрам сосредоточения населения. Нормы направлены на широкий диапазон побочных продуктов горения, в том числе твердые примеси; кислотные газы, такие как двуокись серы, хлорид водорода и фторид водорода; металлы из групп, которые известны наносимым ими вредом здоровью, такие как пары ртути и парниковые газы, среди которых основными являются углекислый газ и оксиды азота. Большинство устройств, используемых в настоящее время на коммунальных предприятиях и в промышленных процессах для борьбы с загрязнителями, известны своей разработкой, начинающейся с утверждения первых норм по защите окружающей среды. В этих устройствах используются известные химические и механические процессы удаления регламентированных загрязняющих компонентов из отработанных газов до допустимых уровней. В дополнение, были введены новые технологии, использующие альтернативные способы достижения необходимых концентраций выбросов. Для ограничений выбросов, действующих на сегодняшний день, а также ожидающих реализации, требуются системы, подход которых более сосредоточен на соблюдении стандартов. Подход требует оптимизации каждого этапа процесса борьбы путем усовершенствования существующих технологий, введения более эффективных подходов и комбинационных систем для достижения существенного увеличения эффективности удаления.

Технологии по борьбе с выбросами для технологий сгорания, указанных выше, в целом можно разделить на мокрые и сухие системы. В сухих системах используются различные технологии для обеспечения удаления кислотных газов и частиц. Обессеривание сухого отработанного газа в целом выполняется путем контролируемого распыления водной известковой суспензии в поток газа по мере его подъема по колонне для распылительной сушки. Известковый раствор вступает в реакцию с серой и процесс контролируется таким образом, что водный компонент суспензии полностью испаряется, оставляя сухое твердое вещество, которое может быть извлечено из нижней части колонны или удалено с помощью выбранной технологии удаления частиц. Среди сухих систем для удаления частиц общими являются мешочные фильтры и электростатические осадители.

В мокрых системах, используемых при отработанных газах горения, в целом используется водная суспензия, содержащая щелочной материал, такой как известняк, известь, гашеная известь и/или известь с добавками. В основных мокрых системах используются распылители для распространения суспензии для вступления в реакцию с отработанным газом с целью удаления оксидов серы, хлора и фтора, путем образования твердых солей кальция, таких как сульфиты и сульфаты кальция, хлорид кальция и фторид кальция, которые получают посредством реакции со щелочным реагентом по мере его подъема по оросительной колонне или подобному устройству.

Краткое описание чертежей

Подробное описание предпочтительных вариантов реализации представлено ниже лишь в качестве примера и со ссылкой на следующие чертежи, на которых:

фиг. 1 представляет собой схематический вид системы, представляющей собой настоящее изобретение;

фиг. 2 представляет собой схематический вид другого варианта реализации системы, представленной в настоящем изобретении;

фиг. 3 представляет собой схематический вид другого варианта реализации системы, представленной в настоящем изобретении;

фиг. 4 представляет собой схематический вид другого варианта реализации системы, представленной в настоящем изобретении;

фиг. 5 представляет собой схематический вид другого варианта реализации системы, представляющей собой настоящее изобретение.

На чертежах каждый вариант реализации изобретения изображен лишь в качестве примера. Следует

четко понимать, что описание и чертежи предназначены только для иллюстрации и содействия при понимании, а не для определения ограничений настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

В альтернативных системах для мокрой скрубберной очистки используются конструктивные подходы, которые обеспечивают принудительное взаимодействие отработанного газа со щелочным реагентом, в целом, одним или более из известняка, извести, гашеной извести или извести с добавками. За счет принудительного взаимодействия отработанного газа/суспензии эти системы создают вихревую реакционную зону, что увеличивает время реакции, обеспечивает полное взаимодействие между отработанным газом и щелочной суспензией, что улучшает эффективность удаления кислотного газа. В дополнение, вихревая зона создает среду для переноса твердых частиц из отработанного газа в раствор для скрубберной очистки. Таким образом, некоторые формы мокрых систем выполнены с возможностью удаления множества загрязнителей за однократный проход.

Улучшенные скрубберы для газа имеют множество уровней взаимодействия, каждый из которых имеет вихревую реакционную зону, которая обеспечивает дальнейшую обработку 100% отработанного газа. Каждая из реакционных зон выполнена с возможностью использования другого реагента, который может быть выбран для улучшения эффективности удаления целевых загрязнителей или обеспечения удаления дополнительных загрязнителей в однопроходной системе.

Выбросы, являющиеся результатом сгорания дизельных топлив в морской промышленности и при выработке электроэнергии, являются также источниками регулируемых выбросов. Судна для смешанных грузов и контейнеров, которые перевозят товары для внешней торговли, сжигают бункерные высококачественные топлива, которые содержат до 4,5% серы, хотя обычно она находится в диапазоне от 2,5 до 2,7%. В дополнение, эти морские дизельные двигатели вырабатывают большие количества сажи, копоти и несожженного топлива, которые выбрасываются в атмосферу мирового океана. Содержание серы и частиц находится за пределами экологических норм для операций по добыче, проводимых на суше. Нормы по выбросам на суше устанавливаются региональными и национальными агентствами по защите окружающей среды, а в международных водах - Международной морской организацией. Варианты включают добавление технологий скрубберной очистки или замену подаваемого топлива для судов на топлива с низким содержанием серы.

Химические и промышленные процессы вырабатывают загрязнители, которые могут быть удалены путем химического взаимодействия с нейтрализующими реагентами или механизмами переноса в случае твердых частиц.

Ряд выбросов кислоты, неприятного запаха и вредных химикатов из промышленных процессов требует технологий скрубберной очистки, которые эффективным образом могут удалять множество загрязнителей за один проход. Нормы по охране окружающей среды вновь налагают ограничения на выбросы, которые регулируют вредные газы, и выбросы пыли в этих секторах промышленности, которые включают производство химикатов, целлюлозы и бумаги, а также производство панелей из комбинированных древесных материалов.

Более строгие ограничения выбросов, накладываемые на загрязнители воздуха от сгорания, промышленных и химических процессов, требуют усовершенствования и интеграции технологий для обеспечения соответствия систем по борьбе будущим требованиям в промышленности.

Одно применение настоящего изобретения заключается в удалении твердых частиц; кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, из процессов сгорания и промышленных процессов. Система включает следующие этапы:

(1) охлаждение горячего газа и удаление части кислотных газов путем пропускания отработанного газа через камеру, содержащую распылительные головки, испускающие водную суспензию, образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду;

(2) введение газа в мокрый скруббер с использованием той же водной суспензии, содержащей щелочной реагент, такой как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в качестве раствора для скрубберной очистки в нем для удаления оставшихся кислотных газов и основного количества твердых частиц;

(3) циркуляция раствора для скрубберной очистки через устройства для отделения твердых веществ, таких как гидроциклоны, для удаления твердых веществ с целью дальнейшей обработки в устройствах для обезвоживания и направление уменьшенного компонента твердых веществ циркуляционного потока на головки скруббера с последующим добавлением нейтрализующих реагентов;

(4) пропускание потока газа в мокрый электростатический осадитель для удаления оставшихся твердых частиц;

(5) перенос отработанного газа в вытяжную трубу;

(6) направление отходящего потока текучей среды из охлаждающего устройства, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя в отстойник для твердых веществ;

(7) перенос отстоявшихся твердых веществ высокой плотности из отстойника в устройство для отделения твердых веществ, такое как гидроциклон;

(8) обработка слива с высоким содержанием твердых веществ в устройстве для обезвоживания, таком как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга. Твердые вещества отправляются на полигон для отходов, а жидкая часть возвращается в отстойник и

(9) направление слива с низким содержанием твердых веществ из устройства для отделения твердых веществ в охлаждающий блок с последующим кондиционированием с помощью нейтрализующего реагента.

Еще одно применение настоящего изобретения заключается в удалении твердых частиц; кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода; диоксинов, ЛОС (летучих органических соединений) и ртути из процессов сгорания и промышленных процессов, а также повторном нагревании, при необходимости. Система включает следующие этапы:

(1) обработку потока загрязненного отработанного газа через устройство для первичного удаления частиц, такое как мультициклон или подобное, для удаления крупных частиц;

(2) направление отработанного газа в теплообменное устройство;

(3) охлаждение горячего газа и удаление части кислотных газов путем пропускания отработанного газа через камеру, содержащую распылительные головки, выпускающие водную суспензию, образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду;

(4) введение газа в мокрый скруббер с использованием водной суспензии, содержащей щелочной реагент, такой как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в качестве раствора для скрубберной очистки в нем для удаления оставшихся кислотных газов и основного количества твердых частиц.

(5) циркуляция раствора для скрубберной очистки через устройства для отделения твердых веществ, таких как гидроциклоны, для удаления твердых веществ с целью дальнейшей обработки и направления баланса текучей среды на головки скруббера с последующим добавлением нейтрализующих реагентов;

(6) введение газа в сосуд, где он взаимодействует с гранулированным активированным углем для удаления диоксинов, ЛОС и металлов, причем основной целью является удаление ртути;

(7) пропускание потока газа в мокрый электростатический осадитель для удаления оставшихся твердых частиц;

(8) перенос отработанного газа в теплообменное устройство

(9) подача нагретого газа из теплообменного устройства в вытяжную трубу.

(10) направление отходящего потока текучей среды из охлаждающего устройства, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя в отстойник.

(11) перенос отстоявшихся твердых веществ высокой плотности из отстойника в устройство для отделения твердых веществ, такое как гидроциклон.

(12) обработка слива с высоким содержанием твердых веществ в устройстве для обезвоживания, таком как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга. Твердые вещества отправляются на полигон для отходов, а жидкая часть возвращается в отстойник.

(13) направление слива с низким содержанием твердых веществ из устройства для отделения твердых веществ в охлаждающий блок с последующим кондиционированием с помощью нейтрализующего реагента.

Проектная цель настоящего изобретения включает интегрирование совместимых технологий таким способом, чтобы это существенно повысило нормативные пределы для целевых загрязнителей воздуха, оставаясь при этом затратоэффективными и адаптируемыми. В настоящем изобретении представлена система для удаления целевых загрязнителей, в том числе твердых частиц, кислотных газов и ртути, из отработанных газов сгорания и промышленных процессов путем интегрирования технологий мокрой скрубберной очистки и очистки газа с помощью мокрого электростатического осадителя.

Ссылаясь сперва на фиг. 1, система содержит камеру (22) для кондиционирования газа (ККГ); мокрый скруббер (23) и мокрый электростатический осадитель (25). Процесс, показанный на фиг. 1, начинается с поступления потока (1) газа от сгорания или промышленного процесса, который вырабатывает твердые частицы, кислотные газы и металлы, подлежащие удалению. Газ (1) направляется в камеру (22) для кондиционирования газа, содержащую распылительные форсунки или тому подобное, выпускающие водную суспензию (47), образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду. В случае горячих отработанных газов камера (22) для кондиционирования газа охладит входной газ с температур в диапазоне от 120 до 200°C до диапазона от 50 до 60°C, причем предпочтительной температурой на выходе является 55°C. Кондиционирующая камера (22) также функционирует для удаления части кислотных газов, как правило, двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, в результате реакции газов со щелочной суспензией (47). В дополнение, кондиционирующая камера служит для увлажнения твердых частиц, делая их тяжелее и более реакционноспособными на фазе мокрого скруббера (23). Отходящий поток (41) кондиционирующей камеры содержит продукты реакции и твердые частицы. В случаях, когда используется водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь,

известь или известь с добавками, продукты реакции представляют собой твердые вещества, которые включают сульфит кальция, сульфат кальция, хлорид кальция и фторид кальция. Эти соли отправляются на операции (26) отделения твердых веществ для обработки и рециркуляции. Сразу после кондиционирования и охлаждения газ (4) подается в мокрый скруббер (23), выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов. Функционал мокрого скруббера подходит для эффективного удаления этих целевых загрязнителей. Улучшенный мокрый скруббер является предпочтительным вариантом реализации ввиду конструкции его головки с множественной функцией принуждения, и его работа будет описана на схеме способа. К головке улучшенного газового скруббера (23) на каждом уровне подается водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками. Внутри мокрого скруббера (23) газ (4) принудительно переносится вверх через головку скруббера, содержащую ряд отверстий, которые обеспечивают газу путь прохождения через головку скруббера. Газ проходит через отверстия с высокой скоростью в раствор (47) для скрубберной очистки, что создает высоковихревую зону взаимодействия над головкой. Предпочтительная глубина вихревого движения составляет от 300 до 400 мм. После выхода газа из вихревой зоны на первой головке он поднимается в скруббере и процесс повторяется на второй головке. За счет взаимодействия происходит удаление кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, путем образования твердых кальциевых соединений. За счет взаимодействия из газа также удаляются твердые частицы, и они переносятся в текучую среду (47) для скрубберной очистки. Текучая среда для скрубберной очистки с увлеченными в ней солями и частицами непрерывно откачивается из скруббера в виде отходящего потока (41). Рабочая температура мокрого скруббера будет отражать температуру входного газа (4), составляющую приблизительно 55°C. Газ (5) проходит через устройство (28) для предохранения от запотевания по мере его выхода из мокрого скруббера и подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. По мере прохождения газа через мокрый электростатический осадитель (25), он подвергается действию высоковольтного электрического поля, причем в то же время на устройство подводится противоположный заряд. Уровни рабочего напряжения и направление потока варьируются в зависимости от сравнительных вариантов конструктивного исполнения. В результате электростатического заряда твердые частицы удаляются из потока газа и удерживаются на заряженной стенке устройства. За счет комбинации влаги от мокрого скруббера и периодического промывания стенок электростатического осадителя частицы удаляются в виде отходящего потока (41). Газ (7) выходит из мокрого электростатического осадителя и подается в вытяжную трубу. Во время выхода газ (7) практически не содержит целевых загрязнителей.

Отходящий поток (41) из камеры для кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя направляется в процессы, способные отделять твердые вещества от отходящих потоков, такие как гидроциклон или подобные. Слив (44) с высоким содержанием частиц переносится в устройство для обезвоживания, такое как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга (27). Отфильтрованный осадок (61) отправляется на полигон для отходов. Жидкий компонент (46) из устройства (27) для обезвоживания и слив (42) из процесса отделения твердых веществ кондиционируются с помощью щелочного реагента (45) и добавочной воды (43) по требованию для поддержания значения pH раствора в предпочтительном диапазоне от 6,25 до 6,75. Полученная в результате кондиционированная суспензия (47) циркулируется в мокрый скруббер и камеру для кондиционирования газа. Часть чистого слива (46) из процесса обезвоживания сбрасывается, как правило, для использования в других процессах на объекте. Объем сброса и потери испарения в процессе охлаждения при добавлении воды (43) составляют в виде части процесса кондиционирования суспензии.

Ссылаясь на фиг. 2, конфигурация системы содержит следующие компоненты: устройство (20) для удаления твердых веществ; камеру (22) для кондиционирования газа; мокрый скруббер (23) и мокрый электростатический осадитель (25). Процесс, показанный на фиг. 2, начинается с поступления потока (1) газа от сгорания или промышленного процесса, который вырабатывает твердые частицы, кислотные газы и металлы, подлежащие удалению. На данной итерации настоящего изобретения газ (1) направляется в устройство (20) для удаления твердых веществ, такое как мультициклон, для удаления основного количества крупных частиц. Твердые частицы (61) собираются в устройстве и переносятся на полигон для отходов. После выхода из устройства (20) для удаления твердых веществ газ (2) направляется в камеру (22) для кондиционирования газа, содержащую распылительные форсунки или тому подобное, испускающие водную суспензию (47), образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду. В случае горячих отработанных газов камера (22) для кондиционирования газа охладит входной газ с температур в диапазоне от 120 до 200°C до диапазона от 50 до 60°C, причем предпочтительной температурой на выходе является 55°C. Кондиционирующая камера (22) также функционирует для удаления части кислотных газов, как правило, двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, в результате реакции газов со щелочной суспензией (47). В дополнение, кондиционирующая камера служит для увлажнения твердых частиц, делая их тяжелее и более реакционноспособными на фазе мокрого скруббера (23). Отходящий поток (41) кондиционирующей камеры содержит продукты реакции и твердые частицы. В случаях, когда используется водная

суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, продукты реакции представляют собой твердые вещества, которые включают сульфит кальция, сульфат кальция, хлорид кальция и фторид кальция. Эти соли отправляются на операции (26) отделения твердых веществ для обработки и рециркуляции. Сразу после кондиционирования и охлаждения газ (4) подается в мокрый скруббер (23), выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов. Функционал мокрого скруббера подходит для эффективного удаления этих целевых загрязнителей. Улучшенный мокрый скруббер является предпочтительным вариантом реализации ввиду конструкции его головки с множественной функцией принуждения, и его работа будет описана на схеме способа. К головке улучшенного газового скруббера (23) на каждом уровне подается водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками. Внутри мокрого скруббера (23) газ (4) принудительно переносится вверх через головку скруббера, содержащую ряд отверстий, которые обеспечивают газу путь прохождения через головку скруббера. Газ проходит через отверстия с высокой скоростью в растров (47) для скрубберной очистки, что создает высоковихревую зону взаимодействия над головкой. Предпочтительная глубина вихревого движения составляет от 300 нм до 400 нм. После выхода газа из вихревой зоны на первой головке он поднимается в скруббере и процесс повторяется на второй головке. За счет взаимодействия происходит удаление кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, путем образования твердых кальциевых соединений. За счет взаимодействия из газа также удаляются твердые частицы, и они переносятся в текучую среду (47) для скрубберной очистки. Текучая среда для скрубберной очистки с увлеченными в ней солями и частицами непрерывно откачивается из скруббера в виде отходящего потока (41). Рабочая температура мокрого скруббера будет отражать температуру входного газа (4), составляющую приблизительно 55°C. Газ (5) проходит через устройство (28) для предохранения от запотевания по мере его выхода из мокрого скруббера и подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. По мере прохождения газа через мокрый электростатический осадитель (25), он подвергается действию высоковольтного электрического поля, причем в то же время на устройство подводится противоположный заряд. Уровни рабочего напряжения и направление потока варьируются в зависимости от сравнительных вариантов конструктивного исполнения. В результате электростатического заряда, твердые частицы удаляются из потока газа и удерживаются на заряженной стенке устройства. За счет комбинации влаги от мокрого скруббера и периодического промывания стенок электростатического осадителя частицы удаляются в виде отходящего потока (41). Газ (7) выходит из мокрого электростатического осадителя и подается в вытяжную трубу. Во время выхода газ (7) практически не содержит целевых загрязнителей.

Отходящий поток (41) из камеры для кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя направляется в процессы, способные отделять твердые вещества от отходящих потоков, такие как гидроциклон или подобные. Слив (44) с высоким содержанием частиц переносится в устройство для обезвоживания, такое как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга (27). Отфильтрованный осадок (61) отправляется на полигон для отходов. Жидкий компонент (46) из устройства (27) для обезвоживания и слив (42) из процесса отделения твердых веществ кондиционируются со щелочным реагентом (45) и добавочной водой (43) по требованию для поддержания значения pH раствора в предпочтительном диапазоне от 6,25 до 6,75. Полученная в результате кондиционированная суспензия (47) циркулирует в мокрый скруббер и камеру для кондиционирования газа. Часть чистого слива (46) из процесса обезвоживания сбрасывается, как правило, для использования в других процессах на объекте.

Объем сброса и потери испарения в процессе охлаждения при добавлении воды (43) составляют в виде части процесса кондиционирования суспензии.

Ссылаясь на фиг. 3, конфигурация системы содержит следующие компоненты: устройство (20) для удаления твердых веществ; теплообменник (21); камеру (22) для кондиционирования газа; мокрый скруббер (23) и мокрый электростатический осадитель (25). Процесс, показанный на фиг. 3, начинается с поступления потока (1) газа от сгорания или промышленного процесса, который вырабатывает твердые частицы, кислотные газы и металлы, подлежащие удалению. На фиг. 3 также изображен вариант с повторным нагреванием отработанного газа (7) для вариантов применения, в которых минимизации подлежит видимость шлейфа выбросов. На данной итерации настоящего изобретения газ (1) направляется в устройство (20) для удаления твердых веществ, такое как мультициклон, для удаления основного количества крупных частиц. Твердые частицы (61) собираются в устройстве и переносятся на полигон для отходов. Выходной газ (2) подается в теплообменник (21), где он охлаждается, поскольку он отдает тепло более холодному газу (7) противотока. Тип теплообменника (21) и материалы выбирают для требований к рабочей среде и переносу тепла. Газ (3) выходит из теплообменника и переносится в камеру (22) для кондиционирования газа, содержащую распылительные форсунки или тому подобное, выпускающие водную суспензию (47), образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду. В случае горячих отработанных газов камера (22) для кондиционирования газа охладит входной газ с температур в диапазоне от 120 до 200°C до диа-

пазона от 50 до 60°C, причем предпочтительной температурой на выходе является 55°C. Кондиционирующая камера (22) также функционирует для удаления части кислотных газов, как правило, двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, в результате реакции газов со щелочной суспензией (47). В дополнение, кондиционирующая камера служит для увлажнения твердых частиц, делая их тяжелее и более реакционноспособными на фазе мокрого скруббера (23). Отходящий поток (41) кондиционирующей камеры содержит продукты реакции и твердые частицы. В случаях, когда используется водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, продукты реакции представляют собой твердые вещества, которые включают сульфит кальция, сульфат кальция, хлорид кальция и фторид кальция. Эти соли отправляются на операции (26) отделения твердых веществ для обработки и рециркуляции. Сразу после кондиционирования и охлаждения газ (4) подается в мокрый скруббер (23), выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов. Функционал мокрого скруббера подходит для эффективного удаления этих целевых загрязнителей. Улучшенный мокрый скруббер является предпочтительным вариантом реализации ввиду конструкции его головки с множественной функцией принуждения, и его работа будет описана на схеме способа. К головке улучшенного газового скруббера (23) на каждом уровне подается водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками. Внутри мокрого скруббера (23) газ (4) принудительно переносится вверх через головку скруббера, содержащую ряд отверстий, которые обеспечивают газу путь прохождения через головку скруббера. Газ проходит через отверстия с высокой скоростью в раствор (47) для скрубберной очистки, что создает высоковихревую зону взаимодействия над головкой. Предпочтительная глубина вихревого движения составляет от 300 до 400 мм. После выхода газа из вихревой зоны на первой головке он поднимается в скруббере и процесс повторяется на второй головке. За счет взаимодействия происходит удаление кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, путем образования твердых кальциевых соединений. За счет взаимодействия из газа также удаляются твердые частицы, и они переносятся в текучую среду (47) для скрубберной очистки. Текучая среда для скрубберной очистки с увлеченными в ней солями и частицами непрерывно откачивается из скруббера в виде отходящего потока (41). Рабочая температура мокрого скруббера будет отражать температуру входного газа (4), составляющую приблизительно 55°C. Газ (5) проходит через устройство (28) для предохранения от запотевания по мере его выхода из мокрого скруббера и подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. По мере прохождения газа через мокрый электростатический осадитель (25) он подвергается действию высоковольтного электрического поля, причем в то же время на устройство подводится противоположный заряд. Уровни рабочего напряжения и направление потока варьируются в зависимости от сравнительных вариантов конструктивного исполнения. В результате электростатического заряда твердые частицы удаляются из потока газа и удерживаются на заряженной стенке устройства. За счет комбинации влаги от мокрого скруббера и периодического промывания стенок электростатического осадителя частицы удаляются в виде отходящего потока (41). Газ (7) выходит из мокрого электростатического осадителя и подается в вытяжную трубу. Во время выхода газ (7) практически не содержит целевых загрязнителей.

Отходящий поток (41) из камеры для кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя направляется в процессы, способные отделять твердые вещества от отходящих потоков, такие как гидроциклон или подобные. Слив (44) с высоким содержанием частиц переносится в устройство для обезвоживания, такое как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга (27). Отфильтрованный осадок (61) отправляется на полигон для отходов. Жидкий компонент (46) из устройства (27) для обезвоживания и слив (42) из процесса отделения твердых веществ кондиционируются со щелочным реагентом (45) и добавочной водой (43) по требованию для поддержания значения pH раствора в предпочтительном диапазоне от 6,25 до 6,75. Полученная в результате кондиционированная суспензия (47) циркулирует в мокрый скруббер и камеру для кондиционирования газа. Часть чистого слива (46) из процесса обезвоживания сбрасывается, как правило, для использования в других процессах на объекте. Объем сброса и потери испарения в процессе охлаждения при добавлении воды (43) составляют в виде части процесса кондиционирования суспензии.

Ссылаясь на фиг. 4, система содержит камеру (22) для кондиционирования газа (ККГ); мокрый скруббер (23); реакционную камеру (24) с гранулированным активированным углем и мокрый электростатический осадитель (25). Процесс, показанный на фиг. 4, начинается с поступления потока (1) газа от сгорания или промышленного процесса, который вырабатывает твердые частицы; кислотные газы, в том числе двуокись серы, хлорид водорода и фторид водорода; диоксины, ЛОС и металлы, в том числе ртуть, подлежащие удалению. На этой итерации настоящего изобретения газ (1) направляется в камеру (22) для кондиционирования газа, содержащую распылительные форсунки или тому подобное, выпускающие водную суспензию (47), образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду. В случае горячих отработанных газов камера (22) для кондиционирования газа охладит входной газ с температур в диапазоне от 120 до 200°C до диапазона от 50 до 60°C, причем предпочтительной температурой на выходе является 55°C. Кондициони-

рующая камера (22) также функционирует для удаления части кислотных газов, как правило, двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, в результате реакции газов со щелочной суспензией (47). В дополнение, кондиционирующая камера служит для увлажнения твердых частиц, делая их тяжелее и более реакционноспособными на фазе мокрого скруббера (23). Отходящий поток (41) кондиционирующей камеры содержит продукты реакции и твердые частицы. В случаях, когда используется водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, продукты реакции представляют собой твердые вещества, которые включают сульфит кальция, сульфат кальция, хлорид кальция и фторид кальция. Эти соли отправляются на операции (26) отделения твердых веществ для обработки и рециркуляции. Сразу после кондиционирования и охлаждения газ (4) подается в мокрый скруббер (23), выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов. Функционал мокрого скруббера подходит для эффективного удаления этих целевых загрязнителей. Улучшенный мокрый скруббер является предпочтительным вариантом реализации ввиду конструкции его головки с множественной функцией принуждения, и его работа будет описана на схеме способа. К головке улучшенного газового скруббера (23) на каждом уровне подается водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками. Внутри мокрого скруббера (23) газ (4) принудительно переносится вверх через головку скруббера, содержащую ряд отверстий, которые обеспечивают газу путь прохождения через головку скруббера. Газ проходит через отверстия с высокой скоростью в раствор (47) для скрубберной очистки, что создает высоко вихревую зону взаимодействия над головкой. Предпочтительная глубина вихревого движения составляет от 300 до 400 нм. После выхода газа из вихревой зоны на первой головке он поднимается в скруббере и процесс повторяется на второй головке. За счет взаимодействия происходит удаление кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, путем образования твердых кальциевых соединений. За счет взаимодействия из газа также удаляются твердые частицы, и они переносятся в текучую среду (47) для скрубберной очистки. Текучая среда для скрубберной очистки с увлеченными в ней солями и частицами непрерывно откачивается из скруббера в виде отходящего потока (41). Рабочая температура мокрого скруббера будет отражать температуру входного газа (4), составляющую приблизительно 55°C. Газ (5) проходит через устройство (28) для предохранения от запотевания по мере его выхода из мокрого скруббера и подается в реакционный сосуд (24), содержащий фильтрующий слой из гранулированного активированного угля. Гранулированный активированный уголь адсорбирует диоксины, ЛОС и металлы, среди которых первичной целью является ртуть. Способность к адсорбции гранулированного активированного угля ограничена и материал может быть регенерирован или размещен на полигоне для отходов. Газ (6) выходит из реакционного сосуда и подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. И он подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. По мере прохождения газа через мокрый электростатический осадитель (25) он подвергается действию высоковольтного электрического поля, причем в то же время на устройство подводится противоположный заряд. Уровни рабочего напряжения и направление потока варьируются в зависимости от сравнительных вариантов конструктивного исполнения. В результате электростатического заряда, твердые частицы удаляются из потока газа и удерживаются на заряженной стенке устройства. За счет комбинации влаги от мокрого скруббера и периодического промывания стенок электростатического осадителя частицы удаляются в виде отходящего потока (41). Газ (7) выходит из мокрого электростатического осадителя и подается в вытяжную трубу. Во время выхода газ (7) практически не содержит целевых загрязнителей.

Отходящий поток (41) из камеры для кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя направляется в процессы, способные отделять твердые вещества от отходящих потоков, такие как гидроциклон или подобные. Слив (44) с высоким содержанием частиц переносится в устройство для обезвоживания, такое как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга (27). Отфильтрованный осадок (61) отправляется на полигон для отходов. Жидкий компонент (46) из устройства (27) для обезвоживания и слив (42) из процесса отделения твердых веществ кондиционируются со щелочным реагентом (45) и добавочной водой (43) по требованию для поддержания значения pH раствора в предпочтительном диапазоне от 6,25 до 6,75. Полученная в результате кондиционированная суспензия (47) циркулируется в мокрый скруббер и камеру для кондиционирования газа. Часть чистого слива (46) из процесса обезвоживания сбрасывается, как правило, для использования в других процессах на объекте. Объем сброса и потери испарения в процессе охлаждения при добавлении воды (43) составляют в виде части процесса кондиционирования суспензии.

Ссылаясь на фиг. 5, система содержит устройство (20) для удаления твердых веществ; теплообменник (21); камеру (22) для кондиционирования газа; мокрый скруббер (23); реакционную камеру (24) с гранулированным активированным углем и мокрый электростатический осадитель (25). Процесс, показанный на фиг. 5, начинается с поступления потока (1) газа от сгорания или промышленного процесса, который вырабатывает твердые частицы; кислотные газы, в том числе двуокись серы, хлорид водорода и фторид водорода; диоксины, ЛОС и металлы, в том числе ртуть, которые подлежат удалению. На данной итерации настоящего изобретения отработанный газ (1) направляется в устройство (20) для удаления

твердых веществ, такое как мультициклон, для удаления основного количества крупных частиц. Твердые частицы (61) собираются в устройстве и переносятся на полигон для отходов. Выходной газ (2) подается в теплообменник (21), где он охлаждается, поскольку он отдает тепло более холодному газу (7) противотока. Тип теплообменника (21) и материалы выбирают для требований к рабочей среде и переносу тепла. Газ (3) выходит из теплообменника и переносится в камеру (22) для кондиционирования газа, содержащую распылительные форсунки или тому подобное, выпускающие водную суспензию (47), образованную путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, в воду. В случае горячих отработанных газов камера (22) для кондиционирования газа охлаждает газ с температур в диапазоне от 120 до 200°C до диапазона от 50 до 60°C, причем предпочтительной температурой на выходе является 55°C. Кондиционирующая камера (22) также функционирует для удаления части кислотных газов, двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, в результате реакции со щелочной суспензией (47). В дополнение, кондиционирующая камера служит для увлажнения твердых частиц, делая их тяжелее и более реакционноспособными на фазе мокрого скруббера (23). Отходящий поток (41) кондиционирующей камеры содержит продукты реакции и твердые частицы. В случаях, когда используется водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками, продукты реакции представляют собой твердые вещества, которые включают сульфит кальция, сульфат кальция, хлорид кальция и фторид кальция. Эти соли отправляются на операции (26) отделения твердых веществ для обработки и рециркуляции. Сразу после кондиционирования и охлаждения газ (4) подается в мокрый скруббер (23), выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов. Функционал мокрого скруббера подходит для эффективного удаления этих целевых загрязнителей. Улучшенный мокрый скруббер является предпочтительным вариантом реализации ввиду конструкции его головки с множественной функцией принуждения, и его работа будет описана на схеме способа. К головке улучшенного газового скруббера (23) на каждом уровне подается водная суспензия (47), образованная путем добавления щелочного реагента, такого как известняк, гашеная известь, известь или известь с добавками. Внутри мокрого скруббера (23) газ (4) принудительно переносится вверх через головку скруббера, содержащую ряд отверстий, которые обеспечивают газу путь прохождения через головку скруббера. Газ проходит через отверстия с высокой скоростью в раствор (47) для скрубберной очистки, что создает высоко вихревую зону взаимодействия над головкой. Предпочтительная глубина вихревого движения составляет от 300 до 400 нм. После выхода газа из вихревой зоны на первой головке он поднимается в скруббере (23) и процесс повторяется на второй головке. За счет взаимодействия происходит удаление кислотных газов, в том числе двуокиси серы, хлорида водорода и фторида водорода, путем образования твердых кальциевых соединений. За счет взаимодействия с высокой степенью завихрения из газа также удаляются твердые частицы, и они переносятся в текучую среду (47) для скрубберной очистки. Текучая среда для скрубберной очистки с увлеченными в ней солями и частицами непрерывно откачивается из скруббера в виде отходящего потока (41). Рабочая температура мокрого скруббера будет отражать температуру входного газа (4), составляющую приблизительно 55°C. Газ (5) проходит через устройство (28) для предохранения от запотевания по мере его выхода из мокрого скруббера и подается в реакционный сосуд (24), содержащий фильтрующий слой из гранулированного активированного угля. Гранулированный активированный уголь адсорбирует диоксины, ЛОС и металлы, среди которых первичной целью является ртуть. Способность к адсорбции гранулированного активированного угля ограничена и материал может быть регенерирован или размещен на полигоне для отходов. Газ (6) выходит из реакционного сосуда и подается в мокрый электростатический осадитель (25) для удаления оставшихся твердых частиц с конкретным упором на особо мелкие частицы. По мере прохождения газа через мокрый электростатический осадитель (25) он подвергается действию высоковольтного электрического поля, причем в то же время на устройство подводится противоположный заряд. Уровни рабочего напряжения и направление потока варьируются в зависимости от сравнительных вариантов конструктивного исполнения. В результате поляриности электростатического заряда твердые частицы удаляются из потока газа и удерживаются на заряженной стенке устройства. За счет комбинации влаги от мокрого скруббера и периодического промывания стенок электростатического осадителя частицы удаляются в виде отходящего потока (41). Газ (7) выходит из мокрого электростатического осадителя практически без целевых загрязнителей и подается в вытяжную трубу или дополнительно направляется в теплообменник (21), если требуется повторное нагревание. В варианте с повторным нагреванием газ (8) нагревается до уровня, который подходит под конструктивное исполнение вытяжной трубы и требования к видимости шлейфа выбросов.

Отходящий поток (41) из камеры для кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя направляется в процессы, способные отделять твердые вещества от отходящих потоков, такие как гидроциклон или подобные. Слив (44) с высоким содержанием частиц переносится в устройство для обезвоживания, такое как вакуумный ленточный фильтр или декантерная центрифуга (27). Отфильтрованный осадок (61) отправляется на полигон для отходов. Жидкий компонент (46) из устройства (27) для обезвоживания и слив (42) из процесса отделения твердых веществ кондиционируются со щелочным реагентом (45) и добавочной водой (43) по требованию для поддержания значения pH раствора в предпочтительном диапазоне от 6,25 до 6,75. Полученная в результате конди-

ционированная суспензия (47) циркулируется в мокрый скруббер и камеру для кондиционирования газа. Часть чистого слива (46) из процесса обезвоживания сбрасывается, как правило, для использования в других областях процесса. Объем сброса и потери испарения в процессе охлаждения при добавлении воды (43) составляют в виде части процесса кондиционирования суспензии.

Интегрированная система для мокрой скрубберной очистки, реализованная в настоящем изобретении, предлагает преимущества по сравнению с отдельными технологиями и конструктивными исполнениями уровня техники, благодаря которой компоновка совместимых технологий обеспечивает эффективность удаления загрязнителей намного больше, чем требования по целевым загрязнителям, твердым частицам, кислотным газам, диоксинам, ЛОС, ртути и другим металлам. Система остается адаптируемой и ввиду ее эффективности ее можно использовать для минимизации потребления и затрат на расходные материалы, при этом продолжая удалять загрязнители в диапазоне нормативных пределов.

Из вышеизложенного станет ясно, что настоящее изобретение является хорошо адаптируемым для достижения всех поставленных конечных целей и задач вместе с другими преимуществами, которые являются очевидными и которые присущи системе. Следует понимать, что некоторые признаки и подкомбинации могут быть использованы и реализованы со ссылкой на другие признаки и подкомбинации. Это предусмотрено объемом формулы изобретения и находится в его пределах. Может быть реализовано множество возможных вариантов реализации изобретения без выхода за рамки объема формулы изобретения. Следует понимать, что весь замысел, представленный в настоящем документе, который показан на сопроводительных чертежах, следует интерпретировать в качестве иллюстрации, а не ограничения. Специалисту в данной области техники следует понимать, что на практике также могут быть реализованы другие вариации предпочтительного варианта реализации без выхода за рамки объема изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ удаления загрязнителей из потока горячего отработанного газа, включающий следующие этапы:

- а) пропускание потока отработанного газа через камеру для кондиционирования газа, содержащую водную суспензию;
- б) пропускание потока отработанного газа, выходящего из камеры для кондиционирования газа, в мокрый скруббер, содержащий ту же водную суспензию, что и в камере для кондиционирования газа;
- в) пропускание потока отработанного газа, выходящего из мокрого скруббера, в мокрый электростатический осадитель для удаления оставшихся твердых частиц;
- г) перенос потока отработанного газа, выходящего из мокрого электростатического осадителя, в вытяжную трубу;
- д) направление отходящего потока текучей среды из камеры кондиционирования газа, мокрого скруббера и мокрого электростатического осадителя в устройство для отделения твердых веществ для отделения твердых веществ от слива с высоким содержанием твердых веществ;
- е) направление слива с высоким содержанием твердых веществ, выходящего из устройства для отделения твердых веществ, в устройство для обезвоживания;
- ж) размещение твердых веществ, выходящих из устройства для обезвоживания, на полигоне для отхода;
- з) кондиционирование слива, выходящего из устройства для обезвоживания, с помощью щелочного реагента с получением водной суспензии; и
- и) циркуляцию водной суспензии, полученной на предыдущем этапе, в мокром скруббере и камере для кондиционирования газа.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что камера для кондиционирования газа содержит распылительные головки, которые испускают водную суспензию, полученную путем добавления щелочного реагента, выбранного из группы щелочных реагентов, содержащей известняк, гашеную известь, известь или известь с добавками, в воду.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что водная суспензия получена посредством добавления щелочного реагента, выбранного из группы щелочных реагентов, содержащей известняк, гашеную известь, известь или известь с добавками, в воду.

4. Способ по пп.1-3, отличающийся тем, что устройство для отделения твердых веществ представляет собой гидроциклон.

5. Способ по пп.1-4, отличающийся тем, что устройство для обезвоживания выбрано из группы устройств для обезвоживания, содержащей вакуумный ленточный фильтр и декантерную центрифугу.

6. Способ по пп.1-5, отличающийся тем, что включает дополнительный этап (а₁) перед этапом (а), включающий пропускание потока отработанного газа через устройство для удаления твердых веществ.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что устройство для удаления твердых веществ представляет собой мультициклон.

8. Способ по пп.6, 7, отличающийся тем, что включает дополнительный этап (а₂) после этапа (а₁), включающий пропускание потока отработанного газа, выходящего из устройства для удаления твердых

веществ, через теплообменник.

9. Способ по пп.1-8, отличающийся тем, что включает дополнительный этап (v_1) перед этапом (в), включающий пропускание потока отработанного газа, выходящего из мокрого скруббера, реакционную камеру с гранулированным активированным углем.

10. Система для удаления загрязнителей из потока горячего отработанного газа в соответствии со способом по пп.1-9, содержащая соединенные в технологической последовательности очистки:

а) камеру для кондиционирования газа, обеспечивающую, в том числе, удаление части кислотных газов из потока и увлажнение твердых частиц, содержащихся в потоке в результате распыления водной суспензии;

б) мокрый скруббер, содержащий водную суспензию и выполненный с возможностью удаления частиц, кислотного газа и металлов;

в) устройство для удаления твердых веществ;

г) соединенный с мокрым скруббером мокрый электростатический осадитель, обеспечивающий удаление оставшихся особо мелких частиц, снабженный

д) вытяжной трубой, обеспечивающей удаление газового потока из осадителя;

е) устройство для обезвоживания, установленное после устройства для отделения твердых веществ и обеспечивающее прием слива с высоким содержанием твердых веществ, выходящего из устройства для отделения твердых веществ, и вывод твердых веществ для последующего размещения на полигоне для отходов, а также жидкого слива для последующего кондиционирования с помощью щелочного реагента с получением водной суспензии.

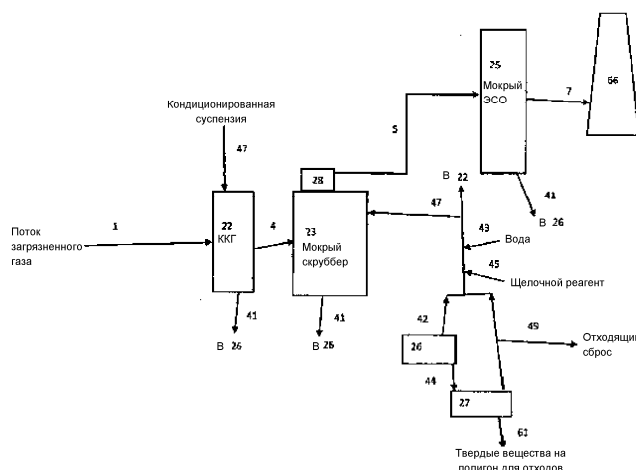
11. Система по п.10, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит устройство для удаления твердых веществ, используемое при реализации дополнительного этапа (a_1) перед этапом (а), включающего пропускание потока отработанного газа через устройство для удаления твердых веществ в рамках способа по п.5.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит теплообменник, используемый при реализации дополнительного этапа (a_2) после этапа (a_1), включающего пропускание потока отработанного газа, выходящего из устройства для удаления твердых веществ, через теплообменник в рамках способа по п.8.

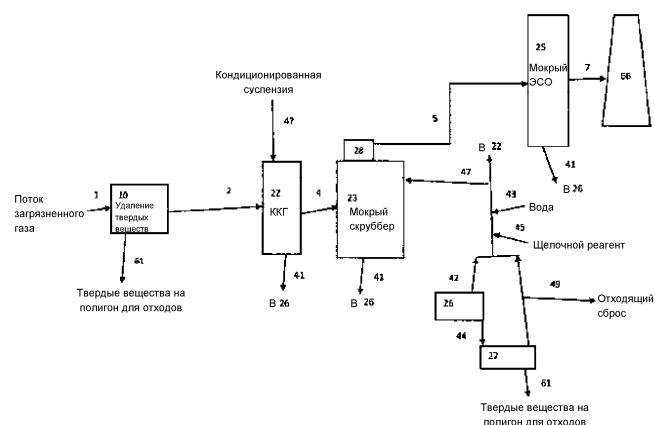
13. Система по пп.10-12, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит реакционную камеру с гранулированным активированным углем, используемую при реализации дополнительного этапа (v_1) перед этапом (в), включающего пропускание потока отработанного газа, выходящего из мокрого скруббера, реакционную камеру с гранулированным активированным углем в рамках способа по п.9.

14. Система по пп.10-12, отличающаяся тем, что она выполнена с возможностью удаления из потока отработанного газа одного или более загрязнителей, выбранных из группы загрязнителей, содержащей частицы, двуокись серы, хлорид водорода и фторид водорода.

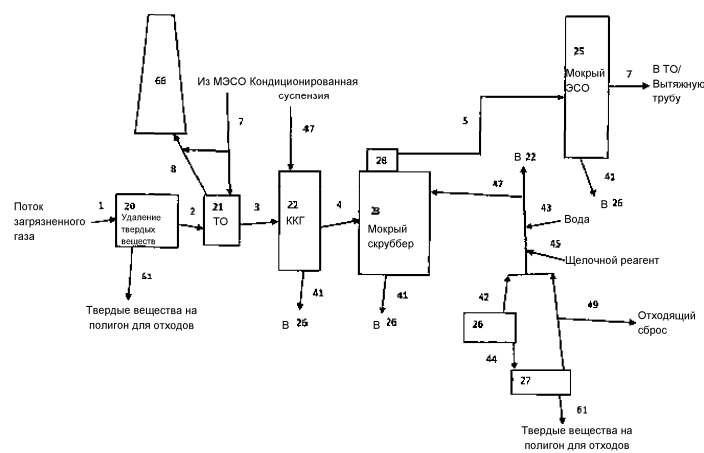
15. Система по п.13, отличающаяся тем, что она выполнена с возможностью для удаления из потока отработанного газа одного или более загрязнителей, выбранных из группы загрязнителей, содержащей частицы, двуокись серы, хлорид водорода, фторид водорода, диоксины, летучие органические соединения и ртуть.



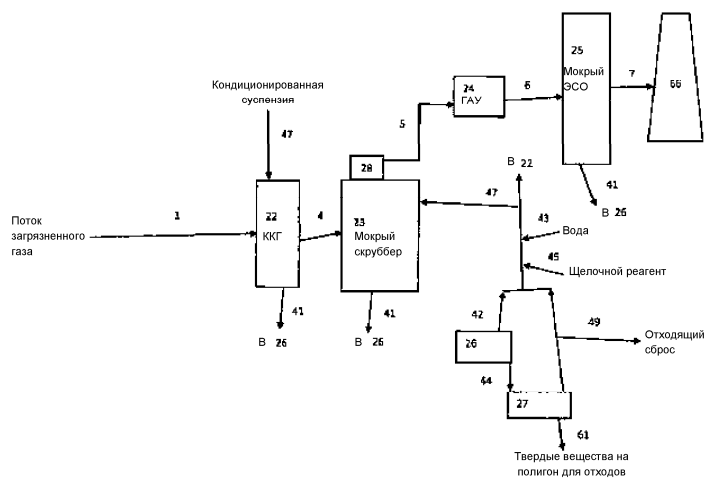
Фиг. 1



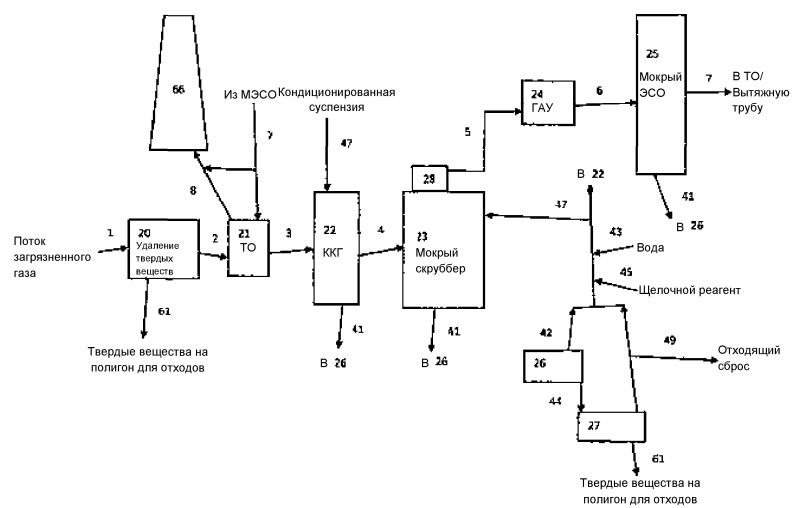
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2