

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041385**

(13) **B1**

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

- | | | |
|---------------------------------------|---------------|---|
| (45) Дата публикации и выдачи патента | (51) Int. Cl. | <i>B01D 53/18</i> (2006.01)
<i>B01D 5/00</i> (2006.01)
<i>B01D 53/00</i> (2006.01)
<i>B01D 47/00</i> (2006.01)
<i>F23G 5/00</i> (2006.01)
<i>F23G 5/02</i> (2006.01) |
| 2022.10.18 | | |
| (21) Номер заявки | | |
| 202192615 | | |
| (22) Дата подачи заявки | | |
| 2021.10.25 | | |

(54) **СПОСОБ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ ВОДЫ, ОБРАЗОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОММУНАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

- | | |
|-----------------|-------------------|
| (31) 2020136582 | (56) US-A-4926764 |
| (32) 2020.11.08 | RU-C1-2568978 |
| (33) RU | RU-C1-2062949 |
| (43) 2022.05.31 | US-A1-2018361304 |

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "РВК.
КАТАЛИЗ" (ООО "РВК. КАТАЛИЗ")
(RU)**

(72) Изобретатель:
**Бухтияров Валерий Иванович,
Дубинин Юрий Владимирович,
Леонова Анна Александровна,
Михальков Антон Юрьевич,
Федоров Игорь Анатольевич, Шелест
Сергей Николаевич, Яковлев Вадим
Анатольевич (RU)**

(74) Представитель:
Левкин А.Ю. (RU)

(57) Изобретение относится к способу конденсации паров воды и нейтрализации кислых газов из парогазовой смеси, образующейся в результате процесса термокаталитического окисления илового осадка сточных вод коммунальных очистных сооружений в скруббере. Сущность изобретения заключается в способе конденсации паров воды, образованных в процессе каталитического сжигания илового осадка сточных вод, в мокром вихревом скруббере. Технический результат, на достижение которого направлено изобретение, заключается в повышении эффективности конденсации паров воды в скруббере, проведённой в одну стадию.

041385
B1

041385
B1

Изобретение относится к способу конденсации паров воды и нейтрализации кислых газов из парогазовой смеси, образующейся в результате процесса термokatалитического окисления илового осадка сточных вод коммунальных очистных сооружений в скруббере.

В качестве прототипа - способ контактирования газов и жидких капель для массо- и/или теплообмена в скруббере. В рассматриваемом способе контактирования газов и жидких капель жидкость впрыскивается в скруббер в противотоке газу на нескольких уровнях, причем газ подается по меньшей мере через два входных отверстия в корпусе скруббера. Для уменьшения разницы в длительностях контакта течение газа у входных отверстий так направлено внутрь скруббера, имеющего диаметр больше или равный 12 м, в частности больше 20 м, что направления течений по меньшей мере двух газовых потоков при их продолжении внутрь скруббера пересекаются, в частности, на участке от центра скруббера до половины радиуса скруббера за центром скруббера. В результате происходит более интенсивное взаимодействие газа с жидкостью [RU 2377055, дата публикации: 27.12.2009 г. МПК: B01D 53/18, B01D 3/32].

Недостатками прототипа являются значительные массогабаритные характеристики устройства (диаметр скруббера не менее 12 м, в частности больше 20 м). Данный вид оборудования применим в большей степени для процессов с высокими скоростями парогазового потока. Кроме того, для нейтрализации кислых газов предполагается использование суспензии, которая подается в отдельной зоне скруббера. Применение суспензии требует использования специальных форсунок. Также, твердые частицы суспензии могут накапливаться в элементах устройства, что требует специальных процедур очистки. Более того, для отделения твердых частиц от водной фазы требуется использование специального оборудования. Таким образом, скруббер представляет собой достаточно сложную систему, с несколькими зонами обработки парогазовой смеси.

Техническая проблема, на решение которой направлено изобретение, заключается в необходимости повышения эффективности процесса конденсации паров воды, образующихся при термokatалитическом окислении иловых осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений.

Технический результат, на достижение которого направлено изобретение, заключается в повышении эффективности конденсации паров воды в скруббере, проведенной в одну стадию.

Дополнительный технический результат, на достижение которого направлено изобретение, заключается в нейтрализации кислых оксидов, входящих в состав дымовых газов.

Технический результат достигается предложенным способом конденсации паров воды в мокром вихревом скруббере в проточном режиме. Предложенный процесс является одностадийным. Влажные дымовые газы, пройдя предварительную очистку в рукавном фильтре, поступают с температурой 185-200°C в мокрый вихревой скруббер через впускной коллектор, из которого отводятся и равномерно распределяются снизу вверх, проходя через диспергирующую решётку, на которую сверху поступает орошающая вода температурой 25-30°C из перфорированных труб, при этом образуется турбулентный дисперсный газожидкостный слой, охлаждая дымовые газы до температуры 60-70°C, с конденсацией из него пара в газожидкостном слое, охлажденные дымовые газы с каплями воды попадают в блок сепараторов, где происходит отделение капель воды от газовой фазы и далее осушенные дымовые газы поступают в короб, установленный над корпусом и выходят из скруббера через выпускной коллектор, при этом конденсат под действием гравитации отводится через диспергирующую решётку в поддон с патрубком слива воды.

Парогазовая смесь в составе: дымовые газы не менее 11600 кг/ч, зола 0,9 кг/ч и водяной пар не менее 4500 кг/ч с температурой 185-200°C, а так же вода на орошение в количестве не менее 240 м³/ч с температурой 25-30°C подаются в скруббер в горизонтальном направлении. Такие условия обеспечивают охлаждение парогазовой смеси до температуры 60-70°C, при этом из охлажденной парогазовой смеси конденсируется не менее 3500 кг/ч водяного пара, а температура воды, вытекающей из скруббера, на 10-20°C выше температуры воды, подаваемой на орошение. При этом вода, подаваемая в скруббер, непрерывно дозируется щелочным агентом (NaOH или Na₂CO₃), обеспечивающим эффективное растворение и связывание кислотных оксидов (в основном SO₂), входящих в состав дымовых газов.

Изобретение поясняется чертежом, на котором изображена схема скруббера.

Для иллюстрации возможности реализации и более полного понимания сути изобретения ниже представлен вариант его осуществления, который может быть любым образом изменен или дополнен, при этом настоящее изобретение ни в коем случае не ограничивается представленным вариантом.

Скруббер содержит корпус 1, впускной коллектор 2, диспергирующую решётку 3, перфорированные трубы 4 для подачи воды, блок сепараторов 5, поддон 6, короб 7, выпускной коллектор 8, патрубок слива воды 9, вход А1 дымовых газов, выход А2 дымовых газов, зона турбулентного дисперсного газожидкостного слоя Б, зона охлажденной парогазовой смеси В. Стрелками обозначено направление движения газа.

Впускной коллектор 2 и выпускной коллектор 8 расположены на противоположных вертикальных стенках корпуса скруббера 1. Диспергирующая решётка 3 расположена над поддоном для сбора воды 6 и параллельно ему. Над решёткой 3 расположены две перфорированные трубы 4, установленные параллельно друг другу и параллельно решётке 3. Блок сепараторов 5 расположен над перфорированными трубами 4.

Изобретение работает следующим образом.

Влажные дымовые газы (парогазовая смесь) поступают через вход А1 и впускной коллектор 2 в поддон 6, равномерно распределяются и снизу-вверх проходят через диспергирующую решетку 3. Сверху на решетку сливается вода из перфорированных труб (6) и на сформированных струях газа образуется развитый турбулентный дисперсный газожидкостный слой "Б". Этот слой отличает максимально развитая удельная поверхность контакта, высокая скорость ее обновления и однородность структуры. Все это вместе определяет высокую эффективность охлаждения дымовых газов с конденсацией из него пара в газожидкостном слое "В". Охлажденный газ с каплями воды попадает в блок сепараторов 5, где капли отделяются от газовой фазы. Осушенный газ поступает в короб 7, установленный над корпусом, и через выпускной коллектор 8 выходит из скруббера через выход А2. Излишки воды, находящейся в газожидкостном слое, под действием гравитации отводятся через диспергирующую решетку 3 в поддон 6 и из него через патрубок слива воды 9 выводятся из скруббера.

Способ конденсации паров воды и нейтрализации кислых газов из парогазовой смеси, образующейся в результате процесса термокаталитического окисления илового осадка сточных вод коммунальных очистных сооружений в скруббере заключается в следующем. Парогазовая смесь в составе: дымовые газы не менее 11600 кг/ч, зола 450 кг/ч и водяной пар не менее 4500 кг/ч выходит из каталитического реактора, проходит рекуператор, экономайзер, затем проходит стадию очистки в рукавном фильтре, после которого содержание золы снижается до 0,9 кг/ч. Далее парогазовая смесь охлаждается до температуры 185-200°C и попадает в мокрый скруббер, данный температурный диапазон обусловлен тем, что при более высокой температуре, эффективность конденсации в скруббере будет падать. Одновременно в скруббер подается вода для орошения парогазовой смеси в количестве не менее 240 м³/ч с температурой 25-30°C, температура более 30°C приводит к снижению эффективности работы скруббера. Перед подачей в скруббер в воду в непрерывном режиме дозируется щелочной агент (NaOH или Na₂CO₃), необходимый для связывания кислотных оксидов (в основном SO₂), входящих в состав дымовых газов. В скруббере происходит охлаждение парогазовой смеси до температуры 60-70°C (в зависимости от точного значения температуры входящей в скруббер парогазовой смеси), при этом из охлажденной парогазовой смеси конденсируется не менее 3500 кг/ч водяного пара, а температура воды, вытекающей из скруббера, становится на 10-20°C выше температуры воды, подаваемой на орошение (в зависимости от точного значения температуры входящей в скруббер парогазовой смеси).

Исходя из данных химического анализа содержание серы в горючей массе осадка составляет до 0,8 мас.%. Расход осадка в процессе термокаталитического окисления, рассчитанный по горючей массе, составляет 1050 кг/ч, что в пересчете на SO₂ составляет 16,8 кг/ч. Золой, образующейся в процессе сжигания осадка, улавливается не менее 90% диоксида (с образованием солей) или не менее 15,12 кг/ч. Таким образом, на скруббер поступает не более 1,68 кг/ч SO₂. Исходя из допущений, что весь растворенный диоксид серы переходит в равновесные формы сернистой кислоты, можно рассчитать, что в данном случае концентрация [H⁺] будет составлять около 1,08×10⁻⁴ моль/л. Следовательно, pH такого раствора будет иметь значение около 4,0.

Для нейтрализации такого раствора можно использовать натриевую щелочь (NaOH) в количестве, соответствующем концентрации 1×10⁻⁴ моль/л или 24 моль/ч. Следовательно, в воду скруббера необходимо добавлять около 960 г/ч NaOH. При использовании для нейтрализации бикарбоната натрия (Na₂CO₃), потребуется введение 0,5×10⁻⁴ моль/л или 12 моль/ч соли. Это соответствует расходу в 1,272 кг/ч.

Реализация процесса конденсации паров воды и нейтрализации кислых газов по указанному способу избавляет от необходимости использования дополнительных устройств и сооружений. Контроль за эффективностью реализации процесса ведется путем определения влажности дымовых газов после скруббера, кислотности воды после скруббера, а также концентрации кислотных оксидов в дымовых газах на выходе из скруббера.

Таким образом обеспечивается достижение технического результата, заключающегося в повышении эффективности конденсации паров воды в скруббере, проведенной в одну стадию, тем самым повышается эффективность процесса конденсации паров воды, образующихся при термокаталитическом окислении иловых осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений.

Изобретение может быть выполнено из известных материалов с помощью известных средств, что свидетельствует о его соответствии критерию патентоспособности "промышленная применимость".

Изобретение обладает ранее неизвестной из уровня техники совокупностью существенных признаков, что свидетельствует о его соответствии критерию патентоспособности "новизна".

Из уровня техники не известны существенные признаки изобретения. Ввиду этого изобретение соответствует критерию патентоспособности "изобретательский уровень".

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ конденсации паров воды, образованных в процессе каталитического сжигания илового осадка сточных вод, в котором влажные дымовые газы с температурой 185-200°C, предварительно очи-

щенные в рукавном фильтре от твердых частиц, поступают в мокрый вихревой скруббер через впускной коллектор, из которого равномерно распределяются снизу вверх, проходя через диспергирующую решётку, на которую сверху поступает орошающая вода температурой 25-30°C, при этом образуется турбулентный дисперсный газожидкостный слой, в котором дымовые газы охлаждаются до температуры 60-70°C с конденсацией из него пара, далее охлаждённые влажные дымовые газы поступают в блок сепараторов, где происходит отделение капель воды от газовой фазы, затем осушенные дымовые газы поступают в короб, установленный над корпусом, и далее выходят из скруббера через выпускной коллектор, при этом сконденсированная вода под действием гравитации отводится через диспергирующую решётку в поддон с патрубком слива воды.

2. Способ конденсации паров воды по п.1, отличающийся тем, что впускной коллектор и выпускной коллектор расположены на противоположных вертикальных стенках корпуса скруббера.

3. Способ конденсации паров воды по п.1, отличающийся тем, что орошающая вода поступает из перфорированных труб.

