



(51) МПК
B01D 53/14 (2006.01)
B01D 53/75 (2006.01)
C02F 11/04 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007148935/15**, **25.12.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.12.2007

(43) Дата публикации заявки: **27.06.2009**

(45) Опубликовано: **27.10.2009** Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: **RU 2217221 C2**, **27.11.2003**. **JP 2005239991**
A, **08.09.2005**. **US 6117672 A**, **12.09.2000**.

Адрес для переписки:

**305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября, 94,
 КурскГТУ**

(72) Автор(ы):

Ежов Владимир Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
 учреждение высшего профессионального
 образования "Курский государственный
 технический университет" (RU)**

(54) КОМПЛЕКСНЫЙ СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕТАНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано в процессе очистки и утилизации дымовых газов теплоэнергетических установок для защиты озонового щита и снижения парникового эффекта окружающей атмосферы. Способ очистки включает охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, выделение диоксида углерода поглощением и вывод очищенных дымовых газов в атмосферу. Очистка дымовых газов включает поглощение оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, капель конденсата и паров воды сырым осадком сточных вод с одновременным его нагревом в поглотительной башне до температуры брожения 30-50°C, промывку обработанных и охлажденных газов от остатков сырого осадка сырой водой в промывочной башне, разделение полученной грязевой смеси путем отстаивания на грязную воду и насыщенный сырой осадок в отстойнике, отвод грязной воды на поля орошения, смешение насыщенного нагретого сырого осадка из поглотительной башни с

осадком из отстойника, брожение насыщенного нагретого сырого осадка в метантенке с получением метана и сброженного осадка. Устройство для осуществления способа содержит транзитный газоход 1, теплообменник 6, поглотительную 7 и промывочную 15 башни, при этом транзитный газоход 1 разветвлен на резервный газоход 2 с шибером 3, соединенный с дымовой трубой, и рабочий газоход 4 с шибером 5, соединенный последовательно с теплообменником 6, поглотительной башней 7, внутри которой сверху вниз размещены поперечные наклонные решетчатые перегородки 8 с проемом 9 в виде сегмента в своей нижней части, направление уклона которых поочередно меняется в противоположные стороны, причем поглотительная башня 7 в своей верхней части снабжена патрубком подачи сырого осадка 10, размещенным на входе в первую сверху решетчатую перегородку 8 и встроенным в верхнюю крышку патрубком вывода обработанных газов 11, соединенным с обратным рабочим газоходом 12, а в своей нижней части снабжена патрубками подачи



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
B01D 53/14 (2006.01)
B01D 53/75 (2006.01)
C02F 11/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007148935/15, 25.12.2007**

(24) Effective date for property rights:
25.12.2007

(43) Application published: **27.06.2009**

(45) Date of publication: **27.10.2009 Bull. 30**

Mail address:
**305040, g.Kursk, ul. 50 let Oktjabrja, 94,
KurskGTU**

(72) Inventor(s):
Ezhov Vladimir Sergeevich (RU)

(73) Proprietor(s):
**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija "Kurskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" (RU)**

(54) COMPLEX METHOD AND DEVICE FOR CLEANING AND RECOVERY OF SMOKE FUMES WITH RECEIVING OF METHANE

(57) Abstract:

FIELD: heating.

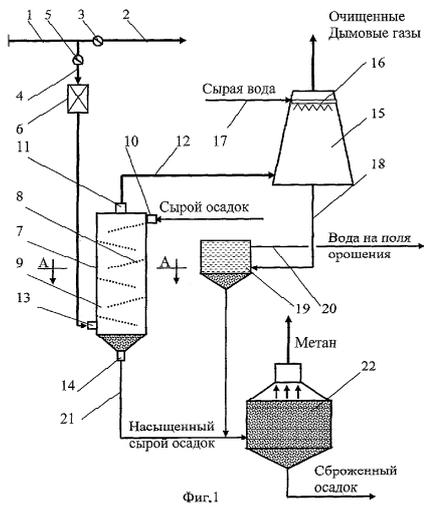
SUBSTANCE: invention relates to heat and power engineering and can be used during the cleaning and recovery process of smoke fumes of heat and power installations for protection of ozone screen and reduction of greenhouse effect of ambient air. Cleaning method includes cooling of smoke fumes up to temperature lower the dew point, condensation of water vapor, release of carbon dioxide by absorption and withdrawal of cleaned smoke fumes into the atmosphere. Cleaning of smoke fumes includes absorption of nitric oxides, sulphur oxides, carbon dioxides, drips and water vapors by nontreated sludge of waste water with its simultaneous heating in absorption tower up to fermentation temperature 30-50°C, washing of waste and cooled gas against remains of nontreated sludge by raw water in flushing tower, separation of received mud mixture by means of sedimentation to muddy water and saturated raw sludge in settling tank, withdrawal of muddy water to irrigated fields, mixing of saturated heated raw sludge from absorption tower with sediment from settling tank, fermentation of saturated heated raw sludge in anaerobic digester with receiving of methane and digested sludge. Device for method implementation contains transit gas pipeline 1, heat exchanger 6, stripping 7 and flushing 15 towers, herewith

transit gas pipeline 1 is branched to reserve gas pipeline 2 with slide valve 3, connected to smokestack and actuation gas pipeline 4 with slide valve 5, connected successively to heat exchanger 6, absorbing tower 7, inside which downright there are located transversal inclined interlocking partition 8 with aperture 9 in the form of segment in its bottom part, direction of inclination of which is in turn changes in opposing sides, herewith absorbing tower 7 in its top part is outfitted by feeding branch of raw sludge 10, located on inlet into the first from above interlocking partition 8 and build into in top cover by branch pipe of inlet of treated gas 11, connected to reverse actuation gas pipeline 12, and in its bottom part is outfitted by feeding branches of initial gas 13 and saturated raw sludge, agreeably. Reserve actuation gas pipeline 12 is connected also to flushing tower 15, in top part of which it is placed liquid 16, connected to pipeline of raw water 17, herewith its bottom part is connected by pipeline 18 to settling tank 19, top part of which is connected to pipeline of muddy water 20, and bottom part- to pipeline of raw sludge 21, which, in turn, is connected to anaerobic digester 22.

EFFECT: increasing ecological and cost-effectiveness of cleaning process of smoke fumes of heat and power intallation.

2 cl, 2 dwg

RU 2371239 С2



RU 2371239 С2

Предлагаемое изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано в процессах очистки и утилизации дымовых газов теплоэнергетических установок ТЭС для защиты озонового щита и снижения парникового эффекта окружающей атмосферы.

5 Известен комплексный способ для очистки и утилизации дымовых газов, включающий охлаждение дымовых газов в теплообменнике 1-й ступени до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, смешение дымовых газов с озоновоздушной смесью, окисление и абсорбцию полученным конденсатом оксидов азота и оксидов серы, последующие охлаждение в теплообменнике 2-й ступени и взаимодействие CO_2 с гидроокисью кальция с образованием нитрита и нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO})_2$ и $\text{Ca}(\text{NO})_3$ соответственно. Устройство, в котором реализуется способ, состоит из короба, в котором помещены пластинчатые теплообменники 1-й и 2-й ступени, охлаждаемые дутьевым воздухом, и перфорированные кассеты, покрытые слоем гидроокиси кальция [1].

К недостаткам известного способа и устройства относятся короткий рабочий цикл и ограниченная поглотительная емкость по диоксиду углерода кассет, покрытых гидроокисью кальция, периодичность работы и малая производительность устройства.

20 Более близким по технической сущности к предлагаемому изобретению относится способ для выделения диоксида углерода, заключающийся также в охлаждении дымовых газов до температуры ниже точки росы с образованием конденсата водяных паров и последующем выделении из них диоксида углерода за счет разности плотностей диоксида углерода и азота и абсорбции (поглощения) диоксида углерода полученным конденсатом водяных паров, реализуемый в устройстве, содержащем транзитный газоход, в днище которого устроено окно, соединенное с вертикальным корпусом, внутри которого размещены кожухотрубчатый теплообменник, абсорбционная (поглотительная) и десорбционно-охладительная секции, отсасывающий зонтик, соединенный с вентилятором и осушителем, а днище корпуса соединено через циркуляционный насос трубопроводами с распределителем жидкости [2].

К недостаткам известного способа и устройства относятся малое количество улавливаемых оксидов азота и диоксида углерода, обусловленное их ограниченной растворимостью в воде, невозможность использования уловленного диоксида углерода для снижения расхода топлива, что снижает экономическую и экологическую эффективность очистки дымовых газов.

40 Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение экологической и экономической эффективности процесса очистки дымовых газов теплоэнергетических установок.

Технический результат достигается в комплексном способе для очистки и утилизации дымовых газов с получением метана, включающем охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, поглощение оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, капель конденсата и паров воды сырым осадком сточных вод с одновременным его нагревом в поглотительной башне до оптимальной температуры брожения за счет тепла дымовых газов, промывку обработанных газов от остатков сырого осадка сырой водой в промывочной башне и вывод очищенных дымовых газов в атмосферу, разделение полученной грязевой смеси путем отстаивания на грязную воду и насыщенный сырой осадок в отстойнике, отвод грязной воды на поля орошения, смешение насыщенного нагретого сырого осадка из поглотительной башни с осадком из отстойника, брожение насыщенного нагретого

сырого осадка в метантенке с получением метана и сброженного осадка.

Способ реализуется в устройстве, содержащем транзитный газоход, разветвленный на резервный газоход с шибером, соединенный с дымовой трубой, и рабочий газоход с шибером, соединенный последовательно с теплообменником и поглотительной башней, внутри которой сверху вниз устроены наклонные решетчатые перегородки с проемом в виде сегмента в своей нижней части, направление уклона которых поочередно меняется в противоположные стороны, причем поглотительная башня в своей верхней части снабжена патрубком подачи сырого осадка, размещенным на входе в первую сверху наклонную решетчатую перегородку и встроенным в верхнюю крышку патрубком вывода обработанных газов, соединенным с обратным рабочим газоходом, а в своей нижней части снабжена патрубками подачи исходного газа и насыщенного сырого осадка соответственно, при этом обратный рабочий газоход соединен также с промывочной башней, в верхней части которой помещен распределитель жидкости, соединенный с трубопроводом сырой воды, а нижняя часть ее соединена трубопроводом с отстойником, верхняя часть которого сообщается с трубопроводом грязной воды, а нижняя часть соединена с трубопроводом насыщенного сырого осадка, который, в свою очередь, соединен с метантенком.

В основу работы предлагаемого способа и устройства положены: особенности состава дымовых газов теплоэнергетических агрегатов, основными компонентами которых на основании опытных данных и расчета состава продуктов сгорания, являются азот (76-82) об.%, диоксид углерода (7-14) об.%, водяные пары (5-17) об.%, концентрация которых зависит от вида топлива и способа его сжигания [3, с.15]; значительное превышение растворимости диоксида углерода в сыром осадке сточных вод ввиду наличия в нем белков, жиров и других органических соединений над его растворимостью в чистой воде [4, с.490] и возможность получения метана при сбраживании сырого осадка городских сточных вод [5, с.263].

Устройство для очистки и утилизации дымовых газов с конверсией диоксида углерода в метан изображено на фиг.1, 2.

Устройство содержит транзитный газоход 1, разветвленный на резервный газоход 2 с шибером 3, соединенный с дымовой трубой (на фиг.1 не показана), рабочий газоход 4 с шибером 5, соединенный последовательно с теплообменником 6 и поглотительной башней 7, внутри которой сверху вниз устроены поперечные наклонные решетчатые перегородки 8 с проемом 9 в виде сегмента в своей нижней части, направление уклона которых поочередно меняется. Поглотительная башня 7 в своей верхней части снабжена патрубком подачи сырого осадка 10, размещенным на входе в первую сверху решетчатую перегородку 8, и патрубком вывода обработанных газов 11, соединенным с обратным рабочим газоходом 12, а в своей нижней части снабжена патрубками подачи исходного газа 13 и вывода насыщенного сырого осадка 14 соответственно. Промывочная башня 15 соединена обратным рабочим газоходом 12 с поглотительной башней 7, причем в верхней части ее помещен распределитель жидкости 16, соединенный с трубопроводом сырой воды 17, а нижняя часть соединена трубопроводом 18 с отстойником 19, который соединен сверху с трубопроводом грязной воды 20, а снизу с трубопроводом насыщенного сырого осадка 21, который, в свою очередь, соединен с метантенком 22.

Очистка и утилизация дымовых газов с получением метана осуществляется в предлагаемом устройстве следующим образом.

Дымовые газы из котельного агрегата, количество которых обусловлено производительностью устройства, в результате напора, создаваемого дымососом (на

фиг.1 не показан), из транзитного газохода 1 через рабочий газоход 4 при открытом шибере 5, поступают в теплообменник 6, охлаждаемый, например, дутьевым воздухом или питательной водой, где охлаждаются до температуры (60-70)°С с образованием конденсата, смешивающегося с дымовыми газами, которые через патрубок 13

5 посупают в поглотительную башню 7. В башне 7 дымовые газы двигаются снизу вверх, контактируют в противотоке с сырым осадком городских сточных вод, поступающим через патрубок 10 и сползающим с одной перегородки 8 на другую под действием силы тяжести и угла наклона (наклон перегородок 8 равен углу

10 естественного откоса сырого осадка и определяется экспериментально для конкретного вида осадка), проходя через щели в перегородках 8. В результате многократного контакта дымовых газов и частиц сырого осадка газы охлаждаются и освобождаются от оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, капель конденсата и паров воды, после чего поступают через обратный рабочий газоход 12 в

15 промывочную башню 15, а сырой осадок насыщается этими элементами в результате процессов абсорбции, адсорбции и хемосорбции, которые протекают при этом с компонентами осадка (водой, частицами белков, жирами, песком, глиной и. д.), нагревается до оптимальной температуры брожения 30-50°С за счет тепла дымовых

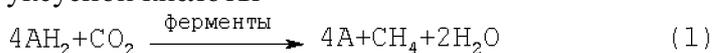
20 газов и выводится через патрубок 14 и трубопровод насыщенного осадка 21 в метантенк 22. В промывочной башне 15 очищенные и охлажденные дымовые газы в противотоке контактируют с сырой водой, поступающей из распределителя жидкости 16, количество которой определяется из условия обеспечения необходимой

25 плотности орошения, очищаясь при этом от частиц сырого осадка и других примесей, уносимых из поглотительной башни 7, и выводятся в атмосферу, а грязевая смесь, обогащенная также оксидами азота, серы и углерода, стекает по самотечному трубопроводу 18 в отстойник 19. В отстойнике 19 грязевая смесь в результате отстаивания делится на насыщенный сырой осадок, оседающий на дно и грязную

30 воду, скапливающуюся в верхней зоне, которая по трубопроводу 20 подается на поля орошения, где она благодаря повышенному содержанию диоксида углерода интенсифицирует процесс фотосинтеза [6, с.210], а осадок из нижней зоны поступает в трубопровод 21, где смешивается с насыщенным осадком из поглотительной башни 7, откуда полученная смесь подается в метантенк 22. В метантенке 22 происходит

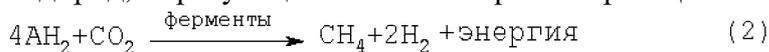
35 обезвреживание насыщенного сырого осадка путем анаэробного сбраживания, которое является основным методом обезвреживания городских сточных вод. При этом в результате распада органических веществ осадка и взаимодействия продуктов распада с диоксидом углерода в качестве основных продуктов получается метан.

40 Метан образуется в результате восстановления CO₂ или метильной группы уксусной кислоты

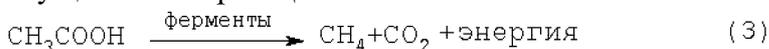


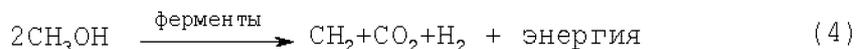
45 где АН₂ - органическое вещество, служащее для метанообразующих бактерий донором водорода (жирные кислоты, кроме уксусной, и спирты, кроме метилового);

Кроме этого, многие виды метанообразующих бактерий окисляют молекулярный водород, образующийся в кислой фазе по реакции



50 Микроорганизмы, использующие уксусную кислоту и метиловый спирт, осуществляют реакции





При этом в данном случае скорость реакций (1), (2) в связи с наличием в осадке свободного CO_2 увеличивается, а (3), (4) уменьшается, что повышает долю метана в

получаемом газе.

Периодически поглотительную башню 7 во избежание зарастания осадком промывают сырой водой (периодичность промывки и расход сырой воды устанавливаются из опыта эксплуатации). После промывки грязную воду направляют в отстойник 19, где она смешивается с грязной водой из промывочной башни 15 и совместно с ней осветляется.

В случае отказа или ремонта установки очистки в работу включают резервный газопровод 2, открывая шибер 3, и отключают рабочий газопровод 4 путем закрытия шибера 5.

Полученный метан может быть использован как добавка к топливу основных котельных агрегатов или для обеспечения топливом вспомогательного теплогенератора, увеличивая таким образом коэффициент использования топлива, а сброшенный осадок используется как высокоэффективное удобрение для сельского хозяйства.

Использование предлагаемого способа и установки очистки и утилизации возможно при размещении теплогенераторов на территории очистных сооружений, в непосредственной близости от них или при обеспечении транспортировки сырого осадка на территорию ТЭС.

Таким образом, предлагаемые комплексный способ и устройство очистки и утилизации дымовых газов с получением метана обеспечивают высокую степень поглощения оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, паров воды, утилизацию тепла, получение дополнительного топлива, интенсификацию работы очистных сооружений, одновременное снижение угрозы парникового эффекта и разрушения озонового щита окружающей атмосферы, что увеличивает экологическую и экономическую эффективность процесса очистки дымовых газов.

Литература

1. Патент РФ №2254161, МКл В01D 53/60, 53/14, 2005.

2. Патент РФ №2217221, МКл. В01D 53/14, 53/62, 2003.

3. К.Ф.Роддатис и др. Справочник по котельным установкам малой производительности. - М.: Энергия, 1975, 370 с.

4. К.Неницеску. Общая химия. - М.: Мир, 1968, 816 с.

5. С.В.Яковлев и др. Канализация. - М.: Госстройизд. 1976, 632 с.

6. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. - М.: Дрофа, 2004, 640 с.

Формула изобретения

1. Комплексный способ очистки и утилизации дымовых газов с получением метана, содержащий охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, выделение диоксида углерода поглощением и вывод очищенных дымовых газов в атмосферу, отличающийся тем, что очистка дымовых газов включает поглощение оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, капель конденсата и паров воды сырым осадком сточных вод с одновременным его нагревом в поглотительной башне до температуры брожения $30-50^\circ\text{C}$, промывку обработанных и охлажденных газов от остатков сырого осадка сырой водой в промывочной башне, разделение полученной грязевой смеси путем отстаивания на грязную воду и

насыщенный сырой осадок в отстойнике, отвод грязной воды на поля орошения, смешение насыщенного нагретого сырого осадка из поглотительной башни с осадком из отстойника, брожение насыщенного нагретого сырого осадка в метантенке с получением метана и сброженного осадка.

5 2. Устройство для осуществления способа по п.1, содержащее транзитный газоход, теплообменник, поглотительную и промывочную башни, отличающееся тем, что транзитный газоход разветвлен на резервный газоход с шибером, соединенный с дымовой трубой, и рабочий газоход с шибером, соединенный последовательно с
10 теплообменником, поглотительной башней, внутри которой сверху вниз размещены поперечные наклонные решетчатые перегородки с проемом в виде сегмента в своей нижней части, направление уклона которых поочередно меняется в противоположные стороны, причем поглотительная башня в своей верхней части снабжена патрубком
15 подачи сырого осадка, размещенным на входе в первую сверху решетчатую перегородку и встроенным в верхней крышку патрубком вывода обработанных газов, соединенным с обратным рабочим газоходом, а в своей нижней части снабжена патрубками подачи исходного газа и насыщенного сырого осадка соответственно, при этом обратный рабочий газоход соединен также с промывочной башней, в
20 верхней части которой помещен распределитель жидкости, соединенный с трубопроводом сырой воды, при этом нижняя часть ее соединена трубопроводом с отстойником, верхняя часть которого соединена с трубопроводом грязной воды, а нижняя часть - с трубопроводом сырого осадка, который, в свою очередь, соединен с метантенком.

25

30

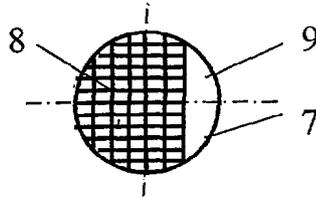
35

40

45

50

A-A



Фиг. 2