



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003136493/15, 16.12.2003**

(24) Дата начала действия патента: **16.12.2003**

(45) Опубликовано: **20.06.2005 Бюл. № 17**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2186612 C1, 10.08.2002. RU 2090245 C1, 20.09.1997. RU 2161528 C2, 10.01.2001. US 4753784 A1, 28.06.1988. FR 2440767 A, 06.06.1980. EP 0432074 A, 12.06.1991.**

Адрес для переписки:

**305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября, 94,
 КГТУ, ОНС, проректору по научной работе КГТУ**

(72) Автор(ы):

**Ежов В.С. (RU),
 Семичева Н.Е. (RU)**

(73) Патентообладатель(ли):

**Курский государственный технический
 университет (RU)**

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

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано в процессах очистки дымовых газов от вредных примесей. Способ включает охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, смешение охлажденных дымовых газов с озонородушной смесью, окисление и абсорбцию окислов азота и окислов серы полученным конденсатом, вывод очищенных дымовых газов и конденсата из зоны обработки, причем дымовые газы и кислый конденсат очищаются от двуокиси углерода в перфорированных блоках кассет, покрытых слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), с образованием нитрита кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$), углекислого кальция (CaCO_3) и нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Способ

реализуется в устройстве, содержащем зону обработки в виде короба с размещенными в ней по ходу движения дымовых газов теплообменной и абсорбционно-теплообменной секциями, снабженными патрубками входа и выхода дымовых газов и воздуха, в которых помещены пластинчатые теплообменники-воздухоподогреватели 1-ой и 2-ой ступени, блоки горизонтальных и вертикальных перфорированных кассет, выполненных из шероховатого коррозионно-стойкого материала, покрытого слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), смесительная камера с перфорированной распределительной трубой и воздуховод с озонатором. Изобретение позволяет увеличить экологическую и экономическую эффективность процесса очистки и надежность работы устройства. 2 н.п.ф-лы, 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003136493/15, 16.12.2003**

(24) Effective date for property rights: **16.12.2003**

(45) Date of publication: **20.06.2005 Bull. 17**

Mail address:

**305040, g.Kursk, ul. 50 let Oktjabrja, 94,
KGTU, ONS, prorektoru po nauchnoj rabote KGTU**

(72) Inventor(s):

**Ezhov V.S. (RU),
Semicheva N.E. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Kurskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet (RU)**

(54) **COMPLEX METHOD AND DEVICE FOR CLEANING AND UTILIZATION OF FLUE GASES**

(57) Abstract:

FIELD: heat-power engineering; cleaning flue gases from toxic admixtures.

SUBSTANCE: proposed method includes cooling of flue gases to temperature below dew point, condensation of water vapor, mixing of cooled flue gases with ozone-and-air mixture, oxidation and absorption of nitrogen oxides and sulfur oxides by condensate thus obtained and discharge of cleaned flue gases and condensate from zone of treatment. Flue gases and acid condensate are cleaned from carbon dioxide in perforated units of cassettes coated with layer of slaked lime $[Ca(OH)_2]$ for forming calcium nitrite $[Ca(NO_2)]$, calcium carbonate $(CaCO_3)$ and calcium nitrate $[Ca(NO_3)]$. Device proposed for realization of

this method includes zone of treatment in form of box with heat-exchange and absorption-and-heat exchange sections located in this box in way of motion of flue gases. These sections are provided with air and flue gas inlet and outlet branch pipes where heat exchangers-air preheaters of 1st and 2nd stages, horizontal and vertical perforated cassettes units made from rough corrosion-resistant material coated with layer of slaked lime $[Ca(OH)_2]$, mixing chamber with perforated distributing tube and air duct with ozonizer are located.

EFFECT: enhanced ecological and economical efficiency and reliability.

3 cl, 1 dwg

Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано в процессах очистки дымовых газов теплоэнергетических установок от вредных примесей.

Известен способ для удаления вредных примесей (окислов азота и окислов серы) из дымовых газов, осуществляющийся в устройстве, представляющем собой часть газохода (зону обработки) с размещенными в нем теплообменной и абсорбционной секциями, представляющими собой трубчатый теплообменник, и заключающийся в том, что дымовые газы охлаждаются до температуры точки росы с конденсацией водяных паров в трубчатом теплообменнике, смешиваются с газом, содержащим аммиак, для нейтрализации кислотных компонентов и отводят образовавшийся конденсат и очищенные дымовые газы [1].

Недостатками известного способа и устройства являются низкая экологическая, техническая и экономическая эффективность процесса очистки дымовых газов от вредных примесей, обусловленная использованием аммиака для нейтрализации кислотных компонентов в зоне обработки, непрореагировавшая часть которого выбрасывается в атмосферу, размещение оборудования в газоходе котла, отсутствие оборудования для предотвращения уноса капель конденсата и утилизации уловленных вредных примесей.

Более близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ очистки дымовых газов от вредных примесей (окислов азота и окислов серы (NO_x и SO_x)), включающий в себя охлаждение дымовых газов до температуры ниже температуры точки росы, конденсацию водяных паров в трубчатом теплообменнике, насыщение рециркуляционного конденсата озоном и кислородом воздуха и подъем в подъемной трубе эрлифта в результате смешения с озоновоздушной смесью, распределение насыщенного конденсата по абсорбционной секции, окисление и абсорбцию окислов азота и окислов серы, находящихся в дымовых газах, насыщенным конденсатом с образованием кислого конденсата, стекающего в поддон, после чего очищенные дымовые газы выводятся в атмосферу, отвод части кислого конденсата из поддона в анионитовый фильтр для очистки от кислотных компонентов, которые выводят в процессе регенерации анионитового фильтра в виде солевого раствора.

Устройство, в котором реализуется данный способ, содержит зону обработки в газоходе (коробе) с размещенными в ней теплообменной секцией, выполненной в виде вертикального трубчатого теплообменника, абсорбционной секцией, выполненной также в виде вертикального трубчатого теплообменника с поддоном, и размещенной в них коаксиально подъемной трубой эрлифта, сепарационной секцией, выполненной в виде вертикального трубчатого теплообменника, причем днище поддона соединено трубопроводом с анионитовым фильтром. [2].

Основные недостатки данного способа заключаются в невозможности очистки дымовых газов от двуоксида углерода (CO_2) и его утилизации, необходимости использования дорогостоящего анионита в качестве наполнителя анионитового фильтра для утилизации кислого конденсата, образующегося в результате очистки дымовых газов от вредных примесей (окислов азота и окислов серы (NO_x и SO_x)), в результате чего снижается экологическая и экономическая эффективность очистки дымовых газов от вредных примесей.

Основными недостатками известного устройства являются отсутствие оборудования для очистки дымовых газов от CO_2 и его утилизации, использование для утилизации кислого конденсата анионитового фильтра, регенерация которого предусматривает использование дополнительного специализированного оборудования, что ведет к увеличению рабочего пространства теплоэнергетической установки в целом, использование в качестве основного оборудования в секциях зоны обработки трубчатых теплообменников, конструкция которых отличается громоздкостью и высоким аэродинамическим сопротивлением, что ограничивает возможность использования устройства в теплогенерирующих установках малой мощности и снижает эффективность его работы.

Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является увеличение экологической и экономической эффективности процесса очистки и диапазона нагрузки устройства путем очистки дымовых газов не только от окислов азота

и серы (NO_x и SO_x), но и от двуокиси углерода (CO_2), утилизации наряду с теплом, водяными парами, окислами азота и серы, также и двуокиси углерода без использования дорогостоящих и вредных реактивов в одном компактном аппарате.

Технический результат достигается тем, что предлагаемый комплексный способ
5 включает в себя охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, смешение охлажденных дымовых газов с озонозодушной смесью, окисление и абсорбцию окислов азота и окислов серы полученным конденсатом, вывод очищенных дымовых газов и конденсата из зоны обработки, причем дымовые газы охлаждаются до температуры близкой к температуре конденсации в противотоке с
10 нагреваемым воздухом в пластинчатом теплообменнике-воздухоподогревателе 2-ой ступени теплообменной секции, после смешения газовая смесь охлаждается до температуры ниже температуры конденсации водяных паров в теплообменнике-воздухоподогревателе 1-ой ступени абсорбционно-теплообменной секции, в котором конденсат водяных паров стекает по поверхности стен газовых каналов под действием сил
15 тяжести вниз и абсорбирует в противотоке двуокись азота (NO_2) и серный ангидрид (SO_3) из дымовых газов, дальнейшее окисление и абсорбцию NO_x и SO_x оставшихся в дымовых газах в газовых каналах-зазорах между перфорированными кассетами, покрытыми слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), в блоке вертикальных перфорированных кассет с параллельным взаимодействием NO и NO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием нитрита кальция
20 ($\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$), двуокиси углерода (CO_2) с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием углекислого кальция (CaCO_3), который взаимодействует с азотной кислотой, находящейся в уносимых каплях конденсата, и на поверхности перфорированных кассет с образованием нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), далее дымовые газы проходят между сепарирующими пластинами и очищенные от большей части вредных примесей (NO_x , SO_x , CO_2) уносимых капель
25 конденсата, выводятся в атмосферу, а капли конденсата, насыщенного кислотными компонентами, падают вниз от сепарационных пластин, смешиваются с конденсатом, стекающим в виде пленки по стенкам газовых каналов воздухоподогревателя 1-ой ступени, который проходит смесительную камеру, дополнительно насыщаясь кислотными компонентами, и растекается по поверхности горизонтальных перфорированных кассет в
30 блоке горизонтальных перфорированных кассет, покрытых также слоем гашеной извести, где протекают вышеприведенные реакции, перетекая с одной кассеты на другую через отверстия, очищаясь при этом от кислотных компонентов, после чего стекает в поддон, откуда его направляют на подпитку котельного агрегата.

Поставленная техническая задача решается еще и тем, что устройство для очистки и
35 утилизации дымовых газов содержит зону обработки в коробе с размещенной в ней по ходу движения дымовых газов теплообменной секцией, которая включает в себя патрубки входа дымовых газов и выхода горячего воздуха, пластинчатый теплообменник -воздухоподогреватель 2-ой ступени и сообщается через окно с абсорбционно-теплообменной секцией, снабженной патрубками выхода очищенных
40 дымовых газов и входа холодного воздуха, поддоном, в котором размещены снизу вверх блок горизонтальных перфорированных кассет, выполненных из шероховатого коррозионно-стойкого материала, покрытого слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), пропущенных через горизонтальные щели в стене короба, уложенных друг на друга с зазором между собой в шахматном порядке своих отверстий, опирающихся на опорную
45 решетку и закрытых крышкой блока горизонтальных кассет, полую смесительную камеру, с размещенной в ней перфорированной распределительной трубой, соединенной через воздухопровод с патрубком холодного воздуха и снабженной озоноатором, пластинчатый теплообменник-воздухоподогреватель 1-ой ступени, выполненный из коррозионно-стойкого материала и соединенный воздушными каналами с воздухоподогревателем 2-ой ступени,
50 блок вертикальных перфорированных кассет, аналогичных по конструкции горизонтальным кассетам, пропущенных через вертикальные щели в стене короба, установленных в направляющие лотки и закрытых крышкой блока вертикальных кассет, сепарирующие пластины.

Реализация предлагаемого комплексного способа для очистки и утилизации дымовых газов осуществляется в устройстве, представленном на фиг.1, содержащем зону обработки, имеющую форму короба 1, в которой помещены по ходу движения дымовых газов, теплообменная секция 2 с патрубками входа горячих дымовых газов и выхода горячего воздуха 3 и 4 соответственно, в которой помещен вертикальный пластинчатый теплообменник-воздухонагреватель 2-ой ступени 5, сообщающаяся через окно 6 с абсорбционно-теплообменной секцией 7, снабженной патрубками выхода очищенных дымовых газов и входа холодного воздуха 8 и 9 соответственно, поддоном 10 со штуцером слива конденсата 11, в котором помещены по порядку снизу вверх по ходу движения дымовых газов блок горизонтальных перфорированных кассет 12 с отверстиями 13, выполненных из шероховатого коррозионно-стойкого материала, покрытого слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 14, пропущенных через горизонтальные щели 15 в стенке короба 1, уложенных друг на друга с зазором между собой в шахматном порядке своих отверстий 13, опирающихся на опорную решетку 16 и закрытых крышкой блока горизонтальных кассет 17, перфорированная распределительная труба 18, соединенная через воздуховод 19, снабженный озоноатором 20 с патрубком холодного воздуха 9, размещенная в полости смесительной камеры 21, пластинчатый теплообменник-воздухонагреватель 1-ой ступени 22, выполненный из коррозионно-стойкого материала и соединенный воздушными каналами с воздухом, нагреваемым теплообменником 2-ой ступени 5, блок вертикальных перфорированных кассет 23, аналогичных по конструкции горизонтальным кассетам 12, пропущенных через вертикальные щели 24 в стенке короба 1, установленных в направляющие лотки 25 и закрытых крышкой блока вертикальных кассет 26, и сепарирующие пластины 27.

Предлагаемый комплексный способ для очистки и утилизации дымовых газов осуществляется в предлагаемом устройстве следующим образом. Дымовые газы из патрубка 3 поступают в верхнюю часть теплообменной секции короба 1, где распределяются по газовым каналам пластинчатого воздухом, нагреваемого теплообменником 2-ой ступени 5, конструкция которого по сравнению с трубчатым позволяет интенсифицировать процесс теплопередачи [3, с.272; 4, с.316], двигаются сверху вниз, охлаждаясь до температуры близкой к температуре конденсации находящихся в них водяных паров за счет теплообмена через стенку с нагреваемым воздухом, движущимся по воздушным каналам снизу вверх, попадают через окно 6 в смесительную камеру 21 абсорбционно-теплообменной секции 7, где смешиваются с озоновоздушной смесью, поступающей из перфорированной распределительной трубы 18, после чего полученная газовая смесь распределяется по газовым каналам коррозионно-стойкого пластинчатого воздухом, нагреваемого теплообменником 1-ой ступени 22, двигаясь снизу вверх, за счет теплообмена через стенку с нагреваемым холодным воздухом, движущимся по его воздушным каналам, охлаждается до температуры $(40-50)^\circ\text{C}$, при которой происходит конденсация большей части находящихся в дымовых газах водяных паров на поверхности стен газовых каналов в виде пленки конденсата, стекающей под действием силы тяжести вниз, и контактирует с ней. При этом параллельно процессу конденсации, в газовой фазе, ввиду появления там озона и кислорода, интенсивно протекают реакции окисления вредных примесей (NO_x и SO_x) в виде легко растворимых в воде двуокиси азота (NO_2) и серного ангидрида (SO_3), их абсорбция конденсатной пленкой в противотоке, что повышает движущую силу абсорбции [5, с.264; 6, с.632], с последующим образованием азотной и серной кислот (HNO_3 и H_2SO_4) [7, с.275; 8, с.348], после чего насыщенный кислотными компонентами конденсат стекает вниз в смесительную камеру 21, взаимодействуя аналогично вышеописанному с газовой смесью, а частично очищенные от NO_x и SO_x дымовые газы поднимаются в газовые каналы-зазоры между вертикальными перфорированными кассетами 23, которые покрыты слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 14, где также происходят вышеописанные реакции окисления и абсорбция оставшихся окислов азота в газовой и жидкой фазах, и дополнительно, на поверхности слоя $\text{Ca}(\text{OH})_2$ реакции смеси NO и NO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием нитрита кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$), двуокиси углерода (CO_2), находящейся в значительных количествах (до 14%) в дымовых газах с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с

образованием углекислого кальция (CaCO_3) [7, с.483; 9, с.406], который, в свою очередь, взаимодействует с азотной кислотой, находящейся в уносимых каплях конденсата с образованием нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) [10, с.227], после чего очищенные от большей части вредных примесей (NO_x , SO_x , CO_2), дымовые газы проходят между сепарирующими пластинами 27, где освобождаются от уносимых капель конденсата, и через патрубок 8, окончательно очищенные, выводятся в атмосферу. Конденсат, насыщенный кислотными компонентами, капающий вниз от сепарационных пластин 27, через зазоры между вертикальными перфорированными кассетами 23 смешивается с конденсатом, стекающим в виде пленки по стенкам газовых каналов воздухоподогревателя 1-ой ступени 22, проходит смесительную камеру 21, дополнительно насыщаясь кислотными компонентами, и падает на поверхность блока горизонтальных перфорированных кассет 12, покрытых слоем гашеной извести 14, перетекая с одной кассеты 12 на другую через отверстия 13, очищаясь при этом от кислотных компонентов по вышеописанным химическим реакциям [10, с.227], после чего стекает в поддон 10, откуда через штуцер 11 его направляют на подпитку котельного агрегата.

По завершении активного цикла кассет 12 и 23, что можно определить по увеличению проскока вредных примесей в атмосферу, отработанные кассеты 12 и 23 заменяют без остановки котельного агрегата на регенерированные через щели 15 и 24 поочередно по одной штуке, чтобы не нарушить аэродинамический режим. Процесс регенерации заключается в том, что отработанные кассеты 12 и 23 очищают от слоя покрытия 14, состоящего из смеси углекислого кальция (CaCO_3), нитрита кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$), нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), которые являются азотсодержащими удобрениями, используемыми в сельском хозяйстве [10, с.227], и снова покрывают слоем гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), после чего повторно используют для очистки дымовых газов в предлагаемом устройстве.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет проводить очистку дымовых газов не только от окислов азота и серы (NO_x и SO_x), но и от двуокиси углерода (CO_2), утилизировать наряду с теплом, водяными парами, окислами азота и серы, также и двуокись углерода без использования дорогостоящих и вредных реактивов в одном компактном аппарате, что позволяет его использовать в больших и малых теплогенерирующих установках, увеличивает экологическую и экономическую эффективность процесса очистки и надежность работы устройства.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Патент США №4753784, МКл.⁴ В 01 D 53/00, 1988.
2. Патент РФ №2186612, МКл.⁴. В 01 D 53/60, 2000.
3. М.А.Михеев и др. Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1973, 320 с.
4. Водяные тепловые сети. Справочное пособие / Под. ред. Н.К.Громова и др. - М.: Стройиздат, 1988, 376 с.
5. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987, 496 с.
6. Кафаров В.В. Основы массопередачи. - М.: Высшая школа, 1962, 655 с.
7. Неницеску К. Общая химия. - М.: Мир, 1968, 816 с.
8. Кутепов А.М. и др. Общая химическая технология. - М.: Высшая школа, 1985, 448 с.
9. Абрамов Н.Н. и др. Водоснабжение. - М.: Госстройиздат, 1960, 579 с.
10. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. - Л.: Химия, 1983, 360 с.

Формула изобретения

1. Комплексный способ очистки и утилизации дымовых газов, включающий охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы, конденсацию водяных паров, смешение частично охлажденных дымовых газов с озоновоздушной смесью, окисление и абсорбцию окислов азота и окислов серы полученным конденсатом, вывод очищенных дымовых газов и конденсата из зоны обработки, отличающийся тем, что дымовые газы охлаждаются до температуры, близкой к температуре конденсации в противотоке с нагреваемым воздухом в пластинчатом теплообменнике-воздухоподогревателе 2-ой ступени теплообменной секции,

после смешения газовая смесь охлаждается до температуры ниже температуры конденсации водяных паров в теплообменнике-воздухоподогревателе 1-ой ступени абсорбционно-теплообменной секции, в котором конденсат водяных паров стекает по поверхности стен газовых каналов под действием сил тяжести вниз и абсорбирует в 5 противотоке двуокись азота NO_2 и серный ангидрид SO_3 из дымовых газов, дальнейшее окисление и абсорбцию NO_x и SO_x , оставшихся в дымовых газах в газовых каналах-заворах между перфорированными кассетами, покрытыми слоем гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$, в блоке вертикальных перфорированных кассет с параллельным взаимодействием NO и NO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием нитрита кальция $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$, двуокиси углерода CO_2 с 10 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием углекислого кальция CaCO_3 , который взаимодействует с азотной кислотой, находящейся в уносимых каплях конденсата и на поверхности перфорированных кассет с образованием нитрата кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, далее дымовые газы проходят между сепарирующими пластинами и очищенные от большей части вредных примесей (NO_x , SO_x , CO_2) уносимых капель конденсата, выводятся в атмосферу, а капли конденсата, 15 насыщенного кислотными компонентами, падают вниз от сепарационных пластин, смешиваются с конденсатом, стекающим в виде пленки по стенкам газовых каналов воздухоподогревателя 1-ой ступени, который проходит смесительную камеру, дополнительно насыщаясь кислотными компонентами, и растекается по поверхности горизонтальных перфорированных кассет в блоке горизонтальных перфорированных 20 кассет, покрытых также слоем гашеной извести, где протекают вышеприведенные реакции, перетекая с одной кассеты на другую через отверстия, очищаясь при этом от кислотных компонентов, после чего стекает в поддон, откуда его направляют на подпитку котельного агрегата.

2. Устройство для очистки и утилизации дымовых газов, содержащее зону обработки в 25 коробе, в котором помещены теплообменная и абсорбционная секции, отличающееся тем, что теплообменная секция включает в себя патрубки входа дымовых газов и выхода горячего воздуха, пластинчатый теплообменник-воздухоподогреватель 2-ой ступени и сообщается через окно с абсорбционно-теплообменной секцией, снабженной патрубками 30 выхода очищенных дымовых газов и входа холодного воздуха, поддоном, в котором размещены снизу вверх блок горизонтальных перфорированных кассет, выполненных из шероховатого коррозионно-стойкого материала, покрытого слоем гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$, пропущенных через горизонтальные щели в стене короба, уложенных друг на друга с зазором между собой в шахматном порядке своих отверстий, опирающихся на опорную решетку и закрытых крышкой блока горизонтальных кассет, полую смесительную 35 камеру с размещенной в ней перфорированной распределительной трубой, соединенной через воздуховод с патрубком холодного воздуха и снабженной озоноатором, пластинчатый теплообменник-воздухоподогреватель 1-ой ступени, выполненный из коррозионно-стойкого материала и соединенный воздушными каналами с воздухоподогревателем 2-ой ступени, блок вертикальных перфорированных кассет, аналогичных по конструкции горизонтальным 40 кассетам, пропущенных через вертикальные щели в стене короба, установленных в направляющие лотки и закрытых крышкой блока вертикальных кассет, сепарирующие пластины.

45

50

