



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002122933/06, 26.08.2002

(24) Дата начала действия патента: 26.08.2002

(43) Дата публикации заявки: 10.03.2004

(45) Опубликовано: 27.05.2005 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 62428 A, 09.03.1962. SU 1695751 A1, 27.01.1996. SU 1796398 A1, 23.02.1993. SU 1638524 A1, 30.03.1991.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, ГОУ
УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной
собственности, Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Баскаков А.П. (RU),
Муңц В.А. (RU),
Еремеев В.П. (RU),
Косарев В.А. (RU),
Ильина Е.В. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

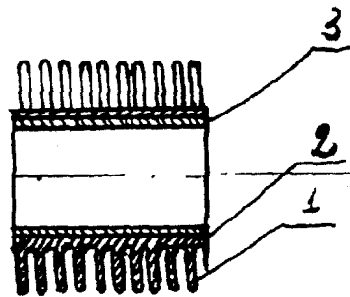
ГОУ Уральский государственный технический
университет (RU)

(54) ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для применения в энергетических и отопительных котлах, сжигающих газообразное топливо. Теплообменник для охлаждения парогазовой смеси состоит из труб со спирально-кольцевыми ребрами, причем вдоль оси труб во всех ребрах выполнены продольные прорезы, а трубы в теплообменнике расположены вертикально. Заявленное изобретение позволяет получить дополнительную теплоту при глубоком охлаждении продуктов сгорания природного газа за счет конденсации содержащегося в них водяного пара, получить обессоленную воду из продуктов сгорания (около 1 литра на 1 м³ сожженного газа), которая после деаэрации может быть использована для питания паровых котлов или других целей, получить водяной пар, остающийся в

продуктах сгорания, находящийся в перегретом (не насыщенном) состоянии, что исключает его конденсацию на внутренних поверхностях теплоизолированных газоходов и дымовых труб. 5 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2002122933/06, 26.08.2002**

(24) Effective date for property rights: **26.08.2002**

(43) Application published: **10.03.2004**

(45) Date of publication: **27.05.2005 Bull. 15**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, GOU
UGTU-UPI, tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, T.V.Marks**

(72) Inventor(s):

**Baskakov A.P. (RU),
Munts V.A. (RU),
Eremeev V.P. (RU),
Kosarev V.A. (RU),
Il'ina E.V. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet (RU)**

(54) **HEAT EXCHANGER FOR COOLING STEAM-GAS MIXTURE**

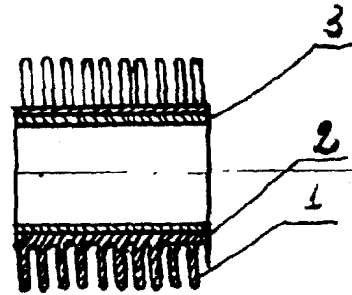
(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: heat exchanger comprises pipes with spiral-ring fins. The fins are provided with longitudinal slots. The pipes in the heat exchanger are arranged vertically.

EFFECT: enhanced efficiency.

3 dwg



Фиг. 3

Изобретение предназначено для энергетических и отопительных котлов, сжигающих газообразное топливо, и обеспечивает повышение коэффициента полезного действия котлов за счет более глубокого охлаждения продуктов сгорания и конденсации содержащегося в них водяного пара.

5 В ряде отраслей промышленности применяют теплообменники, выполненные из труб со спирально-кольцевыми накатными или навитыми и приваренными ребрами [Кунтыш В.Б., Кузнецов Н.М. Тепловой и аэродинамический расчет оребренных теплообменников воздушного охлаждения. Энергоатомиздат, С.-Петербург, 1988, 278 с.].

10 В последнее время такие теплообменники используют и для более глубокого охлаждения уходящих газов за паровыми и водогрейными котлами, сжигающими природный газ [Кудинов А.А., Антонов В.А., Алексеев Ю.А. Анализ эффективности применения конденсационного теплоутилизатора за паровым котлом ДЕ-10-14ГМ//Промышленная энергетика. - 1997, №8; Гомон В.И., Пресич Г.А., Навродская Р.А. Утилизация теплоты уходящих газов с использованием поверхностных (в том числе
15 конденсационных) и контактных теплоутилизаторов. В сб. "Материалы семинара "Современное котельное оборудование - экономичность, безопасность и экологичность"" - Киев, 1996, с.31-37].

При использовании в качестве охлаждающего агента воды, имеющей температуру ниже температуры точки росы, на оребренной поверхности конденсируется содержащийся в
20 парогазовой смеси водяной пар. При этом полезно используется не только "физическая" теплота газов, но и так называемая "скрытая" теплота парообразования, величина которой зачастую превышает "физическую" теплоту. Так, при охлаждении уходящих из котла продуктов сгорания природного газа с 153 до 50°C водой с температурой 5-20°C, количество теплоты, полученной за счет охлаждения сухих газов, составляет 2153
25 килоджоуля на кубометр (нормальный) сожженного газа, а количество теплоты, выделяющейся за счет конденсации водяного пара, равно - 3320 килоджоулей на кубометр.

Вследствие конденсации водяного пара на охлаждающих поверхностях, газ в процессе охлаждения осушается. На фиг.1 приведена расчетная схема теплообменника для
30 охлаждения парогазовой смеси (на схеме теплообменник изображен в виде шести поперечно обтекаемых ребристых труб) и полученная нами формула, дающая зависимость концентрации водяного пара C в газопаровой смеси от ее температуры T при известных концентрации пара C_0 и температуре смеси T_0 на входе в теплообменник и заданной температуре $T_{ст}$ поверхности ребер теплообменника. Концентрация пара $C_{ст}$ в непосредственной близости от поверхности равна концентрации насыщенного пара при
35 температуре $T_{ст}$.

Результаты расчетов по этой формуле приведены на фиг.2 для следующих значений температуры смеси T_0 на входе в теплообменник и температуры охлаждающей
поверхности (стенки ребер) $T_{ст}$: 1 - $T_0=430$ К, $T_{ст}=290$ К; 2 - $T_0=430$ К, $T_{ст}=280$ К; 3 - $T_0=380$ К, $T_{ст}=290$ К; 4 - $T_0=430$ К, $T_{ст}=280$ К. Линия 5 дает зависимость концентрации насыщенного
40 пара (в г/м³) от температуры (в °С). Расчеты выполнены для продуктов сгорания природного газа, содержащих на входе в теплообменник 17% водяного пара по объему.

Из фиг.2 видно, что при охлаждении продуктов сгорания природного газа по крайней мере до 40-50°C остающийся в них пар находится в перегретом состоянии, то есть
45 температура насыщения этого пара (при его парциальном давлении) остается ниже температуры (парогазовой смеси). Это исключает выпадение конденсата на неохлаждаемых стенках газоходов и дымовой трубы, по которым продукты сгорания, охлажденные в теплообменнике, выбрасываются в атмосферу.

Приведенные соображения справедливы при отсутствии уноса водяных капель и брызг с теплообменной поверхности.

50 В аналогах, описанных в приведенных выше ссылках на литературу, оси ребристых труб располагаются в теплообменнике горизонтально, соответственно ребра оказываются в вертикальных плоскостях, почти перпендикулярных осям труб. В трубном пучке конденсат, образующийся на ребрах вышележащих труб, стекает в виде капель на нижележащие, а с

труб самого нижнего ряда - на нижнее металлическое ограждение теплообменника. При этом часть мелких капель и брызг неизбежно уносится потоком газа.

Испарение унесенных капель не уменьшает количество теплоты, полученной в теплообменнике за счет конденсации пара, если оно (испарение) происходит уже после теплообменника. Однако оно увеличивает степень насыщения газов водяным паром как из-за увеличения количества пара в газе, так и из-за снижения температуры газа вследствие затрат тепла на испарение. Все это может привести к конденсации водяного пара на внутренних стенках газоходов и дымовой трубы.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемой конструкции следует считать теплообменник-теплоутилизатор, описанный в работе [Кудинов А.А., Антонов В.А., Алексеев Ю.А. Анализ эффективности применения конденсационного теплоутилизатора за паровым котлом ДЕ-10-14ГМ//Промышленная энергетика. - 1997, №8], который и выбран в качестве прототипа.

Данный теплообменник состоит из биметаллических труб с накатными ребрами, расположенных в газоходе котла горизонтально в виде пакетов. По трубам прокачивается холодная вода с температурой ниже температуры точки росы омывающих трубы продуктов сгорания. Водяной пар, содержащийся в продуктах сгорания, конденсируется на вертикальных ребрах и стекает в виде капель с ребер верхних рядов на нижние, при этом часть капель и брызг уносится поперечным горизонтально направленным потоком продуктов сгорания. Это является недостатком прототипа.

Предлагаемое техническое решение позволяет устранить унос капель и брызг конденсата, образующегося на поверхности оребренных труб теплообменника. Сущность предлагаемого технического решения (фиг.3-5) заключается в том, что в известном устройстве, представляющим собой теплообменник для охлаждения парогазовой смеси, состоящий из вертикальных труб со спирально-кольцевыми ребрами, т.е. поперечными по отношению к оси трубы, вдоль оси труб 3 во всех ребрах 1 выполняется продольная прорезь 4. Прорезь 4 может быть выполнена, например, с помощью дисковой фрезы, перемещаемой вдоль трубы. При этом металл несущей трубы 3 не затрагивается, чтобы не снижалась конструктивная прочность, прорезаются только ребра и насаженная труба 2, из которой накатываются ребра.

Поскольку при винтовой накатке или навивке ребра слегка наклонены к оси трубы, при вертикальном положении трубы они имеют наклон по отношению к горизонту, благодаря чему образующийся на них конденсат будет под действием капиллярных сил стекать к прорези в ребре, а затем по щели – на нижнюю трубную доску теплообменника, в которой закреплены ребристые трубы. Это исключает перетекание конденсата в виде капель с трубы на трубу, а значит, - и унос капель.

Срыв пленки воды с горизонтальной поверхности омывающим ее параллельным потоком продуктов сгорания начинается по данным [J.J. van Rossum Experimental investigation of horizontal liquid films//Chemical Engineering Science, 1959. V. 11. P. 35 - 52] при скорости потока, превышающей 18 м/с, даже при толщине пленки конденсата 2,5 мм. С уменьшением толщины пленки предельная скорость ее срыва возрастает. Такие большие скорости парогазовой смеси в теплообменниках не применяются из-за резкого увеличения аэродинамического сопротивления пучка ребристых труб, что гарантирует отсутствие срыва пленки с горизонтально расположенных ребер.

В соответствии с предлагаемым техническим решением (фиг.3), трубы закрепляют в трубной доске таким образом, чтобы прорези 4 в ребрах размещались вдоль тыльной по отношению к набегающему потоку газов 5 образующей трубы. Это снижает вероятность динамического срыва стекающего вдоль прорези конденсата.

Нижняя трубная решетка ограничивает сверху камеру, в которую поступает охлаждающая вода, растекающаяся из этой камеры по ребристым трубам.

Если вода имеет температуру ниже температуры точки росы водяных паров, содержащихся в парогазовой смеси (а только в этом случае возможна конденсация пара в теплообменнике), стекающий с трубы на решетку конденсат испаряться не будет.

Наоборот, пар из парогазовой смеси будет конденсироваться на решетке так же, как на ребристых трубах.

Для обеспечения свободного стока конденсата с трубной решетки в выходной патрубок, решетка должна быть наклонена на несколько градусов к горизонту и иметь небольшие

5 реборды, препятствующие его отеканию по периметру решетки.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является:

- получение дополнительной теплоты при глубоком охлаждении продуктов сгорания природного газа за счет конденсации содержащегося в них водяного пара;

10 - получение из продуктов сгорания обессоленной воды (около 1 литра из 1 м³ сожженного газа), которая, после деаэрации, может быть использована для питания паровых котлов или других целей;

- водяной пар, остающийся в продуктах сгорания, находится в перегретом (не насыщенном) состоянии, что исключает его конденсацию на внутренних поверхностях теплоизолированных газоходов и дымовых труб.

15 Данная конструкция была испытана в котельной Экспериментально-производственного комбината Уральского государственного технического университета.

Формула изобретения

20 Теплообменник для охлаждения парогазовой смеси, состоящий из труб со спирально-кольцевыми ребрами, отличающийся тем, что вдоль оси труб во всех ребрах выполнены продольные прорезы, а трубы в теплообменнике расположены вертикально.

25

30

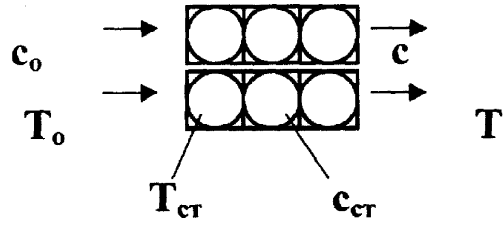
35

40

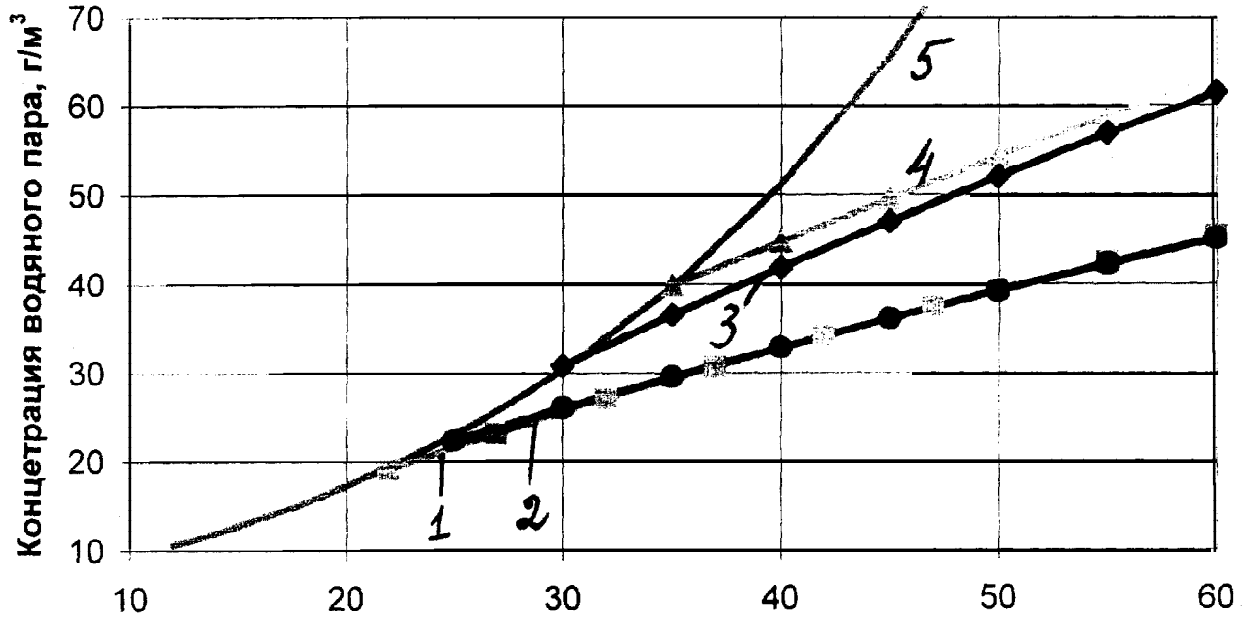
45

50

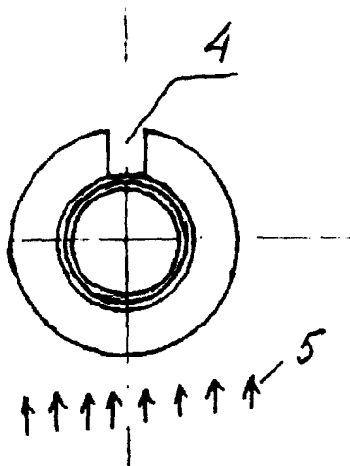
$$c = c_o \cdot \frac{T_o}{T} \cdot \frac{T - T_{cm}}{T_o - T_{cm}} + c_{cm} \cdot \left[\frac{T_{cm}}{T} \cdot \frac{T_o - T}{T_o - T_{cm}} + \frac{T - T_{cm}}{T} \cdot \ln \frac{T_o - T_{cm}}{T - T_{cm}} \right];$$



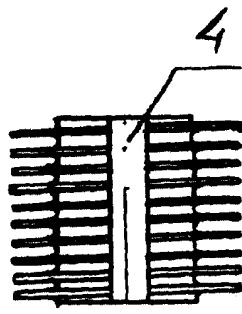
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: **2002122933/06, 26.08.2002**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.08.2002

(43) Дата публикации заявки: **10.03.2004**

(45) Опубликовано: **27.05.2005**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **SU 62428 A, 09.03.1962. SU 1695751 A1,
27.01.1996. SU 1796398 A1, 23.02.1993. SU
1638524 A1, 30.03.1991.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, ГОУ
УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной
собственности, Т.В.Маркс**

(72) Автор(ы):

**Баскаков А.П. (RU),
Мунц В.А. (RU),
Еремеев В.П. (RU),
Косарев В.А. (RU),
Ильина Е.В. (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**ГОУ Уральский государственный технический
университет (RU)**

(54) ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ

Опубликовано на CD-ROM: **MIMOSA RBI 2005/15D** **RBI200515D**

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Заявка: **2002122933**

Извещение опубликовано: **10.07.2006** **БИ: 19/2006**

RU 2 2 5 3 0 7 8 C 2

RU 2 2 5 3 0 7 8 C 2