



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F23L 15/04 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023111309, 02.05.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.05.2023

Дата регистрации:
05.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.05.2023

(45) Опубликовано: 05.12.2023 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

163002, г. Архангельск, наб.Северной Двины,
17, ФГАОУ ВО "Северный (Арктический)
федеральный университет имени М. В.
Ломоносова", Давидович Марина Васильевна

(72) Автор(ы):

Леухин Юрий Леонидович (RU),
Алексеев Павел Денисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Северный (Арктический)
федеральный университет имени М. В.
Ломоносова" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

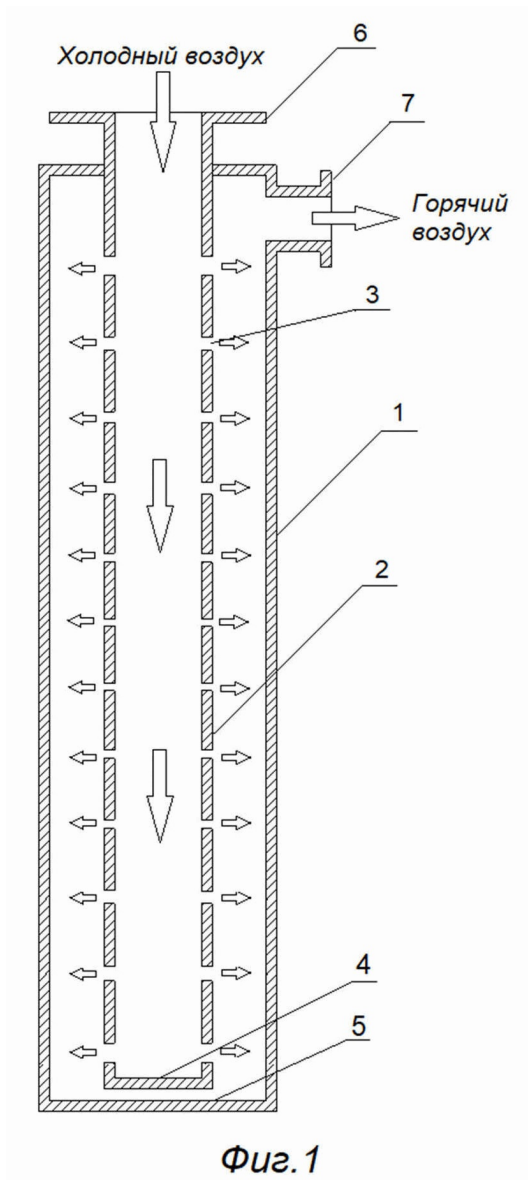
о поиске: SU 1663325 A1, 15.07.1991. SU
1735670 A1, 23.05.1992. SU 1767297 A1,
07.10.1992. US 4524752 A, 25.06.1985.

(54) ТЕПЛООБМЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТ РЕКУПЕРАТОРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к рекуперативным устройствам отопления газовых печей и может быть использовано для высокотемпературного подогрева воздуха, используемого для сжигания топлива в нагревательных и термических печах. Теплообменный элемент рекуператора содержит внешнюю теплопередающую трубу и распределительную камеру, которые с одного

торца заглушены днищами, а с другого подключены к патрубкам подвода и отвода воздуха. В стенке распределительной камеры расположены газовыпускные отверстия. Диаметры газовыпускных отверстий увеличиваются от центра в направлениях глухого и выходного торцов. 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F23L 15/04 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023111309, 02.05.2023**

(24) Effective date for property rights:
02.05.2023

Registration date:
05.12.2023

Priority:

(22) Date of filing: **02.05.2023**

(45) Date of publication: **05.12.2023** Bull. № 34

Mail address:

**163002, g. Arkhangelsk, nab.Severnoj Dviny, 17,
FGAOU VO "Severnyj (Arkticheskij) federalnyj
universitet imeni M. V. Lomonosova", Davidovich
Marina Vasilevna**

(72) Inventor(s):

**Leukhin Iurii Leonidovich (RU),
Alekseev Pavel Denisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Severnyi (Arkticheskii) federalnyi
universitet imeni M. V. Lomonosova» (RU)**

(54) **HEAT EXCHANGER ELEMENT**

(57) Abstract:

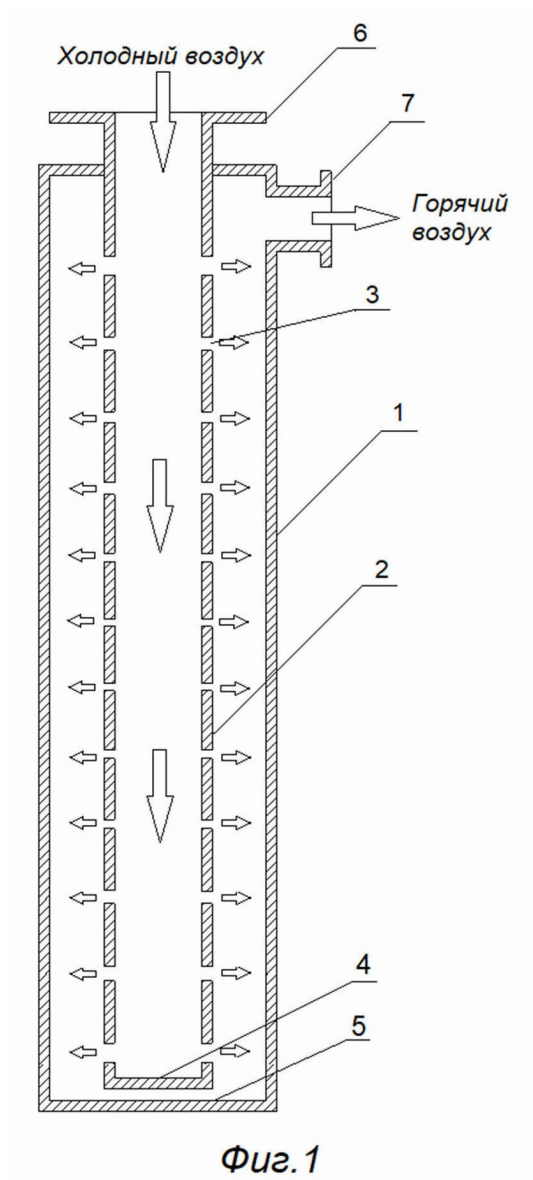
FIELD: heat exchange equipment.

SUBSTANCE: invention relates to recovery heating devices for gas furnaces and can be used for high-temperature heating of air used for burning fuel in heating and thermal furnaces. The heat exchange element of the heat exchanger contains an external heat transfer pipe and a distribution chamber, which are

plugged with bottoms at one end and connected to the air supply and exhaust pipes at the other. Gas outlets are located in the wall of the distribution chamber.

EFFECT: diameters of the gas outlet holes increase from the center in the directions of the blind and outlet ends.

1 cl, 3 dwg



Изобретение относится к рекуперативным устройствам отопления газовых печей и может быть использовано для высокотемпературного подогрева воздуха, используемого для сжигания топлива в нагревательных и термических печах.

Известен теплообменный элемент рекуператора, содержащий кольцевой и центральный каналы, образованные внутренней и наружной, заглушенной с одного торца днищем, трубами, подключенными к патрубкам подвода и отвода воздуха, размещенным в зоне противоположных относительно днища торцов труб, причем патрубков подвода воздуха размещен на наружной трубе и установлен тангенциально (А.С. 1386804, МПК ⁴F 23 L 15/04, 1987).

Недостатком данного технического решения является низкая тепловая эффективность и термостойкость теплообменного элемента из-за неравномерной теплоотдачи от наружной трубы теплообменного элемента к нагреваемому воздуху.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является теплообменный элемент рекуператора, содержащий внешнюю теплопередающую трубу и распределительную камеру, которые с одного торца заглушены днищами, а с другого подключены к патрубкам подвода и отвода воздуха, причем в стенке распределительной камеры расположены газовыпускные отверстия (Сабуров, Э.Н. Исследование аэродинамики и конвективного теплообмена на натурной модели струйного модульного рекуператора / Э.Н. Сабуров, С.И. Осташев, А.Н. Орехов, Ю.Л. Леухин, В.А. Никифоров, Е.В. Крейнин, И.Э. Шагинян // Промышленная теплоэнергетика. 1988, № 6. – С. 33–37.) – прототип.

Недостатком данного теплообменного элемента является его низкая термостойкость, обусловленная тем, что интенсивность теплоотдачи от внешней теплопередающей трубы к воздушному потоку, значительно снижается по направлениям к глухому и выходному торцам. Низкая интенсивность теплоотдачи от теплопередающей трубы к воздушному потоку приводит к перегреву и разрушению наиболее термически напряженных участков теплопередающей трубы, расположенных у торцов теплообменного элемента.

Задача изобретения – повышение термостойкости теплообменного элемента рекуператора.

Для достижения этого в теплообменном элементе рекуператора, содержащем внешнюю теплопередающую трубу и распределительную камеру, которые с одного торца заглушены днищами, а с другого подключены к патрубкам подвода и отвода воздуха, причем в стенке распределительной камеры расположены газовыпускные отверстия, диаметры которых увеличиваются в направлениях от центра распределительной камеры к глухому и выходному торцам.

На фиг. 1 изображен теплообменный элемент рекуператора, продольный разрез; на фиг. 2 показан график, характеризующий изменение псевдолокального коэффициента теплоотдачи (осредненного по периметру поперечного сечения) по длине внешней теплопередающей трубы теплообменного элемента прототипа; на фиг. 3 показан график, характеризующий изменение псевдолокального коэффициента теплоотдачи по длине внешней теплопередающей трубы теплообменного элемента предлагаемой конструкции.

На фиг. 2 и 3 используются обозначения: α – коэффициент теплоотдачи от теплопередающей поверхности к воздушному потоку; z – продольная координата, отсчитываемая от глухого торца теплопередающей поверхности по направлению к выходному торцу; штриховые линии показывают осредненные по длине теплопередающей поверхности значения коэффициента теплоотдачи.

Теплообменный элемент рекуператора включает внешнюю теплопередающую трубу 1, распределительную камеру 2 с газовыпускными отверстиями 3, которые с глухого торца заглушены днищами 4 и 5, а с выходного подключены к патрубкам подвода 6 и отвода воздуха 7, причем в стенке распределительной камеры расположены газовыпускные отверстия 3, диаметры которых увеличиваются в направлениях глухого и выходного торцов.

Теплообменный элемент рекуператора работает следующим образом.

Воздух, подводящийся к теплообменному элементу через патрубок 6, поступает в распределительную камеру 2, откуда он через газовыпускные отверстия 3 в виде системы импактных струй подается на внутреннюю поверхность внешней теплопередающей трубы 1 и нагревается. После чего воздух поворачивается и отводится через патрубок 7. Отработанные в печи продукты сгорания с высокой температурой обтекают теплопередающую трубу 1 с внешней стороны и передают ей теплоту за счет излучения и конвекции.

Сравнение с прототипом: на фиг. 2 приведено изменение псевдолокального коэффициента теплоотдачи (осредненного по периметру поперечного сечения) по длине внешней теплопередающей трубы теплообменного элемента, выполненного в натуральную величину, со следующими геометрическими характеристиками: рабочая длина внешней теплопередающей трубы 1 равняется 1389 мм, ее внутренний диаметр – 100,5 мм; внутренний диаметр распределительной камеры 2 равен 50 мм, толщина ее стенки – 5,25 мм; диаметр газовыпускных отверстий – 3,5 мм, количество отверстий в ряду – 5 и количество рядов по высоте модуля – 33. Расход воздуха через элемент равен $0,055 \text{ м}^3/\text{с}$.

Максимальные значения коэффициента теплоотдачи наблюдаются в критических точках натекания импактных струй на вогнутую стенку внешней теплопередающей трубы, которая является рабочей поверхностью теплообменного элемента. В соответствии с представленным на фиг. 2 графиком, в теплообменном элементе прототипе как максимальное, так и осредненное по длине значения коэффициента теплоотдачи значительно снижаются к глухому и к выходному торцам. Это объясняется тем, что у глухого торца воздушный поток имеет сложную неупорядоченную вихревую структуру, которая снижает ударное воздействие импактных струй на поверхность внешней теплопередающей трубы. При этом максимальные значения коэффициента теплоотдачи к глухому торцу снижаются примерно на 14%, а осредненные на 16%.

В направлении выходного торца вдоль кольцевого канала между внешней теплопередающей трубой 1 и распределительной камерой 2 формируется интенсивный спутный поток, который сносит входящие струи, уменьшая тем самым интенсивность теплоотдачи. Формирование спутного потока приводит к уменьшению максимальных значений коэффициента теплоотдачи у выходного торца примерно на 27%, а осредненных на 22%.

При увеличении диаметров газовыпускных отверстий в направлении к глухому торцу возрастает мощность газовых струй, способных преодолеть негативное влияние неупорядоченных вихрей, а с увеличением диаметров газовыпускных отверстий в направлении выходного торца теплообменного элемента, струи легче преодолевают сносящее воздействие спутного потока. Отклонение максимальных значений псевдолокальных коэффициентов теплоотдачи по всей теплопередающей поверхности не превышает $\pm 4\%$, а осредненных (по штриховой линии) $\pm 3\%$. При этом осредненное по всей поверхности внешней теплопередающей трубы значение коэффициента теплоотдачи практически не изменяется.

Представленные результаты получены авторами при численном моделировании аэродинамики и теплоотдачи теплообменного элемента рекуператора в трехмерной постановке с использованием программного комплекса ANSYS Fluent 15.0 и модели турбулентности Realizable $k-\varepsilon$ (URANS). Расчет производился на неструктурированной тетраэдрической сетке с количеством ячеек равным 15 млн. Тестирование методики расчетов выполнено по опытным данным, полученным при струйном течении теплоносителя в теплообменном элементе рекуператора прототипа (Сабуров Э.Н., Осташев С.И., Орехов А.Н., Леухин Ю.Л. и др. Исследование аэродинамики и конвективного теплообмена на натурной модели струйного модульного рекуператора // Промышленная энергетика. 1988. № 6. – С. 33–37). Сопоставление расчетов и результатов физических экспериментов показало хорошее их совпадение.

Таким образом, увеличение диаметров газовыпускных отверстий в направлениях глухого и выходного торцов приведет к росту коэффициентов теплоотдачи от внешней теплопередающей трубы к нагреваемому воздушному потоку у торцов теплообменного элемента рекуператора, что вызовет снижение температурной неравномерности по длине внешней теплопередающей трубы, ликвидируется перегрев и разрушение наиболее термически напряженных участков и, как следствие, повысит термостойкость теплообменного элемента рекуператора.

(57) Формула изобретения

Теплообменный элемент рекуператора, содержащий внешнюю теплопередающую трубу и распределительную камеру, которые с одного торца заглушены днищами, а с другого подключены к патрубкам подвода и отвода воздуха, причем в стенке распределительной камеры расположены газовыпускные отверстия, отличающийся тем, что диаметры газовыпускных отверстий увеличиваются в направлениях от центра распределительной камеры к глухому и выходному торцам.

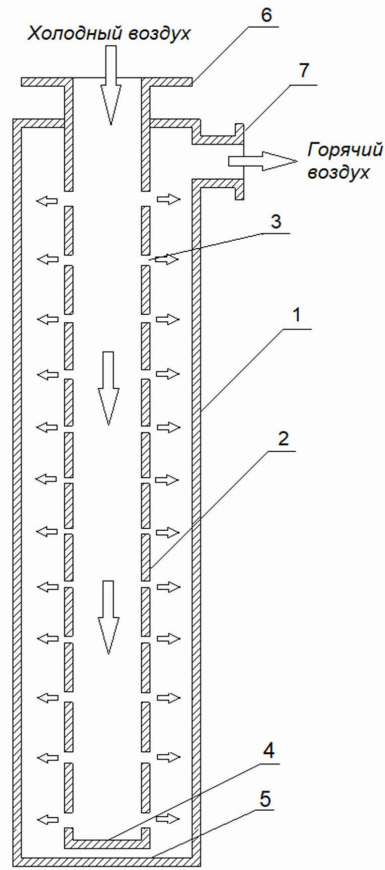
30

35

40

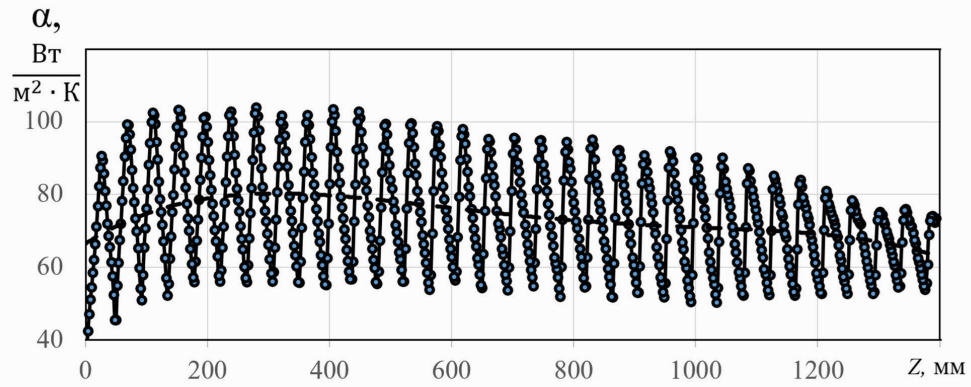
45

1

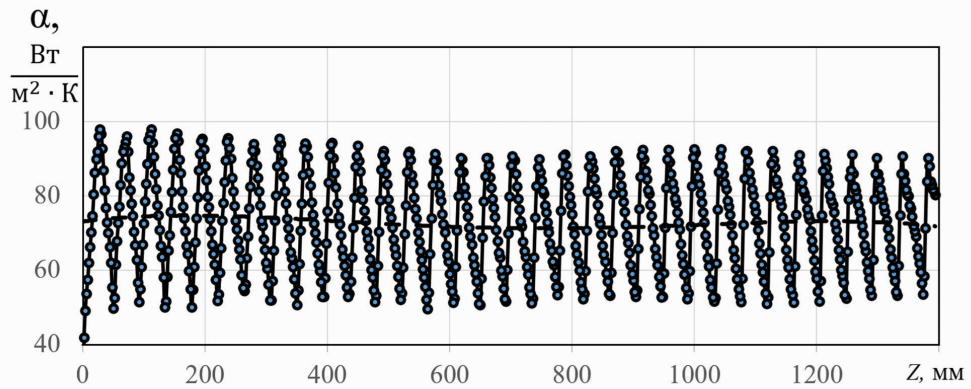


Фиг.1

2



Фиг. 2



Фиг. 3