



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F23L 15/04 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018117155, 08.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.05.2018

Дата регистрации:  
15.03.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.05.2018

(45) Опубликовано: 15.03.2019 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины,  
17

(72) Автор(ы):

Леухин Юрий Леонидович (RU),  
Панкратов Евгений Владимирович (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 1765625 A1, 30.09.1992. SU  
1043426 A1, 23.09.1983. US 4445842 A1,  
01.05.1984. US 4408983 A1, 11.10.1983. SU  
1437618 A2, 15.11.1988.

(54) Рекуперативно-горелочный блок

(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. Рекуперативно-горелочный блок содержит горелку и рекуператор с узлом подвода воздуха, включающий генератор закрутки потока с тангенциальным патрубком подачи воздуха, прямой и обратный кольцевые воздушные каналы, последовательно подключенные к генератору закрутки потока, воздушный

коллектор, соединенный с горелкой и обратным кольцевым каналом, дымовой канал, расположенный соосно с кольцевыми воздушными каналами, и теплопередающую стенку, теплопередающая стенка выполнена в виде усеченного конуса, расширяющегося в направлении входного отверстия дымового канала. Изобретение позволяет повысить эксплуатационную надежность рекуперативно-горелочного блока, а за счет увеличения конечной температуры нагреваемого воздуха повысить тепловую эффективность устройства. 3 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F23L 15/04 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2018117155, 08.05.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**08.05.2018**

Registration date:  
**15.03.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **08.05.2018**

(45) Date of publication: **15.03.2019** Bull. № 8

Mail address:

**163002, g. Arkhangelsk, nab. Severnoj Dviny, 17**

(72) Inventor(s):

**Leukhin Yuriy Leonidovich (RU),  
Pankratov Evgenij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Severnyj (Arkticheskiy)  
federalnyj universitet imeni M.V. Lomonosova"  
(RU)**

(54) **RECUPERATIVE BURNER UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: fuel combustion devices.

SUBSTANCE: invention relates to recuperative devices for heating gas furnaces and can be used for high-temperature heating of air used for burning fuel in heating and thermal furnaces. Recuperative burner unit contains a burner and a heat exchanger with an air supply unit, including a flow swirl generator with a tangential air supply nozzle, forward and reverse annular air channels connected in series to the flow swirl generator, an air collector connected to the burner

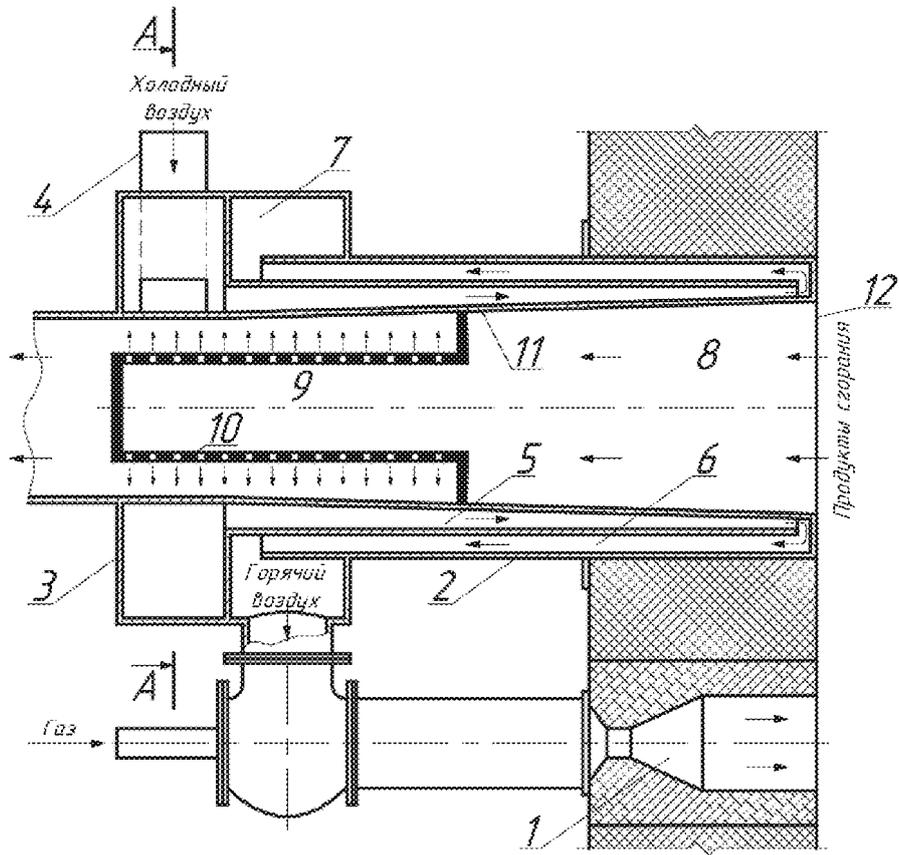
and a return annular channel, a smoke channel located coaxially with the annular air channels and a heat transfer wall, the heat transfer wall is made in the form of a truncated cone extending in the direction of the inlet of the smoke channel.

EFFECT: invention allows to increase the operational reliability of the recuperative-burner unit, and by increasing the final temperature of the heated air to increase the thermal efficiency of the device.

1 cl, 3 dwg

RU 2 682 202 C1

RU 2 682 202 C1



Фиг. 1

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 рекуперативно-горелочный блок, содержащий горелку и рекуператор, состоящий из обечаек, образующих газовый и воздушный каналы с расположенным в последнем перфорированной перегородкой, наружная обечайка, образующая воздушный канал, выполнена в виде усеченного конуса, а в аксиальном газовом канале установлена дополнительная перфорированная перегородка, причем упомянутые перегородки выполнены в виде усеченных конусов (А.с. 1765625, СССР, МПК F23L 15/04, 1989 г.) - аналог

Недостатками данного рекуперативно-горелочного блока являются его низкие тепловая эффективность и эксплуатационная надежность.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является рекуперативно-горелочный блок, содержащий горелку и рекуператор, размещенные вблизи друг друга в кладке печи, где подводящий воздух узел, содержащий генератор закрутки с тангенциально установленным патрубком, подключен последовательно к прямому -внутреннему и обратному - внешнему воздушным кольцевым каналам, а дымовой канал, расположенный соосно воздушным кольцевым каналам и отделенный от внутреннего канала теплопередающей цилиндрической стенкой, содержит радиационную и конвективную ступени, причем последняя содержит перфорированную трубу, заглушенную с одного торца. (Сабуров Э.Н. Циклонные нагревательные устройства с интенсифицированным конвективным теплообменом / Арх. Гос. техн. ун-т. - Архангельск: Сев. - Зап. кн. изд-во, 1995. - 341 с.) - прототип.

Недостатком данного рекуперативно-горелочного блока является его низкие эксплуатационная надежность и тепловая эффективность, вызванная тем, что интенсивность теплоотдачи от теплопередающей цилиндрической стенки дымового канала к воздушному потоку, движущемуся по внутреннему прямому воздушному каналу, значительно снижается по направлению его течения от генератора закрутки в сторону входного отверстия дымового канала. Низкая интенсивность теплоотдачи от цилиндрической теплопередающей стенки к воздушному потоку в области входного отверстия дымового канала уменьшает тепловую эффективность рекуперативно-горелочного блока, приводит к перегреву и разрушению его наиболее термически напряженного участка.

Задача изобретения - повышение эксплуатационной надежности и тепловой эффективности рекуперативно-горелочного блока.

Для достижения этого в рекуперативно-горелочном блоке, имеющем горелку и рекуператор, с узлом подводки воздуха, содержащем генератор закрутки с тангенциальным патрубком подачи воздуха, прямого и обратного кольцевых воздушных каналов, последовательно подключенных к генератору закрутки, при этом обратный канал подключен к воздушному коллектору, соединенному с горелкой, дымовой канал, расположенный соосно с кольцевыми воздушными каналами, и теплопередающую стенку, последняя выполнена в виде усеченного конуса, расширяющегося в направлении входного отверстия дымового канала.

На фиг. 1 изображен рекуперативно-горелочный блок, продольный разрез; на фиг. 2 сечение А-А на фиг. 1.

Рекуперативно-горелочный блок включает горелку 1 и рекуператор 2, с узлом подвода воздуха в рекуператор, содержащий генератор 3 закрутки потока с патрубком 4 подачи воздуха, расположенным тангенциально по отношению к внутренней

поверхности генератора 3 закрутки потока, к которому последовательно подключены прямой 5 и обратный 6 кольцевые воздушные каналы, причем обратный канал 6 подключен с противоположной стороны к воздушному коллектору 7, соединенному с горелкой 1, а дымовой канал, расположенный соосно с кольцевыми воздушными каналами 5 и 6, имеет радиационную 8 и конвективную 9 ступени, при этом последняя содержит перфорированную, заглушенную с заднего торца трубу 10, и кроме этого рекуперативно-горелочный блок снабжен теплопередающей стенкой 11 дымового канала, выполненной в виде усеченного конуса, расширяющегося в направлении входного отверстия 12.

На фиг. 3 показаны графики изменения по длине прямого кольцевого воздушного канала относительного коэффициента теплоотдачи на его внутренней поверхности - теплопередающей стенке дымового канала (линия 13) и внешней поверхности (линия 14).

На фиг. 3 используются обозначения:  $\alpha_k$  - коэффициент теплоотдачи для случая исполнения теплопередающей стенки дымового канала в виде расширяющегося усеченного конуса,  $\alpha_{ц}$  - коэффициент теплоотдачи для случая исполнения стенки дымового канала, как в прототипе, в виде цилиндра,  $z$  - продольная координата, отсчитываемая от начала прямого кольцевого воздушного канала по направлению к входному отверстию дымового канала,  $d_1$  и  $d_2$  - внутренний и наружный диаметры прямого кольцевого воздушного канала в сечении подключения его к генератору закрутки.

Рекуперативно-горелочный блок работает следующим образом.

Воздух, подводимый к рекуператору 2 через патрубков 4 тангенциально внутренней поверхности генератора закрутки 3, закручивается, проходит прямой воздушный кольцевой канал 5 и нагревается от его внутренней поверхности - теплопередающей стенки 11 дымового канала, после чего воздух поворачивается на  $180^\circ$  и через обратный кольцевой канал 6 и воздушный коллектор 7 направляется в горелку 1. Через входное отверстие 12 отработанные продукты сгорания с высокой температурой поступают сначала в радиационную ступень 8 дымового канала, а затем с более низкой температурой в конвективную ступень 9. В радиационной ступени дымовые газы передают тепло нагреваемому воздуху через теплопередающую стенку 11 дымового канала, преимущественно за счет излучения, а в конвективной ступени - конвекцией за счет струйного истечения дымовых газов из перфорированной трубы 10 на теплопередающую стенку 11.

В соответствии с представленными на фиг. 3 графиками, при выполнении теплопередающей стенки дымового канала в виде расширяющегося в направлении входного отверстия усеченного конуса, коэффициенты теплоотдачи на обеих поверхностях прямого кольцевого воздушного канала увеличиваются в этом же направлении, по сравнению с прототипом, из-за возрастания скорости и турбулентности закрученного воздушного потока при его движении от генератора закрутки к входному отверстию дымового канала. Причем теплоотдача на внутренней поверхности прямого воздушного кольцевого канала - стенке дымового канала, увеличивается более интенсивно (линия 13), чем на внешней поверхности (линия 14). Вблизи выходного сопла увеличение теплоотдачи на внешней поверхности составляет 11%, а на стенке дымового канала 98%.

Представленные результаты получены авторами при численном моделировании аэродинамики и теплоотдачи на поверхностях кольцевого канала (Yu. L. Leukhin, E. V.

Pankratov and S. V. Karpov. Investigation into aerodynamic and heat transfer of annular channel with inner and outer surface of the shape truncated cone and swirling fluid flow. / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 891 (2017) 012143), причем для прототипа расчеты протестированы на опытных данных и хорошо с ними согласуются (Леухин Ю.Л.,  
5 Сабуров Э.Н. Исследование аэродинамики и теплоотдачи в кольцевых каналах циклонных рекуператоров. Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. №1(12), 2013. - С. 123-129).

Значительное увеличение коэффициента теплоотдачи на наиболее термически напряженном участке теплопередающей стенки 11 дымового канала, особенно вблизи  
10 его входного отверстия 12, позволит, за счет более эффективного охлаждения ее закрученным потоком воздуха, существенно снизить ее максимальную температуру и, следовательно, повысить эксплуатационную надежность рекуперативно-горелочного блока. Также интенсификация теплоотдачи на поверхностях прямого воздушного  
15 канала увеличит конечную температуру нагреваемого воздуха и приведет к повышению тепловой эффективности предлагаемого устройства.

#### (57) Формула изобретения

Рекуперативно-горелочный блок, содержащий горелку и рекуператор с узлом подвода  
20 воздуха, включающий генератор закрутки потока с тангенциальным патрубком подачи воздуха, прямой и обратный кольцевые воздушные каналы, последовательно подключенные к генератору закрутки потока, воздушный коллектор, соединенный с горелкой и обратным кольцевым каналом, дымовой канал, расположенный соосно с  
25 кольцевыми воздушными каналами, и теплопередающую стенку, отличающийся тем, что теплопередающая стенка выполнена в виде усеченного конуса, расширяющегося в направлении входного отверстия дымового канала.

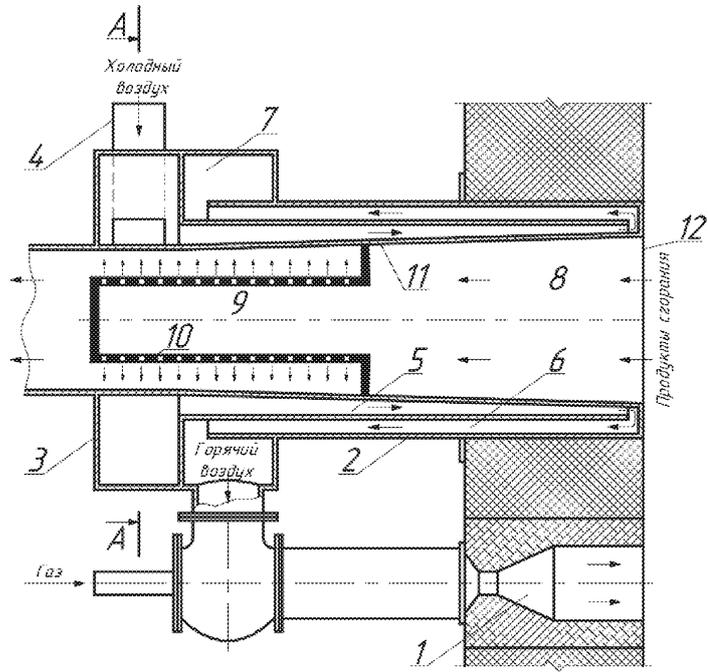
30

35

40

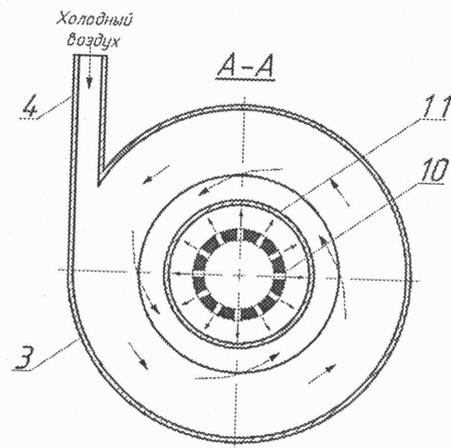
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2

