

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13291

(13) С1

(46) 2010.06.30

(51) МПК (2009)

F 27D 17/00

(54)

ТЕРМОБЛОК-РЕКУПЕРАТОР

(21) Номер заявки: а 20070727

(22) 2007.06.13

(43) 2009.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Несенчук Анатолий Петрович; Тимошпольский Владимир Исаакович; Ракомсин Александр Петрович; Гурченко Павел Семенович; Рыжова Татьяна Викторовна; Мандель Николай Львович; Шишков Василий Николаевич; Новгородова Галина Семеновна; Менделев Дмитрий Владимирович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2138737 С1, 1999.

SU 71250, 1948.

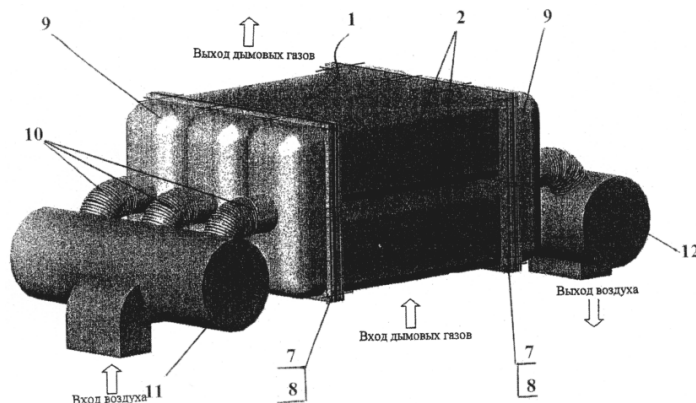
RU 2003002 С1, 1993.

RU 2084766 С1, 1997.

ВУ 6571 С1, 2005.

(57)

1. Термоблок-рекуператор для регенерации теплоты дымовых газов, включающий корпус, внутри которого размещен теплообменник с каналами для прохода воздуха и горячего теплоносителя, отличающийся тем, что теплообменник набран, по меньшей мере, из двух модульных элементов, выполненных из фасонных двутаврового профиля с гладкой наружной поверхностью и ребристой внутренней поверхностью труб эллиптического сечения, объединенных между собой фасонными штуцерами и сопряженными друг с другом многослойными плавающими муфтами из волокнистого жаропрочного кремнеземистого материала и промежуточными прокладками из жаростойкого упругодеформированного материала, а к фасонным штуцерам посредством газоплотных сальфонов присоединены входной и выходной коллекторы воздуха.



Фиг. 1

ВУ 13291 С1 2010.06.30

2. Термоблок-рекуператор по п. 1, **отличающийся** тем, что каждая промежуточная прокладка выполнена из муллитокремнеземистого рулонного материала с рабочей температурой до 1100 °С.

3. Термоблок-рекуператор по п. 1, **отличающийся** тем, что каждый модульный элемент выполнен из чугуна типа силал.

Изобретение относится к теплообменным аппаратам и предназначено преимущественно для регенерации продуктов сгорания топлива нагревательных печей и утилизации тепла нагревательных печей в машиностроительной, автотракторной и других областях промышленности.

Большинство промышленных нагревательных печей, как правило, не оборудованы системами регенерации теплоты уходящих дымовых газов, автоматическими системами управления и регулирования технологическими процессами, либо из-за недостатков они не работают. Тепловые и гидродинамические режимы этих печей требуют существенного совершенствования.

Совокупность вышеперечисленного приводит к тому, что существующие технологии нагрева и термообработки металла неоправданно энергозатратны и имеют очень низкий технологический КПД (5-15 %).

Известна конструкция металлического термоблока-рекуператора для регенерации теплоты дымовых газов, включающая теплообменник с каналами для прохода воздуха и горячего теплоносителя, расположенными во взаимно перпендикулярных плоскостях и выполненными в виде пучка труб, залитых бронированным чугуном [1].

Такая система надежно обеспечивает разьединение дымовых газов и нагреваемой среды.

Однако недостаток известного объекта проявляется в относительно большом весе на единицу переданного тепла и наличии значительной величины термических напряжений, возникающих между сборочными единицами термоблока, что сужает сферу его применения.

Недостаток известной конструкции проявляется в невысоком коэффициенте теплопередачи рекуператора, кроме этого, его конструкция склонна к повышенной загрязняемости внешней поверхности теплообмена.

Ближайшим техническим решением, принятым за прототип, является конструкция термоблока-рекуператора для регенеративного теплоиспользования тепловых отходов промышленных печей, преимущественно дымовых газов, включающего коробчатый каркас, внутри термоблока-рекуператора которого размещен теплообменник с каналами для прохода воздуха, выполненными в виде пучка труб, и с каналами для прохода горячего теплоносителя, выполненными в виде отливки, в которой размещен пучок труб, концы труб объединены соединительными фланцами и вварены в коллекторы [2].

Недостаток известной конструкции проявляется в невысоком коэффициенте теплопередачи термоблока-рекуператора за счет пониженной газоплотности конструкции, недостаточной в целом конструктивной прочности из-за повышенных термических напряжений, возникающих в сварных соединениях в процессе эксплуатации и повышенной загрязняемости внешней поверхности теплообмена.

Задачей изобретения является повышение коэффициента теплопередачи рекуператора, повышение газоплотности конструкции, повышение конструктивной прочности за счет снижения термических напряжений, возможность обслуживания внешней поверхности путем очистки, снижения загрязняемости внешней поверхности.

Поставленная задача достигается тем, что в термоблоке-рекуператоре для регенерации теплоты дымовых газов, включающем корпус, внутри которого размещен теплообменник с каналами для прохода воздуха и горячего теплоносителя, согласно изобретению, теплообменник набран, по меньшей мере, из двух модульных элементов, выполненных из фа-

ВУ 13291 С1 2010.06.30

сонных двутаврового профиля с гладкой наружной поверхностью и ребристой внутренней поверхностью труб эллиптического сечения, объединенных между собой фасонными штуцерами и сопряженных друг с другом многослойными плавающими муфтами из волокнистого жаропрочного кремнеземистого материала и промежуточными прокладками из жаростойкого упругодеформированного материала, сопряженных друг с другом, а фасонными штуцерами посредством газоплотных сильфонов присоединены к входному и выходному коллекторам воздуха.

Конструктивно, что в термоблоке-рекуператоре каждая промежуточная прокладка выполнена из муллитокремнеземистого рулонного материала с рабочей температурой до 1100 °С.

Технологично, что в рекуператоре каждый модульный элемент выполнен из чугуна типа силал.

Технический результат изобретения проявляется в возможности универсализации конструкции, повышения герметичности за счет термомеханической прочности конструкции термоблока-рекуператора путем использования многослойной плавающей муфты и модульных трубчатых элементов.

Для лучшего понимания изобретение поясняется чертежом, где:

фиг. 1 - общий вид конструкции термоблока-рекуператора;

фиг. 2 - общий вид модуля термоблока; разрез, вид спереди;

фиг. 3 - общий вид модуля термоблока; разрез, вид сверху.

Термоблок-рекуператор для утилизации теплоты дымовых газов включает корпус 1, внутри которого размещен теплообменник 2 с каналами 3 для прохода воздуха и с каналами 4 для прохода горячего теплоносителя. Теплообменник 2 которого набран, по меньшей мере, из двух фасонных двутаврового профиля с гладкой наружной поверхностью и ребристой внутренней поверхностью труб 5, 6 эллиптического сечения, объединенных между собой многослойными плавающими муфтами, набранными из волокнистого жаропрочного кремнеземистого материала 7 промежуточной прокладки 8 из жаростойкого упругодеформированного материала, сопряженных посредством фасонных штуцеров 9 и газоплотных сильфонов 10 на основе алюминия соответственно с входным коллектором 11 и выходным коллектором 12. Внутренняя поверхность труб 5, 6 эллиптического сечения оснащена ребрами 13.

Жесткий каркас корпуса 1 набран из стальных уголковых элементов. Теплообменник 2 выполнен универсальным в связи с тем, что трубы 5, 6 являются модульными элементами и представляют собой типоразмерный ряд, посредством которого, в зависимости от задаваемых температуры подогрева и поверхности теплообмена, можно легко изменять служебные свойства термоблока-рекуператора. Для упрощения конструкции с одновременным улучшением технического обслуживания (проведение очистных работ от технологических загрязнений) в термоблоке-рекуператоре модульные элементы, объединенные плавающими муфтами, легко могут сниматься и устанавливаться, т.к. плавающие муфты набраны из волокнистого жаропрочного муллитокремнеземистого рулонного материала 7, например, марки МКРР-160 с рабочей температурой до 1100 °С состава мас. % на основе Al_2O_3 не менее 48 %, Cr_2O_3 не менее 2-4 %, $Al_2O_3 + SiO_2$ не менее 93 %, и промежуточной прокладки 8 из жаростойкого упругодеформированного материала, например стального. Парные модульные элементы - трубы 5, 6 объединены между собой посредством фасонных штуцеров 9, а с коллекторами 11 и 12 они соединены посредством упругодеформируемых газоплотных сильфонов 10 на основе алюминия [3].

Для повышения температуростойкости, соответствующей температурам дыма порядка 800 градусов в рекуператоре, модульные элементы - трубы 5, 6 - выполнены из ваграночного чугуна типа "СИЛАЛ", модифицированного кремнием до 6-7 % [4, 5].

Таким образом, термоблок-рекуператор представляет собой своеобразный конструктор в виде набора типоразмерных фасонных труб 5, 6, оригинально объединенных между

ВУ 13291 С1 2010.06.30

собой и с коллекторами 11, 12 также универсальными элементами термогазовой арматуры, и предназначен для регенеративного теплоиспользования тепловых отходящих дымовых с высоким коэффициентом теплопередачи.

Термоблок-рекуператор включается в работу при его использовании, например, с печным агрегатом. Подогреваемый воздух-окислитель поступает от дутьевого вентилятора печного агрегата в коллектор 12, из которого по газоплотным сильфонам 10 направляется в оребренный термоблок 2 и далее к фасонным штуцерам 9, которые объединены посредством газоплотных сильфонов 10 с коллектором 12 подогретого воздухоокислителя. Из коллектора 12 воздух-окислитель с температурой 150-300 °С под напором направляется к горелочным устройствам печного агрегата.

В процессе обогрева от печного агрегата дымовыми газами модульных элементов - труб 5, 6 - происходит теплообмен, в результате которого воздух-окислитель нагревается в зависимости от технологии до температуры 150-300 °С.

В связи с тем, что в термоблоке-рекуператоре теплообменник 2 набран, по меньшей мере, из двух модульных элементов - труб 5, 6 - фасонного двутаврового профиля и эллиптического сечения, существенно упрощается сборка-разборка при ремонте термоблока. В процессе работы осуществляется дифференциация температурного поля на количество отдельных температурных зон равных числу труб 5, 6 теплообменника 2.

Модульная конструкция термоблока-рекуператора обеспечивает его универсализацию применения с одновременной высокой газоплотностью между его сборочными элементами и значительной механической термостойкостью конструкции в целом. Это объясняется тем, что модульные элементы - трубы 5, 6 - термически подвижны друг относительно друга, т.к. объединены плавающими муфтами между собой и со штуцерами, которые для обеспечения подвижности термоблока в целом относительно коллекторов соединены с последними посредством газоплотных сильфонов.

Такой конструктив термоблока-рекуператора в совокупности с коллекторами устраняет возникновение термомеханических напряжений, приводящих к нарушению газоплотности и разрушению термоблока, характерных для известных конструкций.

Конфигурация наружной теплопередающей поверхности теплообменника 2 предопределяет значительное уменьшение степени ее засорения и простоту очистки этой поверхности в процессе эксплуатации. Согласно предварительным расчетам практическая реализация в новой конструкции термоблока-рекуператора требует каскадной компоновки его модулей как по ходу продуктов сгорания, так и по ходу подогреваемого воздуха.

Комфортабельность техобслуживания достигается путем очистки гладкой внешней поверхности модулей за счет легкого и простого доступа к внешней поверхности.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, полноценная реализация конструктивных решений позволит достичь декларируемых целей и задач и в совокупности позволит сократить потребление топлива нагревательной печью до 5-15 %, повысить ее технологический КПД до 35-37 %, значительно повысить качество тепловой обработки готовых изделий и, следовательно, их реализуемость и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

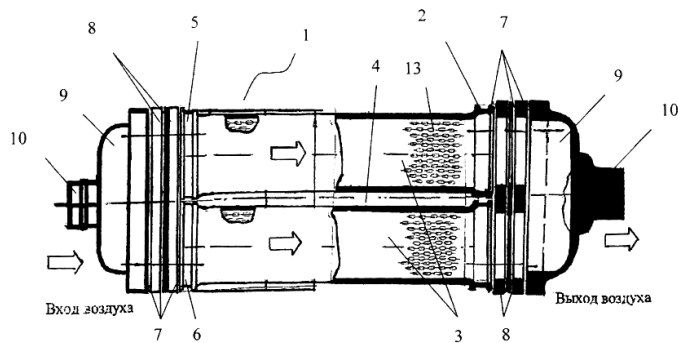
Источники информации:

1. Тебеньков Б.П. Рекуператоры для промышленных целей. - М., 1958. - С. 156.
2. Тебеньков Б.П. Рекуператоры для промышленных целей. - М., 1958. - С. 160-161, рис. 91.
3. Оснос С.П., Гололобов О.И. Применение современных волокнистых теплоизоляционных и огнеупорных материалов в тепловых агрегатах и сооружениях // Строительные материалы и изделия. - № 11. - 2000 (ТУ 1593-001905802307-97 ОАО "Сухоложский огнеупорный завод").

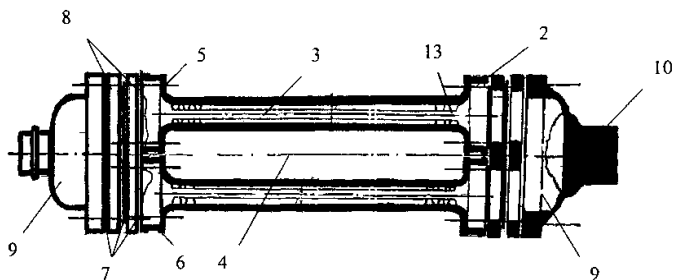
BY 13291 C1 2010.06.30

4. Тимошпольский В.И., Несенчук А.П., Трусова И.А. Промышленные теплотехнологии: Методики и инженерные расчеты рекуператоров промышленных печей машиностроительного и металлургического производства. - Минск: Высшая школа 1998. - С. 376.

5. Патент RU 2138737, МПК F 27B 3/00, 9/00, 2002.



Фиг. 2



Фиг. 3