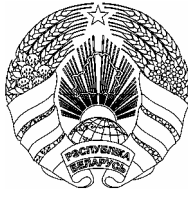


ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9297

(13) U

(46) 2013.06.30

(51) МПК

F 28D 15/02 (2006.01)

F 23L 15/04 (2006.01)

(54)

РЕКУПЕРАТОР ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ

(21) Номер заявки: u 20121072

(22) 2012.11.30

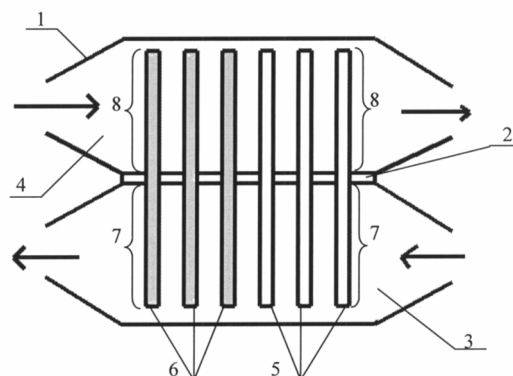
(71) Заявитель: Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(72) Авторы: Васильев Леонард Леонидович; Васильев Леонид Леонардович; Куликовский Вадим Казимирович; Хартоник Александр Александрович; Клевченя Дмитрий Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(57)

Рекуператор тепла уходящих газов, содержащий корпус с пучком тепловых труб, закрепленных в герметичной перегородке, разделяющей корпус на отсек для горячей среды, образующей участки испарения тепловых труб, и отсек для холодной среды, образующей участки конденсации тепловых труб, **отличающийся** тем, что пучок тепловых труб разделен на два пучка, один из которых содержит теплоноситель на основе наножидкости с образованием пучка высокотемпературных тепловых труб, а другой пучок заправлен теплоносителем - водой - с образованием пучка низкотемпературных тепловых труб, расположенных за пучком высокотемпературных труб по ходу поступления горячей среды; при этом вышеуказанные пучки расположены таким образом, что участки испарения высокотемпературных тепловых труб расположены на входе горячей среды в отсек для горячей среды, а участки конденсации расположены на выходе холодной среды из отсека для холодной среды; участки испарения низкотемпературных тепловых труб расположены на выходе горячей среды из отсека для горячей среды, а участки конденсации расположены на входе холодной среды в отсек для холодной среды.



ВУ 9297 U 2013.06.30

(56)

1. Патент РФ 2335702, МПК F 23L 15/04, 2008.

2. А.с. СССР 1179086, МПК F 28D 15/00, 15/02, 1985.

Предлагаемое техническое решение относится к теплообменной технике и может быть использовано в металлургической промышленности для утилизации тепла уходящих газов и в теплоэнергетике.

Известен утилизатор тепла уходящих газов [1], содержащий тепловые трубы, конденсационные участки которых расположены в воздуховоде, а испарительные - в газоходе, при этом тепловые трубы выполнены с кольцевыми поперечными сечениями и со сквозными центральными каналами, через полости которых газоход сообщен с газоподводящим патрубком, при этом конденсационные участки тепловых труб расположены в воздуховоде, а испарительные - в газоходе.

Данный рекуператор имеет существенный недостаток, так как тепловые трубы выполнены с кольцевыми поперечными сечениями и со сквозными центральными каналами, т.е. в виде коаксиальных тепловых труб, что серьезно удорожает их производство и цену рекуператора в целом. Дополнительно имеются значительные затруднения в увеличении теплообменной поверхности в сквозном центральном канале. Результатом этого фактора является необходимость увеличения количества коаксиальных тепловых труб в устройстве для сохранения необходимой площади теплообмена.

В качестве прототипа предлагаемой полезной модели для рекуперации тепла уходящих газов выбран теплообменник-утилизатор [2], являющийся рекуператором, так как возвращает и использует тепло отходящих газов. Теплообменник-утилизатор содержит корпус, разделенный герметичной перегородкой на отсеки для горячей и холодной сред, и пучок тепловых труб, проходящих через отсеки и закрепленных в перегородке, образующей участки испарения тепловых труб и участки конденсации тепловых труб. В этом техническом решении эффективность и надежность повышены за счет применения тепловых труб, установленных так, что их испарительные участки находятся в отсеке для горячей среды, например выбросных дымовых газов, а конденсационные участки установлены в отсеке для холодной среды, например воды. Многоразовое увеличение поверхности теплообмена достигается тем, что в газовый поток погружены испарительные участки пучка тепловых труб, которые, как правило, оснащены ребрами. Причем температура по всей поверхности участков испарения будет приблизительно одинаковой. То же самое касается и поверхности теплообмена в холодной среде. При этом в прототипе используется более эффективный способ теплообмена, а именно в условиях поперечного омывания внешних поверхностей тепловых труб. Надежность обеспечивается тем, что тепловые трубы закреплены и уплотнены в перегородке. Это известные в энергетике и хорошо разработанные уплотнения в трубных досках. При выходе из строя одной или нескольких тепловых труб существенно не изменяется теплопередающая способность теплообменника-утилизатора. При этом также не нарушается плотность между отсеками потому, что даже при маловероятной разгерметизации тепловой трубы со стороны горячей или холодной среды сохраняется плотность ее оболочки со стороны другой среды. То есть выход из строя одной или даже нескольких тепловых труб, что маловероятно, не может быть причиной утраты плотности и последующего перемешивания холодной и горячей сред.

Недостатками прототипа являются недостаточная эффективность рекуперации тепла в широком диапазоне температур вследствие установки однотипных тепловых труб. Температурный диапазон эффективной работы тепловой трубы зависит, прежде всего, от теплофизических характеристик теплоносителя, которым заправлены тепловые трубы. Например, при температуре работы выше критической температуры теплоносителя теп-

ловая труба полностью неработоспособна. Также высокие давления пара теплоносителя тепловой трубы при работе вне оптимального температурного режима вынуждают увеличивать толщину стенки корпуса тепловой трубы для предотвращения разрыва и разгерметизации. С повышением температуры работы тепловой трубы свыше оптимальной уменьшаются теплота парообразования и поверхностное натяжение теплоносителя. Эти факторы снижают эффективность теплопередачи тепловой трубы и, соответственно, коэффициента рекуперации теплообменника в целом.

Задачей предлагаемого технического решения является повышение эффективности рекуперации тепла в широком диапазоне рабочих температур горячей среды.

Задача решается следующим образом.

Известный рекуператор тепла уходящих газов содержит корпус, разделенный герметичной перегородкой на отсеки для горячей и холодной сред, и пучок тепловых труб, проходящих через отсеки и закрепленных в перегородке, образующей участки испарения тепловых труб и участки конденсации тепловых труб.

Согласно предлагаемому техническому решению, пучок тепловых труб разделен на два пучка, один из которых содержит теплоноситель на основе наножидкости с образованием пучка высокотемпературных тепловых труб, а другой пучок заправлен теплоносителем - водой - с образованием пучка низкотемпературных тепловых труб, расположенных за пучком высокотемпературных труб по ходу поступления горячей среды; при этом вышеуказанные пучки расположены таким образом, что участки испарения высокотемпературных тепловых труб расположены на входе горячей среды в отсек для горячей среды, а участки конденсации расположены на выходе холодной среды из отсека для холодной среды; участки испарения низкотемпературных тепловых труб расположены на выходе горячей среды из отсека для горячей среды, а участки конденсации расположены на входе холодной среды в отсек для холодной среды.

На фигуре изображена схема общего вида предлагаемого устройства.

Рекуператор содержит корпус 1, герметичную перегородку 2, которая разделяет корпус 1 на два отсека - отсек для горячей среды 3 и отсек для холодной среды 4; пучок 5 высокотемпературных тепловых труб и пучок 6 низкотемпературных тепловых труб. Герметичная перегородка 2 разделяет тепловые трубы пучков 5 и 6 на участки 7 испарения и участки 8 конденсации теплоносителя тепловых труб. Пучки 5 высокотемпературных тепловых труб и пучки 6 низкотемпературных тепловых труб расположены следующим образом по отношению к входам и выходам потоков и направлению движения горячей и холодной среды. Участки 7 испарения пучка 5 высокотемпературных тепловых труб расположены на входе горячей среды в отсеке 3 для горячей среды, а участки 7 испарения пучка 6 низкотемпературных тепловых труб расположены за ними по ходу поступления горячей среды. Участки 8 конденсации пучка 5 высокотемпературных тепловых труб расположены на выходе холодной среды из отсека 4 холодной среды, а участки 8 конденсации пучка 6 низкотемпературных тепловых труб расположены перед ними по ходу поступления холодной среды в отсек 4 для холодной среды. Пучок 5 высокотемпературных тепловых труб заправлен теплоносителем на основе наножидкости, например на основе алканов, диапазон рабочей температуры которой составляет 200-350 °С. Пучок 6 низкотемпературных тепловых труб заправлен водой, диапазон рабочей температуры которой составляет 70-200 °С.

Рекуператор работает следующим образом.

Горячая среда, например выбросные дымовые газы, подается в отсек для горячей среды 3, где отдает тепло испарительным участкам 7 пучка 5 высокотемпературных тепловых труб. Теплоноситель пучка 5 высокотемпературных тепловых труб испаряется, кипит и переносит в виде пара за счет скрытой теплоты парообразования тепловой поток в участки 8 конденсации тепловых труб, которые расположены в отсеке 4 для холодной среды. В отсеке 4 для холодной среды тепло конденсации теплоносителя тепловых труб передается

BY 9297 U 2013.06.30

через стенки участков 8 конденсации тепловых труб подогреваемому теплоносителю. Далее выбросные дымовые газы, снизив температуру на испарительных участках 7 пучка 5 высокотемпературных тепловых труб, поступают на испарительные участки 7 пучка 6 низкотемпературных труб в отсеке 3 для горячей среды. Процесс теплопередачи тепла выбросных газов к подогреваемому теплоносителю с помощью пучка 6 низкотемпературных тепловых труб аналогичен процессу теплопередачи пучка 5 высокотемпературных тепловых труб. Подогреваемый теплоноситель, например воздух или вода для санитарных нужд, движется в отсеке 4 для холодной среды от входа в отсек 4, омывает участки 8 конденсации пучка 6 низкотемпературных труб, затем омывает участки конденсации пучка 5 высокотемпературных тепловых труб и поступает потребителю через выход из отсека 4 для холодной среды.

Таким образом, благодаря использованию в конструкции рекуператора тепловых труб, заправленных наножидкостью с высокой теплопроводностью, и объединению в одном рекуператоре тепловых труб с разным теплоносителем увеличивается эффективность рекуперации тепла в широком диапазоне температуры дымовых газов. В результате потребитель получает больше тепла на отопление или нагрев воды для санитарных нужд.