



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2008106319/06, 21.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.02.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.02.2007 FR 07/01436(43) Дата публикации заявки: **27.08.2009** Бюл. № 24(45) Опубликовано: **27.12.2011** Бюл. № 36(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 2004/016995 A1, 21.07.1994. RU 2069294 C1, 20.11.1996. RU 2157483 C2, 10.10.2000. US 5516278 A, 14.05.1996. FR 2843189 A1, 14.05.1996.**

Адрес для переписки:

191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-ПАТЕНТ", пат.пов. М.В.Хмаре, рег.№ 771

(72) Автор(ы):

**ЛЕ МЕР Джозеф (FR),
ДЖИАННОНИ Рокко (IT)**

(73) Патентообладатель(и):

ДЖИАННОНИ ФРАНС (FR)**(54) КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК, ИМЕЮЩИЙ ДВА ПЕРВИЧНЫХ ТРУБНЫХ ПУЧКА И ОДИН ВТОРИЧНЫЙ ТРУБНЫЙ ПУЧОК**

(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетике и может быть использовано в котлах, работающих на газовом или жидком топливе для питания контура центрального отопления или для получения горячей воды. Задачей изобретения является увеличение мощности установки без изменения ее массогабаритных характеристик. Для решения поставленной задачи предлагается теплообменник (варианты), содержащий пару первичных трубных пучков, окружающих газовые или жидкотопливные горелки, и вторичный трубный пучок, на котором происходит конденсация пара, содержащегося в газах сгорания, выходящих из первичных трубных пучков. Три указанных трубных пучка установлены взаимно параллельно и рядом друг с другом в газонепроницаемом корпусе и сообщаются друг с другом. При этом теплообменник содержит средства обеспечения

циркуляции воды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубкой или трубками, образующей (образующими) вторичный трубный пучок, и трубкой или трубками, образующей (образующими) первичный трубный пучок. Корпус разделен на уровне вторичного трубного пучка посредством перегородки, расположенной как внутри, так и снаружи указанного пучка. Перегородка позволяет горячим газам, выходящим из одного первичного трубного пучка, контактировать только с полуцилиндрической частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть, а горячим газам, выходящим из другого первичного трубного пучка, контактировать только с остальной частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть. Предложен также бойлер, включающий описываемый выше теплообменник и бойлерная установка включающая несколько

RU 2438073 C2

RU 2438073 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2008106319/06, 21.02.2008**

(24) Effective date for property rights:
21.02.2008

Priority:

(30) Priority:
28.02.2007 FR 07/01436

(43) Application published: **27.08.2009 Bull. 24**

(45) Date of publication: **27.12.2011 Bull. 36**

Mail address:

191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", pat.pov. M.V.Khmare, reg.№ 771

(72) Inventor(s):

**LE MER Dzhozef (FR),
DZhIANNONI Rokko (IT)**

(73) Proprietor(s):

DZhIANNONI FRANS (FR)

(54) **CONDENSATE HEAT EXCHANGER HAVING TWO PRIMARY TUBE BANKS AND ONE SECONDARY TUBE BANK**

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: there proposed is heat exchanger (versions) containing a pair of primary tube banks enveloping gas or liquid fuel burners and secondary tube bank on which condensation of steam contained in combustion gas leaving primary tube banks takes place. Three of the above tube banks are installed mutually parallel and near each other in gas-tight housing and interconnected with each other. At that, heat exchanger includes the devices providing circulation of water subject to heating, namely cold water, between tube or tubes forming secondary tube bank, and tube or tubes forming primary tube bank.

Housing is divided on the level of secondary tube bank by means of partition located both inside and outside the above bank. Partition allows the contact of hot gases leaving one primary tube bank only with semi-cylindrical part of secondary tube bank and passage through the above part, and contact of hot gases leaving the other primary tube bank only with the rest part of the secondary tube bank and passage through the above part. The boiler including the above described heat exchanger and boiler plant including several proposed boilers is also proposed.

EFFECT: increasing power of the plant without changing its mass and dimensional characteristics.

21 cl, 20 dwg

RU 2 4 3 8 0 7 3 C 2

RU 2 4 3 8 0 7 3 C 2

Область техники

Теплообменник согласно настоящему изобретению представляет собой конденсационный теплообменник, предназначенный для использования в промышленных или домашних установках совместно с бойлером (котлом), работающим на газовом или жидком топливе, например для питания контура центрального отопления и/или для получения воды для санитарных нужд.

Более конкретно, устройство по изобретению является тройным теплообменником, состоящим из двух основных теплообменников, каждый из которых непосредственно контактирует с горячими газами, формируемыми с помощью газовой или жидкотопливной горелки, и вторичного теплообменника, который контактирует с газами, выходящими, по меньшей мере, из одного или одновременно из обоих главных теплообменников и имеющими существенно более низкую температуру.

Вода или другая текучая среда, подлежащая нагреву, циркулирует полностью или частично во вторичном теплообменнике, где происходит ее предварительный нагрев, а затем в основном (первичном) теплообменнике, где происходит ее основной (окончательный) нагрев.

В качестве примера, газы, представляющие собой газы сгорания, непосредственно на выходе из горелки имеют температуру порядка 1000°C. После прохождения через основной теплообменник их температура обычно составляет 100-180°C.

Данные горячие газы содержат некоторое количество воды в виде пара, который способен конденсироваться, когда он вступает в контакт со стенкой вторичного теплообменника, если ее температура ниже точки росы, составляющей примерно 60°C.

Такая конденсация сообщает воде, циркулирующей во вторичном теплообменнике, дополнительную тепловую энергию, которая соответствует латентной теплоте испарения.

Уровень техники

Двойной теплообменник подобного типа, который описан, например, в документе EP 0078207, позволяет значительно улучшить коэффициент полезного действия аппарата.

В документе WO 94/16272 описан элемент теплообменника, который состоит из трубки, выполненной из материала с хорошей теплопроводностью, в которой должна циркулировать теплоносящая текучая среда, например нагреваемая вода.

Данная трубка навита по спирали и имеет овальное поперечное сечение с главной осью, по существу, перпендикулярной оси спирали, причем каждый виток трубки имеет плоские поверхности, которые отделены от поверхностей смежного витка зазором постоянной ширины. Эта ширина существенно меньше, чем толщина поперечного сечения трубки, причем зазор между двумя смежными витками устанавливается (калибруется) при помощи поперечных элементов, которые могут, например, представлять собой утолщения, сформированные в стенке трубки.

В указанном документе описаны также теплообменники, содержащие несколько трубчатых элементов, подобных упомянутому выше, которые в разных вариантах осуществления расположены различным образом.

Теплообменный элемент такой конструкции обеспечивает весьма значительный теплообмен между горячими газами, вступающими в контакт с трубчатым элементом, и нагреваемой текучей средой, которая циркулирует внутри него.

Действительно, проходя через зазор между витками, поток горячих газов контактирует с относительно большой поверхностью стенки теплообменного элемента.

В соответствии с вариантом, представленным на фиг.22 указанного документа WO 94/16272 (содержание которого в необходимом объеме включено в данное описание посредством ссылки), известный теплообменник содержит два параллельных пучка труб: первичный пучок 1 и вторичный пучок 1'.

Эти два пучка расположены близко друг к другу, их оси параллельны, и они прочно закреплены внутри корпуса 8 (называемого в указанном документе "телом").

Горячие газы поступают от внешнего аппарата 9 и проникают через канал 90 и манжету (патрубок) 80 в центральный участок основного теплообменника 1 (как показано стрелками J_0). Горячие газы проходят через него в радиальном направлении изнутри наружу (как показано стрелками J_1), затем проходят через вторичный теплообменник, также в радиальном направлении, но на этот раз снаружи вовнутрь (как показано стрелками J_2). В заключение охлажденные газы выходят из двойного теплообменника через манжету (патрубок) 81 (как показано стрелками J_3).

На усовершенствование данного аппарата, прежде всего на повышение его эффективности и компактности, было направлено техническое решение, раскрытое в документе WO 2004/016995, содержание которого в необходимом объеме включено в данное описание посредством ссылки. Известное решение было основано на сделанном автором настоящего изобретения наблюдении, заключающемся в том, что энергия, которая должна быть отобрана во вторичном теплообменнике, всегда меньше, чем энергия, отбираемая в первичном теплообменнике.

Данное решение, являющееся, насколько это известно заявителю, ближайшим аналогом настоящего изобретения, относится к конденсационному теплообменнику, связанному с газовой или жидкотопливной горелкой ("топкой") и образованному двумя трубными пучками, расположенными близко друг к другу и прочно закрепленными внутри газонепроницаемого корпуса. Данные пучки сообщаются друг с другом через так называемый "переходный" коллектор. Предусмотрены также средства для обеспечения циркуляции текучей среды, подлежащей нагреву, в частности воды, сначала внутри трубки (трубок), образующей (образующих) вторичный пучок, а затем - после прохода через переходный коллектор - внутри трубки (трубок), образующей (образующих) первичный трубный пучок. При этом корпус, окружающий оба трубных пучка, отделен от каждого из них небольшим зазором и имеет отводной патрубок ("манжету"), расположенный вблизи вторичного пучка. Кроме того, теплообменник выполнен так, что горячие газы, вырабатываемые горелкой, движутся радиально или приблизительно радиально, проходя через зазоры, разделяющие витки трубных пучков, сначала через первичный трубный пучок, а затем через вторичный трубный пучок, после чего отводятся из теплообменника через отводной патрубок.

Известный теплообменник характеризуется следующими признаками:

- горелка расположена коаксиально внутри первичного трубного пучка;
- осевой размер (длина) вторичного пучка существенно меньше осевого размера (длины) первичного пучка для образования свободного пространства за более коротким вторичным пучком напротив концевой участка первичного пучка;
- в указанном пространстве размещена камера, которая сообщается с внутренним объемом вторичного трубного пучка;
- отводной патрубок соединен со стенкой камеры с возможностью сообщаться с ней и ориентирован поперечно по отношению к оси вторичного пучка, так что в осевом направлении указанный патрубок находится внутри камеры.

Раскрытие изобретения

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании теплообменника описанного типа, тепловая мощность которого существенно увеличена без существенного изменения его массогабаритных характеристик.

5 Еще одна задача, решаемая изобретением, состоит в создании теплообменника, способного работать в расширенном диапазоне мощностей при обеспечении оптимального режима в отношении эффективности и безопасности в каждой точке этого диапазона. В качестве примера можно указать диапазон от 25 до 500 кВт.

10 Конденсационный теплообменник согласно настоящему изобретению, который представляет собой развитие теплообменника, раскрытого в упомянутом документе WO 2004/016995, представляет собой теплообменник, взаимодействующий с газовой или жидкотопливной горелкой и содержащий два трубных пучка, "первичный" трубный пучок и "вторичный" трубный пучок, каждый из которых
15 образован трубкой или группой трубок и имеет, по существу, цилиндрический профиль. При этом оба пучка расположены рядом друг с другом, так что их оси взаимно параллельны, жестко закреплены в газонепроницаемом корпусе и сообщаются друг с другом. Кроме того, теплообменник содержит средства обеспечения циркуляции текучей среды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубкой или трубками, образующей (образующими) вторичный трубный пучок, и трубкой или трубками, образующей (образующими) первичный трубный пучок. Корпус теплообменника охватывает оба трубных пучка и содержит отводной патрубков для газов сгорания, тогда как внутри первичного трубного пучка
20 коаксиально с ним установлена цилиндрическая горелка. При этом теплообменник сконфигурирован с обеспечением возможности прохождения горячих газов, образующихся с помощью горелки, в радиальном или приблизительно радиальном направлении сначала изнутри наружу через первичный трубный пучок, а затем через
30 вторичный трубный пучок снаружи вовнутрь, с последующим выведением указанных газов из теплообменника через отводной патрубков.

Теплообменник согласно изобретению характеризуется следующими признаками:

- он содержит дополнительный первичный трубный пучок, образованный трубкой или группой трубок, имеющий, по существу, цилиндрический профиль,

35 расположенный рядом с вторичным трубным пучком, так что их оси взаимно параллельны, и жестко закрепленный в газонепроницаемом корпусе;

- внутри дополнительного первичного трубного пучка коаксиально с ним установлена цилиндрическая горелка;

40 - дополнительный первичный трубный пучок сообщается, по меньшей мере, с вторичным трубным пучком, причем теплообменник содержит средства обеспечения циркуляции текучей среды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубкой или трубками, образующей (образующими) вторичный трубный пучок, и трубкой или трубками, образующей (образующими) дополнительный первичный
45 трубный пучок, а теплообменник сконфигурирован с обеспечением возможности прохождения горячих газов, образующихся с помощью горелки, в радиальном или приблизительно радиальном направлении изнутри наружу сначала через первичный трубный пучок, а затем через вторичный трубный пучок снаружи вовнутрь, с
50 последующим выведением указанных газов из теплообменника через отводной патрубков;

- корпус разделен на уровне вторичного трубного пучка посредством перегородки, расположенной как внутри, так и снаружи указанного пучка и позволяющей горячим

газам, образующимся с помощью горелки, установленной в первичном трубном пучке, контактировать только с полуцилиндрической частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть, а горячим газам, образующимся с помощью горелки, установленной в дополнительном первичном трубном пучке, контактировать только с остальной частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть.

При таком выполнении вторичный трубный пучок способен отбирать тепло, переносимое дымом (газами сгорания), отходящим от любой или от обеих горелок, причем функционирование теплообменника не ухудшается из-за присутствия перегородки, связанной с вторичным трубным пучком. При этом наличие данной перегородки позволяет использовать только одну (любую) из двух горелок или обе горелки одновременно. Кроме того, тепловые мощности, а также моменты начала/окончания функционирования для данных горелок могут быть существенно различными.

Неисчерпывающая совокупность дополнительных желательных признаков изобретения включает, в частности, следующие признаки:

- оси трех указанных трубных пучков лежат в одной плоскости, а вторичный трубный пучок установлен между двумя первичными трубными пучками;

- указанная перегородка расположена в диаметральной плоскости вторичного трубного пучка перпендикулярно указанной плоскости;

- указанная плоскость является вертикальной плоскостью;

- три указанных трубных пучка имеют аналогичную конструкцию, одинаковую длину и одинаковый диаметр;

- у корпуса имеется плоский передний фасад, перпендикулярный осям трех указанных трубных пучков, к которому прикреплены горелки;

- теплообменник содержит средства управления подачей топлива к каждой из горелок;

- каждое из указанных средств управления содержит запорный клапан, например, на основе откидывающейся заслонки, способный перекрывать или открывать доступ топлива к ассоциированной с ним горелке;

- у корпуса имеется плоский задний фасад, перпендикулярный осям трех указанных трубных пучков, причем в заднем фасаде выполнено отверстие, центр которого находится на оси вторичного трубного пучка, в которое введен отводной патрубок;

- у перегородки со стороны заднего фасада имеется свободная кромка, введенная на небольшое расстояние в указанное отверстие и/или в отводной патрубок;

- указанные трубные пучки образованы навивкой трубок по спирали;

- трубки, навитые по спирали, имеют прямоугольное или овальное поперечное сечение, большая ось которого примерно перпендикулярна оси спиральной навивки;

- ширина зазора, разделяющего два витка спиральной навивки, существенно меньше ширины трубки;

- каждый из трубных пучков, образованных навивкой трубок по спирали, состоит из N установленных друг за другом идентичных модулей;

- теплообменник снабжен системой распределения жидкости, в частности воды, проходящей через теплообменник, причем указанная система содержит:

- а) на одной стороне корпуса:

- первый коллекторный бак, разделенный перегородкой на две отдельные камеры: входную, по направлению потока, камеру, снабженную подводным патрубком, выполненным с возможностью сопряжения с трубопроводом для подачи текущей

среды, подлежащей нагреву, и выходную, по направлению потока, камеру;

- второй коллекторный бак, разделенный перегородкой на две отдельные камеры: входную, по направлению потока, камеру и выходную, по направлению потока, камеру, снабженную выпускным патрубком, выполненным с возможностью

сопряжения с трубопроводом для выведения нагретой текучей среды; при этом указанные задние камеры и выходные камеры соединены одна с другой посредством труб;

б) на другой стороне корпуса:

- третий коллекторный бак, образованный частично разделенными не полностью перекрывающей бак перегородкой двумя камерами, входной и выходной по направлению потока, причем обе камеры сообщаются одна с другой через проход с ограниченным поперечным сечением, расположенный у конца указанной перегородки;

- четвертый коллекторный бак, образованный частично разделенными не полностью перекрывающей бак перегородкой двумя камерами, входной и выходной по направлению потока, причем обе камеры сообщаются одна с другой через проход с ограниченным поперечным сечением, расположенный у конца указанной перегородки;

при этом указанные задние по направлению потока камеры соединены одна с другой посредством трубы;

- N модулей, составляющих вторичный трубный пучок, образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру первого коллекторного бака, а выходы - в указанную входную камеру четвертого коллекторного бака;

- N_b ($N_b < N$) модулей, входящих в состав одного из первичных трубных пучков, образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру первого коллекторного бака, а выходы - в указанную входную камеру четвертого коллекторного бака, остальные $N - N_b$ модулей, входящих в состав указанного первичного трубного пучка, также образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную выходную камеру четвертого коллекторного бака, а выходы - в указанную выходную камеру первого коллекторного бака;

- N_a ($N_a < N$) модулей, входящих в состав другого первичного трубного пучка, образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру второго коллекторного бака, а выходы - в указанную входную камеру третьего коллекторного бака, остальные $N - N_a$ модулей, входящих в состав указанного первичного трубного пучка, также образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную выходную камеру третьего коллекторного бака, а выходы - в указанную выходную камеру второго коллекторного бака.

Кроме того, желательно, чтобы:

- числа N_a и N_b были выбраны равными;

- число N являлось четным, а $N_a + N_b = N/2$;

- каждая из пары труб, одна из которых соединяет входные камеры первого и второго коллекторных баков, а вторая - входные камеры третьего и четвертого коллекторных баков, была снабжена способным запирается клапаном с обеспечением возможности отключения контура, отходящего от одного из двух первичных трубных пучков, когда функционирует только другой первичный трубный пучок.

Таким образом, в своем первом аспекте изобретение относится к теплообменнику, который содержит пару первичных трубных пучков, окружающих газовую или жидкотопливную горелку, и вторичный трубный пучок, на котором происходит

конденсация пара, содержащегося в газах сгорания, выходящих из первичных трубных пучков, при этом три указанных трубных пучка установлены взаимно параллельно и рядом друг с другом в газонепроницаемом корпусе и сообщаются друг с другом. Теплообменник, кроме того, содержит средства обеспечения циркуляции воды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубками, образующими вторичный трубный пучок, и трубками, образующими первичный трубный пучок.

Данный теплообменник характеризуется тем, что его корпус разделен на уровне вторичного трубного пучка посредством перегородки, расположенной как внутри, так и снаружи указанного пучка и позволяющей горячим газам, выходящим из одного первичного трубного пучка, контактировать только с полуцилиндрической частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть, а горячим газам, выходящим из другого первичного трубного пучка, контактировать только с остальной частью вторичного трубного пучка и проходить через указанную часть.

Изобретение относится также к бойлеру, работающему на газовом или жидком топливе, содержащему теплообменник, который характеризуется, по меньшей мере, частью из приведенных выше признаков, и снабженному парой горелок, каждая из которых снабжена средством управления подачей топлива.

Далее, изобретение относится к бойлерной установке, которая содержит, по меньшей мере, два бойлера описанного типа, которые включены в общий нагревательный контур, содержащий каналы для подвода воды, подлежащей нагреву, и для выведения горячей воды.

Краткое описание чертежей

Другие особенности и преимущества настоящего изобретения станут ясны из неограничивающих примеров осуществления изобретения, приводимых в нижеследующем описании изобретения, и из поясняющих его чертежей.

На фиг.1 схематично представлен первый вариант изобретения на виде спереди, в разрезе плоскостью I-I, положение которой показано на фиг.2.

На фиг.2 теплообменник по фиг.1 представлен в схематичном изображении на виде сбоку, в разрезе плоскостью II-II, положение которой показано на фиг.1.

На фиг.3 и 4 тот же теплообменник представлен в упрощенном перспективном изображении и в уменьшенном масштабе, чтобы проиллюстрировать различие между его передней и задней сторонами, а также показать боковые коллекторные баки.

Фиг.5 и 6 - диаграммы, иллюстрирующие коллекторные баки в сечении соответственно плоскостями V и VI (положение которых показано на фиг.2) и гидравлические связи между пучками на каждой стороне теплообменника.

На фиг.7 и 8 в сечении показано устройство управления питанием горелки, снабженное поворотным запирающим клапаном в закрытом и открытом состояниях соответственно.

На фиг.9 в увеличенном масштабе показан участок О, выделенный кружком на фиг.7.

Фиг.10 и 11 - диаграммы, аналогичные представленным на фиг.5 и 6 и иллюстрирующие альтернативный вариант теплообменника, снабженный клапанами для отключения первичного пучка.

Фиг.12 схематично иллюстрирует установку, состоящую из двух бойлеров, выполненных согласно изобретению.

На фиг.13 схематично на виде сбоку изображен альтернативный вариант теплообменника по изобретению.

Фиг.14-19 иллюстрируют различные формы поперечного сечения трубки со спиральной навивкой, входящей в состав трубного пучка.

Фиг.20 иллюстрирует альтернативный вариант, в котором цилиндрический трубный пучок образован параллельными трубками, расположенными по образующей цилиндра и, следовательно, параллельными оси пучка.

Осуществление изобретения

Аппарат, представленный на фиг.1-4, содержит теплообменник 1, имеющий тонкостенный полый корпус 10, выполненный, например, из листовой нержавеющей стали.

Как показано на фиг.2 (т.е. на виде сбоку), корпус 10 имеет овальный профиль, контур которого образован полуцилиндрическими верхней и нижней частями, которые соединены двумя промежуточными прямолинейными участками.

Как показано на фиг.1, передняя и задняя поверхности (передний и задний фасады) 100, 101 корпуса являются плоскими, взаимно параллельными и перпендикулярными оси указанных полуцилиндрических частей. Данные фасады прикреплены газонепроницаемым образом (например, сваркой) к центральной трубчатой части корпуса.

Как показано на фиг.1 и 2, в основании корпуса имеется выходное отверстие 14 для конденсата, направление выпуска которого обозначено стрелкой G.

Внутри корпуса 10 установлены рядом друг с другом три цилиндрических трубных пучка 5a, 5b и 6, имеющие схожие конфигурации и размеры.

В варианте изобретения, иллюстрируемом фиг.1-6, фасады 100, 101 являются вертикальными, тогда как оси A-A', C-C' и B-B' соответственно трубных пучков 5a, 6 и 5b являются горизонтальными и компланарными, т.е. расположенными в одной вертикальной медианной плоскости, обозначенной на фиг.2 как Z.

Пучок 6 расположен между верхним и нижним пучками 5a, 5b соответственно, на малом расстоянии от каждого из них.

Согласно данному варианту каждый трубный пучок образован спиральной навивкой трубок с овальным поперечным сечением, подобных описанным в вышеупомянутом документе WO 94/16272. Пример трубки показан на фиг.14 (на которой ось спиральной навивки обозначена как X-X').

Как показано на фиг.14, радиальный размер j поперечного сечения та трубы существенно больше, чем его ширина i. В свою очередь эта ширина существенно превышает расстояние k между двумя смежными витками, которое задается (калибруется) утолщениями ba.

В качестве примера можно указать следующие значения используемых размеров:

j: от 20 до 50 мм;

i: от 6 до 8 мм;

k: от 0,7 до 1 мм;

средний радиус Λ спиральной навивки: от 90 до 130 мм;

толщина стенки трубки: от 0,4 до 1,5 мм;

отношение $i/k \geq 3$.

Стенки трубок выполнены из теплопроводного материала, например, посредством гидроформинга из нержавеющей стали, как это рекомендовано в WO 94/16272, или из алюминиевого сплава. Альтернативно, они могут формироваться литьем или вытягиванием, как это описано, например, в документе EP 1752718.

Каждый модуль, входящий в состав первичных трубных пучков 5a, 5b, имеет основную, центральную трубчатую часть 50a, 50b соответственно, выполненную в

виде четырех спиральных витков, и концевые участки 51a, 52a и 51b, 52b, которые являются прямолинейными и выступают по касательной из корпуса. Поперечное сечение данных свободных концевых участков является круглым.

5 Модули, образующие вторичный пучок 6, имеют аналогичную конфигурацию, т.е. состоят из центральной части 60 в виде четырех спиральных витков и прямолинейных концевых участков 61, 62.

Такая конфигурация, которая, конечно, не является обязательной, соответствует варианту выполнения аналогичного модуля, представленного на фиг.1, 2 и 24
10 документа WO 94/16272. Аналогичный модуль представлен и на фиг.3A и 3B документа WO 2005/108875.

В рассматриваемом варианте каждый из трех пучков образован определенным количеством (N) идентичных трубчатых модулей, например 12 модулями (N=12). Они коаксиально состыкованы своими концами и включены по параллельной схеме, как
15 это будет пояснено далее со ссылками на фиг.5 и 6.

Каждый трубный пучок представляет собой, следовательно, трубки, навитые по спирали, причем навивка образует в целом цилиндрический контур длиной порядка 400 мм и диаметром 250 мм и состоит из 48 (12×4) спиральных трубок.

20 Верхний и нижний трубные пучки 5a, 5b являются первичными теплообменными элементами; внутри каждого из них установлены горелки 4a, 4b соответственно.

Горелки являются цилиндрическими горелками известного типа с перфорированной или пористой стенкой, диаметр которой существенно меньше диаметра спиральной навивки. Горелки расположены на осях А-А' и В-В' пучков 5a, 5b, по существу, по всей
25 длине навивки, от переднего фасада 100 до заднего фасада 101. Горючий газ или горючая смесь, например воздух + бутан или воздух + жидкое топливо, может проходить через радиальные отверстия горелок, тогда как их цилиндрические стенки образуют поверхность, на которой происходит горение. Диаметр горелок составляет
30 порядка 70 мм.

Горелки 4a, 4b прикреплены, например, посредством болтов к переднему фасаду 100 и проходят сквозь выполненные в нем специально для этой цели отверстия 1000a и 1000b соответственно. По краям этих отверстий введены кольцевые прокладки, выполненные из жаростойкого и теплоизолирующего материала. У
35 противоположного конца каждой из горелок предусмотрен диск 41a, 41b, изготовленный из аналогичного жаростойкого материала. Диск, диаметр которого соответствует диаметру трубного пучка, прикреплен к внутренней поверхности заднего фасада 101. Описанные элементы предназначены для защиты стенок корпуса 10 в данных зонах от значительных количеств тепла, выделяющихся при
40 горении.

Каждая горелка снабжена соответствующим устройством зажигания, например электродом, расположенным вблизи поверхности горения. Поскольку используется известное устройство, оно не показано на чертежах с целью их упрощения.

45 Выбор соответствующих компонентов позволяет надежно зафиксировать внутри корпуса 10 каждую горелку, а также охватывающий ее трубный пучок.

В представленном варианте горючая газовая смесь подается к каждой горелке 4a, 4b посредством вентилятора 2a, 2b соответственно, имеющего известную
50 конструкцию. Однако данный вентилятор вместе с патрубком, по которому подается горючая смесь, может быть заменен, без выхода за пределы изобретения, каким-либо иным (известным) средством подачи.

Подача горючей газовой смеси - например бутана и воздуха - к каждой горелке

регулируется соответственно средствами 3а и 3б управления.

Как показано на фиг.7-9, средство управления (обозначенное в общем виде как 3) содержит основание 30 с впускным отверстием 300. К основанию прикреплен патрубок 31, имеющий выпускное отверстие 310. Запорный клапан 32 на основе откидывающейся заслонки, способной поворачиваться (качаться) вокруг оси 320, установлен у входного отверстия патрубка. Этот клапан способен перекрывать доступ топлива к горелке 4а, 4б, ассоциированной с данным клапаном, и открывать этот доступ.

На выходе каждого вентилятора 2 имеется монтажная пластина, позволяющая прикрепить вентилятор к основанию 30. Патрубок 31 прикреплен, также посредством монтажной пластины, к переднему фасаду 100 в положении, согласованном с положением внутреннего трубчатого пространства горелки 4а, 4б.

Подобная конструкция обеспечивает легкую разборку горелок, особенно с целью их чистки, ремонта и обслуживания теплообменника.

На фиг.8 стрелка Р символизирует открывание клапана 32, переход которого в верхнее положение открывает сквозное отверстие 36. Когда клапан открыт, смесь движется справа налево (применительно к фиг.8).

На клапане 32 установлен магнит 33, способный взаимодействовать, когда клапан находится в закрытом состоянии, с магнитом 34 противоположной полярности (или с элементом, изготовленным из ферромагнитного материала), установленным на стационарном основании 30. У магнита имеется стержень, взаимодействующий с возвратной пружиной 340, так что в закрытом состоянии клапана он оказывает давление на основание 30 (см. фиг.9).

Когда клапан заперт, он перекрывает отверстие 36 в результате притяжения двух магнитов 33, 34, которые находятся во взаимном контакте, а также благодаря наличию упругого периферийного уплотнения 360.

В основании 30, вблизи магнита 34, установлен известный датчик 35 электромагнитного поля, способный определять, находятся ли магниты во взаимном контакте и соответственно открыт ли клапан или заперт. В случае использования пружины 340 магнит 34 устанавливается с возможностью перемещения на небольшое расстояние, так что он в течение короткого времени следует за магнитом 33 в направлении открывания клапана до того, как оба магнита отделятся друг от друга. При таком выполнении устраняется риск ошибки датчика 35 при определении момента открывания клапана 32.

Клапан открывается автоматически под давлением текучей среды, нагнетаемой вентилятором 2. Магниты откалиброваны таким образом, чтобы открывание клапана происходило при достижении определенного давления, причем степень открывания клапана (который, естественно, стремится закрыться под действием силы тяжести) пропорциональна скорости (или расходу) потока смеси, нагнетаемой вентилятором и проходящей через отверстие 300.

Когда вентилятор останавливается, клапан автоматически запирается и стабильно остается в запертом состоянии благодаря взаимодействию двух магнитов. Таким образом, конструкция клапана препятствует обратному движению смеси, т.е. предотвращает любое движение газа в направлении, противоположном требуемому (в сторону вентилятора).

Датчики 35 (каждый из которых ассоциирован с соответствующей горелкой) подключены к электронному управляющему модулю, что позволяет управлять работой теплообменника в соответствии с оперативными инструкциями и с учетом

некоторых параметров, в первую очередь, параметров текучей среды и ее расхода, которые измеряются в определенных точках в пределах центрального нагревательного контура. Данный модуль управляет началом и окончанием работы каждого вентилятора и связанных с ним горелок, а также тепловой мощностью, которую обеспечивает каждая горелка и которая зависит от расхода потока, обеспечиваемого вентилятором.

Упомянутые датчики позволяют обнаруживать любое аномальное функционирование компонентов, в первую очередь, нежелательное открывание клапана, когда ассоциированная с ним горелка не функционирует. В подобном случае управляющий модуль может подать специальный тревожный сигнал и/или выключить бойлер.

Центральный трубный пучок 6 выполнен аналогично верхнему и нижнему первичным пучкам 5а, 5b; однако он является вторичным пучком, не имеющим центральной горелки.

Прямолинейные концевые участки 51а и 52а модулей верхнего (первичного) трубного пучка 5а проведены в поперечном направлении сквозь стенку корпуса 10 и введены с каждой стороны корпуса в коллекторные баки 8а и 9а соответственно. Прямолинейные концевые участки 61 и 51b, а также 62 и 52b модулей центрального трубного пучка 6 и нижнего (первичного) трубного пучка 5b также проведены в поперечном направлении сквозь стенку корпуса 10, причем с каждой стороны корпуса они введены в один и тот же коллекторный бак 8b и 9b соответственно.

Ниже пучков 5а и 6 расположены пластины 12, 13, имеющие V-образное поперечное сечение (с очень большим углом раскрытия); пластины слегка наклонены по отношению к горизонтальной плоскости и проходят от переднего фасада 100 почти до заднего фасада 101 корпуса 10. Функция этих пластин состоит в том, чтобы собирать и отводить конденсат, формирующийся на трубах, предотвращая его попадание на нижележащие трубные пучки. Данный конденсат отводится в направлении задних концов трубных пучков, чтобы направить его поток к основанию корпуса и вывести его через выходное отверстие 14.

В стенке заднего фасада 101 корпуса выполнено круглое отверстие 1010, имеющее ось С-С' и диаметр, меньший, чем внутренний диаметр трубного пучка 6, и снабженное отводным патрубком 11, образующим канал для отвода дыма (продуктов горения). Данный патрубок может быть соединен с вытяжной трубой (дымоходом).

Внутреннее пространство корпуса 10 разделено плоской горизонтальной перегородкой, проходящей через ось С-С' и имеющей основную, центральную часть 7, которая расположена внутри трубного пучка 6, и две боковые части 70, расположенные снаружи трубного пучка 6. Ширина центральной части 7, по существу, равна внутреннему диаметру навивки, так что она расположена без зазоров внутри трубного пучка 6, в его диаметральной плоскости. Боковые части 70 встроены, также без зазоров, между навивкой и боковой стенкой корпуса.

Перегородка 7, 70, изготовленная, например, из нержавеющей стали, проходит по всей длине трубного пучка 6 между стенками корпуса, образующими фасады 100, 101. У центральной части 7 перегородки имеется задняя кромка, профиль которой выбран таким образом, чтобы она могла войти на небольшое расстояние внутрь отводного патрубка 11.

Соответствующие соединительные средства (не изображены) позволяют обеспечить фиксацию перегородки 7, 70 в требуемом положении.

Далее со ссылкой на диаграммы, представленные на фиг.5, 6, будет пояснено, каким

образом различные модули трубных пучков 5а, 6 и 5b соединены с коллекторными баками 8а, 8b и 9а, 9b и как построены эти коллекторные баки (далее для краткости именуемые также баками). Каждый трубчатый элемент (или модуль), образованный навивкой, удерживается внутри корпуса за счет того, что его цилиндрические концевые участки введены в соответствующие круглые отверстия, выполненные в плоских вертикальных боковых стенках корпуса, и входят внутрь коллекторов. При этом на данном уровне предусмотрены соответствующие средства герметизации.

На фиг.5 и 6 передний фасад 100 теплообменника обращен соответственно налево и направо. Верхние коллекторные баки 8а, 8b представляют собой баки (танки), имеющие форму, близкую к прямоугольной коробке. К этим бакам подведены соответственно концевые участки 51а, 52а модулей, составляющих первичный трубный пучок 5а.

Как можно видеть из фиг.5, бак 8а (называемый "вторым" баком) внутри разделен герметичным образом посредством вертикальной перегородки 85. Она расположена так, что три модуля ($N_a=3$) трубного пучка 5а соединены с баком 8а с задней стороны данной перегородки, т.е. выходят во "входную" (по направлению потока) камеру 800а. Девять ($N-N_a=9$) оставшихся модулей соединены с баком перед перегородкой 85, т.е. выходят в "выходную" (по направлению потока) камеру 801а. У этой камеры имеется выпускной патрубок 81 для ее сопряжения с трубопроводом для выведения нагретой воды.

Как можно видеть из фиг.6, бак 9а (называемый "третьим" баком) внутри разделен (но не полностью) горизонтальной перегородкой 91, задний конец которой плавно изогнут и образует поднимающийся участок 910, примыкающий к верхней горизонтальной стенке данного бака.

Те три модуля, которые (на противоположной стороне теплообменника) соединены с баком 8а, выходят в бак позади перегородки 910, т.е. они выведены во "входную" (по направлению потока) камеру 900а. Девять других модулей выходят в бак перед перегородкой 91, т.е. они выведены в "выходную" (по направлению потока) камеру 901а. Камеры 900а, 901а сообщаются между собой через проход 95а, расположенный напротив свободного переднего края перегородки 91.

Нижние боковые коллекторные баки 8b, 9b также имеют форму, близкую к прямоугольной коробке. К этим бакам подведены соответственно концевые участки 61, 62 модулей, составляющих вторичный трубный пучок 6, и концевые участки 51b, 52b модулей, составляющих первичный трубный пучок 5b.

Как можно видеть из фиг.5, бак 8b (называемый "первым" баком) внутри разделен герметичным образом посредством горизонтальной перегородки 84, задний конец которой плавно изогнут и образует опускающийся участок 840, который примыкает к нижней горизонтальной стенке данного бака. Перегородка 84 разделяет внутреннее пространство бака 8b на основную камеру 800b, называемую "входной" (по направлению потока), и меньшую камеру 801b, называемую "выходной" (по направлению потока).

Все N (двенадцать) модулей, составляющих вторичный трубный пучок 6, а также три ($N_b=3$) задних модуля первичного пучка 5b выходят в основную камеру 800b. Девять ($N-N_b$) других модулей первичного трубного пучка 5b выходят в меньшую камеру 801b. У входной камеры 800b имеется подводящий патрубок 80 для подачи воды, подлежащей нагреву.

Из фиг.6 можно видеть, что бак 9b (называемый "четвертым" баком) внутри разделен (но не полностью) горизонтальной перегородкой 92, задний конец которой

плавно изогнут и образует опускающийся участок 920, который примыкает к нижней горизонтальной стенке данного бака.

5 Три упомянутых модуля первичного пучка 5b, которые (другими своими концами) выходят в камеру 800b, выходят в так называемую "входную" (по направлению потока) камеру 900b, расположенную за участком 920 перегородки 92. Остальные девять модулей выходят, перед данным участком 920, ниже перегородки 92, в так называемую "выходную" (по направлению потока) камеру 901b. Двенадцать модулей вторичного пучка 6 выходят во входную камеру 900b. Камеры 900b и 901b
10 сообщаются между собой через проход 95b, расположенный напротив свободного переднего края перегородки 92.

Из фиг.6 можно видеть, что разделение баков 9a и 9b на камеры выполнено симметрично относительно горизонтальной плоскости.

15 Входные камеры 800b и 800a первого и второго баков связаны вертикальной трубой 82. Аналогично, выходные камеры 801a и 801b этих баков связаны вертикальной трубой 83. На другой стороне корпуса входные камеры 900a и 900b третьего и четвертого баков связаны вертикальной трубой 90. Эта труба входит своими верхним и нижним концами в передние части соответствующих баков,
20 напротив проходов 95a, 95b.

Далее, со ссылками на фиг.1-9, будет описано функционирование аппарата с теплообменником по изобретению. В качестве примера, данный аппарат представляет собой бойлер, подключенный к водному контуру системы центрального отопления здания.

25 Холодная вода поступает в первый бак 8b, попадая в ее входную камеру 800b из подводящего патрубка 80. При этом предполагается, что обе горелки 4a, 4b включены. Холодная вода, в своем первом проходе, сначала запитывает водой двенадцать модулей вторичного трубного пучка 6, поступая в них через их концевые
30 участки 61, три задних модуля нижнего первичного трубного пучка 5b, поступая в них через их концевые участки 51b, и три задних модуля верхнего первичного трубного пучка 5a, поступая в них через трубу 82, входную камеру 800a второго бака 8a и их концевые участки 51a. Режим запитывания водой наиболее наглядно иллюстрируется
фиг.5.

35 После прохода через каждый модуль частично нагретая вода (как это будет подробнее описано далее) выводится с другой стороны аппарата в баки 9a и 9b.

40 Более конкретно, она выводится из трех задних модулей верхнего первичного трубного пучка 5a через их концевые участки 52a во входную камеру 900a третьего бака 9a. В четвертом баке 9b она поступает внутрь входной камеры 900b одновременно из трех задних модулей нижнего первичного трубного пучка 5a, через их концевые участки 52b, и из совокупности модулей, образующих вторичный (центральный) трубный пучок 6, через их концевые участки 62.

45 В верхнем баке 9a вода, выходящая из концевых участков 52a во входной камере 900a, проходит вдоль перегородки 91 и поступает через проход 95a в выходную камеру 901a. В нижнем баке 9b вода, выходящая из концевых участков 52b и 62 во входной камере 900b, разделяется на два потока. Один из них проходит вдоль
50 перегородки 92 и поступает через проход 95b в выходную камеру 901b, тогда как второй поднимается по трубе 90 и попадает в выходную камеру 901a верхнего бака через проход 95a.

Разделение потоков происходит естественным путем под влиянием распределения давлений в камерах, образованных внутри двух баков 9a, 9b, и в соединяющей их

трубе 90. Соответствующее распределение давлений обусловлено тем, что обе выходные камеры 901a, 901b имеют одинаковое количество выведенных в них входных концевых участков 52a, 52b соответственно (т.е. по 9 трубок, в которые требуется подать воду).

5 Таким образом, в камеру 901a, в дополнение к потоку, обеспечиваемому тремя концевыми участками 52a верхнего пучка, поступает поток, соответствующий еще шести концевым участкам, которыми могут быть только соответствующие концевые участки, относящиеся к одному из нижележащих пучков, т.е. участки 62 и/или 52b.
10 Девять других концевых участков 62 и/или 52b питают водой девять остальных концевых участков 52b, выходящих в выходную камеру 901b.

Таким образом, описанная конфигурация позволяет сбалансировать потоки и соответственно понизить тепловые потери.

15 Описанный вариант питания и распределения жидкости становится понятным при рассмотрении фиг.6.

В свою очередь девять передних модулей двух первичных трубных пучков 5a и 5b питаются водой, которая, как будет показано далее, была предварительно нагрета. Горячая вода из этих модулей выводится на другую сторону корпуса через концевые
20 участки 51a, выходящие в выходную камеру 801a верхнего бака 8a, и через концевые участки 51b в выходную камеру 801b нижнего бака 8b.

Горячая вода выходит из аппарата через трубу 83, отходящую из камеры 801b, и далее через выпускной патрубок 81, введенный в камеру 801a.

25 На фиг.5 и 6 трубы, на которые указывают стрелки Т1, соответствуют первому прохождению воды для ее предварительного нагрева, а трубы, на которые указывают стрелки Т2, соответствуют ее второму прохождению для основного нагрева.

30 Можно заметить, что для оптимального уменьшения и балансирования потерь напора в различных коллекторных баках количество и сопряжение труб, а также конфигурация перегородок выбраны таким образом, чтобы, по существу, сформировать так называемый "контур Тикелмана" ("Tickelman loop").

Данный контур, позволяющий оптимизировать потоки, сконфигурирован таким образом, что в случае связывания точки А, находящейся во "входном" (по
35 направлению потока) канале, имеющем сечение S, с точкой В, находящейся в "выходном" (по направлению потока) канале с таким же сечением S, посредством n параллельных базовых каналов, каждый из этих базовых каналов имеет сечение $S=S/n$, причем все различные пути, связывающие точки А и В, имеют одинаковую длину и те же самые "особенности" (например, то же количество поворотов направо).

40 Далее будет описан двухэтапный процесс нагрева воды, проходящей через теплообменник.

При включенных вентиляторах 2a и 2b горячая газовая смесь поступает внутрь каждой трубчатой горелки 4a, 4b через средства 3a и 3b управления на основе
45 запорных клапанов, которые автоматически открываются и остаются открытыми под действием давления газовой смеси. Данная смесь проходит сквозь стенки горелок через маленькие отверстия, выполненные в этих стенках. После осуществления зажигания горелок начинается горение смеси с образованием пламени по всей поверхности горелок (см. фиг.1 и 2).

50 Одновременно с помощью насоса, имеющегося в составе контура, создается циркуляция воды. Сначала, как это было описано выше, начинается циркуляция холодной воды, подлежащей нагреву, которая проходит через совокупность параллельно включенных модулей, образующих вторичный трубный пучок б, а также

через три задних модуля первичных трубных пучков 5a и 5b (т.е. в сумме через 18 модулей).

Газы сгорания, образованные во внутреннем пространстве каждого первичного пучка, выводятся за пределы этого пучка. Они проходят радиально через зазоры, разделяющие трубки, которые составляют данный пучок, обеспечивая при каждом акте теплообмена повышение температуры воды, проходящей через эти трубки.

Газы сгорания, выходящие из первичного трубного пучка, являются значительно охлажденными благодаря этому теплообмену. Тем не менее, их температура существенно выше температуры воды (соответствующей комнатной температуре), которая входит в теплообменник. В качестве примера, температура этих газов может находиться в пределах 100-150°C.

Горячие газы, выходящие из нижнего первичного трубного пучка 5b, направляются вверх, следуя контуру внутреннего пространства корпуса. Они проходят вдоль сторон пластины 13 и пересекают нижнюю половину вторичного пучка 6, расположенную ниже перегородки 7, 70, также проникая через зазоры между витками навивки, но на этот раз двигаясь снаружи вовнутрь.

В процессе этого движения газов имеет место частичная конденсация пара, присутствующего в газах сгорания, поскольку стенки витков, образующих вторичный трубный пучок, через которые течет холодная или теплая вода, имеют температуру ниже точки росы газов сгорания. В дополнение к нормальному переносу тепловой энергии имеет место также перенос тепловой энергии, обусловленный передачей латентной теплоты испарения и связанный с конденсацией, которая представляет собой экзотермический фазовый переход.

Горячие газы, выходящие из верхнего первичного трубного пучка 5a, имеют аналогичную, но направленную вниз траекторию. Они опускаются, следуя контуру внутреннего пространства корпуса, и проходят вдоль сторон пластины 12. Затем они пересекают верхнюю половину вторичного трубного пучка 6, расположенную выше перегородки 7, 70, также двигаясь снаружи вовнутрь и проникая через зазоры между витками навивки.

Тем самым обеспечивается двойной предварительный нагрев воды, циркулирующей во вторичном трубном пучке, до того, как она поступает в первичный пучок. При этом каждая половина вторичного трубного пучка ассоциирована с полным первичным пучком; в результате выполняется сформулированное выше правило, согласно которому энергия, которая должна быть отобрана во вторичном трубном пучке, всегда меньше энергии, отобранной в первичном трубном пучке.

Существенно охлажденные газы сгорания попадают в пространство внутри вторичного трубного пучка, по обе стороны от центральной части 7 перегородки, а затем выводятся из него через отводной патрубков 11.

Часть холодной воды, поступающей в аппарат, также является предварительно нагретой, причем до температуры, существенно выше температуры воды, проходящей через вторичный пучок 6. Такая предварительно нагретая вода циркулирует в трех задних модулях каждого из первичных пучков 5a, 5b, которые подвергаются воздействию сгорающих газов, выходящих из горелок. Передние девять модулей каждого первичного пучка 5a, 5b обеспечивают основной нагрев воды.

Имеется возможность изменять в широком интервале мощность, развиваемую данным бойлером, путем регулирования мощности, генерируемой каждой горелкой. Кроме того, при той же суммарной мощности горелок эта мощность может различным образом распределяться между горелками. Различия в таком

распределении могут, в частности, достигаться в зависимости от того, подается ли вода при высокой температуре, но с низким расходом или при умеренной температуре, но при высоком расходе (обе эти ситуации могут требовать одинаковой мощности).

5 Данное обстоятельство делает возможным, за счет адаптивного управления со стороны управляющего модуля, постоянное функционирование при оптимальной эффективности.

10 Аппарат работает должным образом, даже если включена только одна горелка или если горелки включаются в различные моменты времени и, что особенно важно, даже если мощности горелок являются различными.

15 Такое свойство обеспечивается благодаря наличию перегородки 7, 70, изолирующей одну половину вторичного трубного пучка от другой его половины. В случае отсутствия такой перегородки могло бы иметь место опасное взаимное влияние давлений газа вокруг вторичного трубного пучка, которое оказывало бы неблагоприятное влияние на работу каждой горелки.

20 Функционирование средств 3а и 3б управления на основе запорных клапанов 32 также вносит вклад в успешную работу аппарата, предотвращая любые помехи, связанные с нежелательным возвращением газа за пределы горелки, когда она не функционирует.

Очевидно, что когда функционирует только одна горелка, воздействию горячих газов подвергается только половина вторичного трубного пучка 6 (обращенная к этой горелке).

25 В альтернативном варианте, представленном на фиг.10, 11, обеспечивается возможность отключить (изолировать) первичный трубный пучок 5а от остальной части аппарата для того, чтобы предотвратить циркуляцию воды в данном пучке, когда используется только другой первичный пучок 5б. Для этой цели каждая из труб 82 и 90 снабжена клапаном V1 и V2 соответственно, каждый из которых
30 управляется соответственно посредством управляющего устройства D1 и D2, способного открывать и закрывать данный клапан. Клапаны V1 и V2 могут являться, например, соленоидными клапанами.

35 Когда эти клапаны открыты, аппарат функционирует описанным выше образом. Когда они закрыты, действует только нижняя горелка 4b, а водяной контур имеет следующую конфигурацию.

40 Вода, поступающая в бак 8b через подводящий патрубок 80, поступает, при своем первом прохождении через контур, в три задних модуля первичного трубного пучка 5b и во все модули вторичного трубного пучка 6 (только нижняя половина которого подвергается нагреву). Затем, при втором прохождении, она поступает в девять остальных модулей первичного трубного пучка 5b, а затем выводится по трубе 83 и далее через выпускной патрубок 81.

45 На фиг.12 схематично представлена установка, состоящая из двух аналогичных бойлеров 1,1', выполненных, в основном, как описано выше. При этом в бойлере 1' положение баков 8'a, 8'b и 9'a, 9'b является обратным (зеркально-симметричным относительно вертикальной плоскости) по отношению к бакам 8а, 8b и 9а, 9b соответственно. Оба аппарата (бойлера) расположены рядом друг с другом, так что пары 8а-8b и 8'a-8'b баков этих бойлеров расположены одна напротив другой.

50 Подлежащий нагреву поток E воды поступает (как это показано стрелкой) по каналу C1, который разделяется на подводящие патрубки 821, 821', подведенные к входам баков 8b, 8b' соответственно. Поток Q горячей воды выводится (как это показано стрелкой) по каналу C2, который связан с выпускными патрубками 811, 811',

сопряженными с выходами баков 8a, 8a' соответственно.

Поступающий поток E холодной воды разделяется на два потока e и e', каждый из которых подается соответственно в бойлеры 1 и 1'. Потоки q и q' горячей воды, выходящие из бойлеров, объединяются с образованием единого потока Q.

5 Патрубки 821, 821' и 811, 811' предпочтительно снабжены клапанами 820, 820' и 810, 810' соответственно. Это позволяет отключить любой из бойлеров, если он не функционирует. Описанное объединение аппаратов в составе установки позволяет удвоить суммарную мощность при сохранении компактности установки. Разумеется, 10 описанный принцип формирования сборки аппаратов может быть распространен более чем на два аппарата.

В варианте теплообменника, описанном выше, параллельные оси A-A', C-C' и B-B' трех пучков являются компланарными, причем проходящая через них плоскость Z является вертикальной. Однако такое расположение не является обязательным. Так, 15 если названные оси компланарны, проходящая через них плоскость необязательно должна быть вертикальной. Она, в частности, может быть горизонтальной; в этом случае первичные трубные пучки будут расположены по обеим сторонам вторичного трубного пучка, а разделительная перегородка 7, 70 в этом пучке будет 20 ориентирована вертикально.

Однако компланарность указанных осей также не является обязательной. Например, в варианте аппарата, представленном на фиг.13, использована треугольная схема расположения трубных пучков. Первичные трубные пучки 5a, 5b расположены 25 рядом друг с другом, так что их оси A-A' и B-B' лежат в одной горизонтальной плоскости. Вторичный трубный пучок 6 находится выше пары первичных трубных пучков, причем его ось C-C' лежит в медианной вертикальной плоскости, проходящей между двумя первичными трубными пучками. Между двумя первичными трубными пучками внутри корпуса 10 установлен дефлектор 15, боковые стенки которого имеют 30 форму дуг цилиндра. Эти стенки способны направлять газы сгорания, образующиеся в первичных трубных пучках, в соответствующую половину пространства, занимаемого вторичным трубным пучком. Согласно изобретению это пространство разделено на две части перегородкой 7, 71, 72, которая в данном варианте расположена вертикально. Таким образом, в варианте по фиг.13 только левая 35 половина вторичного трубного пучка нагревается газами, выходящими из первичного трубного пучка, расположенного слева. Аналогично, только правая половина вторичного трубного пучка нагревается газами, выходящими из первичного трубного пучка, расположенного справа.

40 На фиг.15-19 показано, что трубный пучок, состоящий из свернутых в спираль труб, может быть образован трубками, имеющими различные поперечные сечения.

Трубка tb, показанная на фиг.15, имеет, по существу, прямоугольное поперечное сечение с закругленными углами. Конфигурация такого типа описана, например, в документе EP 1039246.

45 Трубка tc, показанная на фиг.16, имеет поперечное сечение, образованное, по существу, прямоугольной наружной частью и, по существу, трапециевидальной внутренней (обращенной к оси X-X' спирали) частью. Конфигурация такого типа описана, например, в документе EP 0745813.

50 Трубка td, показанная на фиг.17, имеет овальное поперечное сечение, подобное описанному в документе EP 1752718. Трубка такого типа может быть дополнительно снабжена лопастями, как это описано, например, в WO 2004/090434. Боковые участки могут быть выполнены в большей или меньшей степени криволинейными или

плоскими (как это описано также в EP 1281919).

Трубка te , показанная на фиг.18, имеет круглое поперечное сечение.

Навивка, показанная на фиг.19, является двухслойной, образованной двумя аналогичными трубками, свитыми в концентричные спирали. Наружная трубка $tf2$ имеет соответственно больший диаметр навивки, чем внутренняя трубка $tf1$. Конфигурация такого типа описана, например, в EP 1703227. Конфигурация с трехслойной навивкой, также применимая в устройстве по изобретению, описана в EP 1279903.

Могут быть также использованы и различные другие варианты поперечного сечения трубок, например каплевидной формы, описанной в документе DE 10002894 A1, или прямоугольной формы с внутренним полуцилиндрическим краем, описанной в документе DE 202005011633 U1.

Независимо от формы поперечного сечения трубки (или трубок), образующей (образующих) навивку, размер зазора между витками предпочтительно является относительно малым и калиброванным, причем он поддерживается постоянным с помощью подходящих проставок. Такие проставки могут составлять интегральную часть трубок (в частности, они могут иметь вид приливов или зубцов) и/или являться отдельными компонентами, например, типа гребенки.

Пучки необязательно должны формироваться с использованием трубок, свитых в спираль. Они могут состоять, например, из слоя прямолинейных и взаимно параллельных трубок, представляющих собой образующую виртуального цилиндра. Эти трубки введены своими концами в коллекторные баки и распределители, так что вода может циркулировать по ним по последовательной или параллельной схеме.

Как показано на фиг.20, подобные трубки tg предпочтительно имеют поперечное сечение с плоскими радиальными боковыми сторонами, которые сходятся в направлении оси X-X' пучка под острым углом α . Конфигурация такого типа является, например, предметом изобретения, описанного в документе FR 2476808.

Три трубных пучка, используемые в теплообменнике согласно изобретению, необязательно имеют идентичные формы и размеры и необязательно относятся к одному типу; допустимо и использование комбинации различных трубных пучков.

Устройство по изобретению является компактным, легким и при этом имеет очень высокую эффективность. В то время как оно прекрасно подходит для промышленного или домашнего использования, оно может применяться и в других областях, например для нагрева различных текучих сред в промышленных условиях.

Формула изобретения

1. Конденсационный теплообменник, взаимодействующий с газовой или жидкотопливной горелкой (4a) и содержащий два трубных пучка, "первичный" трубный пучок (5a) и "вторичный" трубный пучок (6), каждый из которых образован трубкой или группой трубок и имеет, по существу, цилиндрический профиль, причем оба пучка расположены рядом друг с другом, так что их оси (A-A', C-C') взаимно параллельны, жестко закреплены в газонепроницаемом корпусе (10) и сообщаются друг с другом, теплообменник содержит средства обеспечения циркуляции текучей среды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубкой или трубками, образующей (образующими) вторичный трубный пучок (6), и трубкой или трубками, образующей (образующими) первичный трубный пучок (5a), корпус (10) охватывает оба трубных пучка и содержит отводной патрубок (11) для газов сгорания, внутри первичного трубного пучка (5a) коаксиально с ним установлена

цилиндрическая горелка (4а), теплообменник сконфигурирован с обеспечением возможности прохождения горячих газов, образующихся с помощью горелки (4а), в радиальном или приблизительно радиальном направлении сначала изнутри наружу через первичный трубный пучок (5а), а затем через вторичный трубный пучок (6) 5 снаружи вовнутрь, с последующим выведением указанных газов из теплообменника через отводной патрубок (11), отличающийся тем, что теплообменник содержит дополнительный первичный трубный пучок (5b), образованный трубкой или группой трубок, имеющий, по существу, цилиндрический профиль, расположенный рядом с 10 вторичным трубным пучком (6), так что их оси (В-В', С-С') взаимно параллельны, и жестко закрепленный в газонепроницаемом корпусе (10), внутри дополнительного первичного трубного пучка (5b) коаксиально с ним установлена цилиндрическая горелка (4b), дополнительный первичный трубный пучок (5b) сообщается, по меньшей мере, с вторичным трубным пучком (6), причем теплообменник содержит средства 15 обеспечения циркуляции текучей среды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубкой или трубками, образующей (образующими) вторичный трубный пучок (6), и трубкой или трубками, образующей (образующими) дополнительный первичный трубный пучок (5b), а теплообменник сконфигурирован с обеспечением 20 возможности прохождения горячих газов, образующихся с помощью горелки (4b) в радиальном или приблизительно радиальном направлении сначала изнутри наружу через первичный трубный пучок (5b), а затем через вторичный трубный пучок (6) снаружи вовнутрь, с последующим выведением указанных газов из теплообменника через отводной патрубок (11), корпус (10) разделен на уровне вторичного трубного 25 пучка (6) посредством перегородки (7, 70), расположенной как внутри, так и снаружи указанного пучка (6) и позволяющей горячим газам, образующимся с помощью горелки (4а), установленной в первичном трубном пучке (5а), контактировать только с полуцилиндрической частью вторичного трубного пучка (6) и проходить через 30 указанную часть, а горячим газам, образующимся с помощью горелки (4b), установленной в дополнительном первичном трубном пучке (5b), контактировать только с остальной частью вторичного трубного пучка (6) и проходить через указанную часть.

2. Теплообменник по п.1, отличающийся тем, что оси (А-А', В-В', С-С') трех 35 указанных трубных пучков (5а, 5b, 6) лежат в одной плоскости (Z), а вторичный трубный пучок (6) установлен между двумя первичными трубными пучками (5а, 5b).

3. Теплообменник по п.2, отличающийся тем, что указанная перегородка (7, 70) расположена в диаметральной плоскости вторичного трубного пучка 40 перпендикулярно указанной плоскости (Z).

4. Теплообменник по п.2 или 3, отличающийся тем, что указанная плоскость (Z) является вертикальной плоскостью.

5. Теплообменник по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что три указанных трубных пучка (5а, 5b, 6) имеют аналогичную конструкцию, одинаковую длину и 45 одинаковый диаметр.

6. Теплообменник по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что у корпуса (10) имеется плоский передний фасад (100), перпендикулярный осям (А-А', В-В', С-С') трех 50 указанных трубных пучков, к которому прикреплены горелки (4а, 4b).

7. Теплообменник по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что содержит средства (3а, 3b) управления подачей топлива к каждой из горелок (4а, 4b).

8. Теплообменник по п.7, отличающийся тем, что каждое из средств (3а, 3b) управления содержит запорный клапан (32), например на основе откидывающейся

заслонки, способный перекрывать или открывать доступ топлива к ассоциированной с ним горелке (4a, 4b).

9. Теплообменник по п.1, отличающийся тем, что у корпуса (10) имеется плоский задний фасад (101), перпендикулярный осям (А-А', В-В', С-С') трех указанных трубных пучков, причем в заднем фасаде выполнено отверстие (1010), центр которого находится на оси (С-С') вторичного трубного пучка (6), в которое введен отводной патрубком (11).

10. Теплообменник по п.9, отличающийся тем, что у перегородки (7) со стороны заднего фасада (101) имеется свободная кромка, введенная на небольшое расстояние в указанное отверстие (1010) и/или в отводной патрубком (11).

11. Теплообменник по п.1, отличающийся тем, что указанные трубные пучки (5a, 5b, 6) образованы навивкой трубок по спирали.

12. Теплообменник по п.11, отличающийся тем, что трубки, навитые по спирали, имеют прямоугольное или овальное поперечное сечение, большая ось которого примерно перпендикулярна оси спиральной навивки.

13. Теплообменник по п.12, отличающийся тем, что ширина (k) зазора, разделяющего два витка спиральной навивки, существенно меньше ширины (i) трубки.

14. Теплообменник по любому из пп.11-13, отличающийся тем, что каждый из трубных пучков (5a, 5b, 6), образованных навивкой трубок по спирали, состоит из N установленных друг за другом идентичных модулей.

15. Теплообменник по п.14, отличающийся тем, что снабжен системой распределения жидкости, в частности воды, проходящей через теплообменник, причем указанная система содержит

а) на одной стороне корпуса (10) первый коллекторный бак (8b), разделенный перегородкой (84) на две отдельные камеры: входную по направлению потока камеру (800b), снабженную подводным патрубком (80), выполненным с возможностью сопряжения с трубопроводом для подачи текучей среды, подлежащей нагреву, и выходную по направлению потока камеру (801b), второй коллекторный бак (8a), разделенный перегородкой (85) на две отдельные камеры: входную по направлению потока камеру (800a) и выходную по направлению потока камеру (801a), снабженную выпускным патрубком (81), выполненным с возможностью сопряжения с трубопроводом для выведения нагретой текучей среды, при этом указанные входные камеры (800b, 800a) и выходные камеры (801a, 801b) соединены одна с другой посредством труб (82, 83 соответственно);

б) на другой стороне корпуса (10) третий коллекторный бак (9a), образованный частично разделенными не полностью перекрывающей бак перегородкой (91) двумя камерами (900a, 901a), входной и выходной по направлению потока, причем обе камеры сообщаются одна с другой через проход с ограниченным поперечным сечением, расположенный у конца указанной перегородки (91), четвертый коллекторный бак (9b), образованный частично разделенными не полностью перекрывающей бак перегородкой (92) двумя камерами (900b, 901b), входной и выходной по направлению потока, причем обе камеры сообщаются одна с другой через проход с ограниченным поперечным сечением, расположенный у конца указанной перегородки (92), при этом указанные входные по направлению потока камеры (900a, 900b) соединены одна с другой посредством трубы (90), N модулей, составляющих вторичный трубный пучок (6), образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру (800b) первого коллекторного бака (8b), а выходы - в указанную входную камеру (900b) четвертого коллекторного

бака (9b), Nb ($Nb < N$) модулей, входящих в состав одного из первичных трубных пучков (5b), образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру (800b) первого коллекторного бака (8b), а выходы - в указанную входную камеру (900b) четвертого коллекторного бака (9b), остальные $N - Nb$ модулей, входящих в состав указанного первичного трубного пучка (5b), также образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную выходную камеру (901b) четвертого коллекторного бака (9b), а выходы - в указанную выходную камеру (801b) первого коллекторного бака (8b), Na ($Na < N$) модулей, входящих в состав другого первичного трубного пучка (5a), образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную входную камеру (800a) второго коллекторного бака (8a), а выходы - в указанную входную камеру (900a) третьего коллекторного бака (9a), остальные $N - Na$ модулей, входящих в состав указанного первичного трубного пучка (5a), также образуют параллельный контур, причем их входы выведены в указанную выходную камеру (901a) третьего коллекторного бака (9a), а выходы - в указанную выходную камеру (801a) второго коллекторного бака (8a).

16. Теплообменник по п.15, отличающийся тем, что числа Na и Nb выбраны равными.

17. Теплообменник по п.15, отличающийся тем, что число N является четным, а $Na + Nb = N/2$.

18. Теплообменник по п.15, отличающийся тем, что каждая из пары труб (82, 90), одна из которых соединяет входные камеры (800b, 800a) первого и второго коллекторных баков (8b, 8a), вторая - входные камеры (900a, 900b) третьего и четвертого коллекторных баков (9a, 9b), снабжена способным запереться клапаном (V1, V2) с обеспечением возможности отключения контура, отходящего от одного из двух первичных трубных пучков (5a, 5b), когда функционирует только другой первичный трубный пучок.

19. Теплообменник, содержащий пару первичных трубных пучков (5a, 5b), окружающих газовую или жидкотопливную горелку (4a, 4b), и вторичный трубный пучок (6), на котором происходит конденсация пара, содержащегося в газах сгорания, выходящих из первичных трубных пучков, при этом три указанных трубных пучка (5a, 5b, 6) установлены взаимно параллельно и рядом друг с другом в газонепроницаемом корпусе (10) и сообщаются друг с другом, а теплообменник содержит средства обеспечения циркуляции воды, подлежащей нагреву, в частности холодной воды, между трубками, образующими вторичный трубный пучок (6), и трубками, образующими первичный трубный пучок (5a, 5b), характеризующийся тем, что корпус (10) разделен на уровне вторичного трубного пучка (6) посредством перегородки (7, 70; 7, 71, 72), расположенной как внутри, так и снаружи указанного пучка (6) и позволяющей горячим газам, выходящим из одного первичного трубного пучка (5a), контактировать только с полуцилиндрической частью вторичного трубного пучка (6) и проходить через указанную часть, а горячим газам, выходящим из другого первичного трубного пучка (5b), контактировать только с остальной частью вторичного трубного пучка (6) и проходить через указанную часть.

20. Бойлер, работающий на газовом или жидком топливе, содержащий теплообменник (1), который выполнен в соответствии с любым из предыдущих пунктов, и снабженный парой горелок (4a, 4b), каждая из которых снабжена средством (3a, 3b) управления подачей топлива.

21. Бойлерная установка, отличающаяся тем, что содержит, по меньшей мере, два бойлера, каждый из которых выполнен в соответствии с п.20, при этом бойлеры

включены в общий нагревательный контур, содержащий каналы (С1, С2) для подвода воды, подлежащей нагреву, и для выведения горячей воды.

5

10

15

20

25

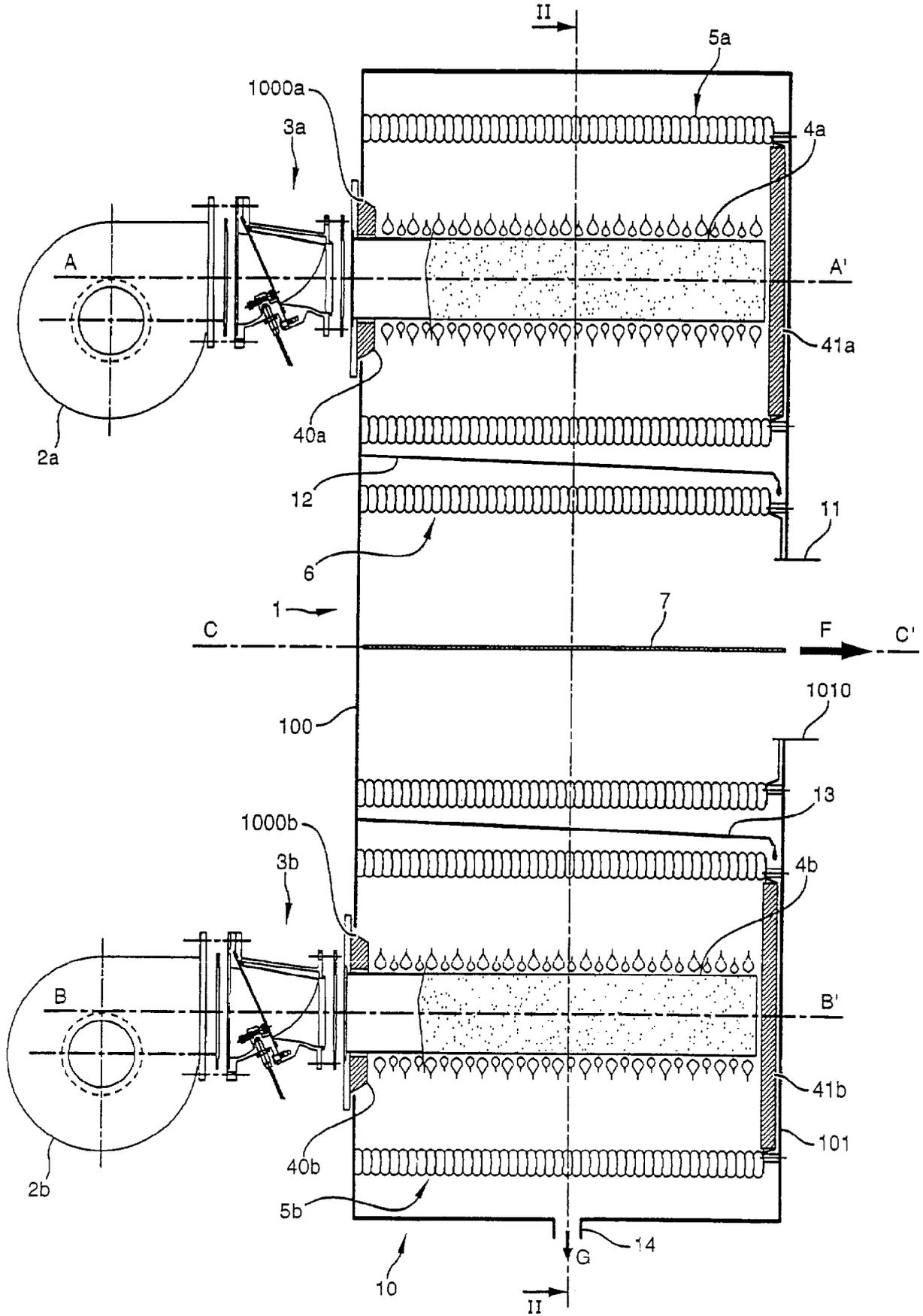
30

35

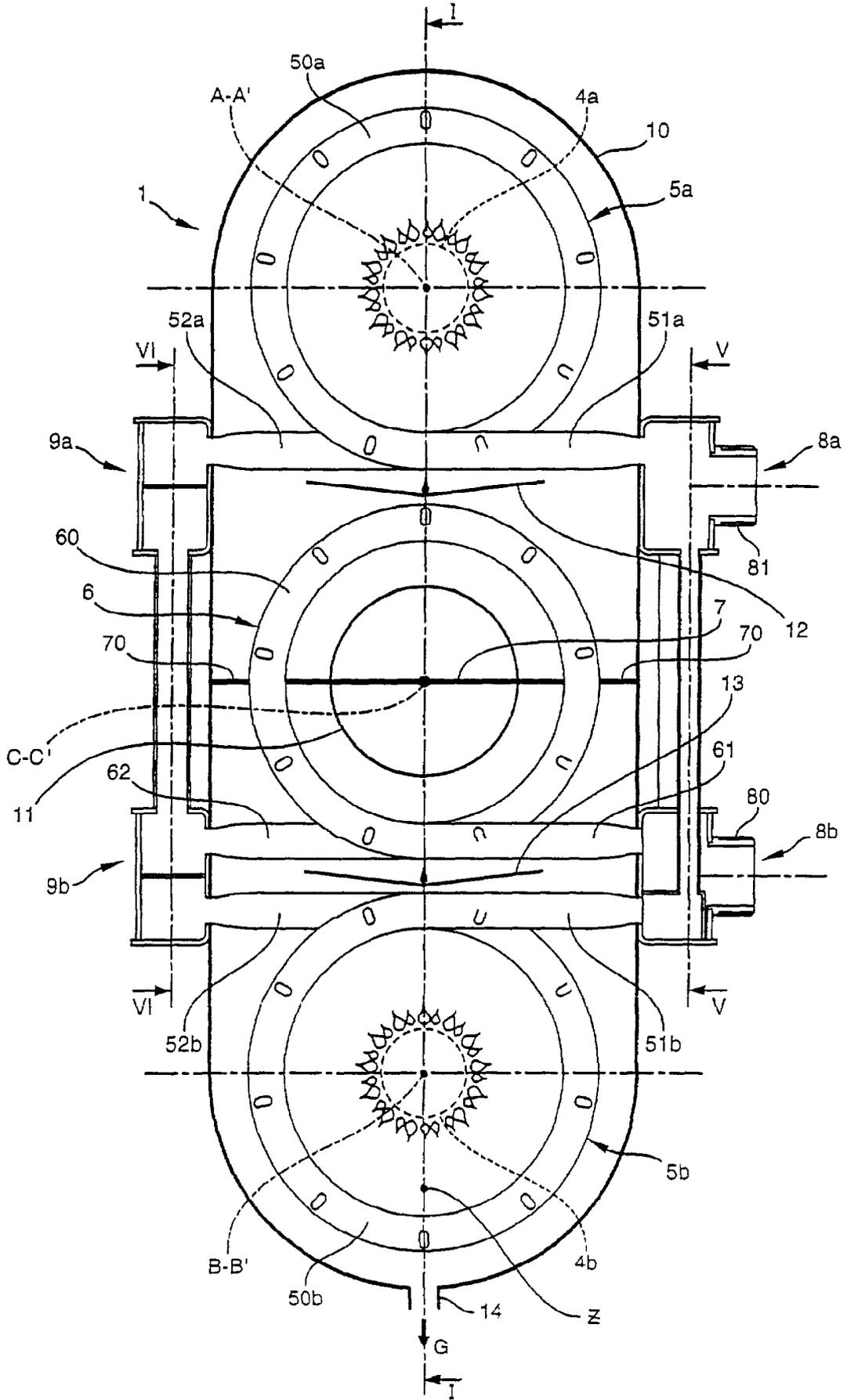
40

45

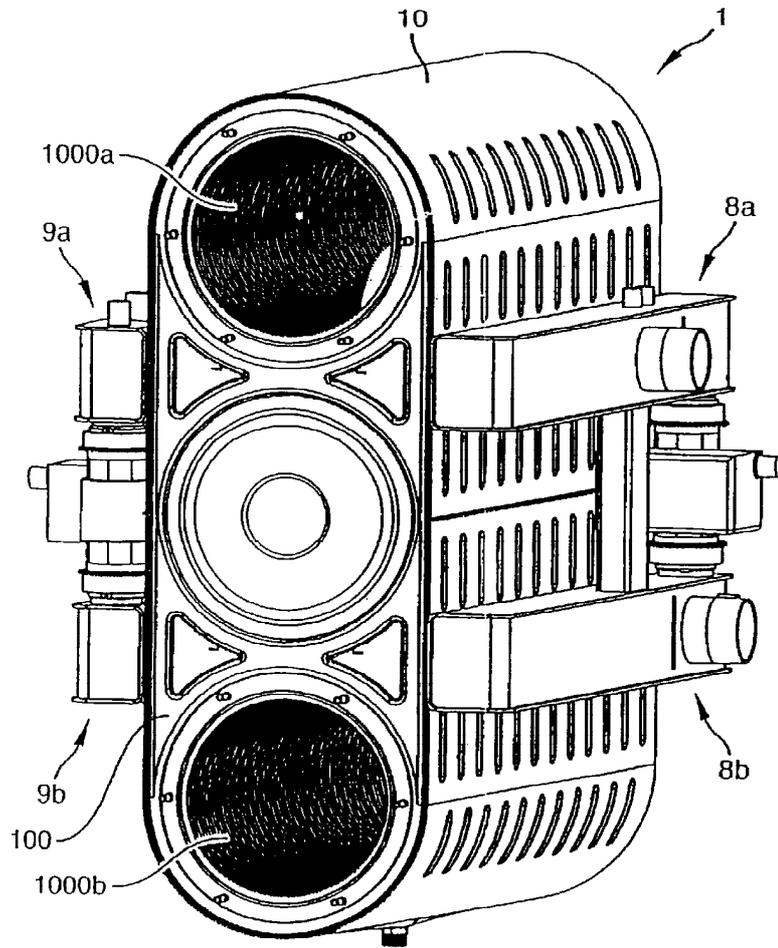
50



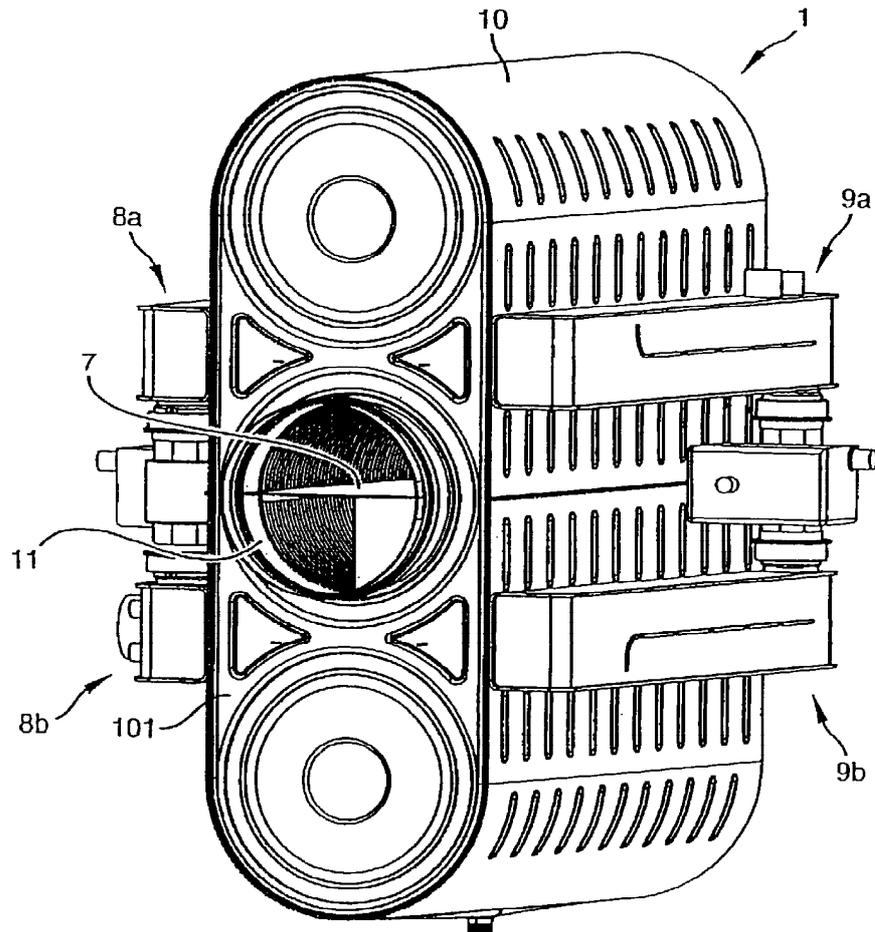
ФИГ. 1



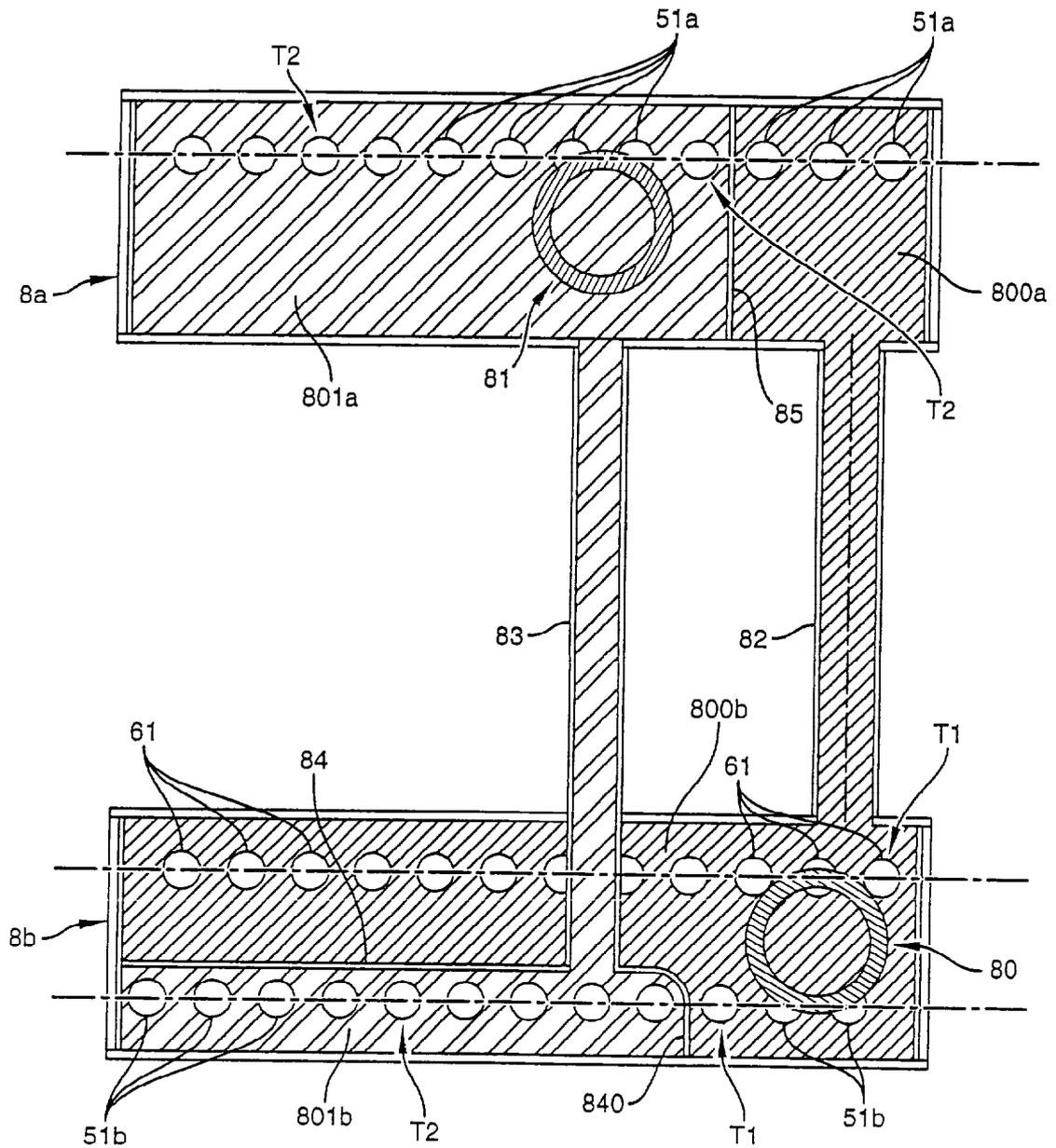
ФИГ. 2



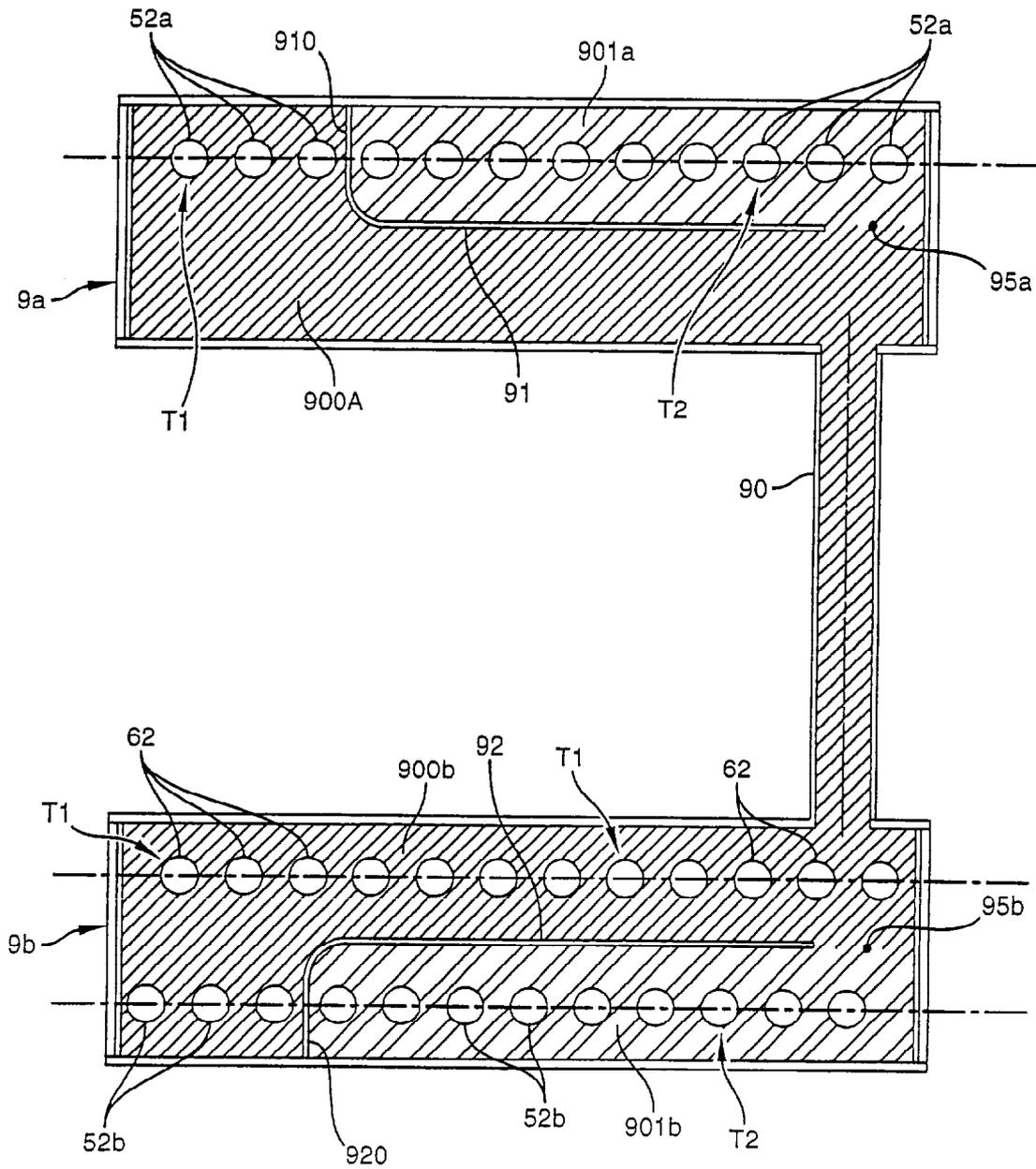
ФИГ. 3



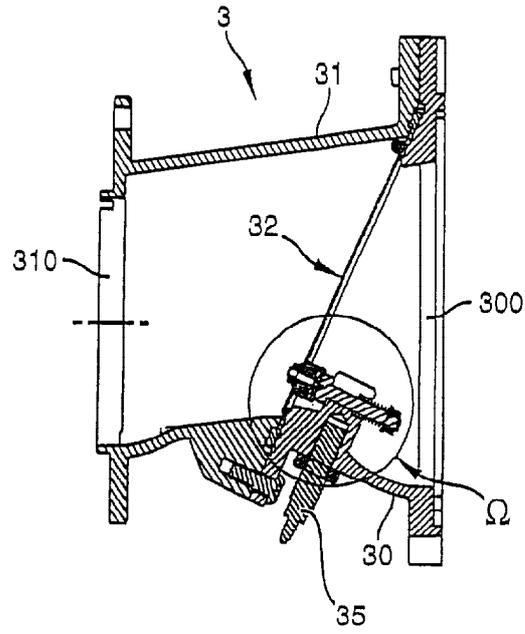
ФИГ. 4



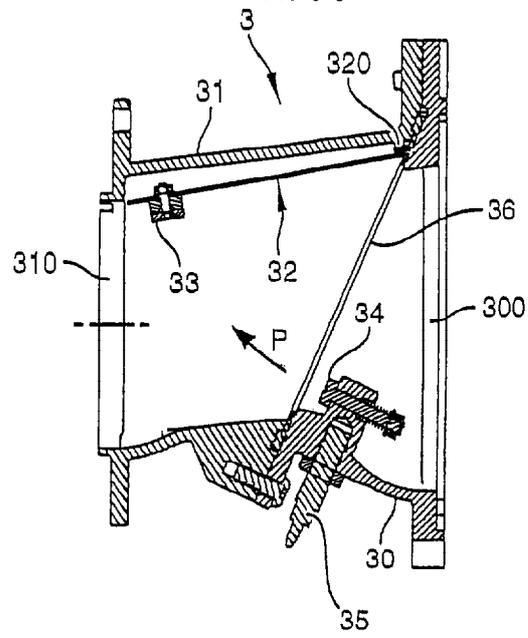
ФИГ. 5



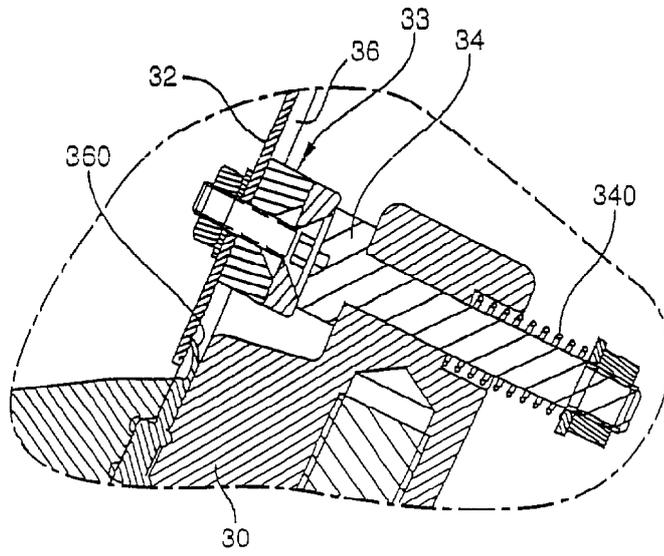
ФИГ. 6



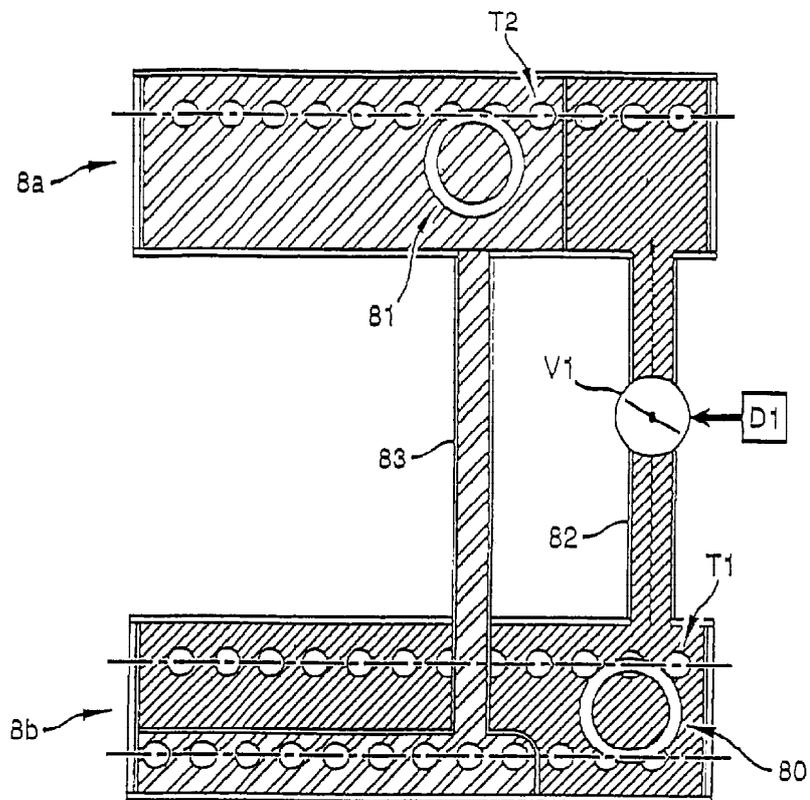
ФИГ. 7



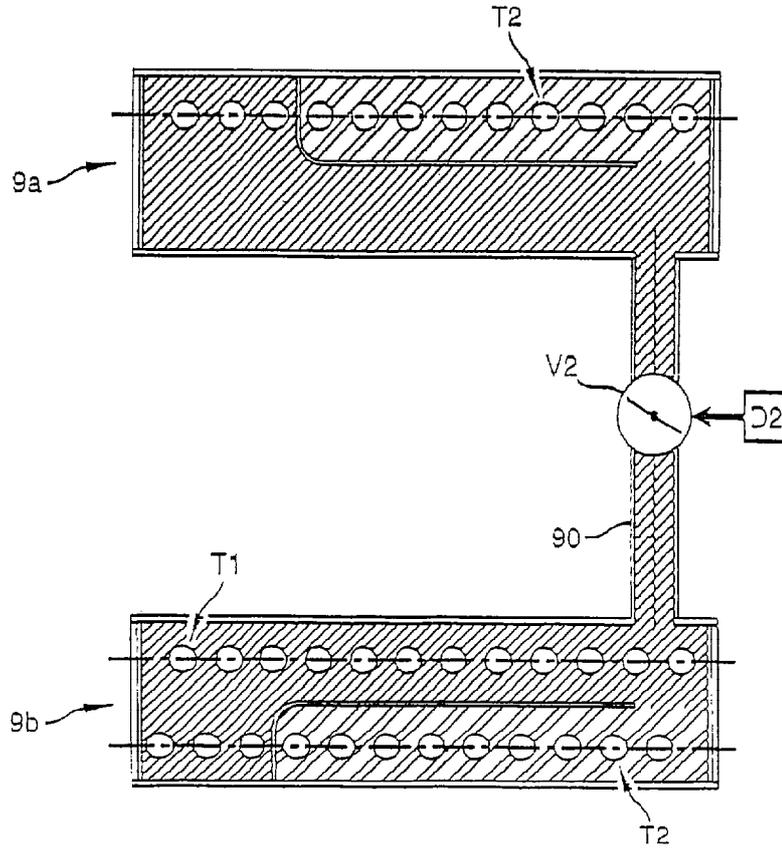
ФИГ. 8



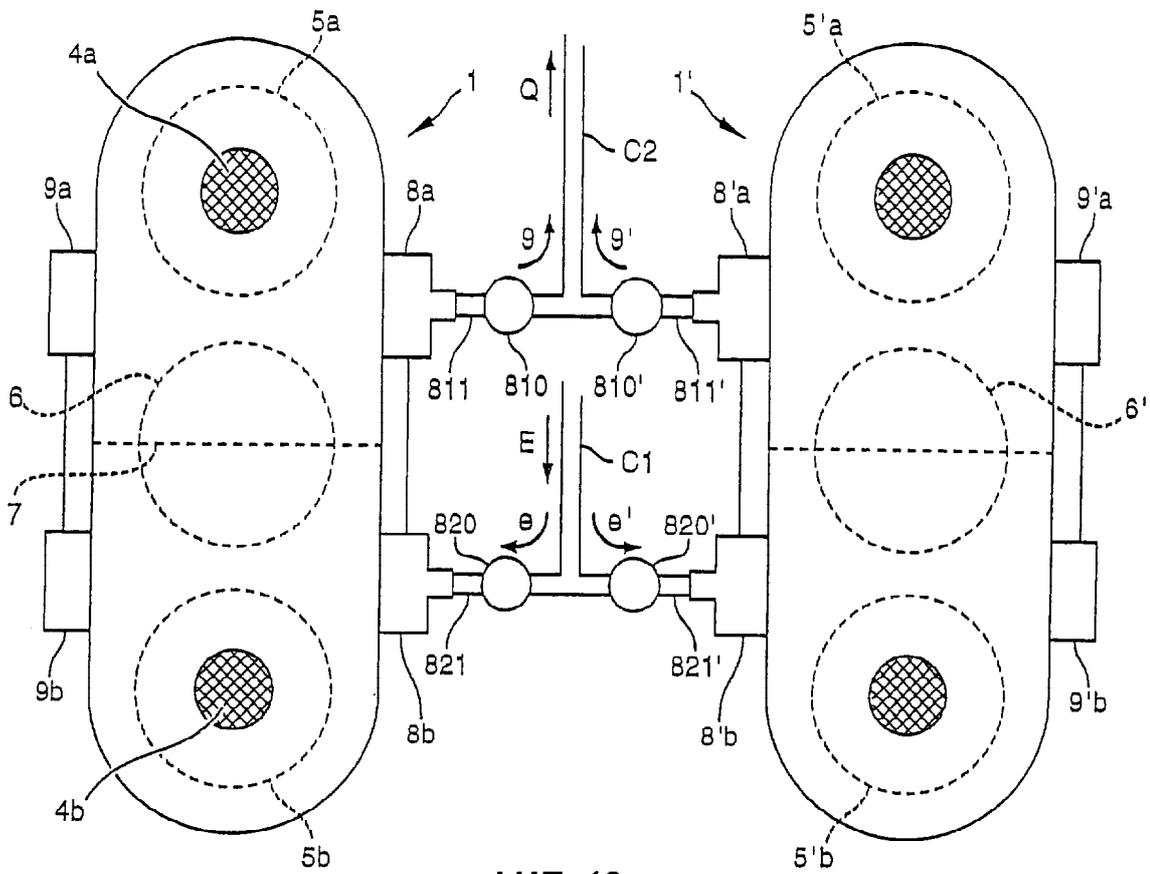
ФИГ. 9



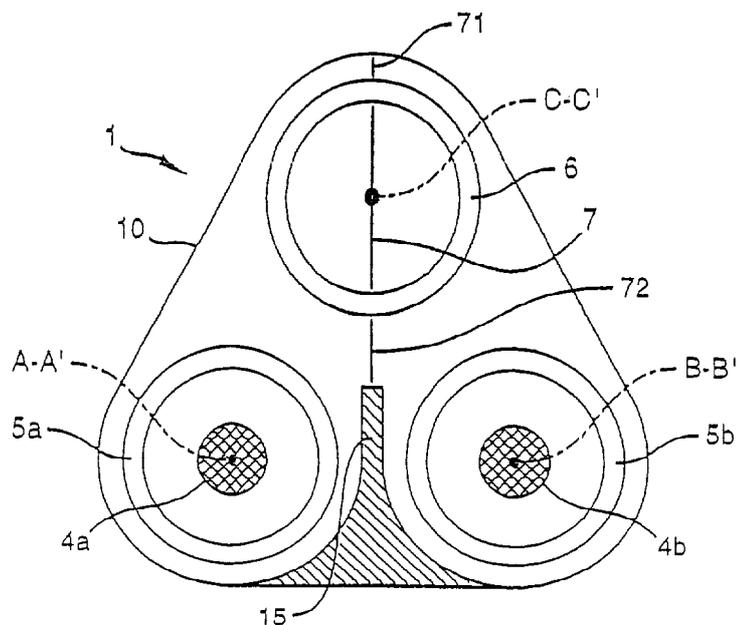
ФИГ. 10



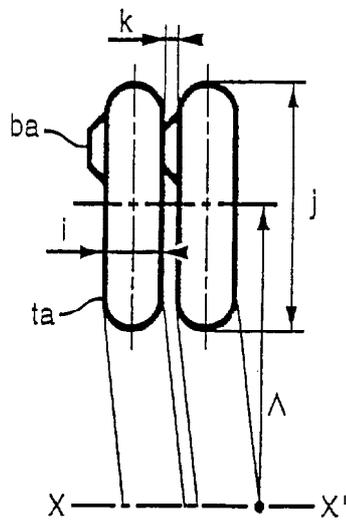
ФИГ. 11



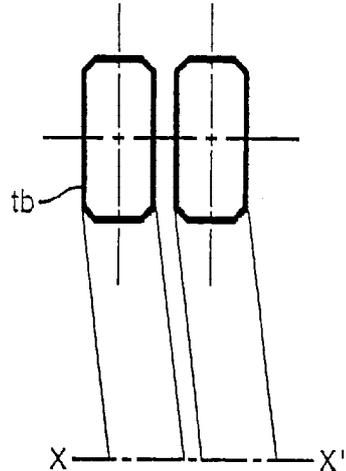
ФИГ. 12



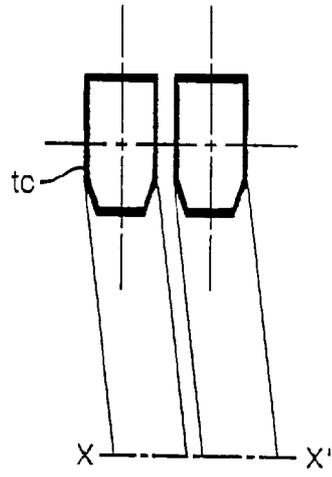
ФИГ. 13



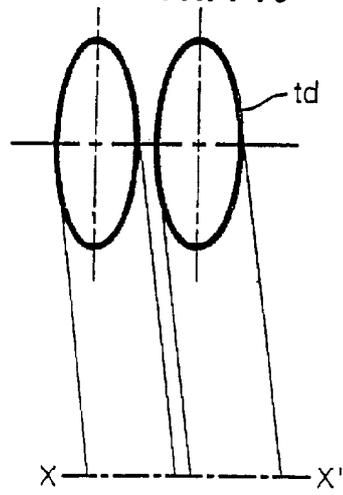
ФИГ. 14



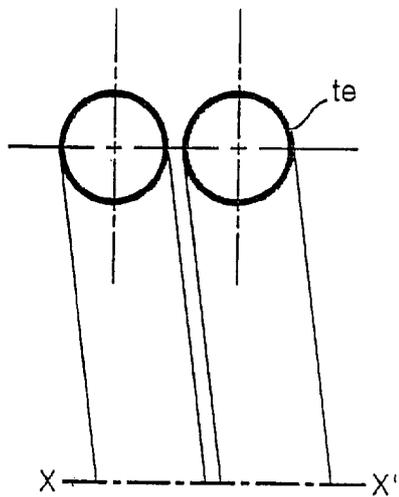
ФИГ. 15



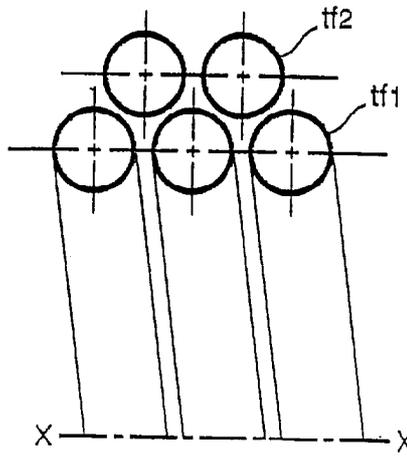
ФИГ. 16



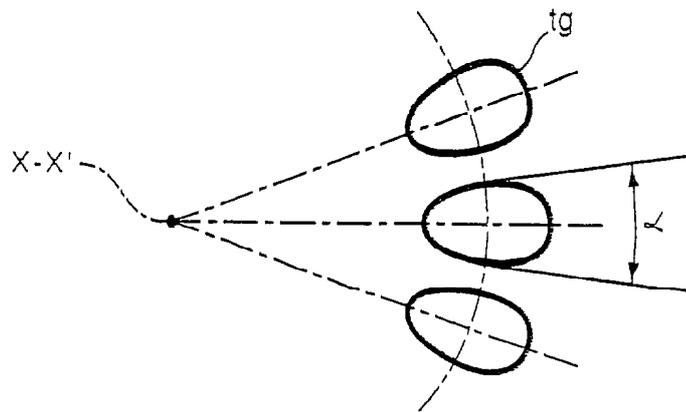
ФИГ. 17



ФИГ. 18



ФИГ. 19



ФИГ. 20