

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045946**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.01.22

(21) Номер заявки
202292106

(22) Дата подачи заявки
2021.01.11

(51) Int. Cl. **F28D 7/04** (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01)
F28F 13/06 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ОБМЕНА ЭНЕРГИЕЙ МЕЖДУ СРЕДАМИ С УЛУЧШЕННОЙ
КОНСТРУКЦИЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

(31) **P-2020/0036**

(32) **2020.01.13**

(33) **RS**

(43) **2022.10.28**

(86) **PCT/IB2021/050174**

(87) **WO 2021/144682 2021.07.22**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

СТАМЕНИЧ АЛЕКСАНДР (RS)

(74) Представитель:

**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)**

(56) **WO-A2-2009024854**
EP-A2-0351247
US-A1-2015101334
GB-A-2521114
US-A-3212571
GB-A-2463482
WO-A1-2015063503

(57) Изобретение предлагает конструктивное решение теплообменного устройства, которое улучшает тепловые показатели, легко регулирует основные параметры рабочих текучих сред, просто в изготовлении, эксплуатации и обслуживании, подходит для применения в различных коммерческих, жилых помещениях и различных отраслях промышленности. Изобретение характеризуется конструкцией теплообменника со встречным и перекрестным потоком, выполненным путем навивки спиральных змеевиков (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) последовательно посредством конструктивных усилений (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390), которые являются интегральной частью сердечника (20) теплообменника и которые обеспечивают возможность ступенчатого/зигзагообразного расположения змеевиков и расположения трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии (320) между трубками соседних змеевиков, причем вместе они образуют поверхность теплообменника. Конструкционные усиления (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390) выполнены так, что их внутренняя (291) и внешняя кромка (292) соответствуют требуемому шагу (600) змеевика, а их внутренняя кромка (291) при этом следует углу витка змеевика, на котором они размещены (292), причем внешняя кромка следует углу витка следующего змеевика.

045946
B1

045946
B1

Область техники

Изобретение в целом относится к области теплообменников. В соответствии с Международной патентной классификацией (IPC Intcl.) настоящее изобретение классифицировано и обозначено F28; более широкая классификация, которая относится к теплообмену в целом.

Поскольку изобретение характеризуется своей конструкцией, оно также может быть обозначено как F28F - конструктивные элементы устройств теплообмена и передачи для общего применения.

Техническая проблема

Изобретатели стремились улучшить тепловые характеристики сердечника теплообменника, в первую очередь таким образом, чтобы можно было легко управлять основными параметрами рабочих текучих сред.

При этом, используя такой улучшенный сердечник теплообменника, авторы изобретения разработали теплообменник, который прост в изготовлении, использовании и обслуживании, подходит для использования в различных коммерческих и жилых помещениях, а также в различных отраслях промышленности. Изобретатели также стремились сконструировать теплообменник, который имеет меньшую массу по отношению к существующим теплообменникам той же мощности и того же материала.

Уровень техники

Авторы обратились к патентным базам данных и обнаружили, что существуют изобретения теплообменников, которые включают конструкцию, которая имеет спиральные трубки, ступенчатое расстояние между трубками и перекрестный поток текучих сред, как в EP 0351247 A2 или US 20100096115 A1 "Множественный концентрический цилиндрический теплообменник с со-змеевиками" или US 3403727 A "Противоточный теплообменник с перекрестным потоком с внутренними и внешними секциями трубок, состоящими из плотно упакованных коаксиально вложенных слоев спирально навитых трубок".

Некоторые другие подобные изобретения, такие как US 4893672 A "Теплообменник встречного потока со спиральным пучком трубок или GB 685848 A "Улучшения, относящиеся к конструкции трубчатых теплообменников", не включают перекрестный поток текучих сред или ступенчатое расстояние между трубками. Ни один из предыдущих патентов не раскрывает теплообменника со встречным потоком и перекрестным потоком, изготовленного путем навивки винтовых трубок (змеевиков) друг в друга посредством конструктивных усилений, которые являются интегральной частью сердечника теплообменника и обеспечивают возможность ступенчатого/зигзагообразного расположения змеевиков и расположения трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками смежных змеевиков во всем сердечнике теплообменника, причем вместе они образуют поверхность теплообменника. Кроме того, ни в одном из этих патентов не раскрыты конструктивные усиления, которые выполнены таким образом, что их внутренняя и внешняя кромки следуют требуемому шагу змеевика, внутренняя кромка при этом следует углу змеевика, на котором они размещены, а внешняя кромка следует углу следующего змеевика.

Раскрытие сущности изобретения

Настоящее изобретение представляет собой конструктивное решение теплообменника с встречным и перекрестным потоками, выполненное путем навивки винтовых трубок (змеевиков) последовательно посредством конструктивных усилений, которые являются интегральной частью сердечника теплообменника и которые обеспечивают возможность ступенчатого/зигзагообразного расположения змеевиков и расположение трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками смежных змеевиков во всем сердечнике теплообменника, при этом вместе они образуют поверхность теплообменника.

Конструктивные усиления выполнены таким образом, что их внутренняя и внешняя кромка следуют требуемому шагу змеевика, а их внутренняя кромка при этом следует углу нити змеевика, на котором они размещены, при этом внешняя кромка следует углу нити следующего змеевика.

Две текучие среды, первая текучая среда и вторая текучая среда, могут проходить через это устройство обмена энергией. Кроме того, данное устройство может содержать центральный маршрутизатор с коническими выступами и опорой конструктивного усиления, при этом базовое конструктивное усиление, на которое навит первый спиральный змеевик, размещено на центральном маршрутизаторе, имеющем конические выступы на обеих сторонах, причем центральный маршрутизатор предназначен для направления потока первой текучей среды к змеевикам и предотвращения прохождения первой текучей среды через центральную часть сердечника теплообменника, при этом конические выступы направляют поток первой текучей среды как можно ближе к внешним стенкам змеевиков, через которые перемещается вторая текучая среда. Все нечетные змеевики (первый, третий, пятый, ...) параллельны друг другу как в поперечной, так и в продольной плоскостях теплообменного сердечника, в то время как все четные змеевики (второй, четвертый, шестой, ...) параллельны друг другу как в поперечной, так и в продольной плоскостях сердечника теплообменника. Диаметры d труб, из которых изготовлены все змеевики, одинаковы. Каждый змеевик в сердечнике теплообменника имеет разный диаметр, при этом все змеевики имеют одинаковый шаг змеевика, и каждый змеевик имеет разный угол витка. Конструктивные усиления имеют синусоидальную или волнообразную или волнообразно-зигзагообразную форму, так что форма конструктивных усилений представляет опоры, на которых змеевики перемещаются при навивке в сер-

дечник теплообменника.

Конструктивные усиления содержат внутреннюю кромку и внешнюю кромку, при этом они соответствуют требуемому шагу змеевика, причем внутренняя кромка дополнительно следует углу витка змеевика, на котором они размещены, а внешняя кромка следует углу следующего змеевика, при этом первый змеевик имеет диаметр, шаг и угол витка первого змеевика. Первое конструктивное усиление, размещенное на первом змеевике и следующее шагу, дополнительно следует углу первого змеевика внутренней кромкой, а внешней - углу следующего второго змеевика и так далее до последнего навитого змеевика.

На каждом змеевике поочередно размещают по меньшей мере два конструктивных усиления, наиболее предпочтительно три или более, расположенные на одинаковых расстояниях по диаметрам змеевиков, с размещением конструктивных усиления на каждом последующем змеевике так, что они не находятся в одной плоскости с конструктивными усилениями предыдущего змеевика.

Базовое конструктивное усиление соединено сваркой с центральным маршрутизатором и каждым последующим конструктивным усилением со следующим по очереди в сердечнике теплообменника навитым змеевиком, причем конструктивные усиления также обеспечивают возможность ступенчатого или зигзагообразного расположения змеевиков и расположения трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками смежных змеевиков во всем сердечнике теплообменника, поперечно второй текучей среде. Данное устройство обмена энергией может дополнительно содержать опоры конструктивного усиления, на которых просверлены отверстия таким образом, что один конец конструктивного усиления вставлен в каждое отверстие, при этом каждая из опор конструктивного усиления имеет такое количество просверленных отверстий как вертикально, так и горизонтально, которое необходимо для размещения по меньшей мере двух конструктивных усиления на каждом змеевике.

Преимущество настоящего изобретения заключается в простоте изготовления, улучшенных тепловых характеристиках, простоте управления существенными параметрами рабочих текучих сред, легкой универсальности применения в коммерческих, жилых помещениях и в различных отраслях промышленности, а также легкой универсальности в отношении малых/более высоких мощностей.

Краткое описание чертежей

Изобретение подробно описано на примере с чертежей, где

- фиг. 1 иллюстрирует производственное решение теплообменника в триметрии;
- фиг. 2 представляет собой ортогональный чертеж настоящего изобретения, вид сверху;
- фиг. 3 представляет собой ортогональный чертеж настоящего изобретения, вид спереди;
- фиг. 4 иллюстрирует одно поперечное сечение с предпоследним конструктивным усилением;
- фиг. 5 иллюстрирует укороченное поперечное сечение в триметрии;
- фиг. 6 иллюстрирует укороченное поперечное сечение с отображаемым последним конструктивным усилением;
- фиг. 7 иллюстрирует часть положения первого и второго змеевика относительно первого конструктивного усиления с указанным углом змеевика;
- фиг. 8 иллюстрирует выбранное конструктивное усиление;
- фиг. 9 представляет собой ортогональный чертеж, поперечное сечение первого примера с 8 змеевиками;
- фиг. 10 представляет собой ортогональный чертеж, вид спереди первого примера с 8 змеевиками;
- фиг. 11 представляет собой ортогональный чертеж - поперечное сечение первого примера с 8 змеевиками;
- фиг. 12 иллюстрирует вид сбоку первого примера с 8 змеевиками;
- фиг. 13 иллюстрирует опору конструктивного усиления с поперечным сечением первого примера с 8 змеевиками в триметрии;
- фиг. 14 иллюстрирует сердечник теплообменника с опорами конструктивного усиления с поперечным сечением первого примера с 8 змеевиками в триметрии;
- фиг. 15 иллюстрирует частичное поперечное сечение сердечника теплообменника с опорами конструктивного усиления первого примера с 8 змеевиками в триметрии;
- фиг. 16 иллюстрирует увеличенный вид в разрезе нескольких змеевиков с указанным потоком первой текучей среды и расстоянием между змеевиками;
- фиг. 17 иллюстрирует пример уменьшения впуска и выпуска теплообменника для стандартных соединителей рабочей текучей среды и применения;
- фиг. 18 иллюстрирует пример соединения нескольких теплообменников меньшей мощности.

Перечень ссылочных обозначений, используемых на чертежах

- 101 - Центральный маршрутизатор;
- 102 - конический выступ;
- 103 - отверстие на кожухе для прохода трубок с расширениями;
- 104 - кожух сердечника теплообменника;
- 105 - опора конструктивного усиления;

- 1050 - отверстие на опоре конструктивного усиления;
 106 - экран;
 107 - коммутатор (коллектор) трубок с расширениями;
 108 - вентиляционные отверстия сердечника теплообменника;
 110 - трубки с расширениями (в начале и конце каждого змеевика, одинаково для всех змеевиков);
 112 - продольная ось;
 120 - длина сердечника теплообменника;
 130 - диаметр сердечника теплообменника;
 200 - сердечник теплообменника;
 201 - первый змеевик (спиральная трубка);
 202 - второй змеевик;
 203 - третий змеевик;
 204 - четвертый змеевик;
 205 - пятый змеевик;
 206 - шестой змеевик;
 207 - седьмой змеевик;
 208 - восьмой змеевик;
 289 - предпоследний змеевик;
 290 - последний змеевик;
 291 - внутренняя кромка конструктивного усиления;
 292 - наружная кромка конструктивного усиления;
 293 - выпуклость;
 294 - углубление;
 295 - диаметр d трубы, из которой изготовлены все змеевики;
 300 - базовое конструктивное усиление;
 301 - первое конструктивное усиление;
 302 - второе конструктивное усиление;
 303 - третье конструктивное усиление;
 304 - четвертое конструктивное усиление;
 305 - пятое конструктивное усиление;
 306 - шестое конструктивное усиление;
 307 - седьмое конструктивное усиление;
 308 - восьмое конструктивное усиление;
 389 - предпоследнее конструктивное усиление;
 390 - последнее конструктивное усиление;
 320 - расстояние между трубками змеевика поперечно второй текучей среде;
 310 - толщина материала, из которого изготовлены все конструктивные усиления;
 311 - толщина стенки трубок, из которых изготовлены все змеевики;
 400 - поток первой текучей среды;
 402 - поток второй текучей среды;
 410 - впуск первой текучей среды;
 420 - впуск второй текучей среды;
 411 - выпуск первой текучей среды;
 421 - выпуск второй текучей среды;
 412 - диаметр регулируемых впусков и выпусков первой текучей среды для стандартных соединителей;
 422 - диаметр регулируемых впусков и выпусков второй текучей среды для стандартных соединителей;
 430 - первая точка;
 431 - вторая точка;
 501 - диаметр первого змеевика;
 589 - диаметр предпоследнего змеевика;
 590 - диаметр последнего змеевика;
 600 - шаг змеевика;
 601 - угол витка первого змеевика;
 602 - угол витка второго змеевика;
 689 - угол витка предпоследнего змеевика;
 690 - угол витка последнего змеевика.

Осуществление изобретения

Устройство обмена энергией между средами с улучшенной конструкцией и характеристиками в одном варианте осуществления изобретения содержит следующие части: кожух 104, экран 106, коммутатор (коллектор) 107, змеевики или спиральные трубки 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290, трубки

с расширениями 110, центральный маршрутизатор 101 с коническими выступами 102, конструктивные усиления 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390 и опора 105 конструктивного усиления.

В общем случае предусмотрены базовые конструктивные усиления 300, размещаемые на обеих сторонах центрального маршрутизатора 101 с коническими выступами, на которые будет навита первая спиральная трубка (змеевик) 201. Задача центрального маршрутизатора 101 заключается в том, чтобы направлять поток первой текучей среды 400 к змеевикам 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290 и предотвращать прохождение первой текучей среды 400 через центральную часть сердечника 200 теплообменника. Конические выступы 102 направляют поток первой текучей среды 400 как можно ближе к внешним стенкам змеевиков 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290, через которые проходит вторая текучая среда 402. Центральный маршрутизатор 101 выполнен из трубок определенного диаметра, к которым конические выступы 102 приварены с обеих сторон.

На инструментах сформированы змеевики сердечника 200 теплообменника. Инструмент может представлять собой цилиндр определенного диаметра и длины, выполненный из пластика или металла с каналами, соответствующими требуемому змеевику и его характеристикам, при этом спиральные трубки (змеевики) заданных параметров изготавливают путем поворота инструмента. Все змеевики с нечетным номером, например, 201, 203-289, параллельны как в поперечной, так и в продольной плоскостях сердечника 200 теплообменника. То же самое относится к змеевикам с четными номерами 202, 204 и т.д. Диаметры d труб, из которых изготовлены все змеевики, одинаковы. Каждый змеевик с 201 по 289, 290 имеет разный диаметр, это относится и к диаметру первого змеевика 501, диаметру предпоследнего змеевика 589 и диаметру последнего змеевика 590. Все змеевики имеют одинаковый шаг змеевика, но разный угол витка, так что первый змеевик имеет угол 601 витка, угол витка предпоследнего змеевика 689, а угол последнего змеевика 690, поэтому инструмент разный для каждого змеевика. Змеевики также могут быть изготовлены на модифицированных инструментах для гибки труб, например трехцилиндровых, барабанных инструментах и других инструментах, известных из уровня техники. Трубки, из которых изготовлены змеевики, могут быть изготовлены из меди, алюминия, нержавеющей стали, биметаллов и т.д. Сердечник 200 теплообменника может быть соединен с системами нагрева или охлаждения вертикально или горизонтально.

Конструктивные усиления 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390 обеспечивают возможность навивки змеевика в сердечник 200 теплообменника. Конструктивные усиления 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390 имеют синусоидальную/волнообразную/волнообразно-зигзагообразную форму. Эта форма конструктивных усилений обеспечивает опоры, на которых змеевики 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290 перемещаются при навивке в сердечник 200 теплообменника. Они расположены параллельно продольной оси 112, причем внутренняя кромка 291 и внешняя кромка 292 выполнены в соответствии с требуемым шагом 600 змеевика. Поскольку угол витка змеевиков 601, 689, 690 для каждого змеевика 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290 различен, все конструктивные усиления различны, выполнены так, что внутренняя кромка 291 следует при этом углу витка змеевика, на котором они размещены, а внешняя кромка 292 следует углу следующего змеевика. Таким образом, первый змеевик 201 имеет диаметр 501, шаг 600 змеевика, диаметр d трубы, из которой изготовлен змеевик 201, угол 601 витка и первое конструктивное усиление 301, и так далее подряд для каждого последующего змеевика. Сходным образом, первое конструктивное усиление 301, размещенное на змеевике 201, следующее шагу 600, следует также углу змеевика 601 для первого змеевика 201 внутренней кромкой 291, а внешней кромкой 292 следует углу 602 следующего второго змеевика 202 и так далее до последнего навитого змеевика. По меньшей мере два конструктивных усиления 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390 и наиболее предпочтительно три или более, расположенные на одинаковых расстояниях вдоль диаметров змеевиков 201, 289, 290, размещены на каждом змеевике поочередно. На каждом последующем змеевике размещены конструктивные усиления так, что они не находятся в той же плоскости, что и усиления предыдущего змеевика. Базовое конструктивное усиление 300 соединено сваркой с центральным маршрутизатором 101, и каждое последующее конструктивное усиление 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390 поочередно соединено со следующим навитым змеевиком в сердечнике 200 теплообменника. Конструктивные усиления также позволяют обеспечить ступенчатое/зигзагообразное расположение змеевиков и расположение трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками 320 (поперечно второй текучей среде 402) смежных змеевиков во всем сердечнике 200 теплообменника. После размещения конструктивных усилений на последнем навитом змеевике 289 или 290 на них помещают цилиндрический кожух 104 теплообменника. Базовое конструктивное усиление 300 и последнее конструктивное усиление 390 также могут быть плоскими, без зигзагообразных волн и других вышеупомянутых характеристик, и могут находиться заподлицо с конструктивным усилением следующего змеевика, что прилагается к базовому конструктивному усилению 300, или с конструктивным усилением предыдущего змеевика, что прилагается к последнему конструктивному усилению 390. При этом змеевики 201, 289, 290 с их парой конструктивного усиления 301, 389, 390, в свою очередь, могут быть сварены перед навивкой в сердечник 200 теплообменника, а затем отдельно навиты в сердечник теплообменника последовательно.

Конструктивные усиления обеспечивают стабильность всего сердечника теплообменника 200, сни-

жение вибраций и равномерное расстояние между трубками теплообменника 320. Они дополнительно увеличивают поверхность теплообмена и вместе со змеевиками образуют общую поверхность теплообмена. Другие модификации также возможны при связывании конструктивных усиления, помимо сварки, например, пайка, склеивание и т.д.

Конструктивные усиления наиболее предпочтительно изготавливаются из того же типа материала, что и змеевики. Конструктивные усиления изготавливаются из материалов полного профиля, полос, профилей и т.д. или капиллярных трубок (микроканальных трубок). Они изготавливаются в своих формах или разрезаются, например, лазерной резкой, для получения конкретной формы, которая гарантирует, что змеевики легко навиваются последовательно в сердечник теплообменника. Толщина 310 материала, из которого изготовлены конструктивные усиления, является одной из причин, влияющих на размер (межпространственный зазор) расстояния 320. Каждая конструктивное усиление имеет одинаковую толщину 310 материала, из которого оно изготовлено. За счет изменения толщины 310 их материала, размер расстояния 320 уменьшается или увеличивается, но всегда обеспечивает ступенчатое/зигзагообразное расположение змеевиков и расположение трубок каждого змеевика точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии 320 между трубками смежных змеевиков во всем сердечнике 200 теплообменника.

Чтобы избежать сварки или склеивания конструктивных усиления, все конструктивные усиления могут быть вставлены в симметричные опоры 105. На фиг. 9-15 показаны примеры сердечника 200 теплообменника с опорами 105 с восемью сердечниками 201-208. Все конструктивные усиления, которые вставляются в опоры 105, выполнены в соответствии с ранее описанным принципом. Каждая из опор 105 наиболее предпочтительно выполнена из двух идентичных трубок или круглых стержней с полным сечением, которые сварены в их центрах под прямым углом. Между опорами 105 просверленные в них отверстия 1050 вставляют конструктивные усиления. В приведенном выше примере последнее конструктивное усиление представляет собой восьмое конструктивное усиление 308. Опоры 105 выполнены из материала того же типа, что и центральный маршрутизатор 101, с диаметром, не превышающим диаметр змеевиковой трубки 295. Каждая из опор 105 имеет столько отверстий, просверленных как вертикально, так и горизонтально, сколько необходимо для размещения по меньшей мере двух конструктивных усиления на каждом змеевике. Опоры 105 могут быть приварены к центральному маршрутизатору 101 перед привариванием его конических выступов 102. После вставления всех конструктивных усиления в опоры 105 фиг. 9-11 показывают змеевики 201-208, поворачиваемые поочередно с образованием сердечника 200 теплообменника. При этом конструктивные усиления могут быть вставлены в опоры 105 по отдельности по очереди после навивки каждого змеевика.

На основании требуемой мощности сердечника 200 теплообменника, типа, скорости и температуры рабочих текучих сред 400 и 402, а также требуемого падения давления рабочих жидкостей, определяют длину 120 и диаметр 130 сердечника теплообменника, определяют диаметр d трубки 295 для изготовления змеевиков, толщину 311 стенки трубок, из которых изготовлены змеевики, диаметр первого змеевика 501 до диаметра последнего змеевика 590 по очереди, количество змеевиков и требуемое расстояние 320. Путем изменения шага 600 змеевика и конструкционных усиления, сохраняя при этом вышеупомянутый принцип и характеристики их изготовления, расстояние 320 легко регулировать, с обеспечением возможности простого управления требуемым падением давления 400 текучей среды. Длина каждого змеевика зависит от диаметра каждого змеевика, а также от длины 120 самого сердечника.

Пример оптимизированного теплообменника в соответствии с настоящим изобретением для требуемой мощности 1850 Вт воздух-вода.

Основные параметры для изготовления сердечника теплообменника.

Первая текучая среда 400:

воздух

0,0934 [кг/с] массовый расход первой текучей среды 400

32.0000 [С] температура на впуске первой текучей среды 400

Вторая текучая среда 402:

вода

4,8300 [т/мин] второй поток текучей среды 402

8.0000 [С] температура на впуске второй текучей среды 402

Требуемое падение давления первой текучей среды составляет 80 Па, а второй текучей среды - 6 кПа.

Оптимизированный сердечник теплообменника согласно настоящему изобретению имеет следующие технические характеристики изготовления:

$d = 0,0050$ [м] наружный диаметр d трубок, из которых изготовлены змеевики

$TW = 0,0005$ [м] толщина стенки трубок 311, из которых изготовлены змеевики

D= 0,2255	[м] толщина стенки трубок 311, из которых изготовлены змеевики
L= 0,1150	[м] длина 120 сердечника теплообменника
Cn= 22,00	общее количество змеевиков
Теплообменник =4,7	[кг]
сердечник	изготовлен из
весовой	меди
Расстояние	320 Lg = 0,003 м

В результате были получены следующие параметры:

79.38	[Па] падение давления первой текучей среды 400
5842.15	[Па] падение давления второй текучей среды 402
10.0884	[С] средняя разница температур по сердечнику теплообменника 200
169,1566	[Вт/м ² *К] средний коэффициент теплопередачи
1848,7731	[Вт] тепловая мощность, извлеченная из первой текучей среды 400

Все вышеуказанные конструктивные и функциональные характеристики изобретения и описанный пример были успешно протестированы изобретателем на разработанном прототипе. Изменяя описанные геометрические параметры - технические характеристики изготовления сердечника теплообменника, можно применять его в жилых объектах (меньшей мощности), а также коммерческих объектах (большей мощности) и различных отраслях промышленности для систем охлаждения, отопления или рекуперации.

В описанном примере оптимизированного сердечника теплообменника малых размеров и легкого веса достигается высокая теплоемкость (1850 Вт), что позволяет реализовать простую и гибкую установку в небольшом пространстве.

Для облегчения навивки змеевиков в сердечнике 200 теплообменника каждый из них разрезается в его начале и заканчивается таким образом, что все змеевики сердечника теплообменника достигают одной и той же нормальной плоскости на оси 112. Затем в начале и конце каждого змеевика размещают трубки 110 с расширениями одинаковой длины на каждом змеевике по отдельности. Отверстия 103 для прохода трубок 110 с расширениями, которые далее входят прямо в коммутатор (коллектор) 107, просверлены на кожухе 104. трубки с расширениями 110 могут быть приварены, приклеены и т.д. к змеевикам. Экран 106 расположен между кожухом 104 сердечника и трубками с расширениями 110 для предотвращения протекания первой текучей среды 400 за пределы сердечника 200 теплообменника. Трубки с расширениями 110 наиболее предпочтительно изготовлены из того же материала и диаметра d трубки 295, что и змеевики, и расширены на одном конце, где те будут вытянуты на змеевиках с помощью стандартных инструментов для расширения трубок. Коммутатор (коллектор) 107 дополнительно имеет отверстия 108 для вентиляции сердечника 200 теплообменника.

Первая текучая среда 400 перемещается вокруг змеевиков, а вторая текучая среда 402 проходит через змеевики. Впуск 410 первой текучей среды 400 по отношению к впуску 420 второй текучей среды 402 расположен на противоположной стороне сердечника теплообменника, так что текучие среды перемещаются в противоположных направлениях. Таким образом, разность температур во всем сердечнике 200 теплообменника велика, а теплообмен на всем устройстве высок. Первая текучая среда 400 дополнительно перемещается приблизительно перпендикулярно (поперечно/нормально) относительно оси трубки змеевика. При таком расположении змеевики значительно мешают потоку первой текучей среды 400, поэтому имеется непрерывная турбулентность первой текучей среды 400 вокруг змеевиков. Это улучшает теплообмен, но также увеличивает падение давления первой текучей среды 400. Поскольку змеевики расположены ступенчато (ступенчатое расположение змеевиков) в сердечнике теплообменника путем размещения в их опорах на конструктивных усилениях, трубки каждого змеевика находятся точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии 320 (поперечно второй текучей среде 402) между трубками смежных змеевиков, первая текучая среда 400 вынуждена перемещаться вблизи стенок змеевиковых трубок.

В ступенчатом расположении трубка, например, пятого змеевика 205, как показано на фиг. 16, расположена точно в среднем положении между соседними трубками четвертого змеевика 204 и шестого змеевика 206. Поток первой текучей среды 400, проходящий между четвертым змеевиком 204 и шестым змеевиком 206, встречается непосредственно с трубкой пятого змеевика 205. Поток первой текучей среды 400, проходящий между четвертым змеевиком 204 и шестым змеевиком 206, не выделяет или не получает достаточного тепла, поскольку он расположен в середине прохода между четвертым змеевиком 204 и шестым змеевиком 206, в первой точке 430. Однако далее он проходит возле стенки трубки пятого змеевика 205 во второй точке 431, где выделяется или принимается много тепла.

Теплопередача может быть улучшена путем уменьшения расстояния от стенок трубки до первой текучей среды 400, т.е. путем уменьшения расстояния 320. Если расстояние 320 очень мало, поток первой текучей среды 400 вынужден проходить очень близко к стенкам трубки, следовательно, теплопередача выше. В целом термическое сопротивление потока первой текучей среды 400 пропорционально расстоянию 320, так что скорость теплопередачи пропорциональна обратной длине расстояния 320 между

трубками змеевика:

$$\dot{Q} \propto Lg^{-1}$$

Однако, если расстояние 320 между змеевиками слишком мало, первая текучая среда 400 вынуждена проходить через узкие проходы, поэтому для преодоления сопротивления требуется дополнительная механическая работа, т.е. происходит увеличение падения давления первой текучей среды 400 через сердечник 200 теплообменника. Это нежелательный эффект, потому что часть давления теряется. Падение давления первой текучей среды 400 увеличивается пропорционально обратному кубическому расстоянию 320, т.е.

$$\Delta P_{\text{fluids}} \propto Lg^{-3}$$

Вышеупомянутый способ согласно настоящему изобретению позволяет достичь максимального теплообмена для падения давления по умолчанию первой текучей жидкости 400. Данное решение позволяет изготавливать осевой винтовой противоток (противоположного направления) и сердечник 200 теплообменника с перекрестным потоком, а также ступенчатое расположение змеевиков, которое получено простым наматыванием спиральных трубок (змеевиков) последовательно над конструктивными усилениями, с достижением тем самым высоких тепловых показателей и простого управления наиболее важными параметрами.

Дополнительным преимуществом настоящего сердечника 200 теплообменника является механизм "самоочистения" внутренней части змеевиков. Накипь, другие отложения и загрязнения внутри змеевиков вызывают локальное увеличение скорости второй текучей среды 402, что увеличивает "проталкивание" засорения трением между второй текучей средой 402 и засорением, так, что внутренняя поверхность змеевика очищается "сама собой".

Диаметры 412 впуска первой текучей среды 410 и выпуска первой текучей среды 411, а также диаметр 422 впуска второй текучей среды 420 и выпуска второй текучей среды 421 сердечника теплообменника, как показано на фиг. 17, могут быть уменьшены или увеличены для подключения к стандартным соединителям.

Увеличение требуемой мощности согласно настоящему изобретению также может быть достигнуто путем связывания более низких мощностей сердечника теплообменника 200, изготовленного в соответствии с тем же принципом.

На фиг. 12 показан пример связывания нескольких сердечников 200 теплообменника более низкой мощности, изготовленных в соответствии с настоящим изобретением для создания одного теплообменника более высокой мощности. На фиг. 9 показан вариант осуществления сердечника теплообменника 200 в сечении с 8 змеевиками 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208 так, что можно видеть, что сначала идет базовое конструктивное усиление 300, затем первый змеевик 201, затем первое конструктивное усиление 301 на нем, а затем второй змеевик 202, который помещен в углубления 294, при этом на выпуклости 293 первого конструктивного усиления 301 идет третий змеевик 203, на котором идет третье конструктивное усиление 303, на котором идет четвертый змеевик 204, который помещен в углубление 294 третьего конструктивного усиления 303, при этом на утолщении 293 третьего конструктивного усиления 303 идет пятый змеевик 205, на котором идет пятое конструктивное усиление 305, а на нем идет шестой змеевик 206, который помещен в углубления 294, при этом на утолщениях 293 пятого конструктивного усиления 305 идет седьмой змеевик 207, на котором идет седьмое конструктивное усиление 307, а на нем идет восьмой змеевик 208, который помещен в углубление 294 этого седьмого конструктивного усиления 307, при этом на восьмом змеевике 208 идет последнее восьмое конструктивное усиление 308.

Промышленные или другие формы применения изобретения

Настоящее изобретение промышленно применимо в коммерческих, жилых помещениях и различных отраслях промышленности. Фиг. 11 иллюстрирует одно из применений изобретения в автомобильной промышленности на укомплектованном теплообменнике для охлаждения (интеркулер) высоко сжатого горячего воздуха, где его назначением является снижение температуры воздуха с минимально возможной потерей давления.

Хотя настоящее изобретение описано выше в наиболее предпочтительном варианте осуществления, для лучшего понимания изобретения следует иметь в виду, что возможны различные модификации.

Кроме того, любые улучшения или изменения конструкции, которые будут находиться в объеме представленного конструктивного решения и направлены на его функциональное улучшение, считаются охватываемыми настоящей заявкой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство обмена энергией между средами с встречным потоком и перекрестным потоком, отличающееся тем, что содержит змеевики (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290), изготовленные из трубок и конструктивных усилений (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390), при этом змеевики (201, 202, 203, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) и конструктивные усиления (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390) формируют сердечник (200) теплообменника, причем змеевики (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) последовательно навиты на конструктивные усиления (300, 301,

302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390), при этом змеевики имеют ступенчатое/зигзагообразное расположение (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290), при этом расположение трубок каждого змеевика находится точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками смежных змеевиков во всем сердечнике (200) теплообменника, причем через указанное устройство обмена энергией обеспечена возможность прохождения первой текучей среды (400) и второй текучей среды (402), дополнительно содержащее центральный маршрутизатор (101) с коническими выступами (102), опору (105) конструктивного усиления и базовое конструктивное усиление (300), при этом базовое конструктивное усиление (300) размещено на обеих сторонах центрального маршрутизатора (101), имеющего конические выступы (102), к которым навит первый спиральный змеевик (201), причем центральный маршрутизатор (101) направляет поток первой текучей среды (400) к змеевикам (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) и предотвращает прохождение первой текучей среды (400) через центральную часть сердечника (200) теплообменника, при этом конические выступы (102) направляют поток первой текучей среды (400) как можно ближе к внешним стенкам змеевиков (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290), через которые перемещается вторая текучая среда (402).

2. Устройство обмена энергией по предшествующему пункту, отличающееся тем, что все нечетные змеевики (201, 203, 205, 207, 289) параллельны друг другу как в поперечной, так и в продольной плоскостях сердечника (200) теплообменника и все четные змеевики (202, 204, 206, 208, 290) также взаимно параллельны как в поперечной, так и в продольной плоскостях сердечника (200) теплообменника.

3. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что диаметры d трубок (295), из которых изготовлены все змеевики, одинаковы.

4. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что каждый змеевик (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) в сердечнике (200) теплообменника имеет разный диаметр (501, 589, 590), при этом все змеевики имеют одинаковый шаг (600) змеевика, причем каждый змеевик (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) имеет разный угол (601, 689, 690) витка.

5. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что конструктивные усиления (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390) имеют синусоидальную, волнообразную или волнообразно-зигзагообразную форму, причем форма конструктивных усилений образует опоры, на которых перемещаются змеевики (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) при навивке в сердечник (200) теплообменника.

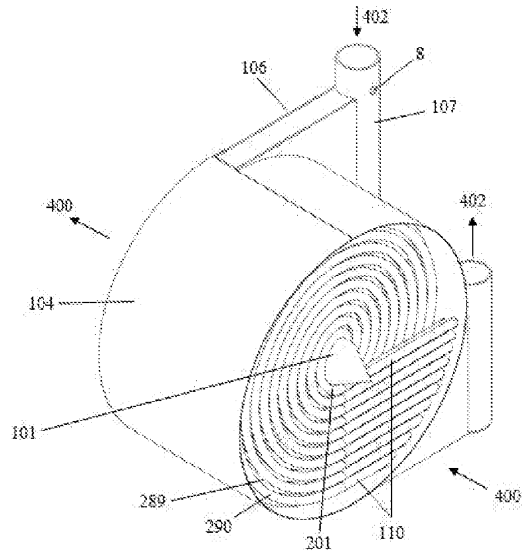
6. Устройство обмена энергией по п.5, отличающееся тем, что конструктивные усиления (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390) содержат внутреннюю кромку (291) и внешнюю кромку (292), которые соответствуют требуемому шагу (600) змеевика, при этом внутренняя кромка (291) дополнительно следует углу витка змеевика (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290), на котором они расположены, а внешняя кромка (292) следует углу следующего змеевика, причем первый змеевик (201) имеет диаметр первого змеевика (501), шаг (600) змеевика и угол витка первого змеевика (601).

7. Устройство обмена энергией по п.6, отличающееся тем, что первое конструктивное усиление (301), размещенное на первом змеевике (201) и следующее шагу (600), дополнительно следует углу первого змеевика (601) внутренней кромкой (291), при этом внешней кромкой (292) оно следует углу следующего второго змеевика (602) и так далее до последнего навитого змеевика.

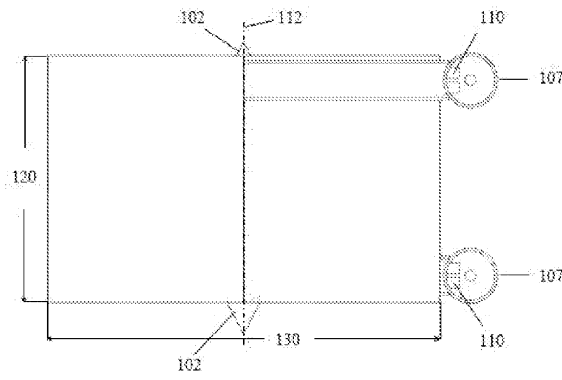
8. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что по меньшей мере два конструктивных усиления (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390), или три конструктивных усиления, или более размещены на каждом змеевике (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290) поочередно с расположением на равных расстояниях вдоль диаметров змеевиков (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 289, 290), причем на каждый последующий змеевик помещены конструктивные усиления так, что они не находятся в одной плоскости с конструктивными усилениями предыдущего змеевика.

9. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что базовые конструктивные усиления (300) соединены сваркой с центральным маршрутизатором (101) и каждое последующее конструктивное усиление (300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 389, 390) поочередно соединено со следующим навитым змеевиком в сердечнике (200) теплообменника, при этом имеется ступенчатое или зигзагообразное расположение змеевиков, а расположение трубок каждого змеевика находится точно в среднем положении и на одинаковом расстоянии между трубками (320) смежных змеевиков во всем сердечнике (200) теплообменника поперечно второй текучей среде (402).

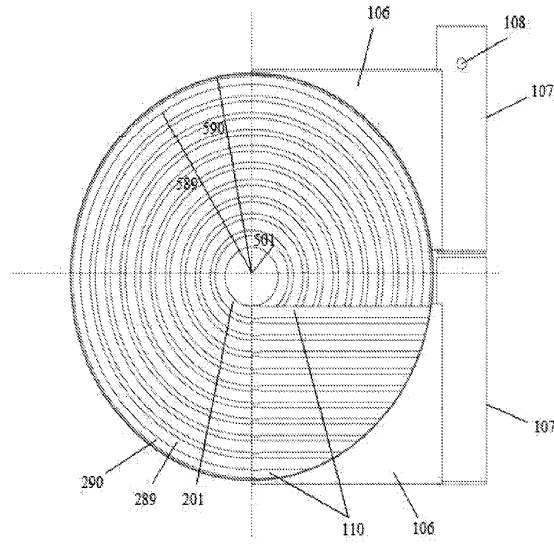
10. Устройство обмена энергией по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что содержит опоры (105) конструктивного усиления, на которых просверлены отверстия (1050) так, что один конец конструктивного усиления вставлен в одно отверстие (1050), при этом каждая из опор (105) конструктивного усиления имеет столько перфорированных отверстий, как вертикально, так и горизонтально, сколько необходимо для размещения по меньшей мере двух конструктивных усилений на каждом змеевике.



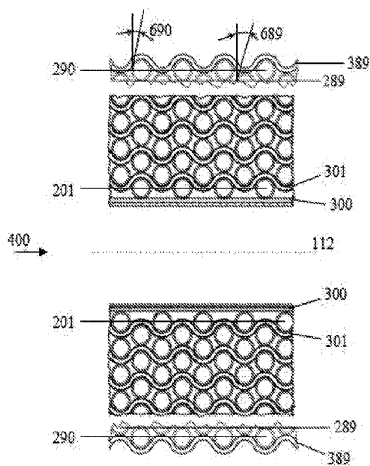
Фиг. 1



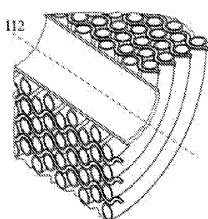
Фиг. 2



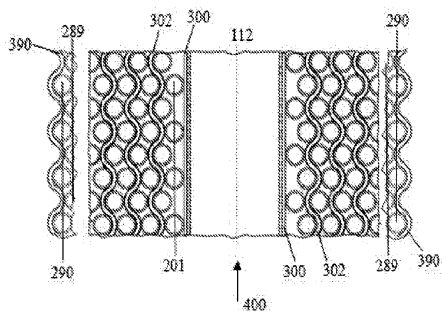
Фиг. 3



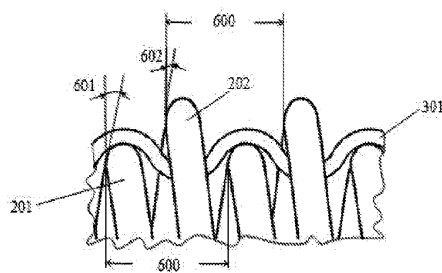
Фиг. 4



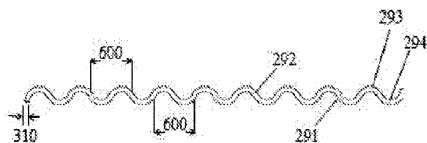
Фиг. 5



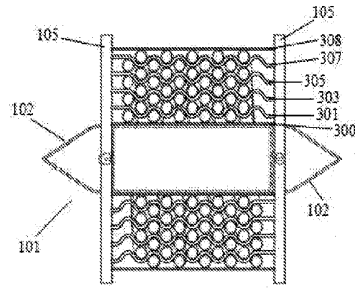
Фиг. 6



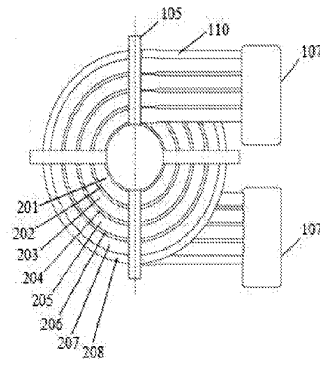
Фиг. 7



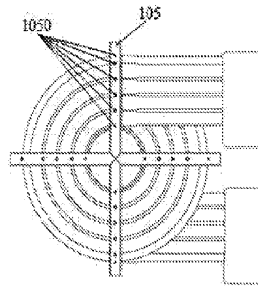
Фиг. 8



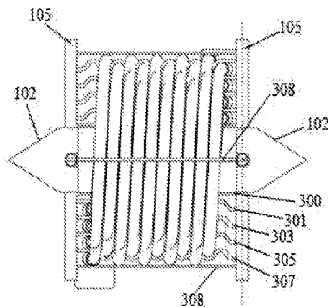
Фиг. 9



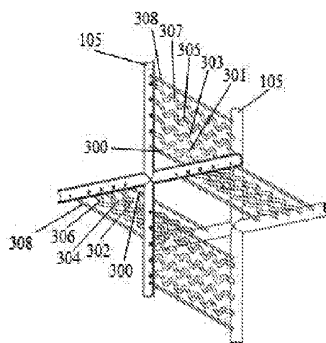
Фиг. 10



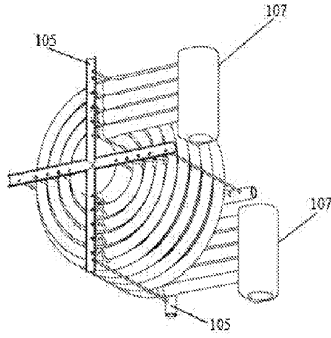
Фиг. 11



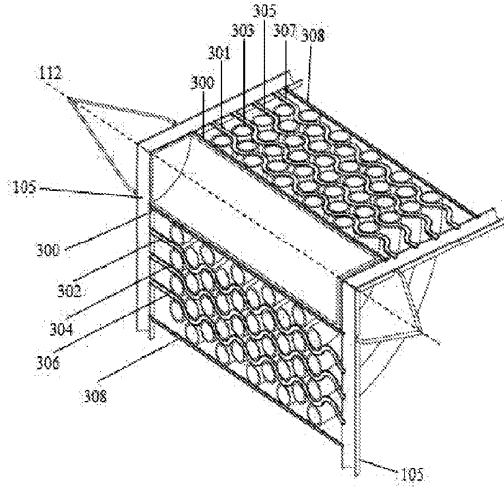
Фиг. 12



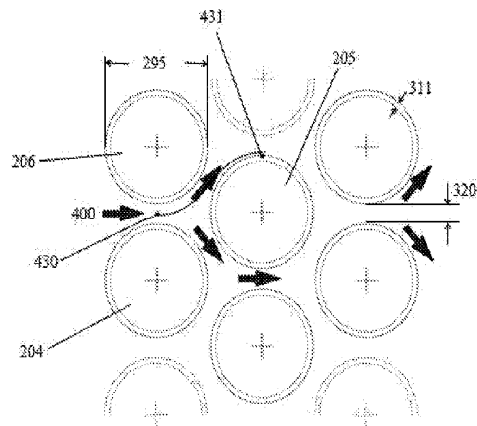
Фиг. 13



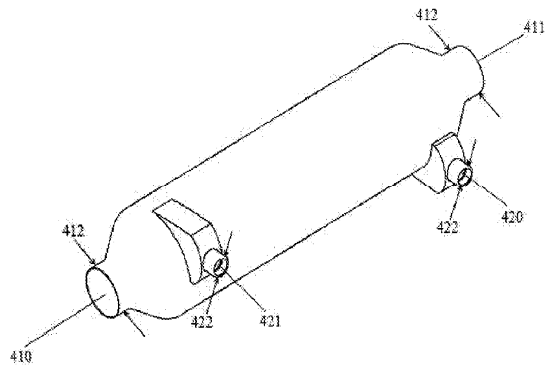
Фиг. 14



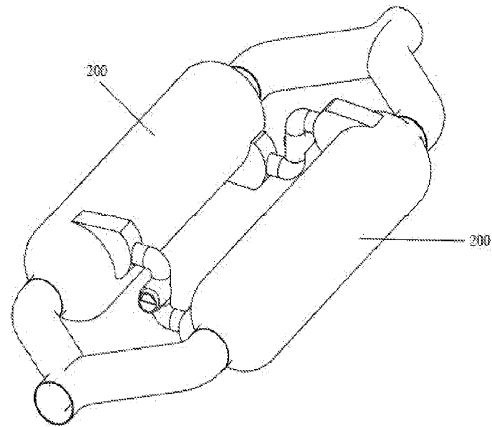
Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18

