



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015117843/06, 12.05.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.05.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.05.2015

(45) Опубликовано: 10.05.2016 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2348882 C1 10.03.2009. RU 2075020 C1 10.03.1997. US 6644391 B1 11.11.2003. CN 103983133 A 13.08.2014.

Адрес для переписки:

420049, Татарстан, г. Казань, ул. Шаляпина, 14/
83, Общество с ограниченной ответственностью
"Инженерно-внедренческий центр
"ИНЖЕХИМ", Фарахову Мансуру Инсафовичу

(72) Автор(ы):

**Фарахов Мансур Инсафович (RU),
Ахмитшин Алмаз Анасович (RU),
Кузнецов Владимир Анатольевич (RU),
Фарахов Марат Мансурович (RU),
Шафиков Илда Сагитович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

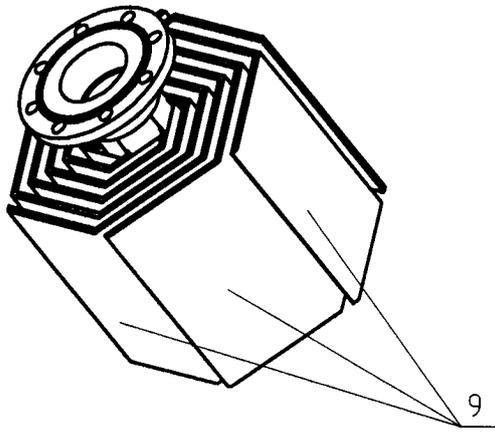
**Общество с ограниченной ответственностью
"Инженерно-внедренческий центр
"ИНЖЕХИМ" (ООО "Инженерно-
внедренческий центр "ИНЖЕХИМ") (RU)**

(54) ТЕПЛООБМЕННИК РАДИАЛЬНО-СПИРАЛЬНОГО ТИПА (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к аппаратам для проведения теплообменных процессов и может быть использовано в теплообменниках радиально-спирального типа. Теплообменник радиально-спирального типа содержит вертикальный корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, снабжен коллекторами для первого теплоносителя. Внутри корпуса установлены один над другим два или более блоков теплообменных элементов. Каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов. Каждый теплообменный элемент выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала для первого теплоносителя. Теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя. Блоки теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы. Радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из

металлических профилированных листов. Щелевые каналы смежных установленных один над другим блоков для протока первого теплоносителя соединены между собой таким образом, что движение теплоносителя в одном из блоков направлено от оси теплообменного блока к периферии, а в смежном блоке - от периферии к оси. Теплообменник радиально-спирального типа может быть выполнен из теплообменных элементов, попарно соединенных между собой так, что движение первого теплоносителя по радиально-спиральным щелевым каналам направлено от оси теплообменного блока к периферии и далее по смежным в паре элементам - от периферии к оси. Технический эффект: упрощение конструкции теплообменника радиально-спирального типа, а также увеличение удельной теплообменной поверхности в единице его объема за счет возможности заполнения объема теплообменника блоками теплообменных элементов. 2 н.п. ф-лы, 12 ил.



Фиг. 5

RU 2583316 C1

RU 2583316 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015117843/06, 12.05.2015

(24) Effective date for property rights:
12.05.2015

Priority:

(22) Date of filing: 12.05.2015

(45) Date of publication: 10.05.2016 Bull. № 13

Mail address:

420049, Tatarstan, g. Kazan, ul. SHaljapina, 14/83,
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostju
"Inzhenerno-vnedrencheskij tsentr "INZHEKHIM",
Farakhovu Mansuru Insafovichu

(72) Inventor(s):

Farakhov Mansur Insafovich (RU),
Akhmitshin Almaz Anasovich (RU),
Kuznetsov Vladimir Anatolevich (RU),
Farakhov Marat Mansurovich (RU),
SHafikov Ilda Sagitovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostju
"Inzhenerno-vnedrencheskij tsentr
"INZHEKHIM" (OOO "Inzhenerno-
vnedrencheskij tsentr "INZHEKHIM") (RU)

(54) **RADIAL-SPIRAL TYPE HEAT EXCHANGER (VERSIONS)**

(57) Abstract:

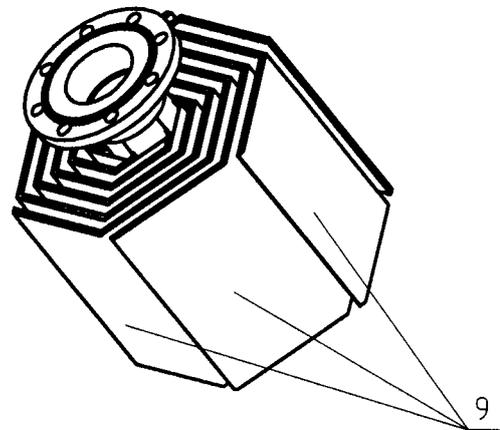
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to apparatus for heat exchange processes and can be used in heat exchangers radial-spiral type. Radial-spiral type heat exchanger comprises vertical housing with inlet and outlet of heat carriers, is equipped with headers for first heat carrier. Inside housing are installed one above other two or more units of heat exchange elements. Each unit is made of vertically arranged heat exchange elements. Each heat exchange element is hollow to form internal radial-spiral slot channels for first heat carrier. Heat exchange elements are arranged to each other to form external vertical slot channels for movement in axial direction of second heat carrier. Units of heat exchange elements are made in form of rectangular prism. Radial-spiral slot channels of heat exchange elements of each unit are made from metal shaped sheets. Slot channels of adjacent units, arranged one above other, for flow of first heat carrier are connected to each other so that movement of heat carrier in one of the blocks is directed from axis of heat exchange unit to periphery, and adjacent unit - from periphery to axis. Radial-spiral type heat exchanger can be made from heat exchange elements, connected in pairs to each other so that

movement of first heat carrier at radial-spiral slot channels is directed from axis of heat exchange unit to periphery and then at adjacent in pair of elements from periphery to axis.

EFFECT: technical effect is simplification of heat exchanger design radial-spiral type, as well as high specific heat exchange surface in one of its volume due to possibility of filling volume of heat exchanger units of heat exchange elements.

2 cl, 12 dwg



Фиг. 5

Изобретение относится к аппаратам для проведения теплообменных процессов и может быть использовано в промышленности, на транспорте, в быту для передачи теплоты от одного теплоносителя к другому, а также для формирования теплообменной зоны в реакционных, абсорбционных и ректификационных аппаратах при подаче или отводе тепла от технологического потока.

Традиционно процесс теплообмена осуществляют в теплообменниках, в которых передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через стенку из теплопроводящего материала, которая служит поверхностью теплообмена.

Известен аппарат для проведения теплообменных и диффузионных процессов, содержащий цилиндрический корпус с патрубками для ввода и вывода реагента и теплоносителя, блок теплообменных элементов, вертикально установленных внутри корпуса последовательно один за другим с образованием кольцевого ряда вокруг продольной оси корпуса, и каждый из них выполнен полым с двумя изогнутыми противоположными боковыми стенками, кривизна поверхностей которых уменьшается в направлении от продольной оси корпуса к его стенке, причем теплообменные элементы размещены на равных друг от друга расстояниях с образованием между ними наружных спиралеобразных каналов для перемещения потоков реагента, сообщенных с центральным и периферийным кольцеобразными каналами, соединенными с камерами ввода и вывода реагента, сообщенными соответственно с патрубками ввода и вывода реагента, а внутренние полости теплообменных элементов, служащие каналами для перемещения потоков теплоносителя, сообщены с камерами ввода и вывода теплоносителя, соединенными соответственно с патрубками ввода и вывода теплоносителя, аппарат дополнительно снабжен размещенными внутри корпуса распределительным и выпускным коллекторами, каждый из которых образован двумя коаксиально установленными вдоль продольной оси корпуса обечайками, кольцеобразная полость между которыми ограничена в осевом направлении верхней и нижней крышками и сообщена с внутренними полостями теплообменных элементов посредством щелевидных прорезей, выполненных на одних из горизонтально расположенных торцевых стенках теплообменных элементов, и примыкающей к ним одной из крышек соответствующего коллектора, при этом кольцеобразная полость распределительного коллектора служит камерой ввода теплоносителя, а кольцеобразная полость выпускного коллектора является камерой вывода теплоносителя и, кроме того, у каждого теплообменного элемента указанные прорези выполнены в непосредственной близости от его вертикальных стенок, а полость центрального канала для перемещения потоков реагента ограничена вертикальными торцевыми стенками теплообменных элементов, близкорасположенными от продольной оси корпуса, а полость периферийного кольцеобразного канала для перемещения потока реагента заключена между внутренней поверхностью стенки корпуса и удаленными от продольной оси корпуса вертикальными торцевыми стенками теплообменных элементов.

Преимущественное выполнение аппарата, когда распределительный коллектор размещен в камере вывода реагента, а прорези, посредством которых его кольцеобразная полость сообщена с внутренними полостями теплообменных элементов, выполнены в нижних торцевых стенках теплообменных элементов в непосредственной близости от вертикальных торцевых стенок, близрасположенных от продольной оси корпуса и в верхней крышке коллектора, при этом выпускной коллектор размещен в камере ввода реагента, а прорези, посредством которых его кольцеобразная полость сообщена с внутренними полостями теплообменных элементов, выполнены в верхних торцевых стенках теплообменных элементов в непосредственной близости от их

вертикальных торцевых стенок, удаленных от продольной оси корпуса, и в нижней крышке коллектора, кроме того, в нижней и верхней крышках распределительного коллектора выполнены центральные отверстия, образующие вместе с полостью его внутренней обечайки сквозной канал, сообщенный с центральным каналом для

5 перемещения потока реагента и с камерой его вывода;

когда аппарат дополнительно снабжен устройством для распределения реагента по наружным стенкам теплообменных элементов, установленным над распределительным коллектором, размещенным в камере ввода реагента, а прорези, посредством которых кольцеобразная полость распределительного коллектора сообщена с внутренними

10 полостями теплообменных элементов, выполнены в верхних торцевых стенках теплообменных элементов в непосредственной близости от их вертикальных торцевых стенок, удаленных от продольной оси корпуса, при этом выпускной коллектор размещен в камере вывода реагента, а прорези, посредством которых кольцеобразная полость выпускного коллектора сообщена с внутренними полостями теплообменных элементов,

15 выполнены в торцевых стенках теплообменных элементов в непосредственной близости от их вертикальных торцевых стенок, близрасположенных от продольной оси корпуса;

когда аппарат дополнительно снабжен, по меньшей мере, двумя вертикально установленными внутри корпуса блоками теплообменных элементов с распределительными и выпускными коллекторами;

20 аппарат дополнительно снабжен направляющими элементами, горизонтально установленными во внутренних и наружных каналах теплообменных элементов на расстоянии друг от друга по высоте каналов;

каждый наружный спиралеобразный канал имеет в плоскости, перпендикулярной продольной оси корпуса, постоянную ширину, см. RU Патент №2075020, МПК 6 F28D

25 7/04, F28D 9/00, 1997.

Недостатками известного аппарата для проведения теплообменных и диффузионных процессов являются:

- сложность конструкции;

- недостаточная удельная поверхность теплообмена, приходящаяся на единицу

30 объема теплообменника;

- для прокачки первого теплоносителя последовательно через несколько блоков необходимо выводить теплоноситель за пределы корпуса через патрубок отвода предыдущего блока и возвращать его во внутреннюю полость корпуса через патрубок подвода теплоносителя последующего блока, что значительно усложняет конструкцию

35 и приводит к дополнительной потере давления потока и увеличению расхода энергии на его прокачку через теплообменник.

Наиболее близким по технической сущности является теплообменник радиально-спирального типа, содержащий вертикальный цилиндрический корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, внутри которого установлены один над другим два

40 или более блоков теплообменных элементов с образованием периферийного кольцеобразного и центрального цилиндрического распределительных коллекторов, каждый блок сформирован из вертикально установленных примыкающих друг к другу теплообменных элементов, сваренных между собой вертикальными швами и образующих кольцевой ряд вокруг вертикальной оси корпуса, каждый теплообменный

45 элемент выполнен полым и представляет собой две сваренные по двум горизонтальным сторонам стенки с дистанционирующими выступами, имеющие в поперечном сечении форму спирали Архимеда и образующие во внутренней полости радиально-спиральный щелевой канал для одного из теплоносителей, а теплообменные элементы прилегают

друг к другу, образуя наружные вертикальные щелевые каналы для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя, причем внутренние полости спиралевидных теплообменных элементов всех блоков сообщаются с периферийным и центральным распределительными коллекторами, а между смежными блоками теплообменных элементов поочередно в периферийном и центральном распределительных коллекторах установлены горизонтальные перегородки, которые разделяют каждый из распределительных коллекторов на отдельные изолированные полости и, препятствуя движению потока теплоносителя вдоль распределительного коллектора, направляют его после истечения из внутренних полостей теплообменных элементов одного блока во внутренние полости теплообменных элементов последующего блока. Преимущественное выполнение:

когда каждый последующий из установленных в корпусе блоков выполнен с противоположным по сравнению с предыдущим блоком направлением кривизны теплообменных элементов;

когда блоки выполнены с теплообменными элементами, предпочтительно имеющими кривизну, которая обеспечивает закрутку потока теплоносителя, перемещающегося в радиально-спиральном направлении, против часовой стрелки в теплообменнике, предназначенном для использования в северном полушарии Земли, а по часовой стрелке - в южном полушарии,

см. RU Патент №2348882, МПК F28D 9/04 (2006.01), 2009.

Недостатками известного теплообменника являются:

- сложность конструкции, вызванная сложностью изготовления и монтажа блоков теплообменных элементов внутри теплообменника;

- недостаточная удельная теплообменная поверхность в единице объема из-за наличия периферийных коллекторов внутри теплообменных блоков, которые занимают часть полезного объема теплообменника.

Задачей изобретения являются упрощение конструкции теплообменника радиально-спирального типа, увеличение удельной теплообменной поверхности в единице объема.

Техническая задача по первому варианту решается тем, что теплообменник радиально-спирального типа, содержащий вертикальный корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, снабжен коллекторами для первого теплоносителя, внутри корпуса установлены один над другим два или более блоков теплообменных элементов, каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов, каждый теплообменный элемент выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала для первого теплоносителя, теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя, согласно изобретению блоки теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы, радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов, при этом щелевые каналы смежных установленных один над другим блоков для протока первого теплоносителя соединены между собой таким образом, что движение теплоносителя в одном из блоков направлено от оси теплообменного блока к периферии, а в смежном блоке - от периферии к оси.

Техническая задача по второму варианту решается тем, что теплообменник радиально-спирального типа, содержащий вертикальный корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, снабжен коллекторами для первого теплоносителя, внутри корпуса установлены блоки теплообменных элементов, каждый блок сформирован из

вертикально установленных теплообменных элементов, каждый теплообменный элемент выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала для первого теплоносителя, теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя, согласно изобретению блоки теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы, радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов, при этом теплообменные элементы блока попарно сварены между собой так, что движение первого теплоносителя по радиально-спиральным щелевым каналам направлено от оси теплообменного блока к периферии и далее по смежным в паре элементам - от периферии к оси.

Решение технической задачи позволяет упростить конструкцию теплообменника радиально-спирального типа, увеличить удельную теплообменную поверхность в единице объема за счет возможности заполнения объема теплообменника блоками теплообменных элементов.

Заявляемый радиально-спиральный теплообменник по первому варианту изображен на Фиг. 1-6.

Радиально-спиральный теплообменник содержит корпус 1 с патрубками подвода 2 и отвода 3 первого теплоносителя, патрубками подвода 4 и отвода 5 для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя. Теплообменник снабжен распределительным коллектором 6 и выходным коллектором 7 для подачи и отвода первого теплоносителя. В корпусе 1 вдоль вертикальной оси установлены один над другим два блока 8 теплообменных элементов 9. Блоки 8 теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы. Каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов 9. Каждый теплообменный элемент 9 выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала 10 для первого теплоносителя. Теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов 11 для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя. Радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов. Радиально-спиральные щелевые каналы 10 смежных установленных один над другим блоков для протока первого теплоносителя соединены между собой таким образом, что движение теплоносителя в одном из блоков направлено от оси теплообменного блока к периферии, а в смежном блоке - от периферии к оси.

Два или более блоков теплообменных элементов, установленных один над другим, могут быть распределены в вертикальном корпусе по его сечению, см. Фиг. 3, 4. На фиг. 5 изображен блок теплообменных элементов в аксонометрии, а на фиг. 6 - теплообменный элемент.

Заявляемый радиально-спиральный теплообменник по второму варианту изображен на Фиг. 7-12.

Радиально-спиральный теплообменник содержит корпус 1 с патрубками подвода 2 и отвода 3 первого теплоносителя, патрубками подвода 4 и отвода 5 для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя. Теплообменник снабжен распределительным коллектором 6 и выходным коллектором 7 для первого теплоносителя. В корпусе 1 вдоль вертикальной оси установлены блоки 8 теплообменных элементов 9 (Фиг. 9). Блок 8 теплообменных элементов выполнен в форме прямой призмы. Каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов 9. Каждый теплообменный элемент 9 выполнен полым с

образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала 10 для первого теплоносителя. Теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов 11 для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя. Радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов. При этом теплообменные элементы 9 блока 8 попарно сварены между собой так, что движение первого теплоносителя по радиально-спиральным щелевым каналам 10 направлено от оси теплообменного блока к периферии и далее по смежным в паре элементам - от периферии к оси.

Блоки теплообменных элементов могут быть установлены один над другим и распределены в вертикальном корпусе по его сечению, см. Фиг. 9, 10. На фиг. 11 изображен блок теплообменных элементов в аксонометрии, а на фиг. 12 - пара теплообменных элементов, сваренных между собой.

Теплообменник по первому варианту работает следующим образом.

Поток первого теплоносителя через патрубок 2 поступает в распределительный коллектор 6, проходит через радиально-спиральные щелевые каналы 10 теплообменных элементов 9 верхних блоков 8, при этом движение первого теплоносителя направлено от оси теплообменного блока к периферии. Далее теплоноситель поступает в радиально-спиральные щелевые каналы 10 теплообменных элементов 9 смежных блоков 8, движение первого теплоносителя направлено от периферии к оси. Затем теплоноситель поступает в выходной коллектор 7 и через патрубок 3 выводится из теплообменника.

Одновременно второй теплоноситель поступает в теплообменник через патрубок 4 и аксиально перемещается вверх, проходя последовательно через наружные вертикальные щелевые каналы 11 теплообменных блоков 8, после чего выводится из теплообменника через патрубок 5.

При прохождении потоков теплоносителей по соответствующим внутренним радиально-спиральным и наружным вертикальным щелевым каналам через стенки теплообменных элементов осуществляется передача тепла от более нагретого теплоносителя к менее нагретому.

Теплообменник по второму варианту работает следующим образом.

Поток первого теплоносителя через патрубок 2 поступает в распределительный коллектор 6, проходит через внутренние радиально-спиральные щелевые каналы 10 теплообменных элементов 9 блоков 8, при этом движение первого теплоносителя по радиально-спиральным щелевым каналам направлено от оси теплообменного блока к периферии и далее по смежным в паре элементам - от периферии к оси. Затем теплоноситель поступает в выходной коллектор 7 и через патрубок 3 выводится из теплообменника.

Одновременно второй теплоноситель поступает в теплообменник через патрубок 4 и аксиально перемещается вверх, проходя последовательно через наружные вертикальные щелевые каналы 11 теплообменных блоков 8, после чего выводится из теплообменника через патрубок 5.

При прохождении потоков теплоносителей по соответствующим внутренним радиально-спиральным и наружным вертикальным щелевым каналам через стенки теплообменных элементов осуществляется передача тепла от более нагретого теплоносителя к менее нагретому.

Каждый блок теплообменных элементов по первому и второму вариантам выполнен неразборным и герметичным.

Для увеличения механической прочности щелевые каналы теплообменных элементов

могут содержать дистанционирующие выступы или элементы.

Размер теплообменных блоков может быть выбран в соответствии с размерами вертикального корпуса, а также технологических люков, предназначенных для монтажа блоков теплообменных элементов при формировании теплообменной зоны внутри реакторов и колонных аппаратов. Распределение блоков теплообменных элементов по сечению и/или один над другим позволяет значительно увеличить удельную теплообменную поверхность в единице объема.

Блоки теплообменных элементов могут быть снабжены фланцами для упрощения монтажа.

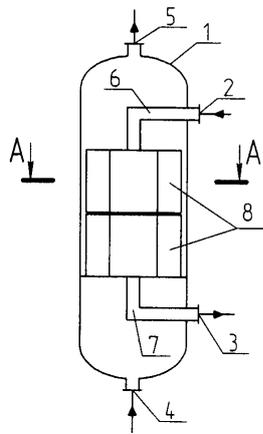
Таким образом, заявляемая совокупность признаков по первому и второму вариантам позволяет упростить конструкцию теплообменника радиально-спирального типа и увеличить удельную теплообменную поверхность в единице его объема за счет возможности заполнения объема теплообменника блоками теплообменных элементов.

Формула изобретения

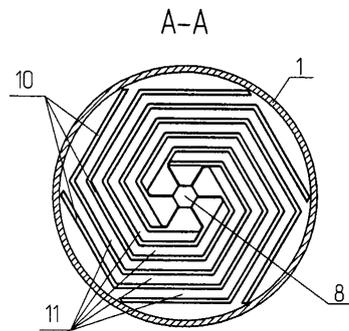
1. Теплообменник радиально-спирального типа, содержащий вертикальный корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, снабжен коллекторами для первого теплоносителя, внутри корпуса установлены один над другим, два или более блока теплообменных элементов, каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов, каждый теплообменный элемент выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала для первого теплоносителя, теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя, отличающийся тем, что блоки теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы, радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов, при этом щелевые каналы смежных установленных один над другим блоков для протока первого теплоносителя соединены между собой таким образом, что движение теплоносителя в одном из блоков направлено от оси теплообменного блока к периферии, а в смежном блоке - от периферии к оси.

2. Теплообменник радиально-спирального типа, содержащий вертикальный корпус с патрубками подвода и отвода теплоносителей, снабжен коллекторами для первого теплоносителя, внутри корпуса установлены блоки теплообменных элементов, каждый блок сформирован из вертикально установленных теплообменных элементов, каждый теплообменный элемент выполнен полым с образованием внутреннего радиально-спирального щелевого канала для первого теплоносителя, теплообменные элементы расположены друг к другу с образованием наружных вертикальных щелевых каналов для перемещения в аксиальном направлении второго теплоносителя, отличающийся тем, что блоки теплообменных элементов выполнены в форме прямой призмы, радиально-спиральные щелевые каналы теплообменных элементов каждого блока выполнены из металлических профилированных листов, при этом теплообменные элементы блока попарно сварены между собой так, что движение первого теплоносителя по радиально-спиральным щелевым каналам направлено от оси теплообменного блока к периферии и далее по смежным в паре элементам - от периферии к оси.

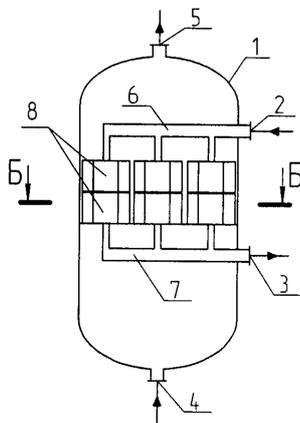
Теплообменник радиально-спирального типа (варианты)



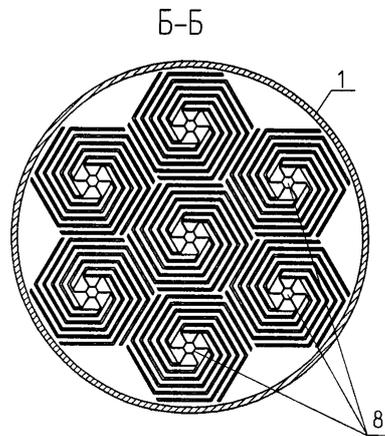
Фиг. 1



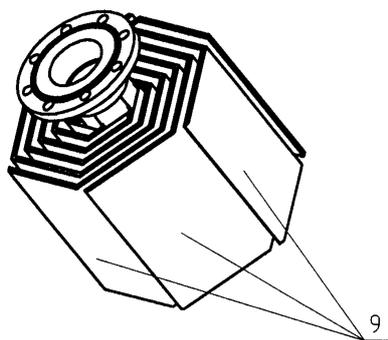
Фиг. 2



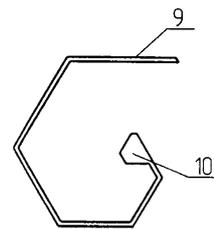
Фиг. 3



Фиг. 4

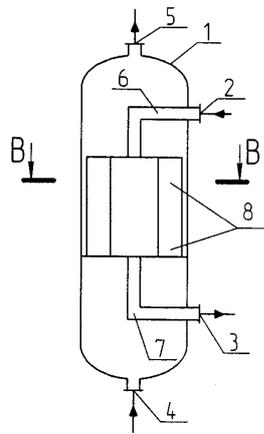


Фиг. 5

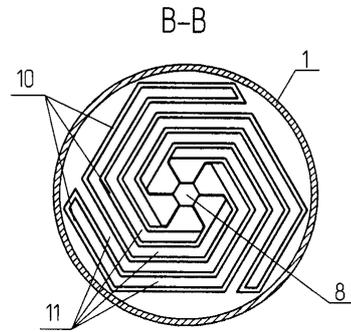


Фиг. 6

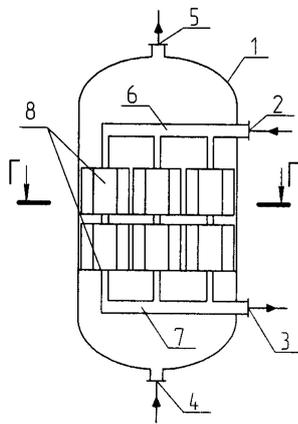
Теплообменник радиально-спирального типа (варианты)



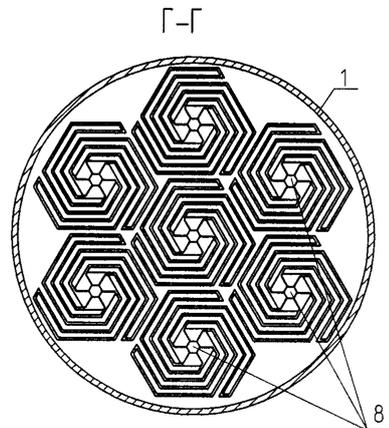
Фиг. 7



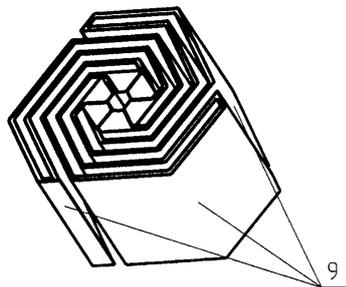
Фиг. 8



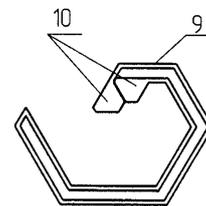
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12