



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F28D 7/16 (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2017132094, 15.02.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.02.2016

Дата регистрации:
11.04.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.02.2015 DE 10 2015 102 311.3

(43) Дата публикации заявки: 18.03.2019 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 11.04.2019 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 18.09.2017

(86) Заявка РСТ:
EP 2016/053199 (15.02.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2016/131786 (25.08.2016)

Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

**ФАНИ ЯЗДИ Сайед Ахмад (DE),
ШУЛЬЦЕ Аксель (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

ХУГО ПЕТЕРСЕН ГМБХ (DE)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 5291944 A, 08.03.1994. DE
102012220926 A1, 15.05.2014. DE 102010012629
A1, 29.09.2011. SU 1231368 A1, 15.05.1986.

RU 2 684 690 С2

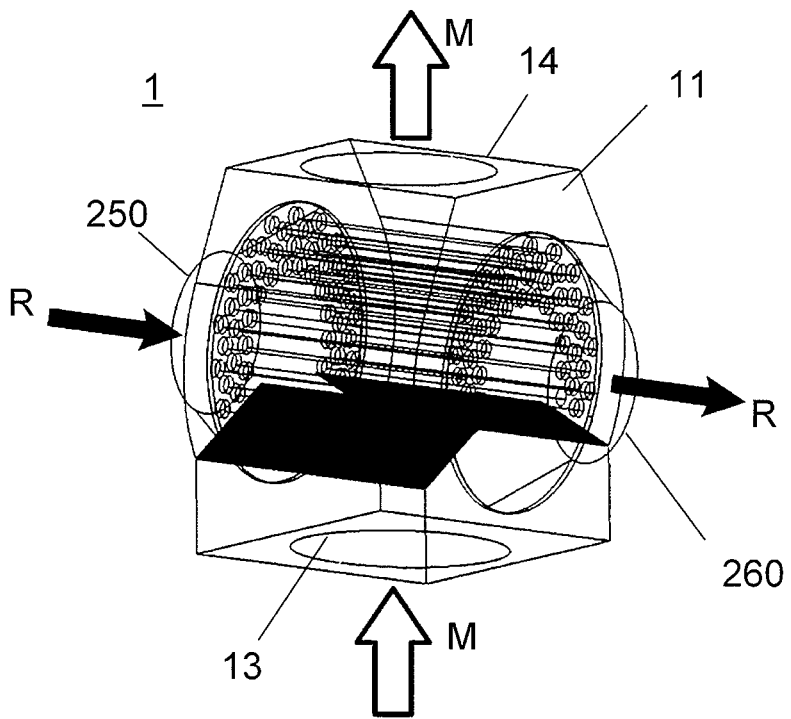
(54) КОЖУХОТРУБНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК, ПАКЕТ ДЛЯ КОЖУХОТРУБНОГО
ТЕПЛООБМЕННИКА, ПРИМЕНЕНИЕ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано в кожухотрубных теплообменных аппаратах для регенерации тепла. В кожухотрубном теплообменнике, в котором в пространстве кожуха расположен пакет труб из нескольких труб с, по меньшей мере, одной трубной решёткой, который вовне ограничивается поверхностью кожуха и имеет проходящую по центру в пространстве кожуха продольную ось, причём расположение труб в пакете труб определяет трубный отражатель, который имеет свободный от труб внутренний канал вокруг

продольной оси и свободный от труб внешний канал между внешней кромкой пакета труб и поверхностью кожуха, трубный отражатель между внутренним и внешним каналами имеет, по меньшей мере, одну соединительную зону, через которую в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника текучая среда входит в пространство кожуха и/или выходит из пространства кожуха. Технический результат - обеспечение возможности равномерного распределения газа при обтекании пакета труб. 4 н. и 19 з.п. ф-лы, 31 ил.

RU 2 684 690 С2



ФИГ. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(19) **RU** (11)**2 684 690**⁽¹³⁾ **C2**(51) Int. Cl.
F28D 7/16 (2006.01)(52) CPC
F28D 7/16 (2019.02)(21) (22) Application: **2017132094**, 15.02.2016(24) Effective date for property rights:
15.02.2016Registration date:
11.04.2019

Priority:

(30) Convention priority:
18.02.2015 DE 10 2015 102 311.3(43) Application published: **18.03.2019** Bull. № 8(45) Date of publication: **11.04.2019** Bull. № 11(85) Commencement of national phase: **18.09.2017**(86) PCT application:
EP 2016/053199 (15.02.2016)(87) PCT publication:
WO 2016/131786 (25.08.2016)Mail address:
109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"

(72) Inventor(s):

**FANI YAZDI, Sayyed Ahmad (DE),
SCHULZE, Axel (DE)**

(73) Proprietor(s):

HUGO PETERSEN GMBH (DE)(54) **SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER, PACKAGE FOR SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER, APPLICATION OF SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER (OPTIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: heating equipment.

SUBSTANCE: invention relates to heat equipment and can be used in shell-and-tube heat exchangers for heat recovery. In a shell-and-tube heat exchanger, in which in a housing element space there is a package of pipes of several pipes with at least one tube plate, which is outwardly limited by the surface of the housing element and has a longitudinal axis passing in the center of the housing element, the location of pipes in the pipe package is determined by the pipe reflector, which has a pipe-free inner channel around the longitudinal axis

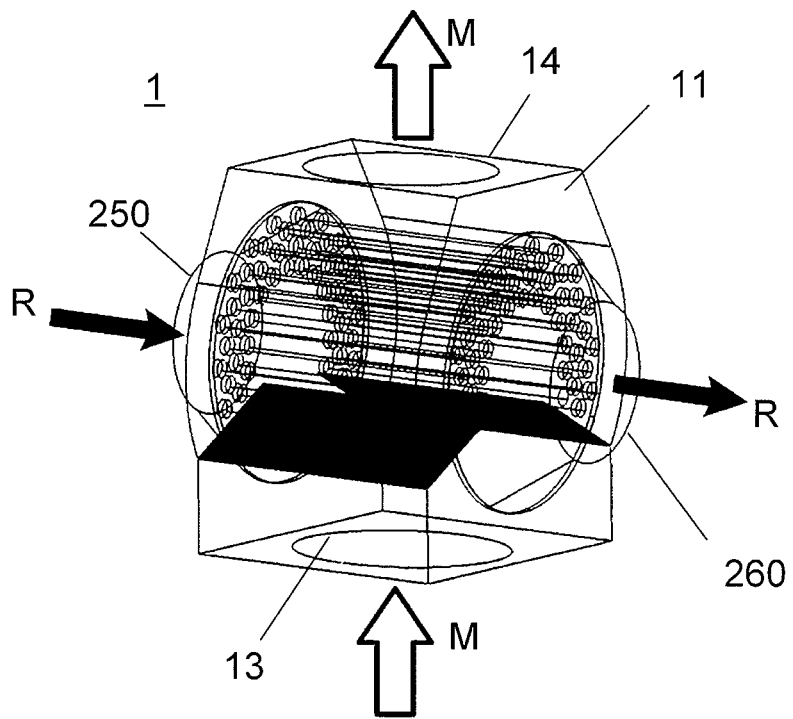
and a pipe-free outer channel between the outer edge of the pipe package and the surface of the housing element, pipe reflector between the internal and external channels has at least one connecting zone through which, during operation of the shell-and-tube heat exchanger, a fluid enters the space of the housing element and/or exits the space of the housing element.

EFFECT: ensuring the possibility of uniform distribution of gas during the flow of the pipe package.

23 cl, 31 dwg

RU 2 684 690 C 2

RU 2 684 690 C 2



ФИГ. 3

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к кожухотрубному теплообменнику, к пакету труб для кожухотрубного теплообменника и применению кожухотрубного теплообменника (варианты).

5 Уровень техники

Кожухотрубные теплоносители обозначаются также как кожухотрубные теплообменники и являются наиболее часто используемыми в промышленности теплообменниками. У кожухотрубных теплообменников поверхность теплообмена отделяет горячее пространство для текучей среды от холодного. Одна текучая среда 10 проходит через трубы (со стороны труб), в то время как другая текучая среда обтекает трубы (со стороны кожуха). Пакеты труб располагаются в кожухе и при этом таким образом удерживаются в трубной решётке, что она образует барьер, чтобы предотвращать смешивания обеих, имеющих различную температуру, текучих сред. Для достижения более высокой скорости в кожухе или для увеличения частоты контактов 15 среды в пространстве кожуха с поверхностью теплообменника используются отражательные сегменты. Текучая среда в кожухе имеет более длинный участок для прохождения между входным и выходным штуцерами.

Такой теплообменник в соответствии с уровнем техники представлен на фиг.1. На изображении сверху представлен в продольном разрезе работающий на перекрёстном 20 токе кожухотрубный теплообменник. На изображении внизу представлено открытое перспективное изображение пространства кожуха с пакетом труб и отражательными сегментами.

На стороне кожуха разделение труб оказывает большое воздействие на скорость текучей среды и, тем самым, на теплопередачу, а также на потери давления. 25 Традиционные теплообменники, работающие на перекрёстном токе, имеют на стороне кожуха неравномерные траектории потока и, вследствие этого, повышенную механическую нагрузку. Кроме того, потери давления у таких теплообменников очень высоки.

Следующим этапом в развитии кожухотрубных теплообменников был так 30 называемый аппарат с радиальным прохождением. Такой теплообменник представлен на фиг.2 в продольном разрезе. На изображении сверху представлен в продольном разрезе работающий на перекрёстном токе кожухотрубный теплообменник. На изображении внизу представлено открытое перспективное изображение пространства кожуха с пакетом труб и отражательными сегментами, причём соответствующие 35 первичные пространства для подачи и отведения текучей среды со стороны трубы и со стороны кожуха не изображены.

При использовании кожухотрубного теплообменника с радиальным прохождением недостатки классического кожухотрубного теплообменника могут быть уменьшены. За счёт равномерного потока от центрального канала вовне в радиальном направлении 40 или от пространства между кожухом теплообменника вокруг пакета труб к центральному каналу достигается как уменьшение механической нагрузки, так и уменьшение потери давления в пространстве кожуха теплообменника. Таким образом, добиваются не только свободы в выборе ориентации подводящего и отводящего штуцеров со стороны кожуха, но также и компактной конструкции пакета труб.

Недостатком радиального кожухотрубного теплообменника можно считать либо 45 сложности при конструировании головного и концевого колпаков вследствие того, что как входной, так и выходной штуцера, в случае штуцеров со стороны кожуха, а также со стороны трубы, для прохождения текучей среды через пакет труб являются

встроенными элементами. Либо штуцера для входа и выхода текучей среды на стороне кожуха должны быть установлены непосредственно на кожухе, что приводит к нагрузке на равномерный поток в соответствующей входной или выходной камере.

Раскрытие изобретения

5 Задача изобретения состоит в том, чтобы обеспечить возможность равномерного потока от центрального канала вовне к поверхности кожуха или от пространства между кожухом теплообменника вокруг пакета труб к центральному каналу, и одновременно конструктивно простую подачу текучей среды в пространство кожуха и отведение её из пространства кожуха. В частности, задачей изобретения является обеспечение потери
10 давления в теплообменнике со стороны кожуха, по сравнению с таким же теплообменником со сравнимой производительностью теплообмена. Далее задачей изобретения является возможность уменьшения габаритов кожухотрубного теплообменника при сравнимой производительности теплообмена.

15 Эти задачи решаются в кожухотрубном теплообменнике признаками п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения кожухотрубного теплообменника описаны в последующих зависимых пунктах формулы изобретения.

20 Согласно изобретению в кожухотрубном теплообменнике в пространстве кожуха расположен пакет труб из нескольких труб с, по меньшей мере, одной трубной решёткой, который вовне ограничен поверхностью кожуха и имеет проходящую по центру в
25 пространстве кожуха продольную ось, причём расположение труб в пакете труб определяет трубный отражатель, который имеет свободный от труб внутренний канал вокруг продольной оси и свободный от труб внешний канал между внешней кромкой пакета труб и поверхностью кожуха, причём в соответствии с изобретением трубный отражатель между внутренним каналом и внешним каналом имеет, по меньшей мере,
30 одну соединительную зону, через которую в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника текучая среда входит в пространство кожуха и/или выходит из пространства кожуха.

35 На примере основной формы радиального кожухотрубного теплообменника далее будет пояснён более детально принцип действия решения в соответствии с изобретением.
40 У цилиндрического теплообменника трубы располагаются в трубном отражателе с круглым поперечным сечением по принципу радиального расположения относительно друг друга. Пакет труб осуществлён при этом таким образом, что не образуется никакого пакета труб в сборе, а посредством соединительной зоны вырезается любой сегмент круглого поперечного сечения трубного отражателя. Благодаря этому,
45 преимущества классического кожухотрубного теплообменника, в частности, так называемого перекрёстного обтекателя, комбинируются с преимуществами радиального кожухотрубного теплообменника. Изобретение делает возможной, таким образом, улучшенную теплопередачу с уменьшением потери давления в пространстве кожуха. Посредством теплообменника в соответствии с изобретением в процессе эксплуатации реализуются, к тому же, уменьшенные механические нагрузки на теплообменник, по сравнению с классическим кожухотрубным теплообменником, без необходимости использования конструктивно сложных головного и концевых колпаков. Более того, от колпака в традиционном смысле при присоединении к трубной решётке в продольном направлении теплообменника, в принципе, можно отказаться. Таким образом, при использовании изобретения конструкция может стать более компактной и, тем самым, может иметь меньшие габариты.

Итак, посредством кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением реализуется «полурадиальное течение». Теплообменник в соответствии с изобретением

обозначается, поэтому, также как «Semi RF Heat Exchanger». При этом выражение «полу» должно пониматься таким образом, что лишь часть - не обязательно половина - трубного отражателя оснащена трубами.

5 Пространство кожуха ограничивается в направлении вовне от поверхности кожуха, в основном, параллельно огибающим вокруг пакета труб. Пакет труб в рамках изобретения может иметь при этом, в принципе, любую внешнюю форму. В частности, внешнее ограничение пакета труб, если смотреть в поперечном сечении, может огибаться окружностью, многоугольником, к примеру, прямоугольником, предпочтительно квадратом, или эллипсом.

10 Трубы пакета труб защищены, в частности, лишь поверхностью кожуха в направлении перпендикулярно своей продольной оси или продольной оси кожухотрубного теплообменника, так что в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника весь пакет труб между внутренним каналом и внешним каналом может свободно обтекаться. Пакет труб, как правило, посредством своей первой трубной решётки присоединён к подающей камере для подачи проходящей через трубы в процессе
15 эксплуатации кожухотрубного теплообменника текучей среды в пространстве труб, а посредством своей второй трубной решётки присоединён к отводящей камере для отведения проходящей через трубы в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника текучей среды в пространстве труб, так что трубы открываются в
20 подающую или в отводящую камеру. В специальном варианте осуществления трубы пакета труб могут удерживаться также лишь посредством одной единственной трубной решётки и при этом иметь между двумя своими проходами через трубную решётку отражательный элемент, к примеру, U-образно изогнутый. Затем подающая и отводящая камеры могут быть помещены смежно друг другу в один единственный концевой
25 колпак.

«Соединительной зоной» кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением является зона, в которой сопротивление потоку для текучей среды в пространстве кожуха, по сравнению с сопротивлением потоку для радиального обтекания пакета труб, уменьшено. В этой зоне плотность труб в пакете труб уменьшена.
30 В частности, зона соединения в трубном отражателе может быть свободна от труб. Количество проходов для труб через поверхность перпендикулярно продольной оси в соединительной зоне меньше, чем в расположенной вне соединительной зоны области трубного отражателя.

Формулировка в отношении того, что через соединительную зону в процессе
35 эксплуатации текучая среда входит в пространство кожуха «и/или» выходит из пространства кожуха, адресует нас к конструкции в рамках изобретения, в соответствии с которой теплообменник может иметь несколько камер, так что в первой камере через соединительную зону может производиться подача текучей среды пространства кожуха, а в последней камере через соединительную зону может производиться отведение
40 текучей среды пространства кожуха из теплообменника. Если теплообменник имеет одну единственную камеру, то первая и последняя камеры идентичны друг другу и текучая среда пространства кожуха проходит лишь через неё.

В простом с точки зрения конструкции варианте осуществления трубы пакета труб располагаются с ориентацией по своей длине параллельно продольной оси.
45 Параллельная ориентация труб не является обязательной, к примеру, трубы могут также проходить, соответственно, по спиральной траектории вокруг продольной оси в пространстве кожуха.

В соответствии с предпочтительным вариантом усовершенствования изобретения

кожухотрубный теплообменник имеет одну единственную камеру. В частности, кожухотрубный теплообменник с одной камерой осуществлён в виде модуля для многосекционного кожухотрубного теплообменника за счёт того, что выход из отводящей камеры осуществлён для присоединения к входу в подающую камеру.

5 Благодаря этому, обеспечивается возможность соединения нескольких кожухотрубных теплообменников в своего рода башню или штабель, в котором в процессе эксплуатации текучая среда пространства кожуха после выхода из модуля теплообменника входит в следующий модуль.

10 Для обеспечения возможности реализации более длинного пути потока при максимально большой разности при теплопередаче кожухотрубный теплообменник имеет в варианте усовершенствования изобретения две или более, предпочтительно до двадцати, камер вокруг одного единственного пакета труб, причём между соседними камерами расположен, по меньшей мере, один отражательный сегмент для текучей среды в пространстве кожуха.

15 В процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника текучая среда в пространстве кожуха входит в первую камеру, которая кроме поверхности кожуха и кромки соединительной зоны между внутренним и внешним каналами трубного отражателя ограничена трубной решёткой и отражательным сегментом. Отражательный сегмент состоит из диска с поверхностью перпендикулярно продольной оси, которая
20 зеркально соответствует трубному отражателю, причём из этой поверхности вырезана внутренняя зона или внешняя зона. В частности, внутренняя зона в своём поперечном сечении практически соответствует поперечному сечению внутреннего канала, а внешняя зона в своём поперечном сечении практически соответствует поперечному сечению внешнего канала.

25 Простое с точки зрения конструктивного решения присоединение к предыдущему или к последующему аппарату возможно в соответствии с изобретением посредством того, что кожухотрубный теплообменник имеет устройство подведения для текучей среды в пространстве кожуха во внутренний канал или во внешний канал, а также устройство отведения для текучей среды в пространстве кожуха из внешнего канала
30 или из внутреннего канала, причём соединительная зона между внутренним и внешним каналами является неотъемлемой частью подающего устройства и/или отводящего устройства.

При нечётном количестве камер направление потока текучей среды в пространстве кожуха относительно продольной оси через подающее устройство и/или отводящее
35 устройство одно и то же. То есть, через подающее устройство и/или через отводящее устройство текучая среда в пространстве кожуха проходит к продольной оси или от неё.

При чётном количестве камер направление потока текучей среды в пространстве кожуха относительно продольной оси через подающее устройство и/или отводящее
40 устройство противоположно друг другу. То есть, через подающее устройство текучая среда в пространстве кожуха проходит к продольной оси (от продольной оси), а через отводящее устройство текучая среда в пространстве кожуха проходит от продольной оси (к продольной оси).

Пакет труб согласно изобретению может иметь, в частности, круглое поперечное сечение, так что простым способом с точки зрения конструктивного решения реализуется внутренняя конструкция теплообменника, которая в процессе эксплуатации обеспечивает
45 особенно равномерное обтекание труб текучей средой в пространстве кожуха.

Пакет труб может быть расположен при этом концентрично продольной оси. В

варианте усовершенствования изобретения пакет труб располагается эксцентрично относительно продольной оси, вследствие чего, за счёт позиционирования пакета труб, создаётся дополнительная возможность для оказания воздействия на поток в пространстве кожуха.

5 Соединительная зона имеет в предпочтительном простом варианте осуществления первую и вторую проходные поверхности, а также два боковых ограничения, причём первая проходная поверхность является переходом между внешним каналом и соединительной зоной, вторая проходная поверхность является переходом между
10 от расположенной в продольном направлении пространства кожуха кромки первой проходной поверхности к соответствующей расположенной в продольном направлении пространства кожуха кромке второй проходной поверхности, и второе боковое ограничение проходит от другой расположенной в продольном направлении
15 расположенной в продольном направлении пространства кожуха кромки первой проходной поверхности к соответствующей расположенной в продольном направлении пространства кожуха кромке второй проходной поверхности.

Оба боковых ограничения соединительной зоны проходят, в основном, параллельно друг другу, когда соединительная зона должна реализовать кратчайший путь между
20 соединительной зоны в направлении перпендикулярно продольной оси или параллели продольной оси могут также формировать на некоторых участках различные формы поперечного сечения соединительной зоны. Поперечное сечение соединительной зоны является поверхностью, через которую проходит текучая среда пространства кожуха, если она проходит между внутренним и внешним каналами.

25 Изобретение создаёт большое количество возможностей для регулировки посредством варианта геометрии соединительной зоны желаемого в процессе эксплуатации профиля потока текучей среды в пространстве кожуха и, тем самым, также кинетики теплопередачи. Примеры вариантов геометрии соединительной зоны будут описаны далее более детально на основании приложенных чертежей.

30 В следующем предпочтительном варианте осуществления изобретения пакет труб составлен из, по меньшей мере, двух, предпочтительно трёх, или четырёх, или пяти модулей пакета труб. Так конструкция желаемого пакета труб при реализации соединительной зоны в соответствии с изобретением возможна при использовании предварительно изготовленных модулей в соответствии с блочным принципом.

35 Модули пакета труб могут быть при этом однотипными. В частности, $n-1$ (к примеру, три) модуля пакета труб посредством, в основном, $1/n$ имеющего форму круга (к примеру, имеющего форму четверти круга) в поперечном сечении перпендикулярно продольной оси трубного отражателя могут быть соединены друг с другом, причём соединительная зона возникает за счёт недостающего до полного круга n -ого (к примеру,
40 четвёртого) модуля. Соединение модулей пакета труб осуществляется в предпочтительном варианте простым способом посредством вставки в, по меньшей мере, одну трубную решётку.

В следующем варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один модуль пакета труб осуществлён не однотипным по сравнению с, по меньшей мере, одним
45 другим модулем пакета труб. В частности, в соответствии с данным вариантом осуществления модуль пакета труб включает в себя фрагмент из трубного отражателя с соединительной зоной и соседними трубами, в то время как следующий модуль пакета труб или следующие модули пакета труб формируют остальные трубы в общий трубный

отражатель.

Изобретение касается также пакета труб для вышеописанного кожухотрубного теплообменника. Такой пакет труб может быть изготовлен и может эксплуатироваться отдельно. Окончательный монтаж всего теплообменника в целом может быть
5 осуществлён тогда, к примеру, лишь в месте использования посредством встраивания в кожух и установки подающих и отводящих элементов на присоединительные элементы для соединительной зоны.

Кожухотрубный теплообменник в соответствии с изобретением может использоваться, в принципе, для жидких и газообразных сред, а также для текучих сред,
10 которые содержат жидкие и газообразные компоненты, к примеру, аэрозоли или влажный пар. Посредством получаемой за счёт изобретения относительно большой поверхности теплообмена кожухотрубный теплообменник в особо предпочтительном варианте может быть использован в качестве теплообменника типа «газ-газ», то есть для теплопередачи между двумя, в основном, газообразными средами. К примеру,
15 кожухотрубный теплообменник в соответствии с изобретением может применяться для регенерации тепла из горячих отработанных газов. Особая область применения выявляется на основании использования в рамках способов синтеза серной кислоты (H_2SO_4).

Краткое описание чертежей

20 Изобретение поясняется далее более детально со ссылкой на приложенные чертежи на основании примеров осуществления. Одинаковые и подобные конструктивные элементы снабжены при этом одинаковыми ссылочными позициями, причём признаки различных примеров осуществления могут быть скомбинированы друг с другом. На чертежах представлены:

25 фиг.1 схематичное изображение в продольном разрезе приводимого в действие посредством перекрёстного тока кожухотрубного теплообменника в соответствии с уровнем техники (вверху), а также схематичное открытое перспективное изображение соответствующего пространства кожуха с пакетом труб и отражательными сегментами (внизу),

30 фиг.2 схематичное изображение в продольном разрезе приводимого в действие посредством перекрёстного тока радиального кожухотрубного теплообменника в соответствии с уровнем техники (вверху), а также схематичное открытое перспективное изображение соответствующего пространства кожуха с пакетом труб и отражательными сегментами (внизу), причём соответствующее первичное пространство для подачи и
35 отведения текучей среды со стороны труб и со стороны кожуха не изображены,

фиг.3 схематичное открытое перспективное изображение кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением с одной камерой,

фиг.4 схематичное открытое перспективное изображение кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением с двумя камерами,

40 фиг.5 схематичное открытое перспективное изображение кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением с тремя камерами,

фиг.6 схематичное открытое перспективное изображение кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением с четырьмя камерами,

45 фиг.7 схематичный перспективный внешний вид пространства кожуха с подающим и отводящим устройствами представленного на фиг.6 кожухотрубного теплообменника,

фиг.8 схематичное изображение в продольном разрезе следующего варианта осуществления кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением,

фиг.9 схематичное изображение в продольном разрезе следующего варианта

осуществления кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением, фиг.10 схематичное изображение в продольном разрезе следующего варианта

осуществления кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением,

5 фиг.11 схематичное изображение поперечного сечения пакета труб в соответствии со следующим вариантом осуществления кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением,

фиг.12-30 схематичные изображения, соответственно, поперечного сечения пакета труб согласно соответствующему следующему варианту осуществления кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением,

10 фиг.31 схематичное открытое перспективное изображение кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением с одной камерой (вверху), у которого кожух расположен эксцентрично относительно пакета труб, и соответствующий вид в поперечном сечении (внизу).

На чертежах для лучшей наглядности частично направление потока текучей среды в пространстве кожуха и текучей среды в пространстве труб обозначено стрелками, как оно, в принципе, имеет место в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением.

Осуществление изобретения

Трубный отражатель в соответствии с изобретением в простейшем случае может 20 иметь радиальную форму, то есть, может быть круглым, причём, однако, трубы располагаются не по всей периферии окружности. Через открытый зазор соединительной зоны текучая среда в пространстве кожуха может проходить в центральный канал теплообменника. Оттуда текучая среда проходит радиально вокруг труб в направлении кожуха теплообменника. У кожухотрубного теплообменника с несколькими камерами 25 текучая среда проходит отсюда параллельно стенке кожуха в следующую камеру, где она снова радиально может проходить через пакет труб к центральному каналу теплообменника. Таким образом, текучая среда проводится к центральному каналу следующей камеры. Расположение штуцеров в качестве подающих и отводящих устройств для текучей среды в пространстве кожуха, а также колпак, отвечают принципу 30 расположения как у классического кожухотрубного теплообменника с той разницей, что трубный отражатель осуществлён по принципу радиального кожухотрубного теплообменника.

На фиг.3-10, в основном, пояснённый выше принцип работы кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением проиллюстрирован на основании 35 различных примеров.

На фиг.3 представлен теплообменник с одной камерой. Текучая среда со стороны труб входит через расположенный в плоскостном отображении перспективного изображения слева сзади колпак, распределяется по трубам и снова выходит через расположенный справа вперёд колпак. Текучая среда в пространстве кожуха через 40 расположенное в плоскостном отображении перспективного изображения внизу отверстие подаётся в соединительную зону и после прохождения пространства кожуха выходит из теплообменника через расположенное сверху отверстие. Геометрия соединительной зоны, наряду с длиной пространства кожуха камеры, которая соединена с подводящим или отводящим устройством для текучей среды в пространстве кожуха, 45 определяется шириной этой камеры, а также габаритами и позиционированием обеих изображённых посредством чёрных плоскостей боковых ограничений соединительной зоны.

На фиг.4 представлен следующий вариант осуществления кожухотрубного

теплообменника в соответствии с изобретением, который имеет две камеры, которые разделяются посредством направляющей перегородки в трубном отражателе. Текучая среда в пространстве кожуха через расположенное в плоскостном отображении перспективного изображения справа внизу отверстие подаётся в соединительную зону и оттуда подаётся во внутренний канал. После прохождения первой камеры пространства кожуха она через оставленный свободным от направляющей перегородки внешний канал перетекает во вторую камеру и проходит там через трубный отражатель извне наружу во внутренний канал. Оттуда текучая среда в пространстве кожуха покидает внутренний канал с переходом в соединительную зону и выходит через расположенное в перспективном изображении слева внизу отверстие из теплообменника.

Между двумя камерами представленного на фиг.4 варианта осуществления могут быть расположены другие камеры, для увеличения поверхности теплообмена. На фиг.5 представлен соответствующий теплообменник с такой дополнительной камерой. На фиг.6 соответствующий теплообменник представлен с двумя такими дополнительными камерами.

Фиг.7 демонстрирует внешний вид пространства кожуха представленного на фиг.6 варианта осуществления. Подводящее и отводящее устройство для текучей среды в пространстве кожуха, соответственно, в форме колпака насажено на пространство кожуха, поверхность которого имеет соответствующие углубления, для обеспечения прохода текучей среды в пространстве кожуха из подводящего устройства в соединительную зону первой камеры и из соединительной зоны последней камеры в отводящее устройство.

На фиг.8 представлен продольный разрез кожухотрубного теплообменника с двумя камерами. В этом варианте осуществления подача текучей среды в пространстве кожуха осуществляется в направлении плоскости чертежа во внутренний канал первой камеры, которая на изображении с фиг.8 располагается внизу. После прохождения пакета труб в первой камере текучая среда в пространстве кожуха проходит во внешнем канале вокруг направляющей перегородки и проходит извне вовнутрь пакет труб второй камеры, которая на изображении с фиг.8 располагается сверху. Отведение текучей среды в пространстве кожуха осуществляется через соединительную зону к отводящему устройству в направлении плоскости чертежа из внутреннего канала второй камеры. Через схематично воспроизведённые сверху и внизу на изображении с фиг.8 концевые колпаки текучая среда со стороны труб вводится в теплообменник и выводится из него.

В представленном на фиг.9 варианте теплообменника в соответствии с изобретением отведение текучей среды в пространстве кожуха осуществляется непосредственно из внутреннего канала второй камеры через центрально расположенное отводящее устройство.

В представленном на фиг.10 варианте осуществления теплообменника в соответствии с изобретением направление потока текучей среды в пространстве кожуха противоположно изображению, представленному на фиг.9; подача текучей среды в пространстве кожуха осуществляется непосредственно во внутренний канал камеры, через которую она проходит в этом случае в первую очередь, через центрально расположенное подающее устройство. Отведение текучей среды в пространстве кожуха осуществляется в направлении плоскости чертежа из внутреннего канала камеры, через которую она проходит в этом случае во вторую очередь, через соединительную зону в отводящее устройство.

Трубный отражатель может иметь, в принципе, форму с радиальным расположением или может при помощи нескольких сегментов моделировать радиальную форму.

Количество сегментов может быть любым.

Внутри трубного отражателя трубы могут быть расположены соосно или со смещением относительно друг друга. Следующая возможность расположения труб относительно друг друга в рамках изобретения представляет собой специальный вариант расположения со смещением, а именно, расположение, если смотреть от продольной оси, позиционированных друг за другом труб таким образом, чтобы трубы располагались на изогнутой траектории. Такое расположение достигается тогда, когда посредством труб формируется кирпичная кладка и центры труб позиционируются на концентричных окружностях вокруг продольной оси. На фигурах в виде точечных линий промаркированы такие изогнутые линии 28.

Пакет труб в соответствии с изобретением имеет в предпочтительном соответствующем варианте осуществления, по меньшей мере, один сегмент, в котором трубы своими центрами располагаются на, по меньшей мере, трёх концентричных относительно продольной оси окружностях таким образом, что линия соединения центров трубы одной окружности и трубы окружности со следующим большим диаметром при продвижении к соседней трубе следующей окружности с большим диаметром выявляет изогнутую линию 28. Таким образом, изобретение создаёт возможность для того, чтобы уложить трубы на соседних окружностях особенно плотно друг к другу, так как расстояние между окружностями, на которых располагаются центры труб, при рассчитанном соответствующим образом зазоре между трубами, может быть выбрано и меньше, чем радиус трубы. Такие варианты расположения труб реализованы в пакетах труб, которые представлены на фигурах.

Входные и выходные зазоры соединительной зоны для текучей среды, которые образуются за счёт отсутствующих труб на трубном отражателе, могут принимать любые геометрические формы, к примеру, могут быть радиальными, аксиальными, спиральными, прямоугольными, треугольными с вершиной к центру или могут быть ориентированы вовне.

Такие варианты геометрических форм будут пояснены далее более детально на основании фигур 11-31. На фиг.11-16 дополнительно нанесены стрелки потоков, которые иллюстрируют поток текучей среды в пространстве кожуха в процессе эксплуатации.

На фиг.11 и 12 представлен трубный отражатель в соответствии с вариантом осуществления изобретения, у которого соединительная зона в направлении продольной оси имеет постоянную поверхность поперечного сечения; боковые ограничительные поверхности соединительной зоны параллельны друг другу. Фиг.17 демонстрирует альтернативный вариант трубного отражателя при такой же поверхности с другим расположением труб и также параллельными стенками соединительной зоны. И на фиг.27 боковые ограничения соединительной зоны расположены в трубном отражателе параллельно друг другу, причём соединительная зона проводит в данном случае текучую среду в пространстве кожуха тангенциально внутреннему каналу (см. внизу).

На фиг.13-16, 18, 19, 21, 25, 26, 28, 29 и 30 представлены трубные отражатели, у которых соединительная зона в направлении продольной оси сужается до угла α (альфа). На фиг.20 представлен трубный отражатель, у которого соединительная зона в направлении продольной оси расширяется до угла α (альфа). Первое или второе боковое ограничение соединительной зоны проходит при этом, по меньшей мере, на некоторых участках радиально, если смотреть от продольной оси. Также оба боковых ограничения соединительной зоны могут, по меньшей мере, на некоторых участках располагаться радиально, если смотреть от продольной оси.

Оба боковых ограничения соединительной зоны в рамках изобретения, если смотреть

от продольной оси или в направлении от внешнего канала к внутреннему каналу, могут образовывать друг с другом угол в диапазоне от примерно 180° до примерно 10° .

Вершина угла α должна при этом не обязательно располагаться на продольной оси, более того, её положение может быть выбрано с учётом формы профиля потока текучей среды в пространстве кожуха.

В частности, в случае, по меньшей мере, одного тангенциально проведённого к кромке внутреннего канала бокового ограничения соединительной зоны вершина угла α располагается не на продольной оси, а, в частности, в зоне внутреннего канала вне продольной оси или в снабжённой трубами зоне трубного отражателя.

В соответствии со следующим вариантом осуществления изобретения первое или второе боковое ограничение проходит, или же оба боковых ограничения соединительной зоны проходят, если смотреть в поперечном сечении перпендикулярно продольной оси, по меньшей мере, на некоторых участках, в основном, тангенциально кромке внутреннего канала.

На фиг.26 представлен вариант данного примера осуществления, при котором оба боковых ограничения проходят тангенциально кромке внутреннего канала. В представленном на фиг.28 варианте осуществления боковое ограничение проходит тангенциально кромке внутреннего канала, другое боковое ограничение соединительной зоны проходит радиально к продольной оси.

В представленном на фиг.29 варианте осуществления боковое ограничение проходит тангенциально кромке внутреннего канала, другое боковое ограничение соединительной зоны проходит по спиральной траектории, которая закручивается от внешнего канала к внутреннему каналу. Центр спирали располагается в снабжённой трубами зоне трубного отражателя вне соединительной зоны.

В рамках изобретения, в зависимости от того, как должен быть проведён поток текучей среды пространства кожуха в соединительной зоне, первое или второе боковое ограничение, или же оба боковых ограничения соединительной зоны могут проходить, если смотреть в поперечном сечении перпендикулярно продольной оси, по меньшей мере, на некоторых участках с изгибом, причём первое или второе боковое ограничение, или же оба боковых ограничения, по меньшей мере, на некоторых участках определяют, в частности, сегмент дуги окружности или участок спирали.

Радиусы сегментов дуги окружности обоих ограничений могут быть при этом равны друг другу или отличаться друг от друга. Спираль имеет центр в пространстве между внутренним и внешним каналами. На фиг.22 представлен трубный отражатель в соответствии со следующим вариантом осуществления изобретения, у которого оба боковых ограничения проходят по спиральной траектории.

Изображения на фиг.24 и 25 демонстрируют варианты осуществления, при которых на первом участке смежно с внутренним каналом боковые ограничения проходят по спирали, а на втором участке смежно с внешним каналом боковые ограничения проходят радиально к продольной оси.

Количество труб на поверхности поперечного сечения перпендикулярно продольной оси в соединительной зоне может изменяться в рамках изобретения. В варианте усовершенствования изобретения количество труб на поверхности поперечного сечения перпендикулярно продольной оси в соединительной зоне меньше, чем вне соединительной зоны, в частности, соединительная зона может быть свободна от труб.

На фиг.13, 14, 18, 19 и 23-25 представлены варианты осуществления, при которых в соединительной зоне расположены трубы, однако, меньшее количество, чем в остальной зоне трубного отражателя снаружи внутреннего и внешнего канала. В варианте

осуществления, трубный отражатель которого в поперечном сечении представлен на фиг.23, трубы расположены в соединительной зоне таким образом, что образуется двойная спиральная траектория для транспортировки текучей среды в пространства кожуха через соединительную зону. По меньшей мере, одна труба, предпочтительно несколько труб, могут быть в соответствии с изобретением таким образом расположены в соединительной зоне, что реализуется многоступенчатая соединительная зона.

В рамках изобретения первое и второе боковое ограничение или оба боковых ограничения соединительной зоны могут быть, по меньшей мере, на некоторых участках, облицованы. На фиг.12-21 и 26-30 представлены варианты осуществления с такими облицовками в боковой области соединительной зоны.

В качестве облицовки в предпочтительном варианте в трубный отражатель помещается лист для отделения соединительной зоны в области бокового ограничения или ограничений. Лист, в частности, согласно форме соответствующего бокового ограничения или ограничений сформирован ровным или изогнутым.

В предпочтительном варианте усовершенствования изобретения кожухотрубный теплообменник имеет, по меньшей мере, две, в частности, три, или четыре, или пять соединительных зон, которые в предпочтительном варианте равномерно распределены в трубном отражателе. Трубный отражатель такого варианта осуществления представлен на фиг.30 с четырьмя соединительными зонами. Они равномерно распределяются по периферии трубного отражателя.

Соединительные зоны отделены друг от друга снабжёнными трубами зонами. Несколько соединительных зон могут сходиться во внешнем кожухе, так что лишь, соответственно, одно подающее и отводящее устройство для текучей среды в пространстве кожуха должно быть присоединено к кожухотрубному теплообменнику. В рамках изобретения, однако, в зависимости от случая применения, на кожухотрубном теплообменнике может быть размещено и большее, вплоть до количества соединительных зон, количество подающих и/или отводящих устройств.

На фиг.31 представлен следующий вариант осуществления изобретения, в соответствии с которым поток текучей среды в пространстве кожуха в плане равномерного распределения газа в пакете труб улучшен. Как можно видеть на воспроизведённом на фиг.31 сверху, перспективном виде сверху, предусмотрено входное отверстие во внешний канал с протяжённостью в направлении параллельно продольной оси, которая больше протяжённости в направлении перпендикулярно ей. Выходное отверстие, которое примыкает к соединительной зоне, имеет, по сравнению с входным отверстием, меньшую протяжённость в направлении параллельно продольной оси и большую протяжённость в направлении перпендикулярно ей, в частности, выходное отверстие имеет круглую форму. В представленном варианте осуществления лишь отведение текучей среды пространства кожуха осуществляется через соединительную зону. Для сравнения: в представленном на фиг.1 варианте осуществления лишь подведение текучей среды пространства кожуха осуществлялось через соединительную зону.

Далее - и при этом речь идёт о зависящих от выбора габаритов поперечного сечения входного и выходного отверстий для текучей среды в пространстве кожуха конструктивных мерах - трубный отражатель позиционирован в пространстве кожуха эксцентричным образом (см. нижнее изображение на фиг.31). Продольная ось пакета труб расположена относительно продольной оси кожуха со смещением. Направление смещения расширяет внешний канал к противоположной стороне, в представленном примере пакет труб смещён вниз, так что внешний канал расширен вверх. Благодаря

этому, входящая текучая среда пространства кожуха перед прохождением через трубы может быть распределена в большей зоне. Эксцентричное расположение пакета труб может также приводить, тем самым, к равномерному распределению газа в пакете труб.

5 Входной и выходной штуцеры для текучей среды в пространстве кожуха в рамках изобретения могут принимать, в принципе, любые конструктивные формы, к примеру, с прямоугольным, овальным или круглым поперечным сечением. Диапазон рабочей температуры кожухотрубного теплообменника в соответствии с изобретением может составлять от -270°C до 2000°C . В предпочтительном варианте рабочий диапазон составляет от 0°C до 700°C .

10 Описанные в данном случае пакеты труб могут использоваться в качестве кожухотрубного теплообменника или отдельно как часть другого аппарата, когда теплопередача осуществляется как основная или дополнительная функция.

В последующих примерах производится сравнение производительности двух теплообменников, так называемого «полурадиального теплообменника» в соответствии с изобретением и традиционного «радиального теплообменника». В каждом примере 15 оба теплообменника имеют одинаковую длину труб, а также одинаковые внутренние и внешние диаметры труб, а также одинаковое разделение труб. Подвергшиеся сравнению теплообменники различаются по количеству труб.

Пример осуществления 1

20 Полурадиальный теплообменник с трубами внешнего диаметра 76,1 мм с общей поверхностью теплопередачи 573,78 квадратных метров используется для теплопередачи между газовыми потоками в установке с серной кислотой с представленными далее параметрами.

Поток со стороны кожуха:

25

| | |
|---|--|
| Объёмный поток | 110.000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ (нормальный кубический метр в час) |
| Доля SO_2 , в объёмных % | 0,35 |
| Доля O_2 , в объёмных % | 6 |
| Доля N_2 , в объёмных % | 93,65 |
| 30 Температура на входе, в $^{\circ}\text{C}$ | 70 |
| Температура на выходе, в $^{\circ}\text{C}$ | 125 для полурадиального теплообменника |
| Температура на выходе, в $^{\circ}\text{C}$ | 120 для радиального теплообменника |

Поток со стороны труб:

35

| | |
|---|--|
| Объёмный поток | 135.000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ (нормальный кубический метр в час) |
| Доля SO_2 , в объёмных % | 0,3 |
| Доля SO_3 , в объёмных % | 9,5 |
| Доля O_2 , в объёмных % | 5,5 |
| 40 Доля N_2 , в объёмных % | 84,7 |
| Температура на входе, в $^{\circ}\text{C}$ | 240 |
| Температура на выходе, в $^{\circ}\text{C}$ | 201 для полурадиального теплообменника |
| Температура на выходе, в $^{\circ}\text{C}$ | 204 для радиального теплообменника |

Переданное количество тепла составляет 607 кВт.

45 У радиального теплообменника с таким же разделением трубы и таким же диаметром трубы, а также с такой же длиной трубы с поверхностью теплообмена 577 квадратных метров производительность составляет лишь 560 кВт.

Пример осуществления 2

При использовании тех же самых полурadiaльного и радиального теплообменников, что и в примере осуществления 1, в другом процессе со следующим составом газа радиальный теплообменник имеет лишь производительность 634 кВт, в то время полурadiaльный теплообменник в соответствии с изобретением имеет

5 производительность 677 кВт.

Поток со стороны кожуха:

| Объёмный поток | 25.000 нм ³ /ч (нормальный кубический метр в час) |
|-------------------------------------|---|
| Доля SO ₂ , в объёмных % | 0,3 |
| Доля SO ₃ , в объёмных % | 9,5 |
| Доля O ₂ , в объёмных % | 5,5 |
| Доля N ₂ , в объёмных % | 84,7 |
| Температура на входе, в °C | 430 |
| Температура на выходе, в °C | 198 для полурadiaльного теплообменника |
| Температура на выходе, в °C | 213 для радиального теплообменника |

Поток со стороны труб:

| Объёмный поток | 135.000 нм ³ /ч (нормальный кубический метр в час) |
|-------------------------------------|--|
| Доля SO ₂ , в объёмных % | 0,35 |
| Доля O ₂ , в объёмных % | 6 |
| Доля N ₂ , в объёмных % | 93,65 |
| Температура на входе, в °C | 70 |
| Температура на выходе, в °C | 115 для полурadiaльного теплообменника |
| Температура на выходе, в °C | 112 для радиального теплообменника |

Пример осуществления 3

В этом примере полурadiaльный теплообменник в соответствии с изобретением достигает такой же производительности, что и радиальный теплообменник из примера осуществления 2 при тех же условиях технологического процесса, то есть, производительности 634 кВт. Диаметр трубы, длина трубы, а также разделение трубы остаются для обоих теплообменников одинаковыми, однако, уменьшается количество труб для полурadiaльного теплообменника. В этом случае для заданной производительности полурadiaльного теплообменника тогда необходима лишь поверхность теплообмена 474 квадратных метра, в то время как радиальный теплообменник имеет поверхность теплообмена 577 квадратных метров.

Поток со стороны кожуха:

| Объёмный поток | 25.000 нм ³ /ч (нормальный кубический метр в час) |
|-------------------------------------|---|
| Доля SO ₂ , в объёмных % | 0,3 |
| Доля SO ₃ , в объёмных % | 9,5 |
| Доля O ₂ , в объёмных % | 5,5 |
| Доля N ₂ , в объёмных % | 84,7 |
| Температура на входе, в °C | 430 |
| Температура на выходе, в °C | 213 для полурadiaльного теплообменника |
| Температура на выходе, в °C | 213 для радиального теплообменника |

Поток со стороны труб:

| Объёмный поток | 135.000 нм ³ /ч (нормальный кубический метр в час) |
|----------------|--|
|----------------|--|

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| | Доля SO ₂ , в объёмных % | 0,35 |
| | Доля O ₂ , в объёмных % | 6 |
| | Доля N ₂ , в объёмных % | 93,65 |
| | Температура на входе, в °С | 70 |
| 5 | Температура на выходе, в °С | 112 для полурadiaльного теплообменника |
| | Температура на выходе, в °С | 112 для радиального теплообменника |

Для специалиста очевидно, что изобретение не ограничивается ранее описанными примерами, а, более того, может варьироваться различным образом. В частности, признаки отдельно представленных примеров могут быть скомбинированы друг с другом или заменены друг другом.

- Перечень ссылочных позиций
- 1 кожухотрубный теплообменник
 - 11 камера, первая камера
 - 12 последняя камера
 - 15 13 система подведения для текучей среды в пространстве кожуха, подводящее устройство
 - 14 система отведения для текучей среды в пространстве кожуха, отводящее устройство
 - 2 пакет труб
 - 20 труба
 - 20 21 внутренний канал
 - 23 внешний канал
 - 24 внешняя кромка пакета труб
 - 28 изогнутая линия
 - 200 модуль пакета труб
 - 25 25 первая трубная решётка
 - 26 вторая трубная решётка
 - 250 подводящая камера
 - 260 отводящая камера
 - R среда в пространстве трубы
 - 30 M среда в пространстве кожуха
 - 3 пространство кожуха
 - 31 поверхность кожуха
 - 32 направляющая перегородка, отражательный сегмент для текучей среды в пространстве кожуха
 - 35 33 продольная ось
 - 4 соединительная зона
 - 41 первая проходная поверхность
 - 45 кромка первой проходной поверхности
 - 42 вторая проходная поверхность
 - 40 46 кромка второй проходной поверхности
 - 43, 44 боковые ограничения
 - 430, 440 облицовка, лист бокового ограничения
 - α угол (α - альфа).

(57) Формула изобретения

1. Кожухотрубный теплообменник (1), в котором в пространстве (3) кожуха расположен пакет (2) труб из нескольких труб (20) с, по меньшей мере, одной трубной решёткой (25, 26),

который вовне ограничен поверхностью (31) кожуха и имеет проходящую по центру в пространстве кожуха продольную ось (33),

причём расположение труб (20) в пакете (2) труб определяет трубный отражатель, который имеет свободный от труб внутренний канал (21) вокруг продольной оси

5 (33) и

свободный от труб внешний канал (23) между внешней кромкой (24) пакета труб и поверхностью (31) кожуха,

причём трубный отражатель между внутренним каналом (21) и внешним каналом (23) имеет, по меньшей мере, одну соединительную зону (4), через которую в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника (1) текучая среда (М) входит в пространство (3) кожуха и/или выходит из пространства (3) кожуха,

10

и причём соединительная зона за счёт отсутствия труб на трубном отражателе выполнена в виде сегмента круглого поперечного сечения трубного отражателя, отличающийся тем, что

15

трубы (20) пакета (2) труб посредством поверхности (31) кожуха защищены в направлении перпендикулярно своей продольной оси, причем в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника весь пакет труб между внутренним каналом (21) и внешним каналом (22) выполнен с возможностью свободного обтекания.

2. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.1, отличающийся тем, что он имеет одну

20

камеру (11).
3. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.1 или 2, отличающийся тем, что он имеет две или более, предпочтительно до двадцати, камер (11, 12) вокруг одного пакета (2) труб, причём между соседними камерами расположен отражательный сегмент (32) для текучей среды (М) в пространстве кожуха.

25

4. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что он содержит систему (13) подведения для текучей среды (М) в пространстве кожуха во внутренний канал (21) или во внешний канал (23) и

систему (14) отведения для текучей среды (М) в пространстве кожуха из внешнего канала (23) или из внутреннего канала (21),

30

причём соединительная зона (4) является неотъемлемой частью системы (13) подведения и/или системы (14) отведения.

5. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что пакет (2) труб имеет круглое поперечное сечение.

6. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что

35

пакет (2) труб расположен концентрично или эксцентрично продольной оси (33).
7. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что соединительная зона (4) имеет первую и вторую проходные поверхности (41, 42), а также два боковых ограничения (43, 44),

причём первая проходная поверхность (41) является переходом между внешним

40

каналом (23) и соединительной зоной (4),
вторая проходная поверхность (42) является переходом между соединительной зоной (4) и внутренним каналом (21),

при этом первое боковое ограничение (43) проходит от расположенной в продольном направлении пространства (3) кожуха кромки (45) первой проходной поверхности (41) к соответствующей расположенной в продольном направлении пространства кожуха кромке (46) второй проходной поверхности (42) и

45

второе боковое ограничение (42) проходит от другой расположенной в продольном направлении пространства (3) кожуха кромки (45) первой проходной поверхности (41)

к соответствующей расположенной в продольном направлении пространства (3) кожуха кромке (46) второй проходной поверхности (42).

8. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.7, отличающийся тем, что оба боковых ограничения (43, 44) соединительной зоны (44), по меньшей мере, на некоторых участках проходят, в основном, параллельно друг другу.

9. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.7 или 8, отличающийся тем, что оба боковых ограничения (43, 44), если смотреть от продольной оси (33), по меньшей мере, на некоторых участках образуют друг с другом угол (α) в диапазоне от примерно 180° до примерно 10° .

10. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.7, 8 или 9, отличающийся тем, что

оба боковых ограничения (43, 44) в направлении от внешнего канала (23) к внутреннему каналу (21), по меньшей мере, на некоторых участках образуют друг с другом угол (α) в диапазоне от примерно 180° до примерно 10° .

11. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.7-10, отличающийся тем, что

первое или второе боковое ограничение, или оба боковых ограничения (43, 44) соединительной зоны (4), по меньшей мере, на некоторых участках проходит или проходят радиально, если смотреть от продольной оси (33).

12. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.7-11, отличающийся тем, что

первое или второе боковое ограничение или оба боковых ограничения (43, 44) соединительной зоны (4), если смотреть в поперечном сечении перпендикулярно продольной оси (33), по меньшей мере, на некоторых участках проходит или проходят, в основном, тангенциально к кромке внутреннего канала (21).

13. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.7-12, отличающийся тем, что

первое или второе боковое ограничение, или оба боковых ограничения (43, 44) соединительной зоны (4), если смотреть в поперечном сечении перпендикулярно продольной оси (33), по меньшей мере, на некоторых участках проходит или проходят с изгибом, причём первое или второе боковое ограничение или оба боковых ограничения, по меньшей мере, на некоторых участках определяет или определяют, в частности, сегмент дуги окружности или участок спирали.

14. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что

количество труб (20) на поверхности поперечного сечения перпендикулярно продольной оси (33) в соединительной зоне (4) меньше, чем вне соединительной зоны или, что соединительная зона свободна от труб.

15. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что

кожухотрубный теплообменник имеет, по меньшей мере, две, в частности, три, или четыре, или пять соединительных зон (4), которые в предпочтительном варианте равномерно распределены в трубном отражателе.

16. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.7-15, отличающийся тем, что

первое или второе боковое ограничение, или оба боковых ограничения (43, 44) соединительной зоны (4), по меньшей мере, на некоторых участках облицовано или облицованы.

17. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-16, отличающийся тем, что

5 в трубном отражателе, по меньшей мере, местами трубы (20) своими центрами расположены на, по меньшей мере, трёх концентричных продольной оси (33) окружностях таким образом, что линия соединения центров трубы одной окружности и трубы окружности со следующим бóльшим диаметром при продвижении к соседней трубе следующей окружности с бóльшим диаметром, выявляют изогнутую линию (28).

18. Кожухотрубный теплообменник (1) по любому из пп.1-17, отличающийся тем, что пакет труб составлен из, по меньшей мере, двух, предпочтительно трёх, или четырёх, или пяти модулей (200) пакета труб.

19. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.18, отличающийся тем, что модули (200) пакета труб являются однотипными.

20. Кожухотрубный теплообменник (1) по п.18, отличающийся тем, что, по меньшей мере, один модуль пакета труб осуществлён не однотипным по сравнению с, по меньшей мере, одним другим модулем пакета труб.

21. Пакет (2) труб для кожухотрубного теплообменника (1) по любому из пп.1-20, который в смонтированном состоянии расположен в пространстве (3) кожуха кожухотрубного теплообменника в виде пакета (2) труб из нескольких труб (20) с, по меньшей мере, одной трубной решёткой (25, 26),

20 который вовне ограничен поверхностью (31) кожуха и имеет проходящую по центру в пространстве кожуха продольную ось (33),

причём расположение труб (20) в пакете (2) труб определяет трубный отражатель, который имеет свободный от труб внутренний канал (21) вокруг продольной оси (33) и

25 свободный от труб внешний канал (23) между внешней кромкой (24) пакета труб и поверхностью (31) кожуха,

так что в процессе эксплуатации кожухотрубного отражателя весь пакет труб между внутренним каналом и внешним каналом может подвергаться свободному обтеканию, отличающийся тем, что

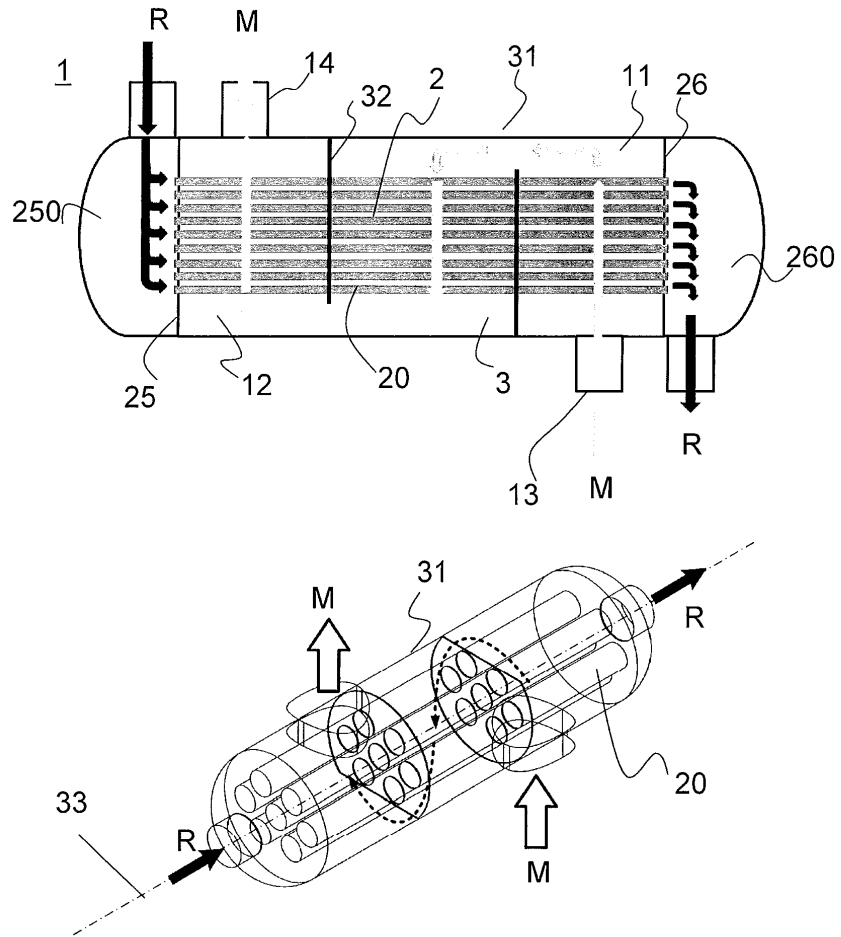
30 трубный отражатель между внутренним каналом (21) и внешним каналом (23) имеет, по меньшей мере, одну соединительную зону (4), через которую в процессе эксплуатации кожухотрубного теплообменника (1) текучая среда (М) входит в пространство (3) кожуха и/или выходит из пространства (3) кожуха,

причём соединительная зона за счёт отсутствия труб на трубном отражателе
35 выполнена в виде сегмента круглого поперечного сечения трубного отражателя,

22. Применение кожухотрубного теплообменника (1) по любому из пп.1-20 в качестве теплообменника типа «газ-газ», в частности, для регенерации тепла.

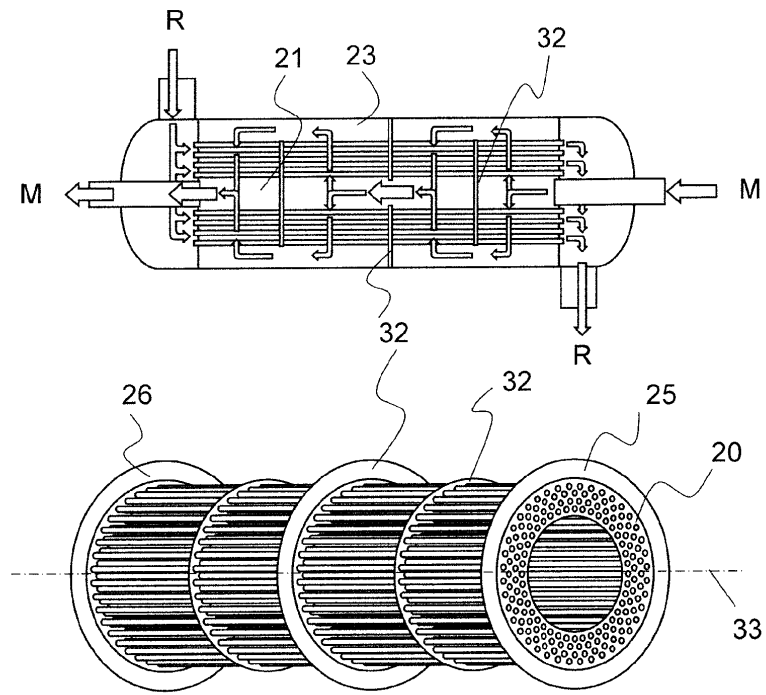
23. Применение кожухотрубного теплообменника (1) по любому из пп.1-20 в качестве теплообменника типа «газ-газ», в частности, для регенерации тепла, причём
40 теплообменник типа «газ-газ» применяется в способе синтеза серной кислоты.

1

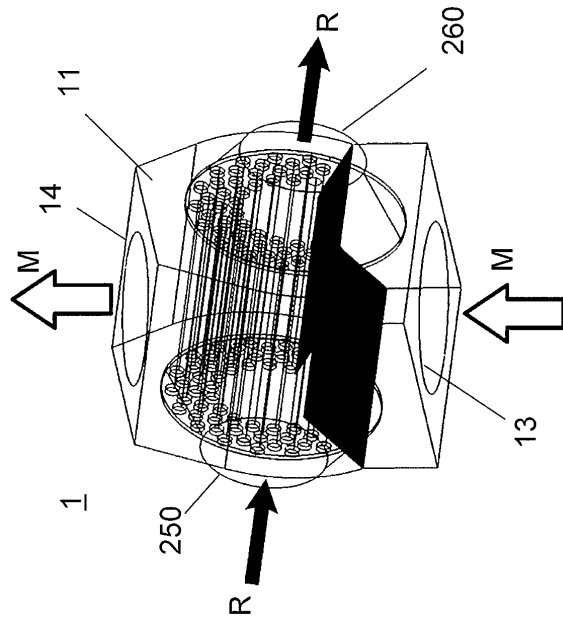


Фиг. 1

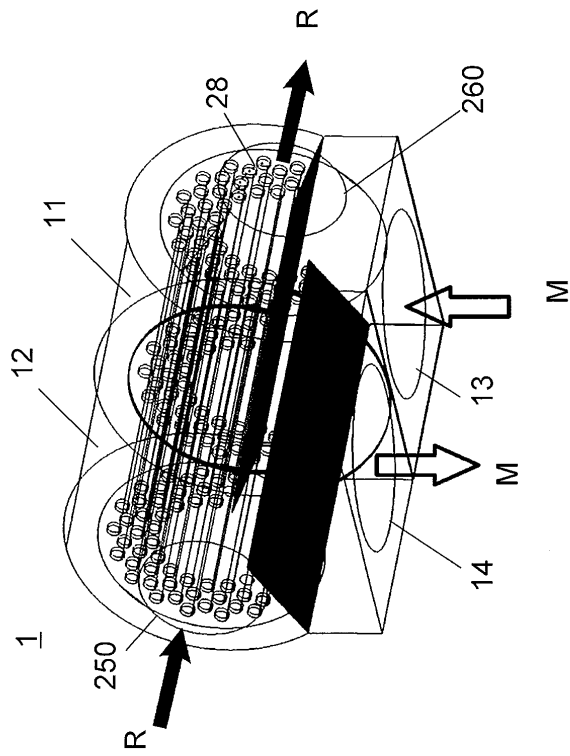
2



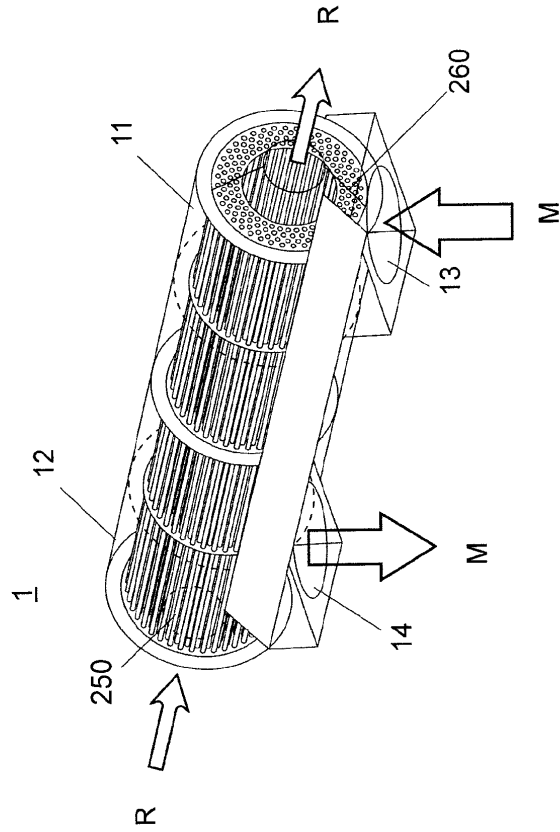
ФИГ. 2



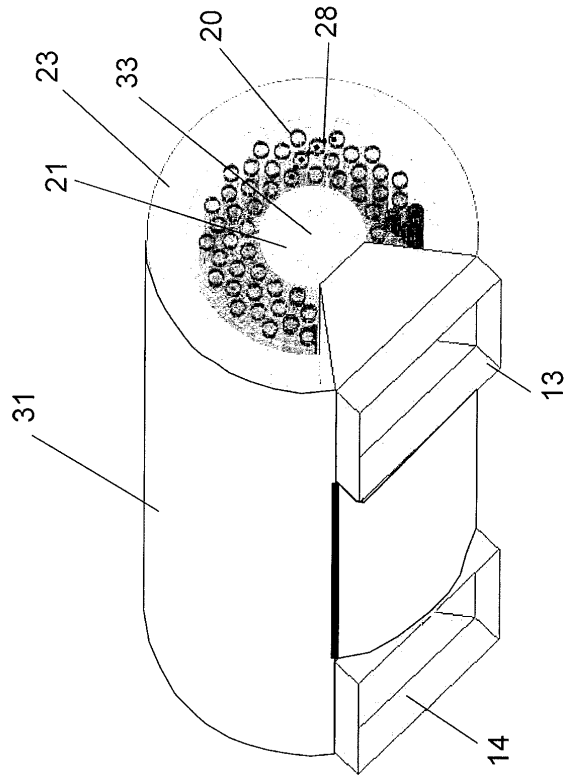
Фиг. 3



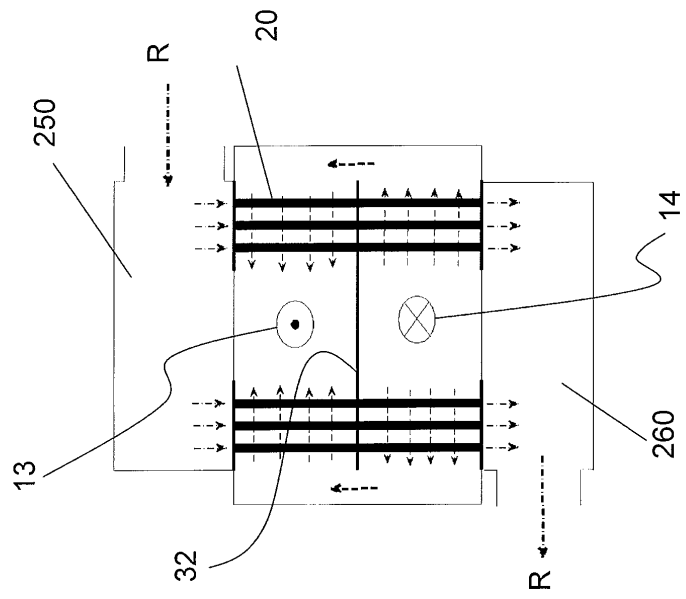
ФИГ. 4



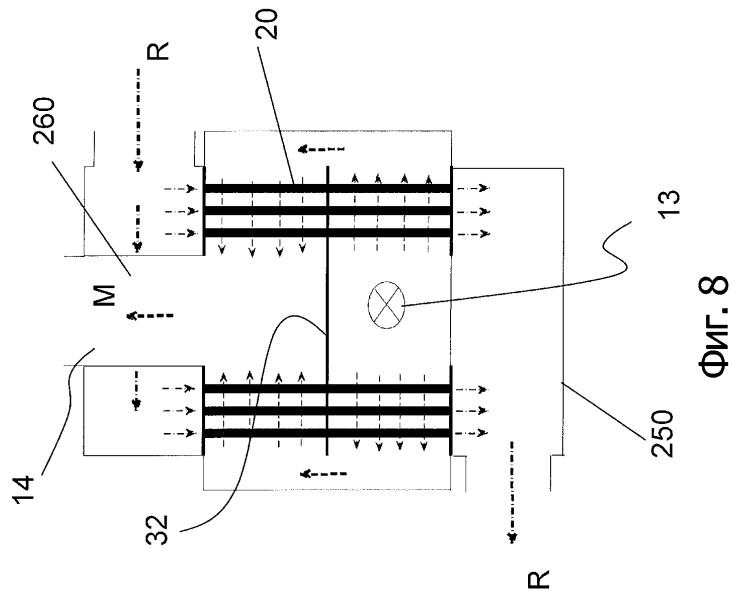
ФИГ. 5

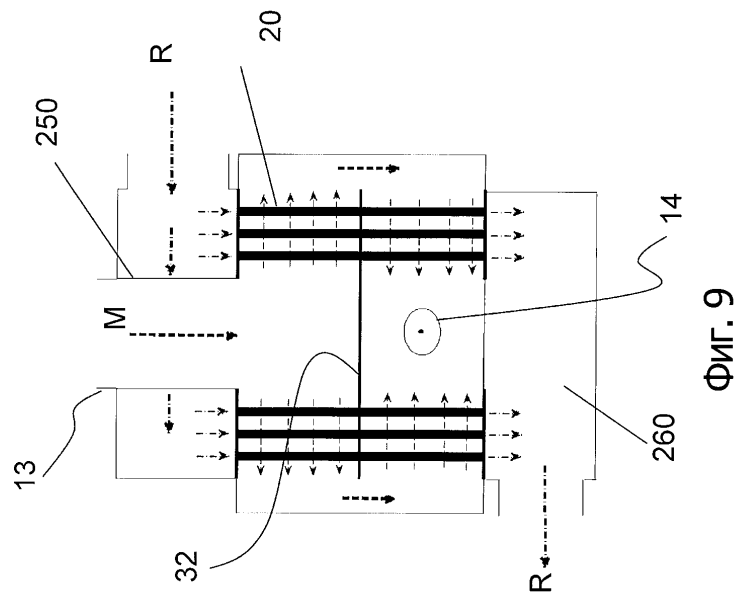


ФИГ. 6

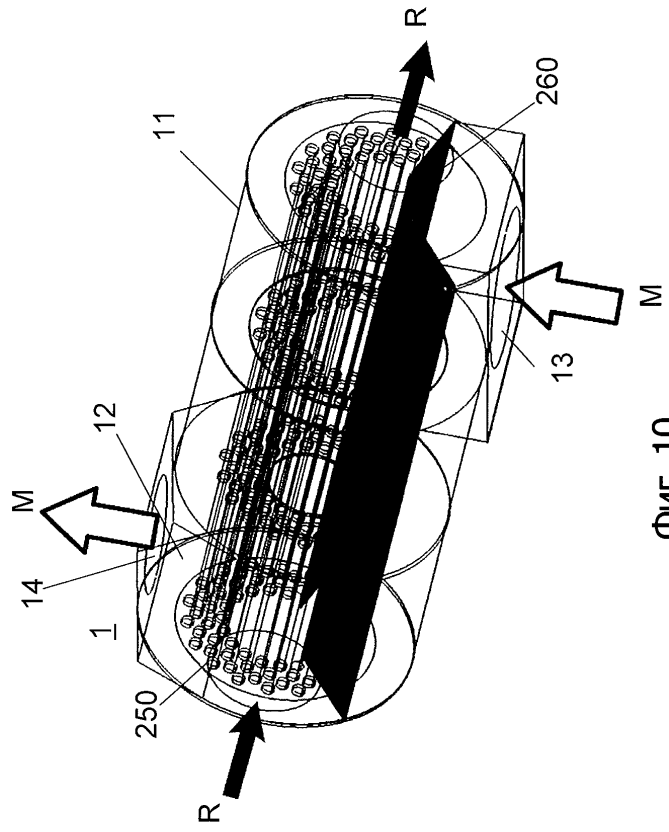


ФИГ. 7

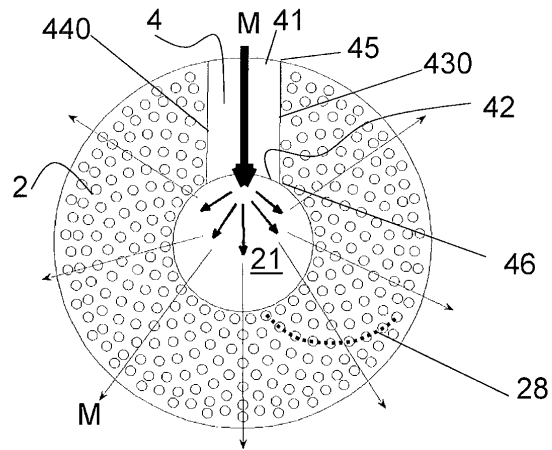




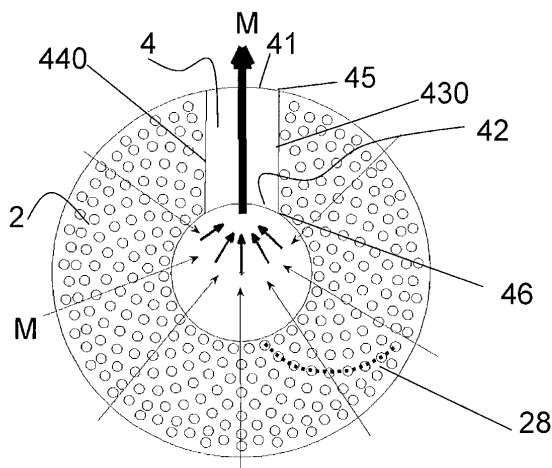
ФИГ. 9



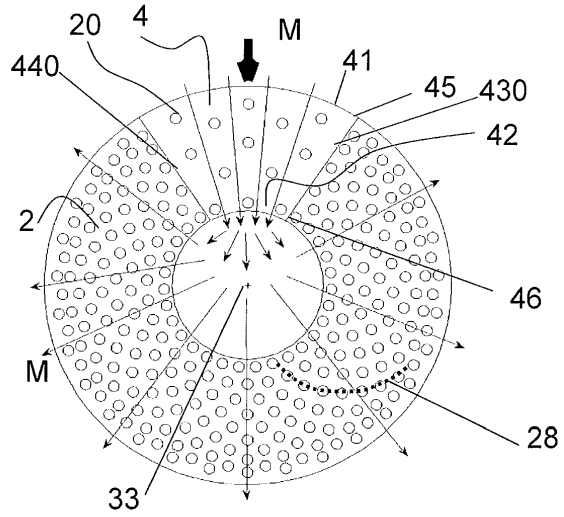
Фиг. 10



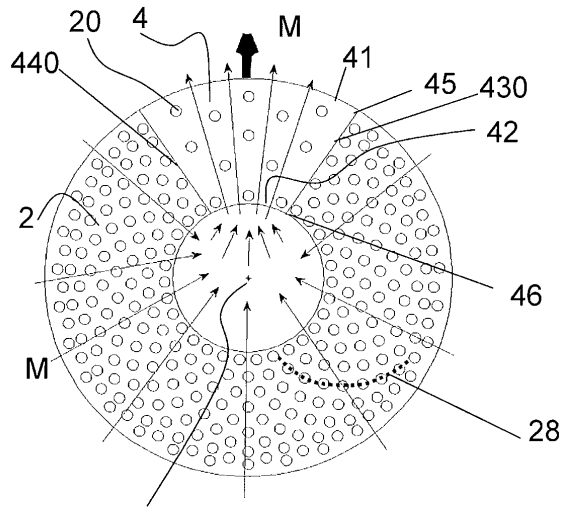
ФИГ. 11



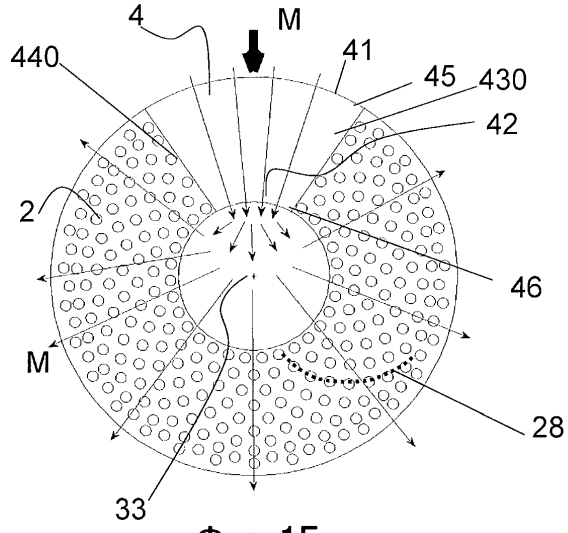
ФИГ. 12



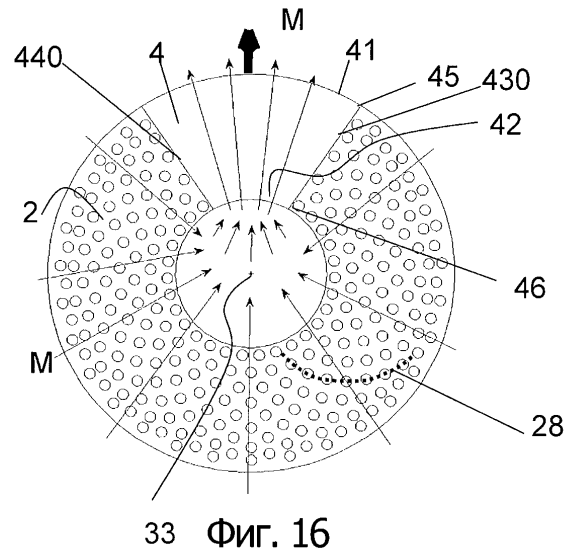
ФИГ. 13



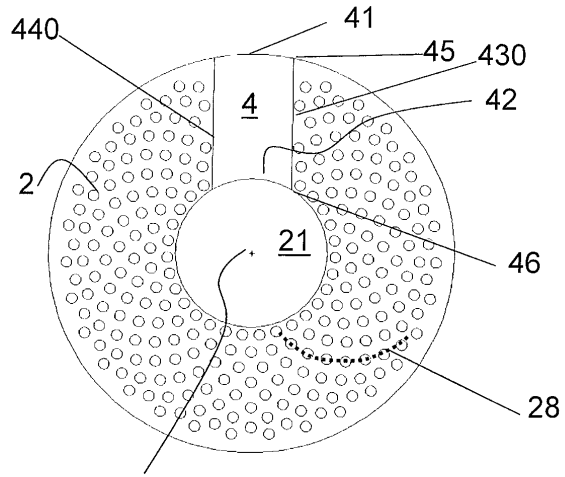
33 ФИГ. 14



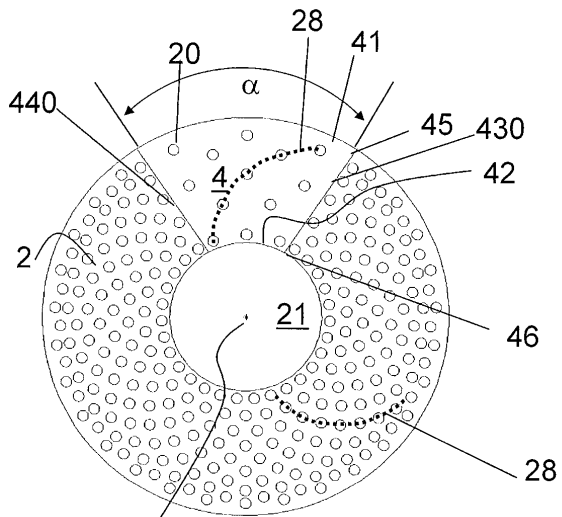
Фиг. 15



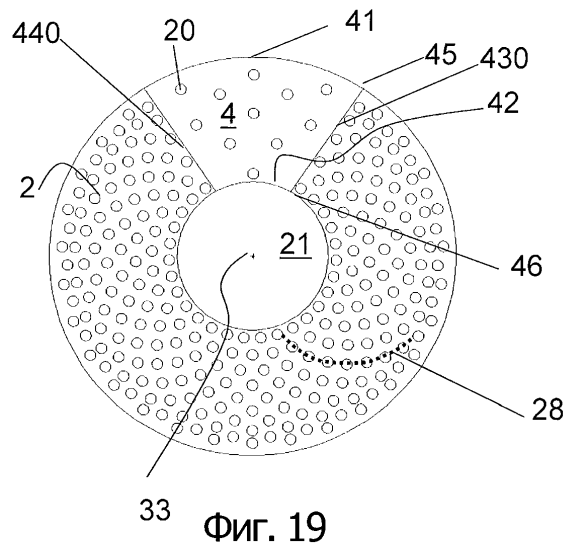
33 Фиг. 16



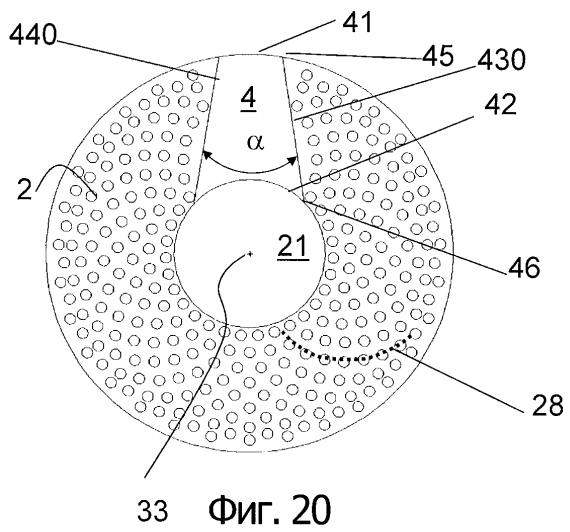
33 ФИГ. 17



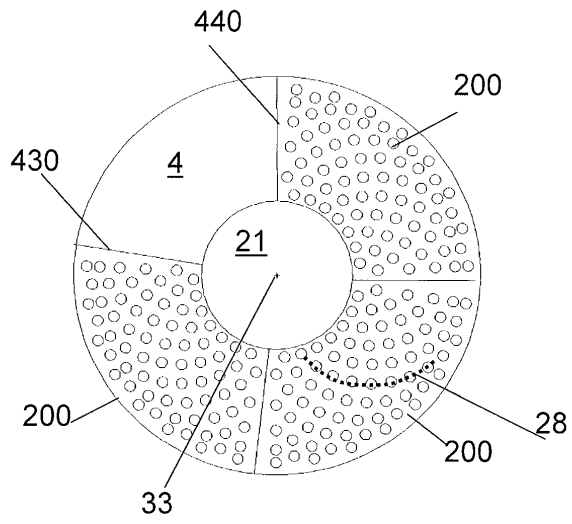
33 ФИГ. 18



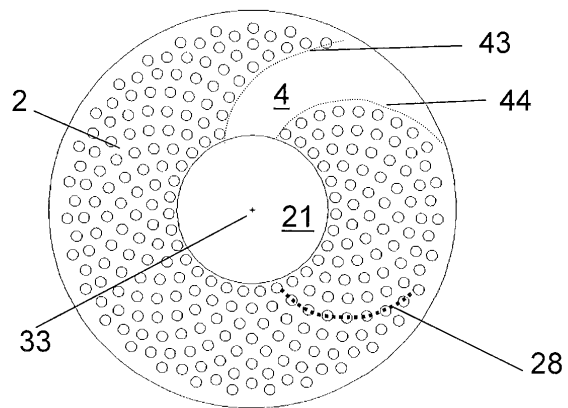
ФИГ. 19



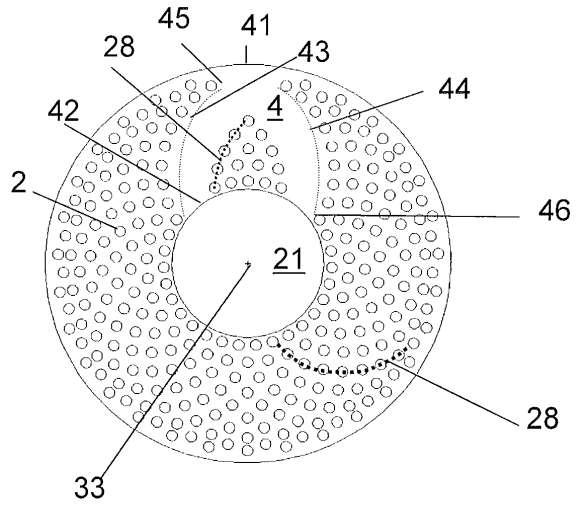
ФИГ. 20



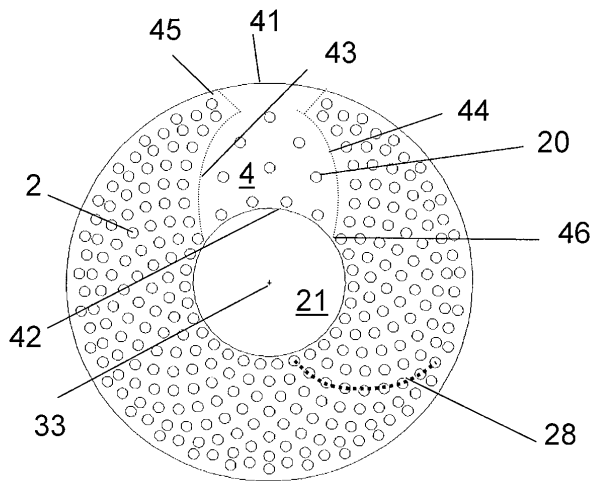
Фиг. 21



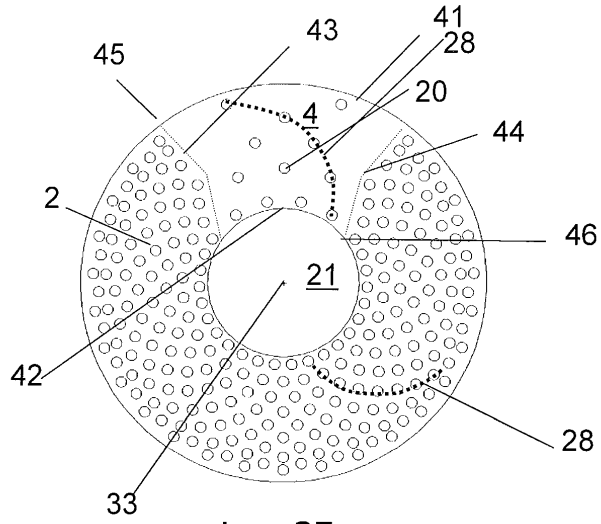
Фиг. 22



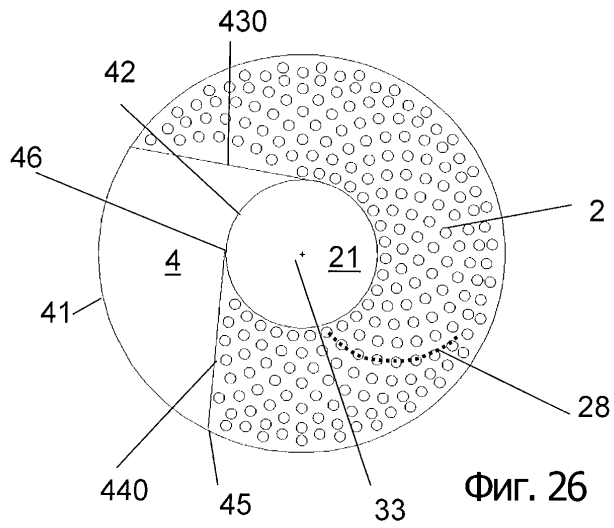
ФИГ. 23



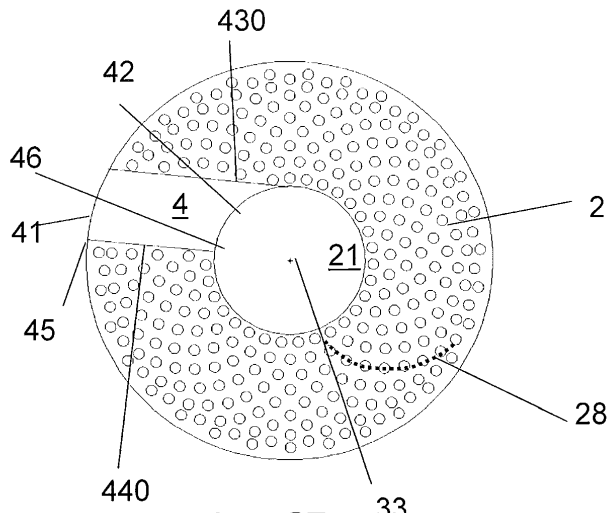
ФИГ. 24



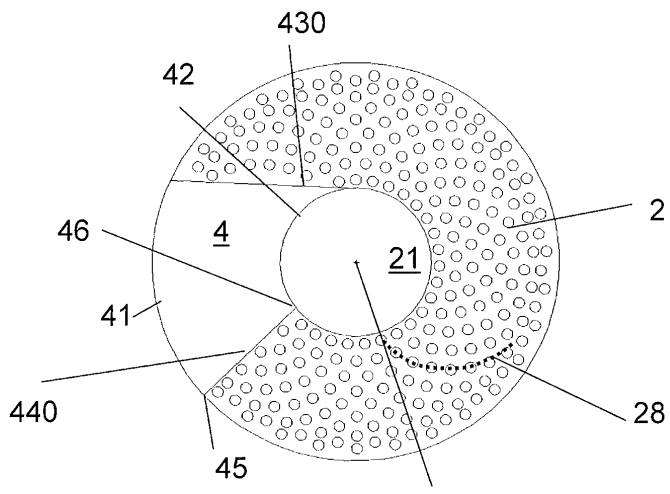
ФИГ. 25



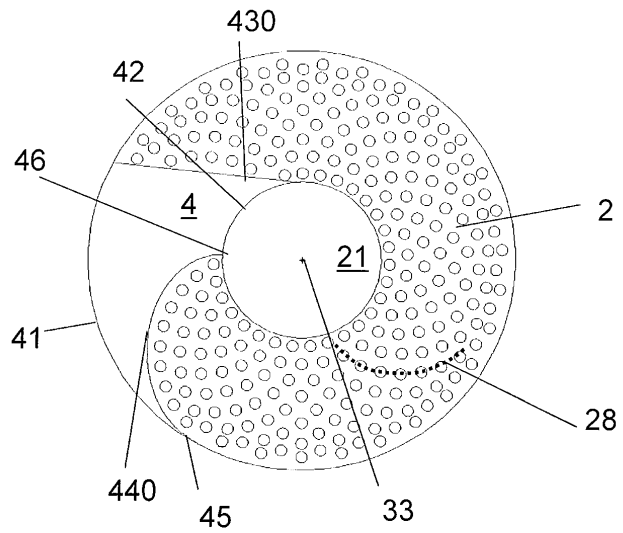
ФИГ. 26



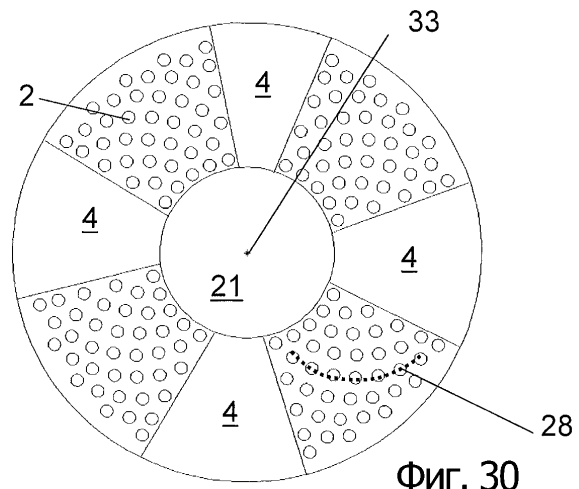
Фиг. 27



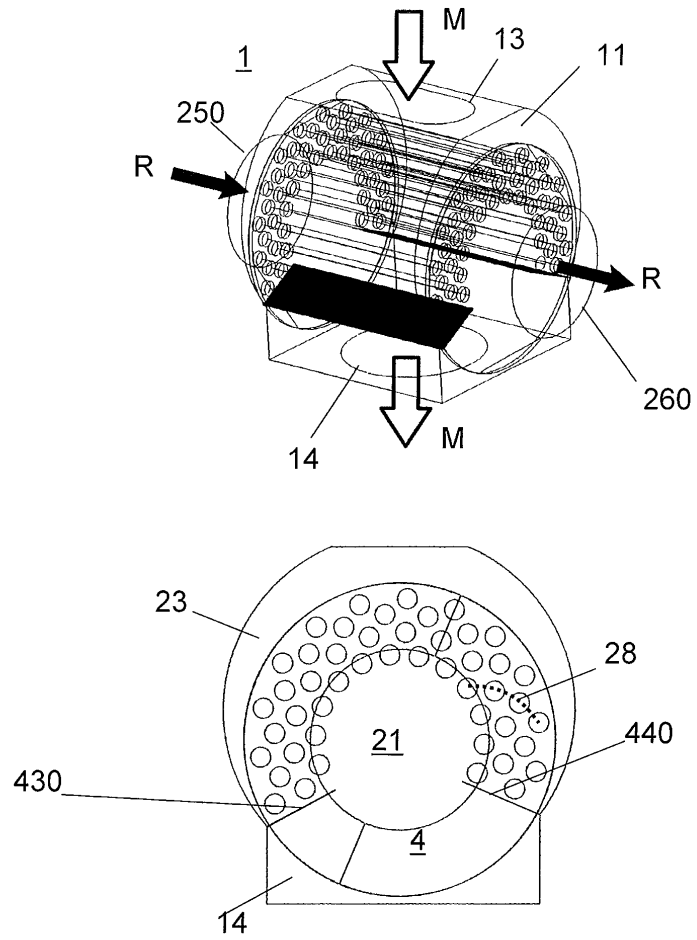
Фиг. 28



ФИГ. 29



ФИГ. 30



ФИГ. 31