

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 045473

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.28

(51) Int. Cl. F24H 1/14 (2022.01)

(21) Номер заявки
202292003

(22) Дата подачи заявки
2022.07.26

(54) КОТЕЛ

(43) 2023.11.27

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:
ШАЙМУХАМЕТОВ РИШАТ
САФУАНОВИЧ (RU)

(56) RU-C1-2722493
RU-U1-179529
RU-U1-200860
CN-A-113310215
US-B2-10704783

(74) Представитель:
Михайлов А.В. (RU)

(57) Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано при создании водогрейных котлов для получения тепла и пара.

B1

045473

045473

B1

Область техники

Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано при создании водогрейных котлов для получения тепла и пара.

Уровень техники

Известен котел водотрубный с принудительной циркуляцией, содержащий топочную камеру и расположенную за ней конвективную часть, выполненную из нескольких параллельно расположенных пакетов, в котором каждый пакет составлен из двух секций, содержащих каждая пару рядом расположенных коллекторов, сообщенных между собой U-образными трубами, распределенными по высоте с зазором друг относительно друга с возможностью размещения U-образных труб одной секции в зазоре другой секции, причем сверху и снизу каждый пакет закрыт мембранными трубами, соединенными соответствующими коллекторами секций, смежные коллекторы соседних пакетов, расположенные по одну сторону соединены между собой внешними переходниками с образованием единого водяного тракта (патент RU 2722493).

Недостатком известного котла являются сложность его изготовления, обусловленная трудоемкостью сварки конвективной части теплообменника. Известный котел имеет большое количество небольших разнотипных сварных элементов. Это обуславливает потребность в промежуточном контроле сварки в процессе изготовления теплообменника, сложность контроля и исправления погрешностей после каждого последующего этапа изготовления элементов котла.

Известный котел имеет большое количество коллекторов с отводами-переходниками для перетоков теплоносителя, сложные мембранные трубы, закрывающие верх и низ пакетов конвективной части; в конвективной части котла применяются трубы большого диаметра, - все это увеличивает массу котла и значительно усложняет процесс изготовления и ремонта.

Сущность изобретения

Задача изобретения.

Задача изобретения состоит в создании котла, свободного от отмеченных выше недостатков аналога.

Технический результат, заключается в

повышении надежности котла,

достижении лучших эксплуатационных характеристик котла, в частности экономичности,

уменьшении трудоемкости изготовления.

Вышеуказанная задача решена благодаря тому, что предлагаемый котел содержит:

топочную часть,

конвективную часть и

коллекторы для теплоносителя;

упомянутая конвективная часть содержит, по меньшей мере, один блок из,

по меньшей мере, двух батарей, состоящих из однотипных, по меньшей мере, частично оребренных стальных змеевиков,

упомянутые змеевики содержат

дистальный и проксимальный концы, подключенные к упомянутым коллекторам, а также,

по меньшей мере, два U-образных колена, при этом соседние U-образные колена соединены между собой гладкими трубами;

змеевики в упомянутых батареях расположены рядами параллельно друг другу таким образом, что в первой из упомянутых, по меньшей мере, двух оппозитно расположенных батарей упомянутые гладкие трубы располагаются с одной стороны упомянутой конвективной части, а изгибы U-образных колен - ближе к противоположной стороне упомянутой конвективной части, а во второй из упомянутых, по меньшей мере, двух оппозитно расположенных батарей упомянутые гладкие трубы располагаются с той стороны упомянутой конвективной части, вблизи которой располагаются изгибы U-образных колен первой из упомянутых батарей, а изгибы U-образных колен второй батареи располагаются ближе к той стороне упомянутой конвективной части, с которой располагаются гладкие трубы упомянутой первой батареи, при этом U-образные колена змеевиков упомянутой первой батареи размещены во взаимно параллельных плоскостях со смещением относительно U-образных колен змеевиков упомянутой второй батареи таким образом, что упомянутые U-образные колена упомянутой первой батареи расположены в шахматном порядке относительно U-образных колен упомянутой второй батареи;

продольные щели между упомянутыми гладкими трубами соседних змеевиков каждой из упомянутых, по меньшей мере, двух батарей закрыты мембранами;

поперечные щели, между дистальными и проксимальными концами U-образных колен закрыты крышками.

Термины и выражения.

Термины и выражения, использованные в настоящем тексте, следует понимать в том значении, которое вытекает из определений, приведенных ниже, если из контекста не следует иное значение.

Под "топочной частью" котла понимается та его часть, в которой происходит сгорание топлива. Топочная часть, содержит в себе, по меньшей мере, одну предпочтительно газовую горелку. Однако горе-

лок может быть и несколько (см., например, фиг. 79 и 80). Горелки могут быть ориентированы так, что ось пламени, по существу, параллельна направлению хода продуктов сгорания, либо ось пламени может образовывать угол с направлением хода продуктов сгорания, в том числе прямой угол (см. фиг. 79 и 80).

Под "конвективной частью" котла понимается та его часть, которая располагается после топочной части по ходу продуктов сгорания и внутри которой располагаются батарейные блоки.

Если топочная и конвективная части имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы, то граница между ними может быть установлена по соседним коллекторам.

Под "продольным" направлением/ориентацией понимается направление, совпадающее с ходом продуктов сгорания.

Под "поперечным" направлением/ориентацией понимается направление, перпендикулярное к ходу продуктов сгорания.

Под "теплоносителем" понимается текучая среда, в особенности, жидкая текучая среда, такая как вода и водные растворы органических и неорганических веществ.

Под "мембранами" понимаются конструктивные элементы, препятствующие выходу продуктов сгорания за пределы котла.

Под "блоком" понимается группа из оппозиционно-расположенных батарей.

Под "проксимальным" и "дистальным" расположением понимается расположение более близкое к горелке и более удаленное от нее по ходу продуктов сгорания, соответственно.

Под "ходом продуктов сгорания" понимается продольное относительно стенок котла направление от горелки к выходу из котла без учета возможных локальных отклонений хода продуктов сгорания на деталях конструкции во внутренней полости котла.

Под "батареей" понимается совокупность однотипных теплообменных элементов. "Однотипность" означает, что все теплообменные элементы или, по меньшей мере, большая их часть имеет одинаковую конструкцию. Некоторые элементы могут отличаться по своей конструкции от большей части остальных элементов, например, если они являются крайними или служат для установки измерительной, регулирующей или предохранительной аппаратуры, или по иным соображениям. В зависимости от гидравлической схемы и конструкции коллекторов теплоноситель в пределах одной батареи может циркулировать в одном направлении во всех теплообменных элементах, или может в части теплообменных элементов (в секциях батареи) циркулировать в одном направлении, а в другой части - в другом направлении.

Смена направления теплоносителя обеспечивается за счет конструкции коллекторов. Например, если коллекторы, к которым присоединены дистальные и проксимальные концы змеевиков выполнены в виде единой для всех змеевиков батареи трубы, то одна группа змеевиков (одна секция батареи) отделяется от другой группы змеевиков (другой секции батареи) с помощью перегородок, установленных внутри коллекторов. Альтернативно, для разных групп змеевиков могут быть выполнены конструктивно отделенные друг от друга коллекторы.

Под "U-образными коленами" понимаются части змеевиков, состоящие из двух длинных вытянутых и, по существу, параллельных друг другу участков труб, - дистального участка и проксимального участка, которые соединены между собой короткими переходами.

Допускается, чтобы дистальные и проксимальные участки труб U-образных колен немного отклонялись от параллельности, скрещиваясь под небольшим углом.

Переходы могут иметь разную форму, например радиально-изогнутую (см. фиг. 89) или же переходы могут быть выполнены, по существу, прямыми.

Переходы формируют либо из короткого отрезка (одного или нескольких) трубы, который приваривают к упомянутым дистальному и проксимальному участку, либо U-образные колена вместе с переходами выполняют из единой трубы посредством гнутья.

U-образные колена соединяют друг с другом в змеевики посредством гладких труб, которые приваривают между дистальным концом одного U-образного колена и проксимальным концом другого U-образного колена. Альтернативно, и даже предпочтительно, змеевик целиком или частично, вместе с U-образными коленами и участками гладких труб между ними может быть изготовлен из единой трубы посредством гнутья. Это позволяет дополнительно уменьшить количество сварных соединений.

U-образные колена змеевиков внутри батарей располагаются рядами поперек хода продуктов сгорания, предпочтительно в плоскости, перпендикулярной к ходу продуктов сгорания или под небольшим углом к плоскости, перпендикулярной к ходу продуктов сгорания.

Под "гладкими" трубами понимаются участки труб без оребрения. В частности, гладкими являются трубы, соединяющие U-образные колена змеевиков между собой, трубы, соединяющие U-образные колена с коллекторами и мембранные трубы.

Трубы целенаправленно выполняют гладкими с различной целью, например, чтобы обеспечить возможность приваривания мембран, или, чтобы уменьшить тепловую нагрузку.

Гладкие трубы, соединяющие U-образные колена в пределах каждой из батарей, располагаются преимущественно с одной стороны конвективной части котла в продольном направлении, по существу, параллельно друг другу и образуют, один поперечный ряд (если змеевики содержат только два колена) или несколько рядов (если змеевики содержат больше двух колен).

Ряды U-образных колен в батареях отделены друг от друга промежутками, которые возникают вследствие того, что в пределах каждой батареи дистальные и проксимальные участки труб U-образных колен, расположенных в один ряд, располагаются на некотором расстоянии друг от друга, а изгибы U-образных колен ориентированы в одном, противоположном от гладких труб направлении.

Под "шахматным" расположением U-образных колен понимается такое их расположение, при котором трубы U-образных колен одной батареи, расположенные дистальнее по ходу продуктов сгорания по меньшей мере частично перекрывают просветы между трубами соседних U-образных колен другой батареи, расположенных проксимальнее по ходу продуктов сгорания.

Под "оребрением" понимаются любые радиальные выступы, тем или иным способом сформированные на поверхности трубы и обеспечивающие увеличение теплообменной поверхности. Предпочтительными являются выступы в виде спирали.

Под "змеевиком" понимается конструкция из труб для теплоносителя, имеющая, по меньшей мере, частично форму меандра, в котором U-образные элементы ориентированы в одном направлении. Наиболее простыми в изготовлении являются плоские змеевики. Однако они могут быть выполнены и не плоскими, а, например, ступенчатым или изогнутым.

Под "крышками" понимаются любые заслонки, задвижки, перегородки, пластины, створки, и т.п. конструктивные элементы, подходящие для перекрытия промежутков (окон) между упомянутыми рядами гладких труб с мембранами, являющихся соседними, обеспечивающие (крышки) возможность доступа во внутреннее пространство конвективной части, например, для чистки труб.

Под "коллектором" понимается трубопровод, имеющий вход(-ы) и выход(-ы) для теплоносителя, предназначенный для сбора и/или перераспределения теплоносителя в/из других трубопроводов.

Топочная и конвективная части котла могут иметь общие дистальные и проксимальные коллекторы (см., например, вариант котла по изобретению, изображенный на фиг. 2-11) или топочная и конвективные части котла могут иметь свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы (см., например, вариант котла по изобретению, изображенный на фиг. 12-27).

Дистальные и проксимальные коллекторы котла (или его топочной и конвективной части, если они имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы) предпочтительно сварены друг с другом в виде прямоугольного или квадратного кольца, таким образом, задавая топочной и конвективной частям котла прямоугольную или квадратную форму в поперечном сечении.

Под "коллектором обратной" понимается коллектор, через который подлежащий нагреву теплоноситель поступает в котел.

Под "коллектором подачи" понимается коллектор, через который нагретый в котле теплоноситель выходит из котла для подачи потребителю.

Под "перегородкой" понимается деталь, непроницаемая, или, по меньшей мере, частично непроницаемая для продуктов сгорания, побуждающая продукты сгорания огибать ее.

Роль и значение отдельных особенностей котла.

Относительно вклада вышеупомянутых особенностей предлагаемого котла в достижение преимуществ по сравнению с аналогом необходимо отметить следующее.

Расположение труб в шахматном порядке обеспечивает лучшее соотношение между габаритами (и, как следствие, материалоемкостью) и эффективностью теплопередачи по сравнению с коридорным расположением труб. Иными словами, при той же эффективности теплопередачи размер конвективной части может быть уменьшен за счет более плотного расположения труб в шахматном порядке.

Необходимость выполнения змеевиков с частичным или полным оребрением обусловлена следующими соображениями.

С одной стороны, выполнение змеевиков с полным отсутствием оребрения нецелесообразно, т. к. для достижения того же уровня теплопередачи потребуются змеевики заметно большего размера, и, как следствие, материалоемкость увеличится.

В то же самое время выполнение змеевиков с максимальной степенью оребрения по всей длине, хотя в некоторых вариантах и возможно, но не всегда целесообразно.

Предпочтительно, когда змеевики в батареях оребрены частично, а еще более предпочтительно, когда хотя бы частично оребрены проксимальные и/или дистальные участки труб U-образных колен, которые располагаются дистально, тогда как трубы U-образных колен, расположенные проксимально оставлены гладкими или оребренными в меньшей степени. То есть, предпочтительно, когда степень оребрения змеевиков в целом увеличивается в дистальном направлении.

Увеличивая степень оребрения труб в дистальном направлении, можно избежать закипания теплоносителя в участках змеевиков, расположенных проксимально, то есть в зоне котла с наибольшей температурой продуктов сгорания, не прибегая при этом к применению других трудноосуществимых на практике конструктивных приемов (изменение диаметра труб и т.п.).

В случае использования труб диаметром 40-80 мм, частичное оребрение змеевиков обеспечивает следующие преимущества:

1) оптимальное соотношение веса к мощности благодаря возможности применению оребренных труб в змеевиках данной конструкции наружным диаметром - в таких трубах проходит достаточное кол-

во теплоносителя для получения тепла без закипания от оребренных труб с увеличенной теплопередающей поверхностью.

2) проще регулировать скорость теплоносителя практически на всем диапазоне мощностей котлов, что как следствие приводит к возможности быстрее добиваться турбулентного потока внутри трубы, что в свою очередь увеличивает теплопередачу и уменьшает образование накипи на внутренней поверхности трубы.

Последовательное соединение U-образных колен в змеевиках позволяет уменьшить количество коллекторов в котле и, как следствие, уменьшить количество сварных соединений на единицу мощности.

Использование U-образных колен в качестве основных теплообменных элементов в змеевиках, их ориентация в одном направлении, и их рядное расположение в батареях, позволяет сконструировать конвективные части котла таким образом, что на одной из сторон конвективной части котла образуется проход во внутреннюю полость конвективной части котла, образованную рядами проксимальных и дистальных участков труб U-образных колен. Это позволяет, во-первых, уменьшить размер конвективной части за счет возможности через свободные зазоры между дистальными и проксимальными концами U-образных колен производить чистку и обслуживание теплообменных труб каждого U-образного колена и, во-вторых, внутри полостей могут быть установлены перегородки для обеспечения зигзагообразного движения продуктов сгорания, что дает больший контакт последних с поверхностью оребренных труб.

Конструкция змеевиков, батарей и самой конвективной части обуславливает простоту наращивания тепловой мощности за счет:

(1) наращивания змеевиков по ходу продуктов сгорания (увеличения количества U-образных колен) и/или

(2) наращивания батарей по ширине (увеличение количества змеевиков одной длины в батарее) и/или

(3) наращивания батарейных блоков по ходу продуктов сгорания (блоки из оппозиционно расположенных батарейных пар располагаются в конвективной части последовательно друг за другом) (см., например, фиг. 28).

Конструкция батарей позволяет на всех мощностях котлов применять змеевики из одного материала и однотипной конструкции. Благодаря тому, что для конструирования котлов разной мощности можно применять однотипные детали, процессы сварки могут быть автоматизированы.

По сравнению с прототипом улучшилась ремонтпригодность. Для замены любого змеевика достаточно разрезать непосредственно доступные снаружи дистальный и проксимальный концы и мембраны без необходимости демонтажа всего котла и/или батарей.

Также по сравнению с прототипом мембранные стенки закрывающие змеевики с U-образными коленами изготавливаются значительно проще и имеют меньшую трудоемкость за счет применения прямых труб большей длины с доступной сваркой, которую можно автоматизировать.

Вышеописанный в общем виде котел может быть изготовлен с некоторыми конкретными особенностями, которые обуславливают получение дополнительных преимуществ.

Некоторые частные и предпочтительные формы выполнения.

Вышеупомянутые змеевики - в одной из частных форм выполнения вышеописанного котла - могут быть выполнены, по существу, плоскими. Плоскостная конфигурация змеевиков обеспечивает наибольшую простоту их изготовления и наименьший расход материала.

В каждой из вышеупомянутых батарей дистальные и проксимальные участки труб первых по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен, - в одной из частных форм выполнения вышеописанного котла, - располагаются во взаимно-параллельных плоскостях, дистальные и проксимальные участки труб вторых по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен, и так далее до дистальных и проксимальных участков труб последних по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен, - располагаются во взаимно-параллельных плоскостях. Такое расположение змеевиков становится возможным, если все они выполнены по существу одинаковыми по форме и размерам и располагаются ровными рядами. В этом случае также достигается простота изготовления и самого котла и его отдельных элементов - змеевиков.

Вышеупомянутое оребрение - в одной из частных форм выполнения вышеописанного котла - выполнено методом приварки стальной полосы к гладкой стальной трубе по спирали. Приваривание спиральной полосы обеспечивает ряд преимуществ. С одной стороны такой способ оребрения может быть автоматизирован и требует минимального вклада ручного труда в производство оребренной трубы. С другой стороны такой способ является более гибким, по сравнению, например, с холодной накаткой спирального профиля, так как позволяет легко варьировать шаг спирали, ширину полосы, чередовать оребренные участки и участки без оребрения.

Количество вышеупомянутых батарейных блоков в конвективной части можно легко варьировать в зависимости от требуемой тепловой мощности. Также может варьировать и тип используемых теплообменных элементов в разных блоках. Например, змеевики в разных блоках могут быть выполнены из труб разного диаметра. Такие блоки могут быть установлены в конвективной части как последовательно, так и параллельно друг другу относительно хода продуктов сгорания.

Для улучшения теплоотдачи в зазорах между дистальным и проксимальными участками U-образных колен одной батареи, - в одной из частных форм выполнения вышеописанного котла, - установлены перегородки, выполненные таким образом, чтобы обеспечить проход продуктов сгорания по зигзагообразной траектории. Перегородки предпочтительно, являются демонтируемыми, что позволяет упростить доступ внутрь конвективной части для чистки труб и использовать перегородки для регулирования теплоотдачи.

Топочная и конвективная часть котла могут быть скомпонованы друг с другом в различных пространственных конфигурациях, в частности, конвективная часть и топочная части могут быть расположены:

- на одной оси (см. фиг. 12-43);
- под углом друг к другу;
- по существу, под прямым углом друг к другу (см. фиг. 43-58).

Вышеупомянутая конвективная часть может быть расположена различным образом относительно топочной части: сверху (см. фиг. 43-58), снизу (см. фиг. 59-68) или на одном уровне с ней (см. фиг. 2-27).

Коллекторы, к которым присоединены змеевики могут быть выполнены таким образом, что во всех змеевиках одной батареи теплоноситель перемещается в одном направлении, либо, по меньшей мере, в двух коллекторах, а именно, в коллекторе, к которому присоединены дистальные концы змеевиков и в коллекторе, к которому присоединены проксимальные концы змеевиков, могут быть выполнены перегородки, разделяющие их, по меньшей мере, на две части таким образом, что в части змеевиков, присоединённых к одной части коллектора теплоноситель движется в одном направлении, а в части змеевиков, присоединённых к другой части коллектора теплоноситель движется в другом направлении.

Далее для лучшего понимания изобретения котел будет наглядно проиллюстрирован с помощью фигур и подробно описан на некоторых конкретных примерах выполнения.

Краткое описание фигур

На фиг. 1 показана гидравлическая развертка одного из вариантов воплощения котла по изобретению с фиг. 12-27.

Фиг. 2-11 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором:

- а) топочная и конвективные части котла расположены на одной оси и
- б) топочная и конвективная части имеют общие коллекторы для теплоносителя.

На фиг. 2 и 3 показан общий вид (со стороны топки и со стороны конвективной части, соответственно).

На фиг. 4 показан вид котла с фиг. 2 и 3 со стороны конвективной части.

На фиг. 5 показан разрез А-А (см. фиг. 4).

На фиг. 6 показан разрез Б-Б (см. фиг. 5).

На фиг. 7 показано взаимное расположение змеевиков в батарейном блоке котла с фиг. 2 и 3, в аксонометрии.

На фиг. 8 показано то же, что на фиг. 7, вид сбоку.

На фиг. 9 схематично изображены батареи змеевиков одного блока, разнесенные в стороны друг от друга, в аксонометрии.

На фиг. 10 показано то же, что на фиг. 9, вид сбоку.

На фиг. 11 показан разрез В-В (см. фиг. 8).

Фиг. 12-27 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором

- а) топочная и конвективная части котла расположены на одной оси и
- б) как топочная, так и конвективная части имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя.

На фиг. 12 и 13 показан общий вид котла (со стороны топки и со стороны конвективной части, соответственно).

На фиг. 14 показан общий вид конвективной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от топочной части.

На фиг. 15 показано то же, что на фиг. 14, в прямой проекции.

На фиг. 16 показан разрез А-А (см. фиг. 15).

На фиг. 17 показан общий вид топочной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от конвективной части котла.

На фиг. 18 показано то же, что на фиг. 17, в прямой проекции.

На фиг. 19 показан разрез В-В (см. фиг. 18).

На фиг. 20 показан разрез Г-Г (см. фиг. 19).

На фиг. 21 показан разрез Д-Д (см. фиг. 16).

На фиг. 22 в аксонометрии показано взаимное расположение змеевиков в батарейном блоке котла.

На фиг. 23 показано то же, что на фиг. 22, вид сбоку.

На фиг. 24 в аксонометрии схематично изображены батареи змеевиков одного блока, разнесенные в стороны друг от друга.

На фиг. 25 показано то же, что на фиг. 24, вид сбоку.

На фиг. 26 показано то же, что на фиг. 24, в прямой проекции.

На фиг. 27 показан разрез по стрелке Е-Е (см. фиг. 26).

Фиг. 28-43 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором:

а) топочная и конвективные части котла расположены на одной оси,

б) топочная часть имеет свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя и

в) конвективная часть состоит из двух блоков, каждый из которых имеет свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя.

На фиг. 28 показан общий вид котла (топочная часть спереди).

На фиг. 29 показан общий вид котла (конвективная часть спереди).

На фиг. 30 показан общий вид конвективной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от топочной части котла.

На фиг. 31 показан проксимальный конец конвективной части котла в прямой проекции.

На фиг. 32 показан разрез А-А (см. фиг. 31).

На фиг. 33 показан общий вид топочной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от конвективной части котла.

На фиг. 34 показан проксимальный конец топочной части котла в прямой проекции.

На фиг. 35 показан разрез В-В (см. фиг. 34).

На фиг. 36 показан разрез Г-Г (см. фиг. 35).

На фиг. 37 показан разрез Д-Д (см. фиг. 32).

На фиг. 38 в аксонометрии показано взаимное расположение змеевиков в батарейном блоке котла.

На фиг. 39 показано то же, что на фиг. 38, вид сбоку.

На фиг. 40 в аксонометрии схематично изображены батареи змеевиков обоих блоков, разнесенные в стороны друг от друга.

На фиг. 41 показано то же, что на фиг. 40, вид сбоку.

На фиг. 42 показано то же, что на фиг. 40, в прямой проекции.

На фиг. 43 показан разрез Е-Е (см. фиг. 42).

Фиг. 43-58 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором:

а) топочная и конвективные части котла расположены, по существу, под прямым углом,

б) как топочная, так и конвективная части котла имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя и

в) конвективная часть расположена над топочной частью.

На фиг. 44 показан общий вид котла (топочная часть спереди).

На фиг. 45 показан общий вид котла (конвективная часть спереди).

На фиг. 46 показан общий вид конвективной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от топочной части котла.

На фиг. 47 показан проксимальный конец конвективной части котла в прямой проекции.

На фиг. 48 показан разрез А-А (см. фиг. 47).

На фиг. 49 показан общий вид топочной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от конвективной части котла.

На фиг. 50 показан котел в прямой проекции (топочная часть спереди).

На фиг. 51 показан разрез В-В (см. фиг. 50).

На фиг. 52 показан разрез Г-Г (см. фиг. 51).

На фиг. 53 показан разрез Д-Д (см. фиг. 48).

На фиг. 54 показано взаимное расположение змеевиков в батарейном блоке котла, в аксонометрии.

На фиг. 55 показано то же, что на фиг. 54, вид сбоку.

На фиг. 56 в аксонометрии схематично изображены батареи змеевиков обоих блоков, разнесенные в стороны друг от друга.

На фиг. 57 показано то же, что на фиг. 56, вид сбоку.

На фиг. 58 показан разрез Е-Е (см. фиг. 55).

Фиг. 59-68 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором:

а) топочная и конвективная части котла расположены, по существу, под прямым углом,

б) как топочная, так и конвективная части котла имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя и

в) конвективная часть котла расположена снизу от топочной части котла.

На фиг. 60 показан общий вид (конвективная часть котла спереди).

На фиг. 61 показан общий вид конвективной части котла (проксимальный конец спереди), отделенной от топочной части котла.

На фиг. 62 показан проксимальный конец конвективной части котла в прямой проекции.

На фиг. 63 показан разрез А-А (см. фиг. 62).

На фиг. 64 показан общий вид топочной части котла (дистальный конец спереди, проксимальный - сверху), отделенной от конвективной части котла.

На фиг. 65 показан котел в прямой проекции (вид с противоположной от конвективной части стороны).

На фиг. 66 показан разрез В-В (см. фиг. 65).

На фиг. 67 показан разрез Г-Г (см. фиг. 66).

На фиг. 68 показан разрез Д-Д (см. фиг. 63).

Фиг. 69-78 относятся к одному из вариантов осуществления котла по изобретению, в котором:

а) топочная и конвективная части котла расположены на одной оси,

б) как топочная, так и конвективная части котла имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя и

в) конвективная часть котла расположена снизу от топочной части котла.

На фиг. 69 показан общий вид котла (коллекторы 26 и 24 спереди).

На фиг. 70 показан общий вид котла (коллекторы 26 и 24 сзади).

На фиг. 71 показан общий вид конвективной части котла (проксимальный конец сверху), отделенной от топочной части котла.

На фиг. 72 показана конвективная часть котла вид сбоку в прямой проекции (коллектор 24 спереди).

На фиг. 73 показан разрез А-А (см. фиг. 72).

На фиг. 74 показан общий вид топочной части котла, отделенной от конвективной части.

На фиг. 75 показан котел, вид сбоку (коллекторы 24 и 26 спереди).

На фиг. 76 показан разрез В-В (см. фиг. 75).

На фиг. 77 показан разрез Г-Г (см. фиг. 76).

На фиг. 78 показан разрез Д-Д (см. фиг. 73).

Фиг. 79 показан общий вид варианта осуществления котла по изобретению, в котором:

а) топочная и конвективная части котла расположены на одной оси,

б) как топочная, так и конвективная части котла имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя,

в) топочная часть котла расположена снизу от конвективной части котла,

г) в топочной части котла расположено 8 горелок (1) и

д) коллекторы 24 и 26 расположены справа.

Фиг. 80 показан общий вид варианта осуществления котла по изобретению, в котором

а) топочная и конвективная части котла расположены на одной оси,

б) как топочная, так и конвективная части котла имеют свои собственные дистальные и проксимальные коллекторы для теплоносителя,

в) топочная часть котла расположена снизу от конвективной части котла,

г) в топочной части котла расположено 8 горелок (1) и

д) коллекторы 24 и 26 расположены слева.

На фиг. 81 показан общий вид конвективной части котла с фиг. 79 (дистальный конец сверху), отделенной от топочной части котла.

На фиг. 82 показана конвективная часть котла с фиг. 79, вид сбоку в прямой проекции (коллектор 24 спереди).

На фиг. 83 показан разрез А-А (см. фиг. 82).

На фиг. 84 показан общий вид топочной части котла с фиг. 79, отделенной от конвективной части.

На фиг. 85 показан котел с фиг. 79, вид сбоку (коллекторы 24 и 26 спереди).

На фиг. 86 показан разрез В-В (см. фиг. 85).

На фиг. 87 показан разрез Г-Г (см. фиг. 86).

На фиг. 88 показан разрез Д-Д (см. фиг. 83).

На фиг. 89 показано U-образное колено змеевика.

На фиг. 90 показан разрез Е-Е (см. фиг. 77 и 87).

На фиг. 91 показан разрез Ж-Ж (см. фиг. 77 и 87).

На фиг. 1-91 позициями обозначены следующие элементы:

1 - горелка,

2 - топочная часть котла,

3 - конвективная часть котла,

4, 18 - мембранная труба,

5 - первая батарея,

6 - вторая батарея,

7 - U-образное колено,

8 - стальная лента,

9 - гладкая труба,

10, 12, 14, 15 - коллекторы проксимального конца конвективной части котла,

11, 13, 16, 17 - коллекторы дистального конца конвективной части котла,

411, 413, 416, 417 - коллекторы проксимального конца топочной части котла,

410, 412, 414, 415 - коллекторы дистального конца топочной части котла,
 21 - щели между рядами U-образных колен,
 22 - негорючая теплоизоляция,
 23 - крышка,
 24 - коллектор обратной,
 25 - переход между коллекторами,
 26 - коллектор подачи,
 28 - мембрана.

Осуществление изобретения

Устройство предлагаемого котла будет понятно на примере одного из вариантов его воплощения, изображенного на фиг. 12-27.

Как показано на фиг. 12-27 котел содержит топочную часть 2, снабженную горелкой 1, конвективную часть 3 и коллекторы для теплоносителя.

Топочная 2 и конвективная части 3 находятся на одной оси и на одном уровне.

Как топочная 2, так и конвективная части 3 котла имеют свои собственные дистальные 11, 13, 16, 17, 410, 412, 414, 415 и проксимальные 10, 12, 14, 15, 411, 413, 416, 417 коллекторы. При этом дистальные коллекторы (т. е. дистальные коллекторы 11, 13, 16 и 17 конвективной части котла, и дистальные коллекторы 410, 412, 414 и 415 топочной части котла) и проксимальные коллекторы (т. е. проксимальные коллекторы 10, 12, 14, 15 конвективной части котла, и проксимальные коллекторы 411, 413, 416, 417 топочной части котла) сварены в виде прямоугольных колец и задают прямоугольную форму поперечного сечения топочной 2 и конвективной 3 частей котла.

Топочная часть 2 имеет горелку 1, а ее верхняя, нижняя и боковые стенки образованы рядами мембранных труб 4 (см. фиг. 12).

Мембранные трубы 4 топочной части 2 котла соединены одним своим концом с коллекторами 410, 412, 414 и 415 дистального конца топочной части котла, а другим своим концом - с коллекторами проксимального конца топочной части котла 411, 413, 416 и 417.

Щели между мембранными трубами 4 закрыты мембранами 28 (аналогично тому, как показано на фиг. 90 на примере другого варианта воплощения котла).

Мембраны 28 представляют собой стальные пластины шириной около 30-60 мм, толщиной примерно 3-6 мм. Края пластин приваривают между соседними трубами, тем самым герметично закрывая щель между ними.

К коллектору 415 дистального конца топочной части 2 котла подключен коллектор подачи 26 (см. фиг. 1 и 12).

Конвективная часть 2 котла содержит, один блок из двух батарей 5 и 6 (см. фиг. 24), состоящих из однотипных стальных змеевиков.

Дистальные концы змеевиков подключены к коллекторам 11 и 13, а проксимальные - к коллекторам 10 и 12 (см. фиг. 21-24).

Проксимальный 14 и дистальный 16 коллекторы, а также проксимальный 15 и дистальный 17 коллекторы соединены между собой рядами мембранных труб 18 (см. фиг. 14 и 16), продольные щели между которыми закрыты мембранами 28 (аналогично тому, как закрыты мембранами щели между мембранными трубами 4 топочной части котла на фиг. 90 на примере другого варианта воплощения котла), таким образом, что трубы 18 и мембраны 28 образуют противоположные стенки конвективной части 3 котла (а точнее - верхнюю и нижнюю стенки конвективной части 2 котла на фиг. 12-14).

К коллектору 14 подключен коллектор обратной 24, а к коллектору 16 через переходы 25 - подключен дистальный коллектор топочной части 2 котла (см. фиг. 12-14 и 19).

Змеевики содержат более двух U-образных колен 7 (см. фиг. 25), при этом соседние U-образные колена 7 соединены между собой гладкими мембранными трубами.

Змеевики частично оребрены стальной лентой 8. U-образные колена 7 на проксимальных концах змеевиков лишены оребрения, т.е. представляют собой гладкие трубы 9 (см. фиг. 21, 24 и 25).

Оребрение отсутствует и на участках труб, соединяющих U-образные колена 7 между собой и участках труб, соединяющих змеевики с коллекторами. Эти участки, также являющиеся гладкими трубами, выполняют функцию мембранных труб.

Предпочтительно для изготовления змеевиков применяют трубы наружным диаметром 40-80 мм.

Змеевики в упомянутых батареях 5 и 6 расположены рядами параллельно друг другу (см. фиг. 22 и 24) таким образом, что в батарее 5 упомянутые гладкие трубы 18 располагаются с одной стороны конвективной части 3 котла, а изгибы U-образных колен 7 - ближе к противоположной стороне конвективной части 3 котла, а в батарее 6 упомянутые гладкие трубы 18 располагаются с той стороны конвективной части 3 котла, вблизи которой располагаются изгибы U-образных колен 7 батареи 5, а изгибы U-образных колен 7 батареи 6 располагаются ближе к той стороне конвективной части 3 котла, с которой располагаются гладкие трубы 18 батареи 5, при этом U-образные колена 7 змеевиков батареи 5 размещены во взаимно параллельных плоскостях со смещением относительно U-образных колен 7 змеевиков батареи 6 таким образом, что U-образные колена 7 батареи 5 расположены в шахматном порядке относи-

тельно U-образных колен батареи 6 (см. фиг. 11 и 27).

Продольные щели между упомянутыми гладкими трубами 18 соседних змеевиков каждой из батарей 5 и 6 закрыты мембранами 28 (аналогично тому, как показано на фиг. 91 на примере другого варианта воплощения котла).

Щели 21, между дистальными и проксимальными концами U-образных колен закрыты крышками 23 (см. фиг. 14). С внутренней стороны крышки 23 дополнительно защищены негорючей теплоизоляцией 22 (см. фиг. 21).

Гидравлическая схема котла с фиг. 12-27 представлена на фиг. 1.

Котел с фиг. 1 и 12-27 работает следующим образом. Газ и воздух подаются в горелку 1, сгорают в топочной части 2 котла передавая тепло от излучения стенкам, образованными из мембранных труб 4, и теплоносителю.

Далее продукты сгорания проходят через конвективную часть 3 котла, в которой размещены батареи 5 и 6 змеевиков, содержащих U-образные колена, и охладившись, удаляются в дымоход.

В конвективной части 3 котла теплоноситель через коллектор обратной 2 4 попадает в коллектор 14, а из него - по мембранным трубам 18, нагреваясь, перемещается до коллектора 16 на дистальном конце конвективной части 3, через который далее попадает в коллекторы 11 (на одной стороне) и 13 (на другой стороне) дистального конца, а из них - в первую часть змеевиков батарей 5 и 6 (изображенных сверху на фиг. 1). Двигаясь по змеевикам батарей 5 и 6 и нагреваясь от продуктов сгорания, теплоноситель попадает в коллекторы 10 (на одной стороне) и 12 (на другой стороне) на проксимальном конце конвективной части 3 где разворачивается и по второй части змеевиков батарей 5 и 6 (изображенных снизу на фиг. 1) перемещается до коллектора 17 на дистальном конце конвективной части 3, а оттуда по мембранным трубам 18 - к коллектору 15 проксимального конца конвективной части 3, где через переходы 25 перемещается в топочную часть 4 котла.

В топочной части 4 теплоноситель, также нагреваясь, только теперь уже в основном от излучения пламени перемещается по мембранным трубам 4, затем, несколько раз разворачиваясь в коллекторах 410, 412, 414, 415, 411, 413, 416, 417, попадает в коллектор 27, откуда далее попадает в коллектор подачи 26, через который подается потребителю.

Благодаря своей конструкции предлагаемый котел имеет следующие преимущества по сравнению с прототипом.

1. Значительно уменьшилось количество сложной сварки, так как в прототипе конвективная часть - состоит из нескольких элементов, которые соединяются между собой состыкованными отводами. В предлагаемом котле такие отводы применяются только раз, при условии, что топочная часть будет отделена от конвективной части для удобства транспортировки и монтажа.

2. Предлагаемый котел, имеет меньший общий вес и протяженность коллекторов.

3. Мембранные трубы стенок конвективной части 3, расположенных с двух сторон от батарей изготавливаются намного проще, и позволяют лучше распределять потоки теплоносителя. В прототипе чтобы избежать перегрева этих труб, необходимо правильно рассчитать отверстие для протока теплоносителя. В новом котле этого не требуется.

4. С двух сторон котла есть удобный доступ для осмотра, ремонта и чистки котла. Для этого нужно снять крышки 23, закрепленные стандартными крепежными элементами. В прототипе для тех же целей необходимо вырезать каждую секцию котла, переместить ее на определенное расстояние для возможности доступа. Это многократно сложнее и дороже и требует специальной квалификации и подготовки, а также наличие серьезных подъемных механизмов.

5. Через промежутки для очистки и осмотра котла в предлагаемом котле можно устанавливать перегородки, которые заставляют проходить продукты сгорания вдоль ребер оребренных труб. Что значительно увеличивает теплоотдачу этих труб, и повышает КПД котла.

6. Благодаря возможности располагать конвективную часть нового котла под углом к топочной части, появилась возможность значительно сократить длину (высоту) котла.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Котел, содержащий:
топочную часть,
конвективную часть и
коллекторы для теплоносителя;
упомянутая конвективная часть содержит,
по меньшей мере, один блок из,
по меньшей мере, двух батарей, состоящих из однотипных, по меньшей мере, частично оребренных
стальных змеевиков,
упомянутые змеевики содержат
дистальный и проксимальный концы, подключенные к упомянутым коллекторам, а также,
по меньшей мере, два U-образных колена, при этом соседние U-образные колена соединены между

собой гладкими трубами;

змеевики в упомянутых батареях расположены рядами параллельно друг другу таким образом, что в первой из упомянутых, по меньшей мере, двух оппозитно расположенных батарей упомянутые гладкие трубы располагаются с одной стороны упомянутой конвективной части, а изгибы U-образных колен - ближе к противоположной стороне упомянутой конвективной части, а во второй из упомянутых, по меньшей мере, двух оппозитно расположенных батарей упомянутые гладкие трубы располагаются с той стороны упомянутой конвективной части, вблизи которой располагаются изгибы U-образных колен первой из упомянутых батарей, а изгибы U-образных колен второй батареи располагаются ближе к той стороне упомянутой конвективной части, с которой располагаются гладкие трубы упомянутой первой батареи, при этом U-образные колена змеевиков упомянутой первой батареи размещены во взаимно параллельных плоскостях со смещением относительно U-образных колен змеевиков упомянутой второй батареи таким образом, что упомянутые U-образные колена упомянутой первой батареи расположены в шахматном порядке относительно U-образных колен упомянутой второй батареи;

продольные щели между упомянутыми гладкими трубами соседних змеевиков каждой из упомянутых, по меньшей мере, двух батарей закрыты мембранами;

поперечные щели, между дистальными и проксимальными концами U-образных колен закрыты крышками.

2. Котел по п.1, в котором вышеупомянутые змеевики выполнены, по существу, плоскими.

3. Котел по п.1, в котором в каждой из вышеупомянутых батарей дистальные и проксимальные участки труб первых по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен располагаются во взаимно-параллельных плоскостях, дистальные и проксимальные участки труб вторых по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен, и так далее до дистальных и проксимальных участков труб последних по счету от дистального конца змеевиков U-образных колен, располагаются во взаимно-параллельных плоскостях.

4. Котел по п.1, в котором вышеупомянутое оребрение выполнено методом приварки стальной полосы к гладкой стальной трубе по спирали.

5. Котел по п.1, в котором вышеупомянутая конвективная часть содержит, по меньшей мере, два вышеупомянутых блока, расположенных последовательно или параллельно по ходу продуктов сгорания.

6. Котел по п.1, в котором в зазорах между дистальным и проксимальными участками U-образных колен одной батареи установлены перегородки, выполненные таким образом, чтобы обеспечить проход продуктов сгорания по зигзагообразной траектории.

7. Котел по п.1, в котором вышеупомянутая конвективная часть расположена на одной оси с вышеупомянутой топочной частью.

8. Котел по п.1, в котором вышеупомянутая конвективная часть расположена под углом к вышеупомянутой топочной части.

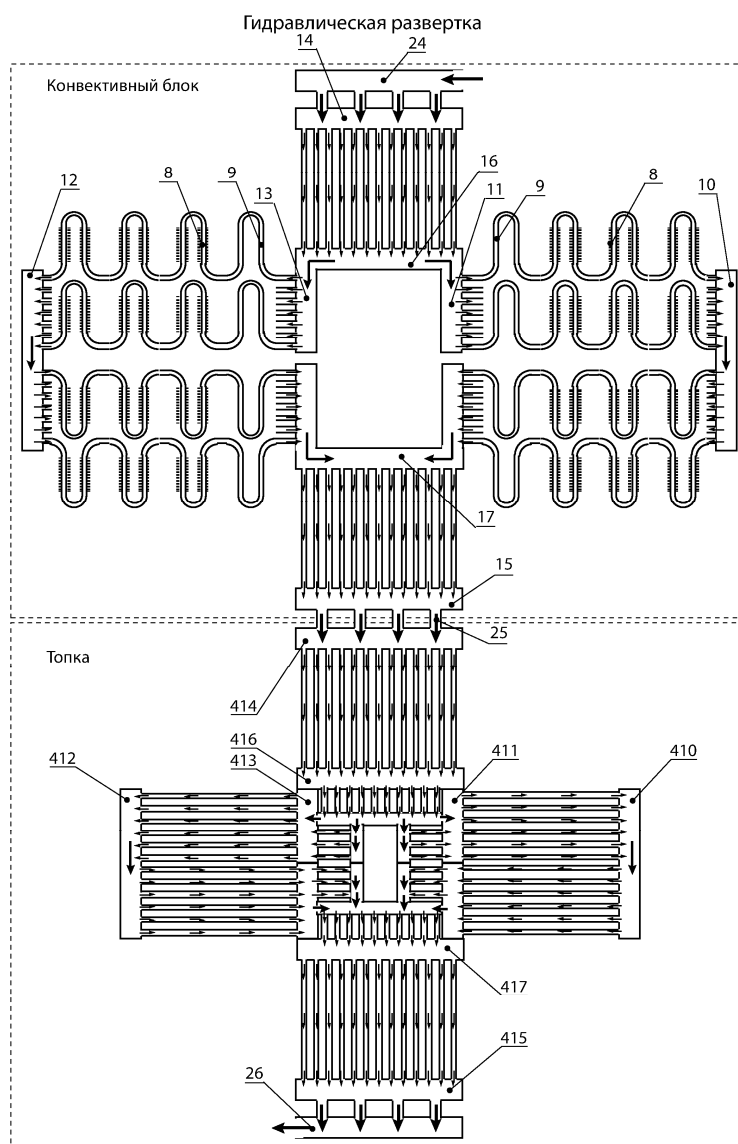
9. Котел по п.1, в котором вышеупомянутая конвективная часть расположена, по существу, под прямым углом к вышеупомянутой топочной части.

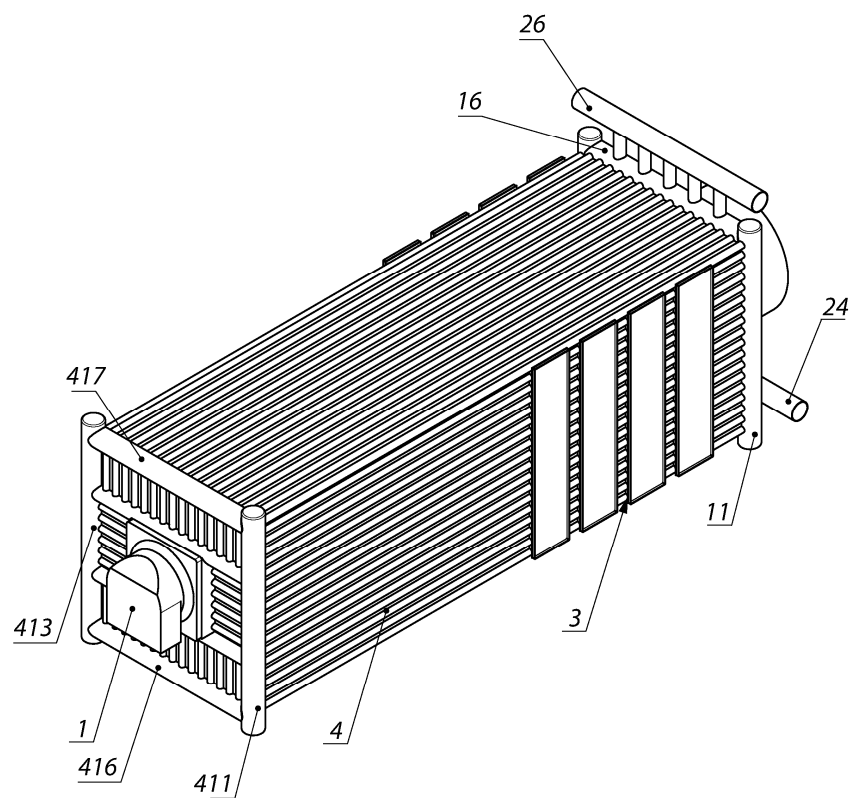
10. Котел по любому из пп.1-9, в котором вышеупомянутая топочная часть расположена снизу относительно вышеупомянутой конвективной части.

11. Котел по любому из пп.1-9, в котором вышеупомянутая топочная часть расположена сверху относительно вышеупомянутой конвективной части.

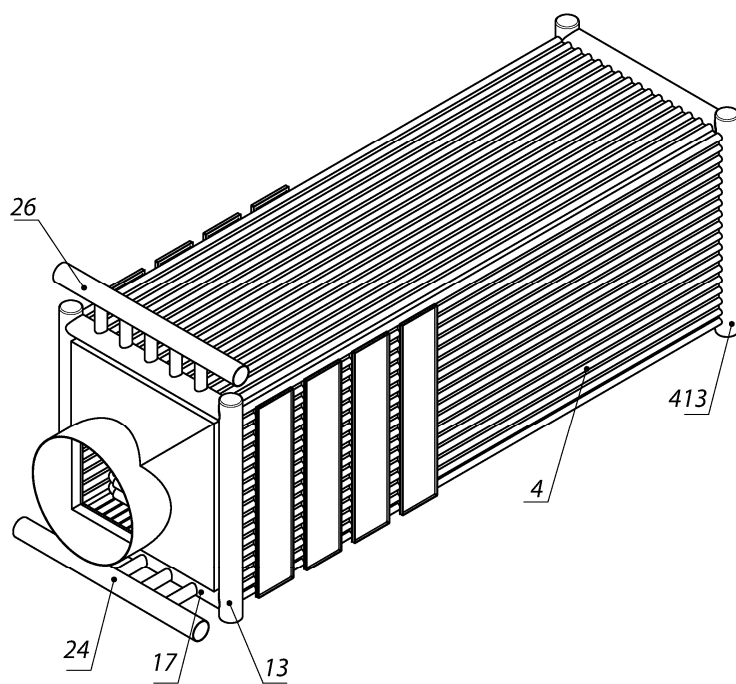
12. Котел по любому из пп.1-9, в котором вышеупомянутая топочная часть расположена на одном уровне относительно вышеупомянутой конвективной части.

13. Котел по п.1, в котором, по меньшей мере, два вышеупомянутых коллектора снабжены перегородками для изменения направления движения теплоносителя.

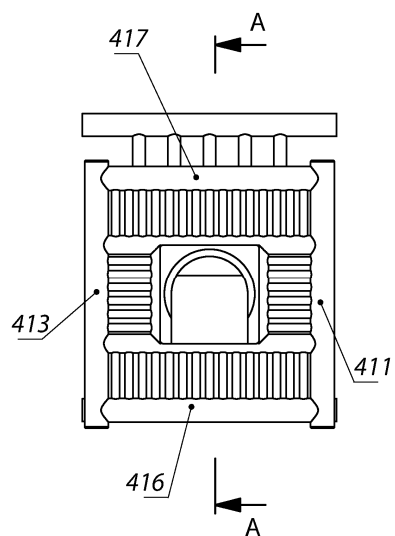




Фиг. 2

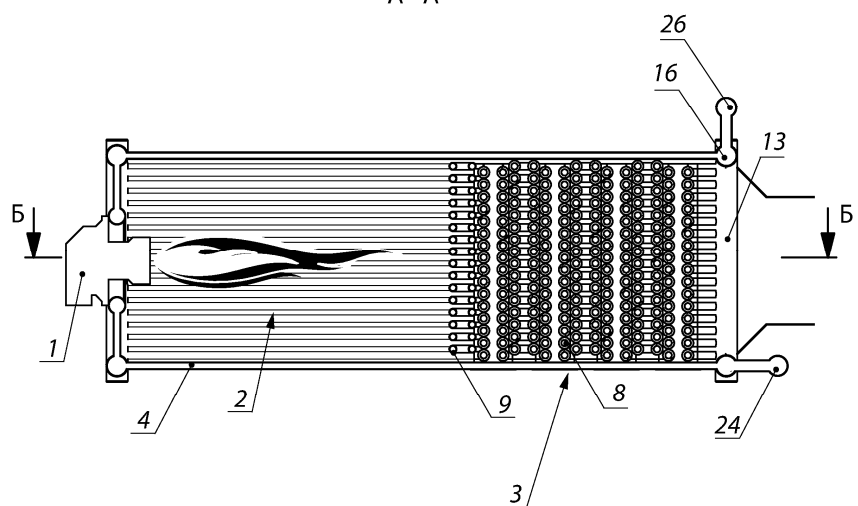


Фиг. 3



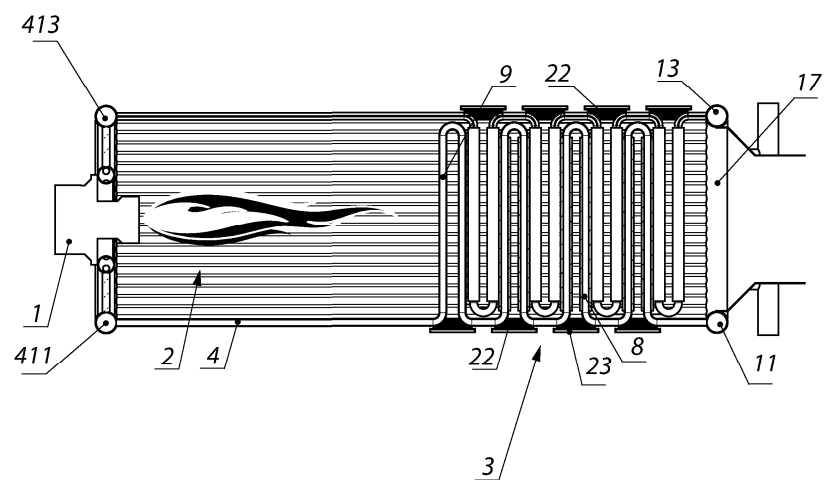
Фиг. 4

А - А

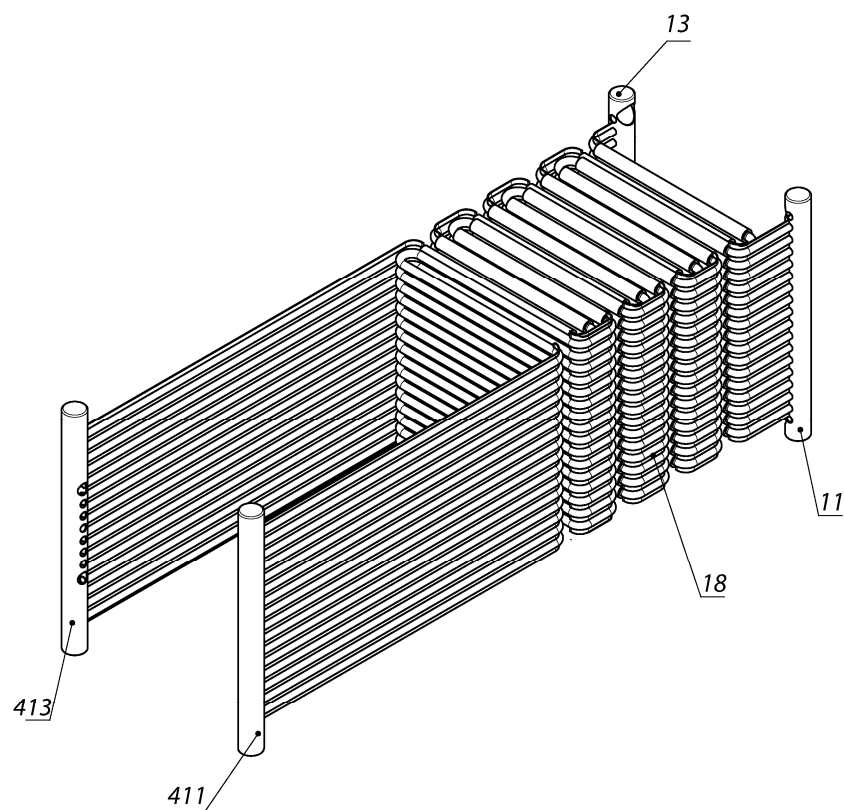


Фиг. 5

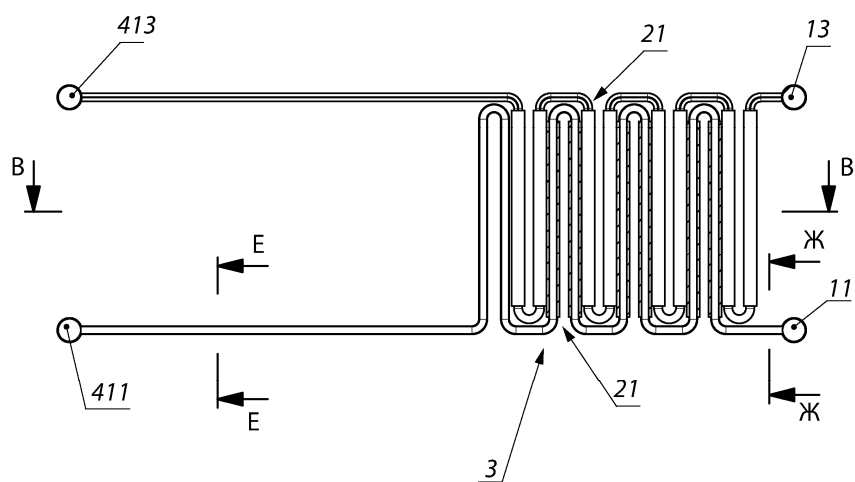
Б - Б



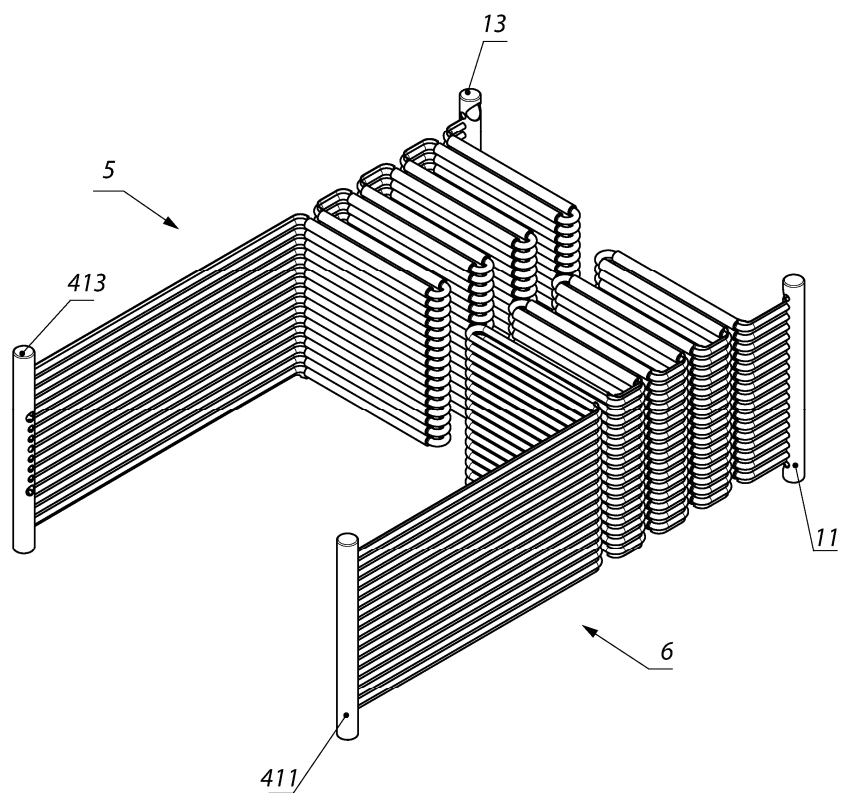
Фиг. 6



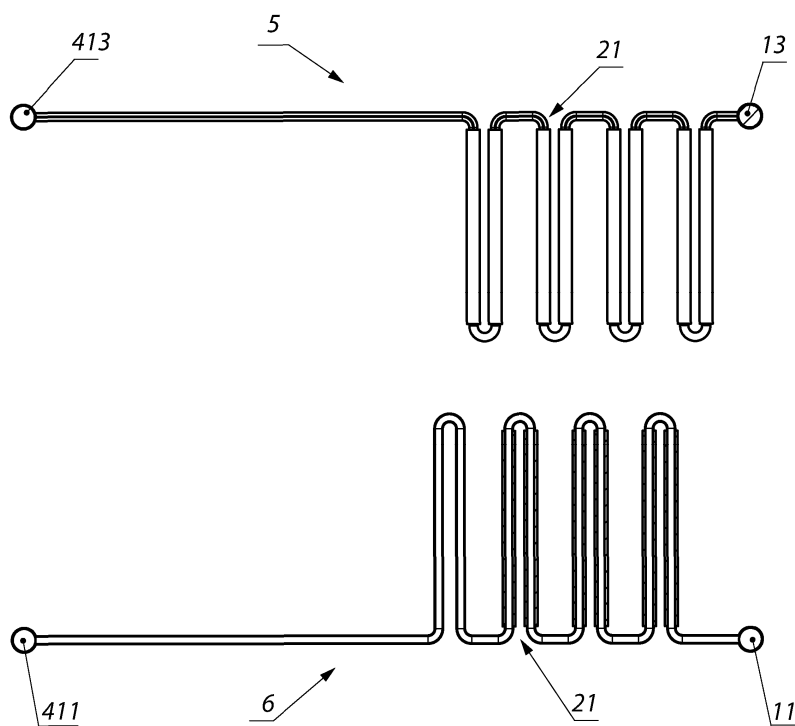
Фиг. 7



Фиг. 8

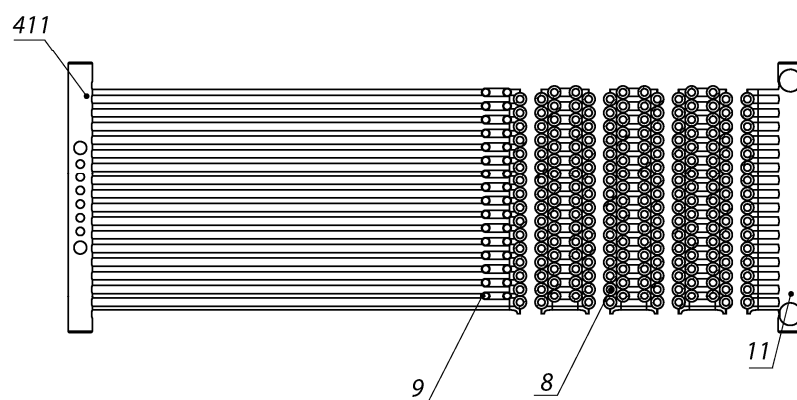


Фиг. 9

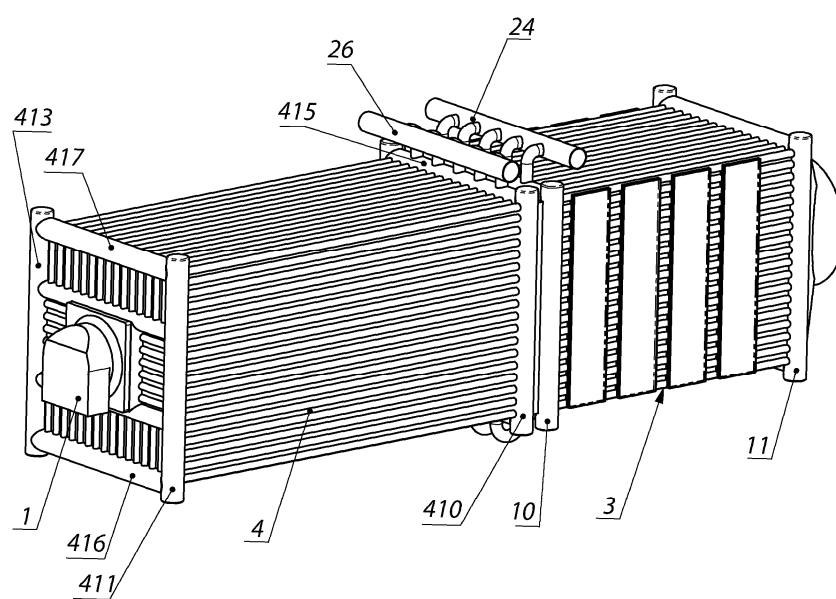


Фиг. 10

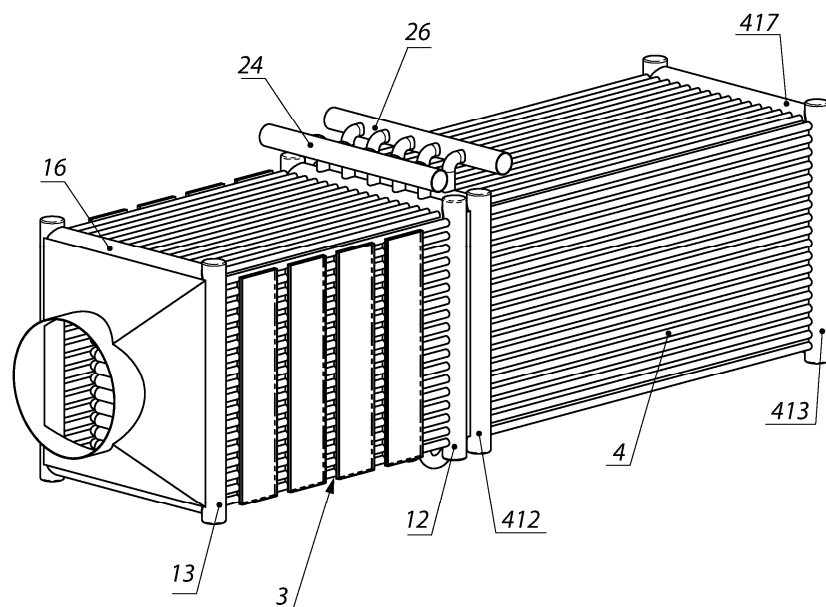
В - В



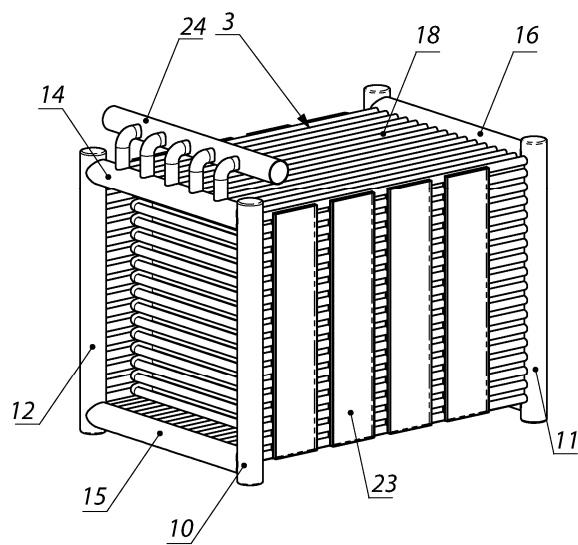
Фиг. 11



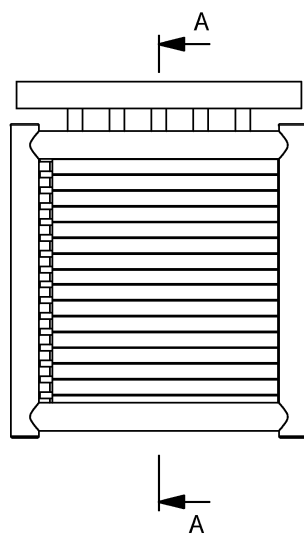
Фиг. 12



Фиг. 13

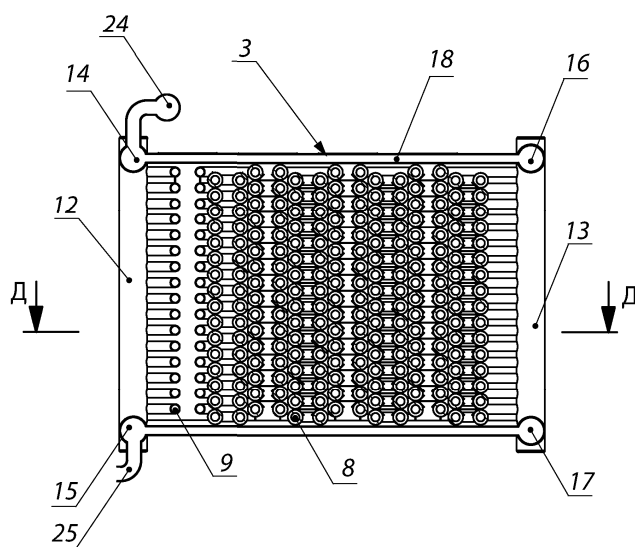


Фиг. 14

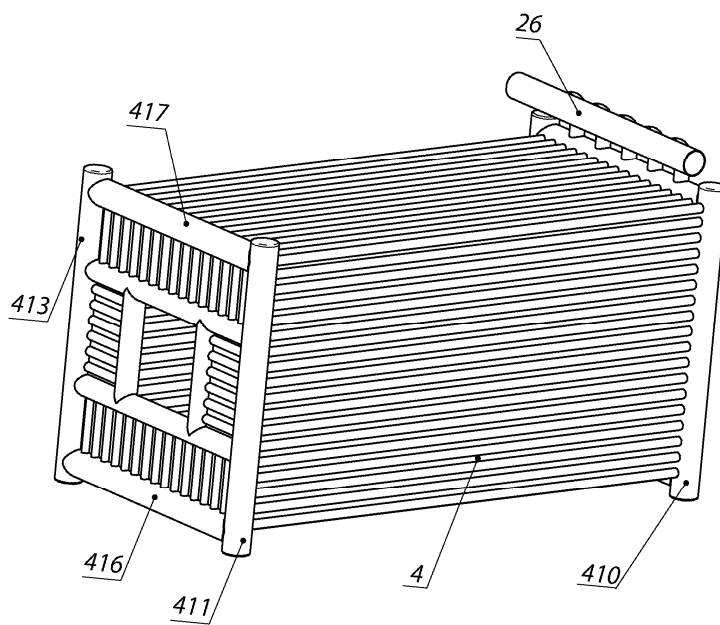


Фиг. 15

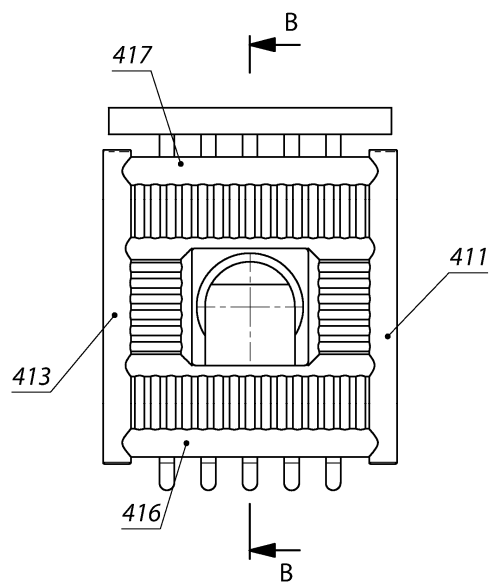
A - A



Фиг. 16

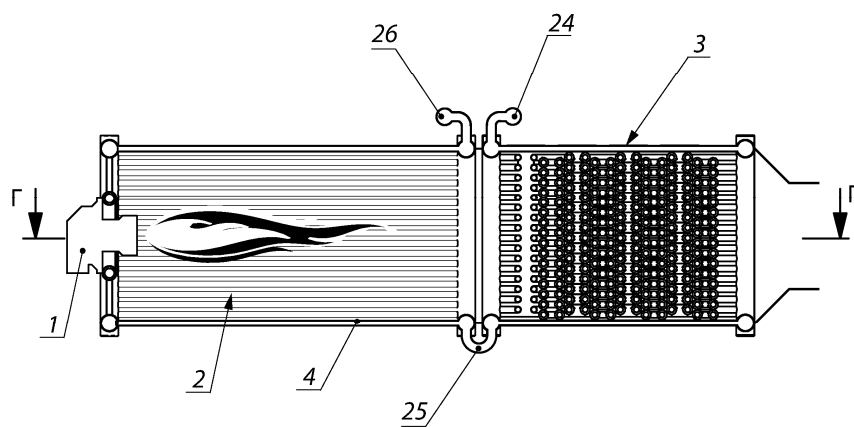


Фиг. 17



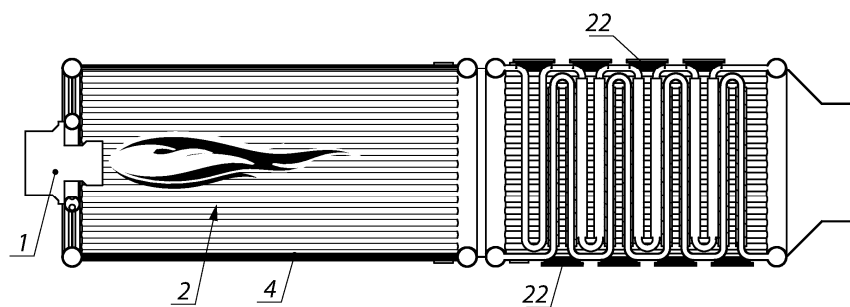
Фиг. 18

В - В



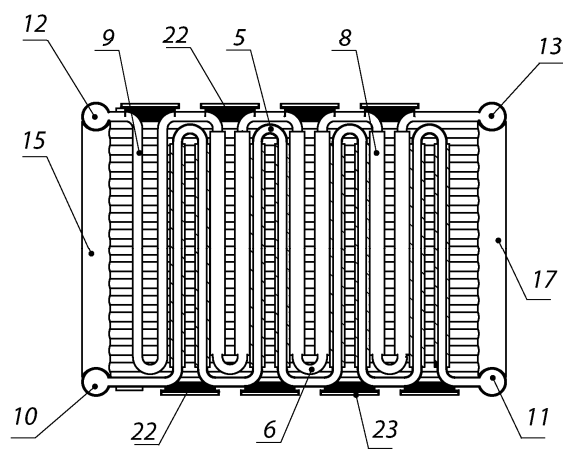
Фиг. 19

Г - Г

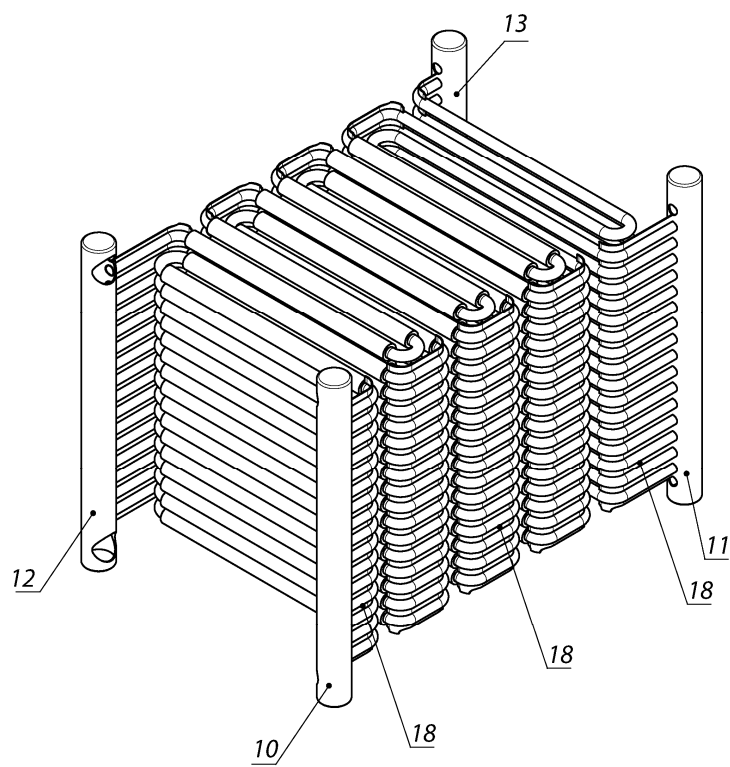


Фиг. 20

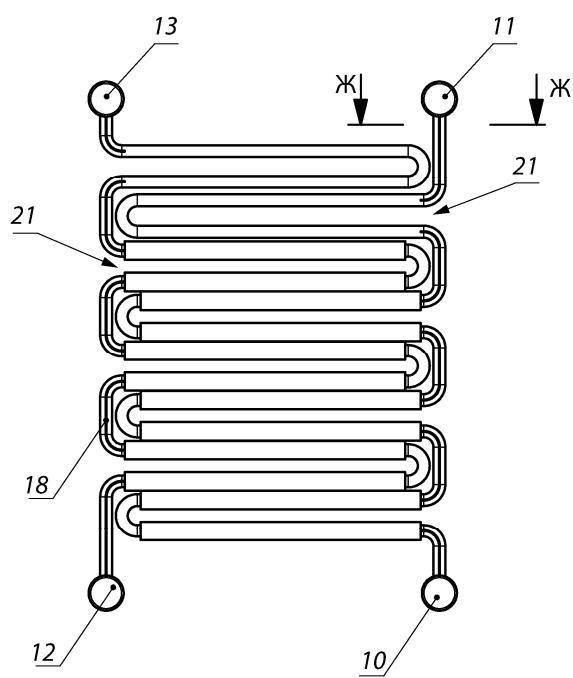
Д - Д



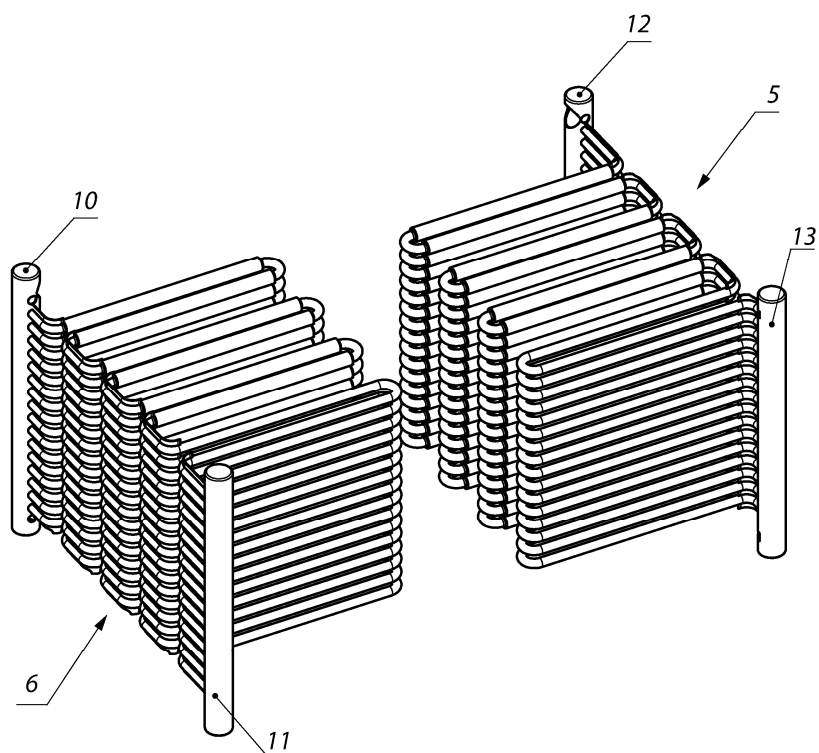
Фиг. 21



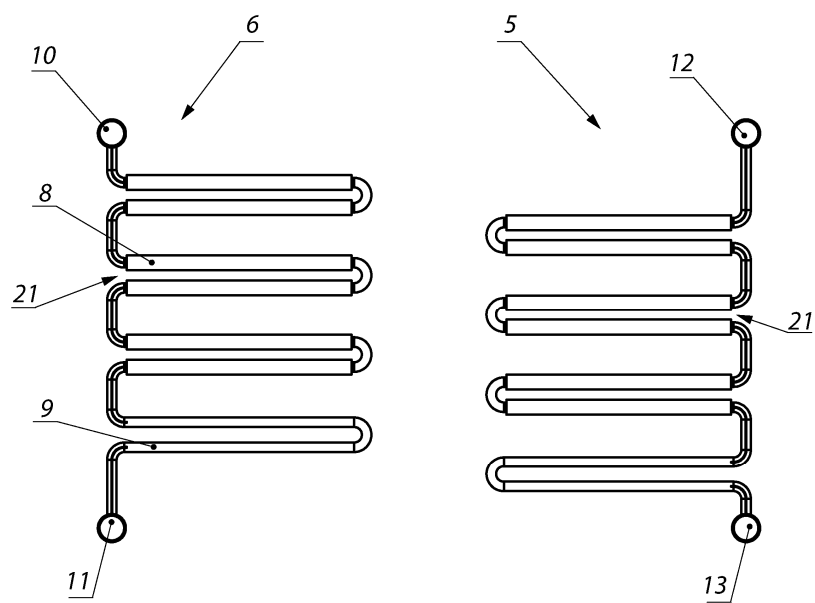
Фиг. 22



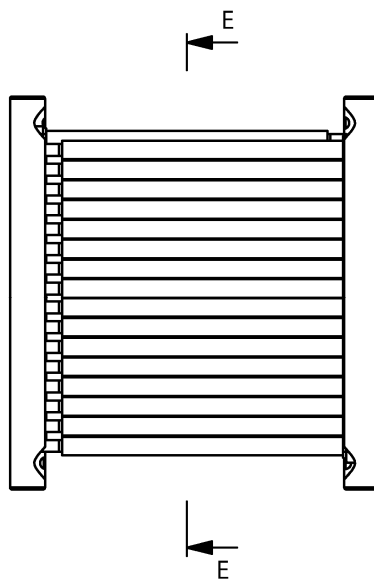
Фиг. 23



Фиг. 24

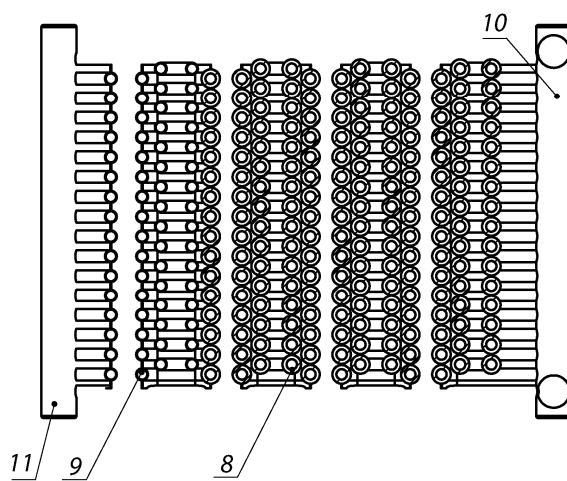


Фиг. 25

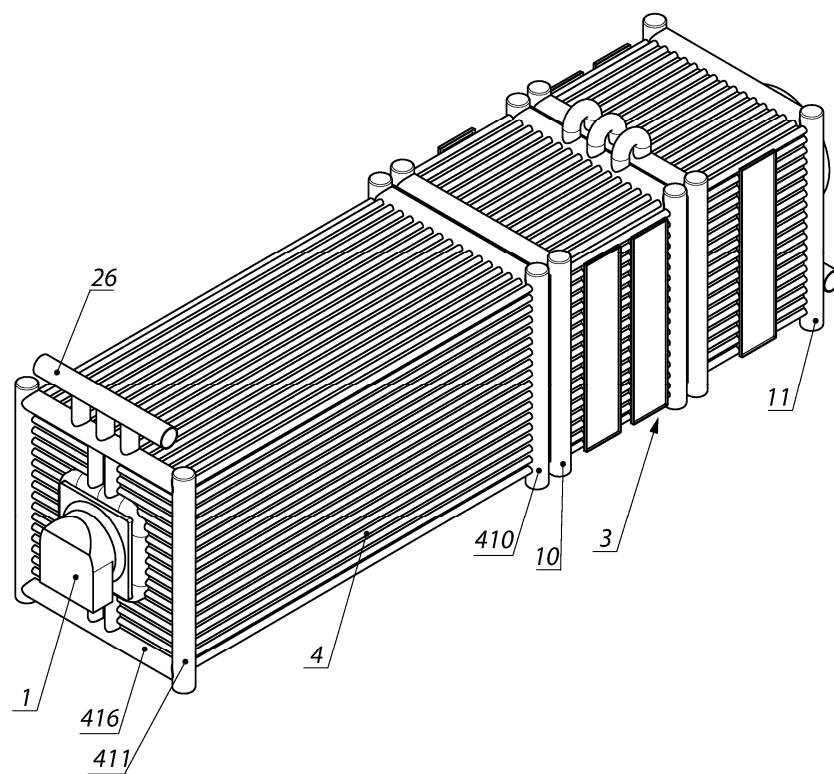


Фиг. 26

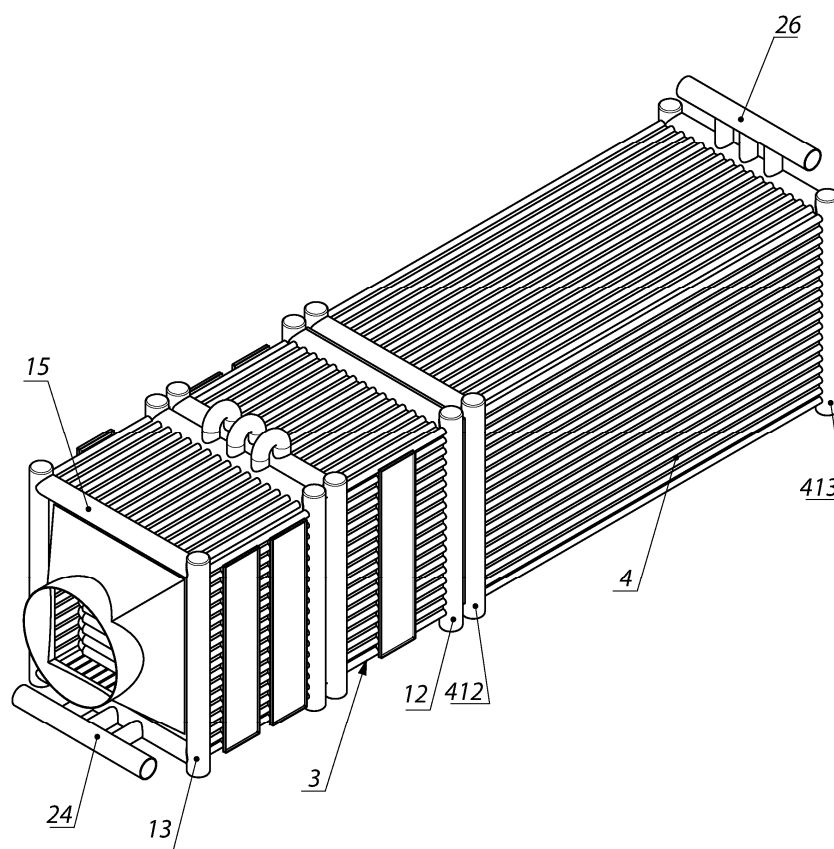
Е - Е



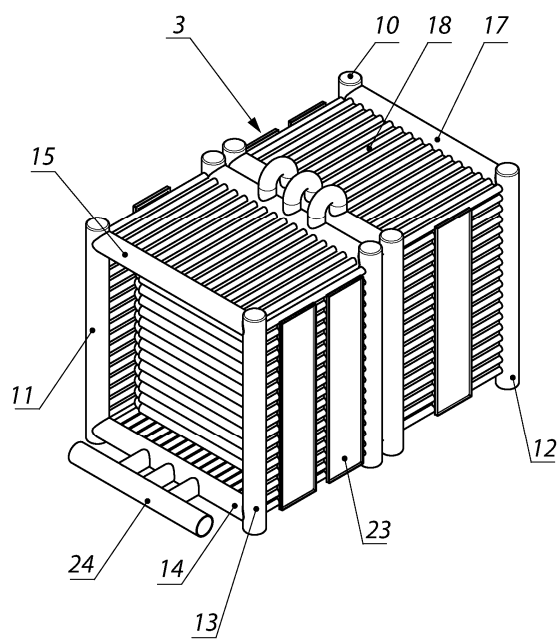
Фиг. 27



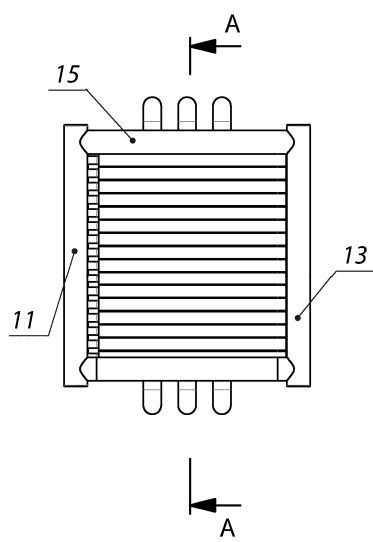
Фиг. 28



Фиг. 29

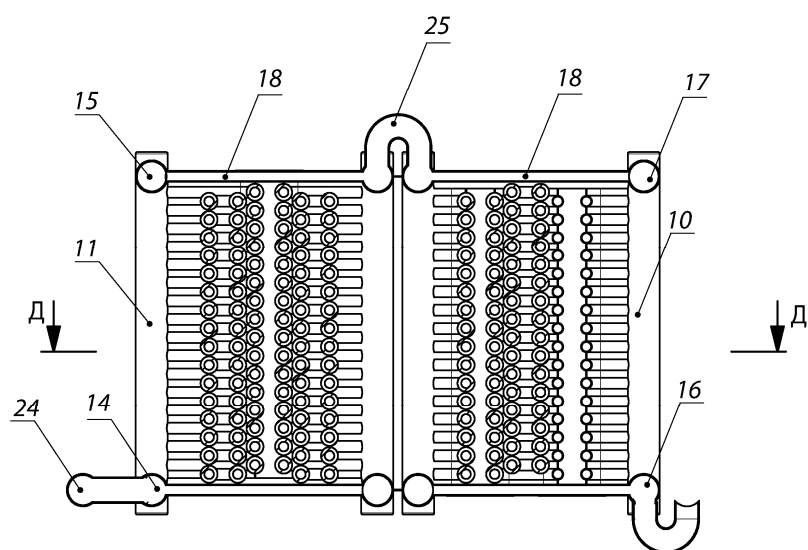


Фиг. 30

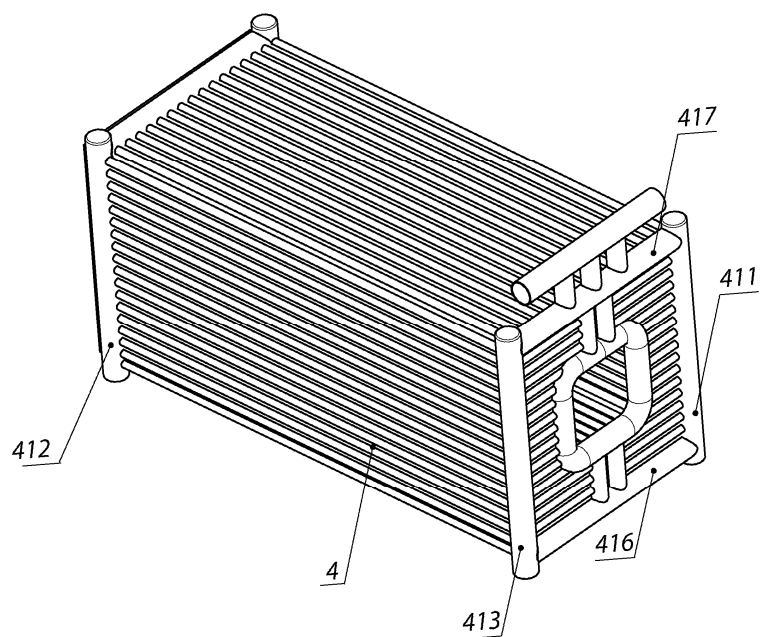


Фиг. 31

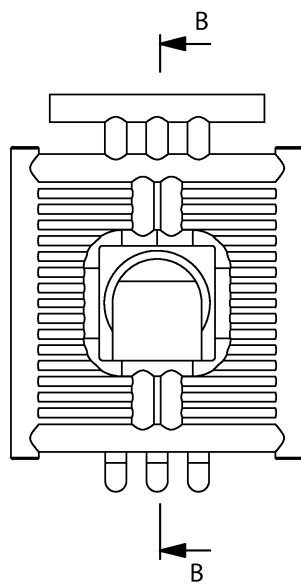
A - A



Фиг. 32

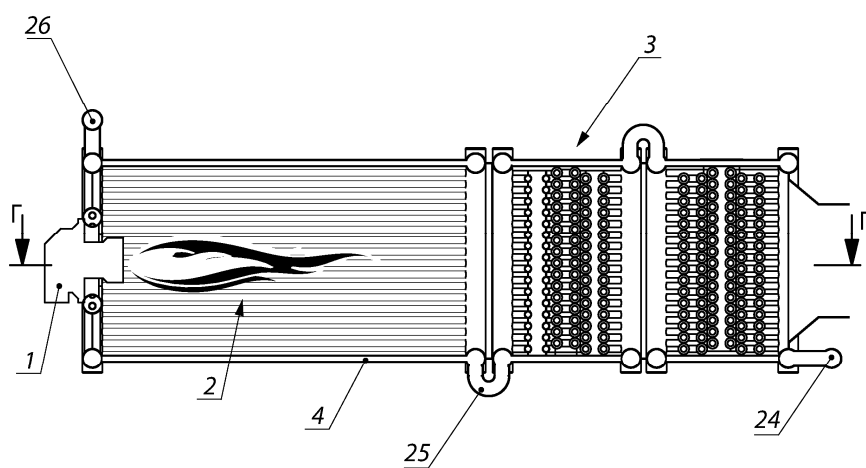


Фиг. 33



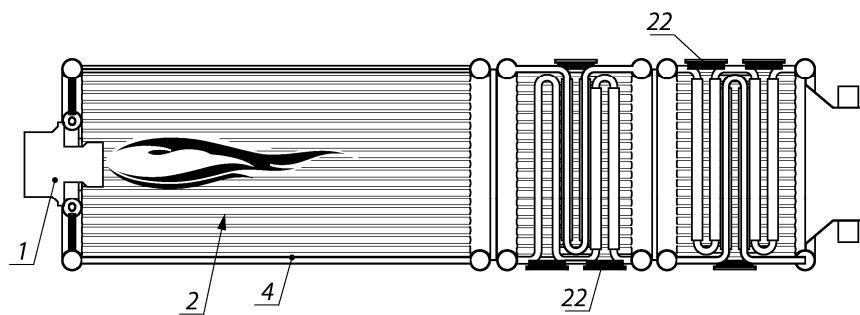
Фиг. 34

В - В



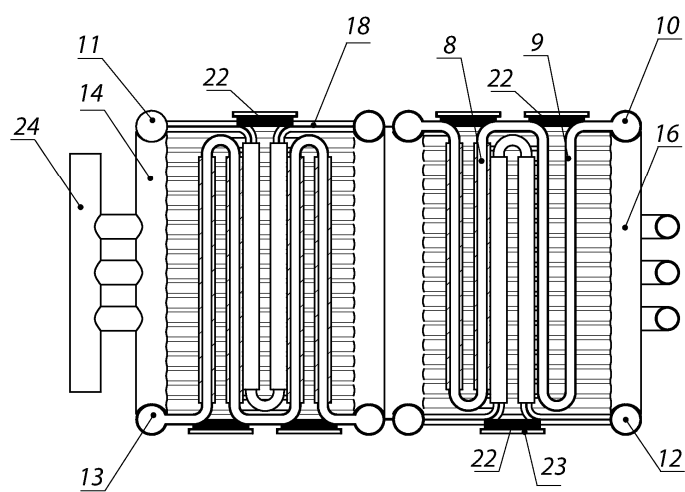
Фиг. 35

Г - Г

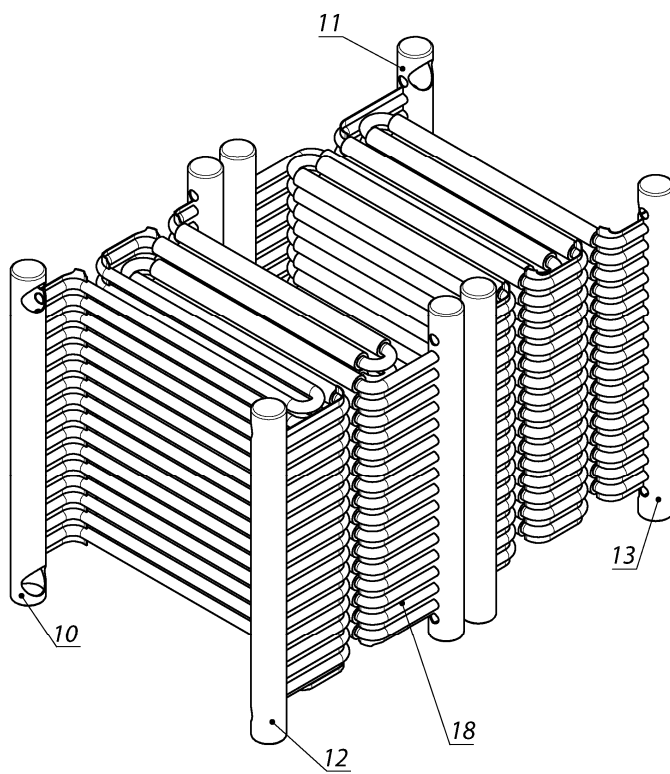


Фиг. 36

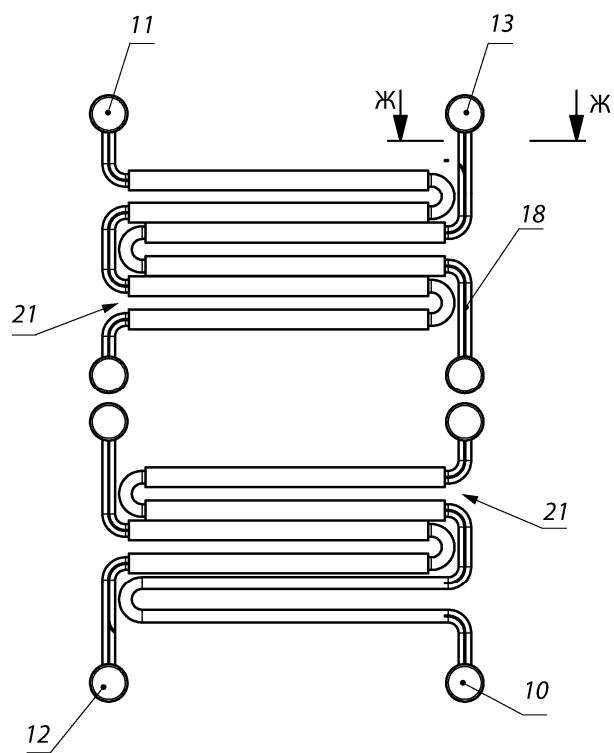
Д - Д



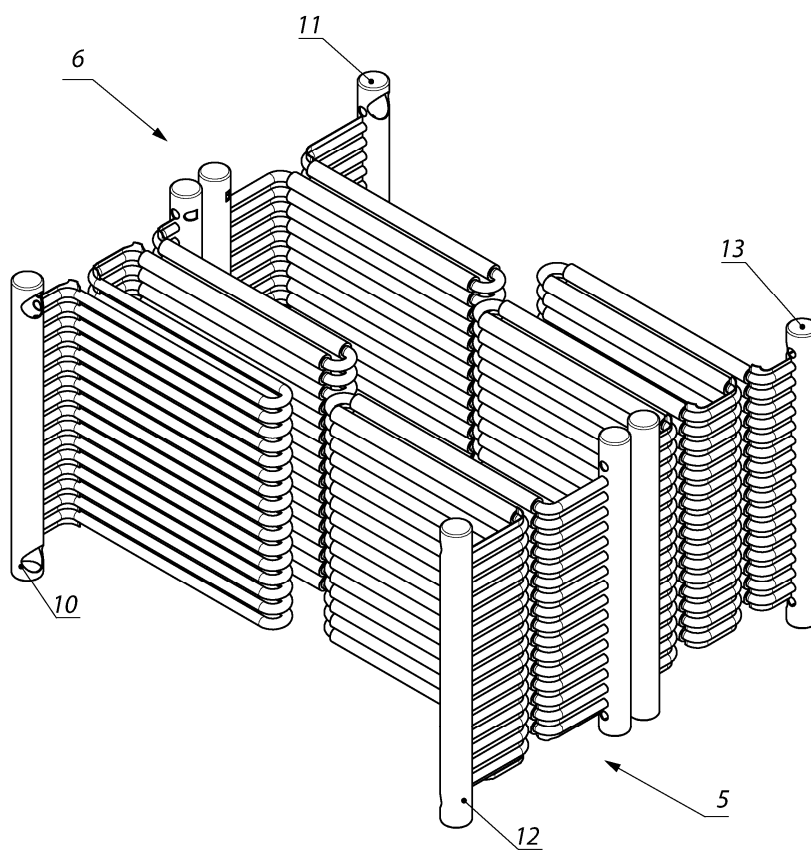
Фиг. 37



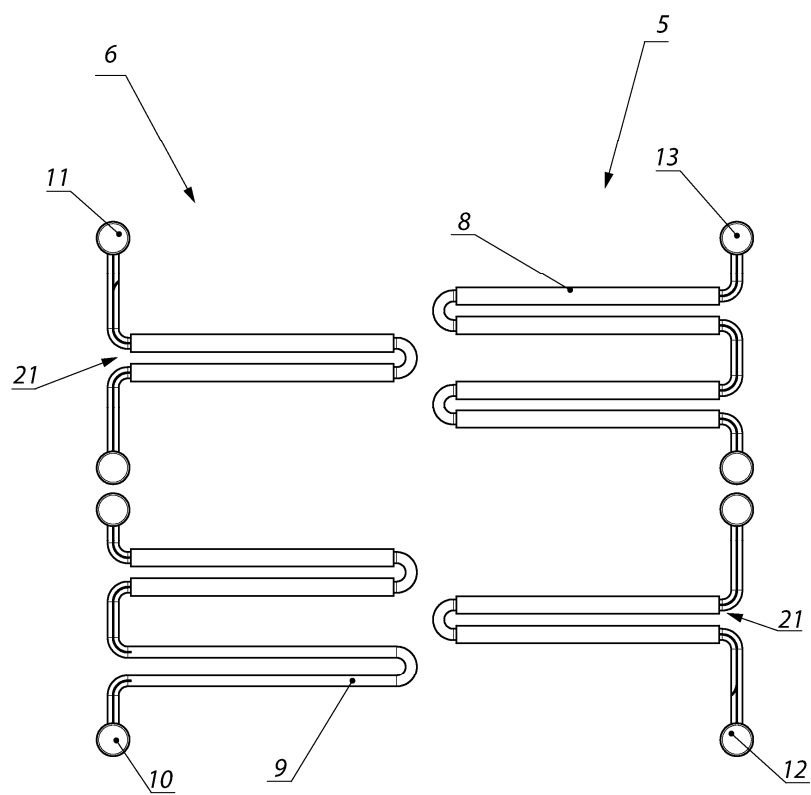
Фиг. 38



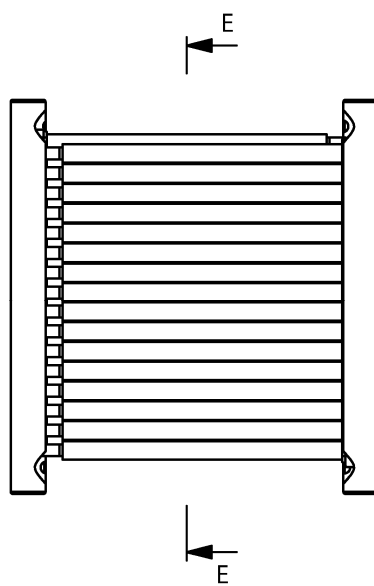
Фиг. 39



Фиг. 40

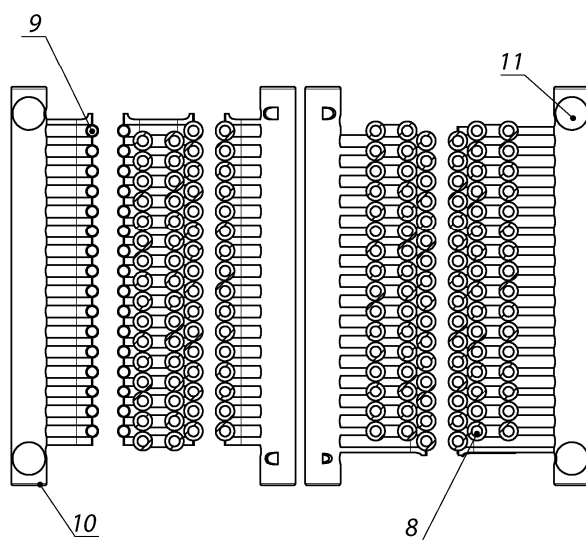


Фиг. 41

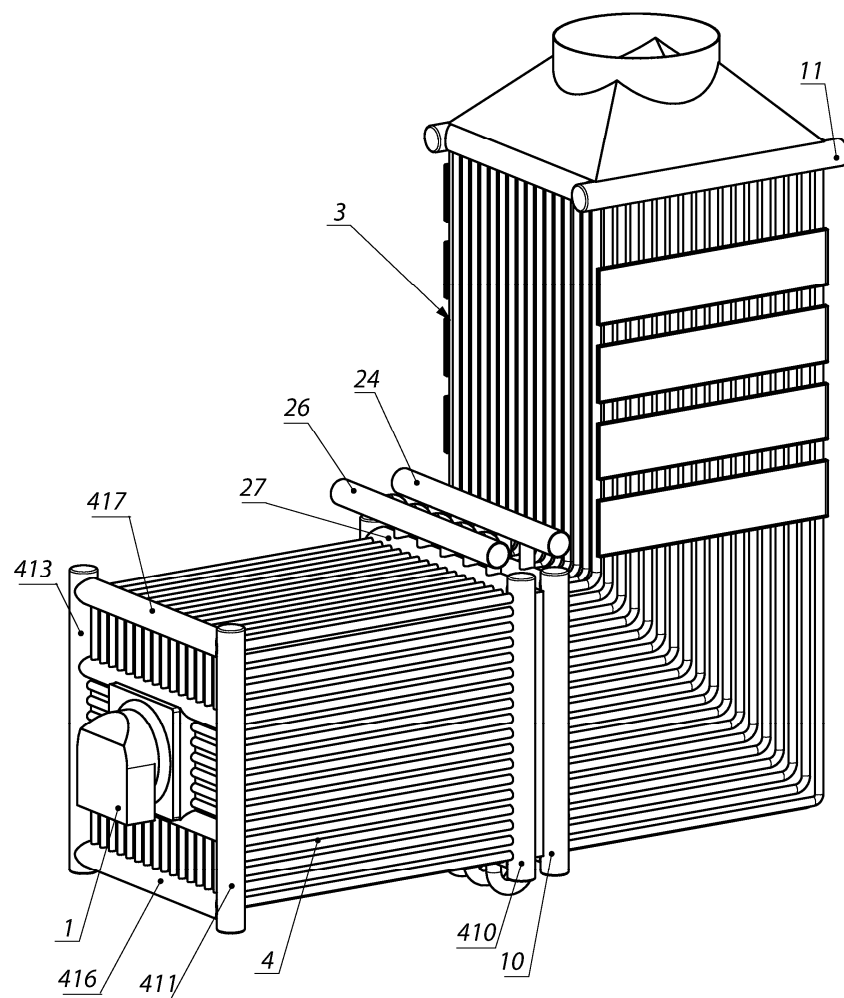


Фиг. 42

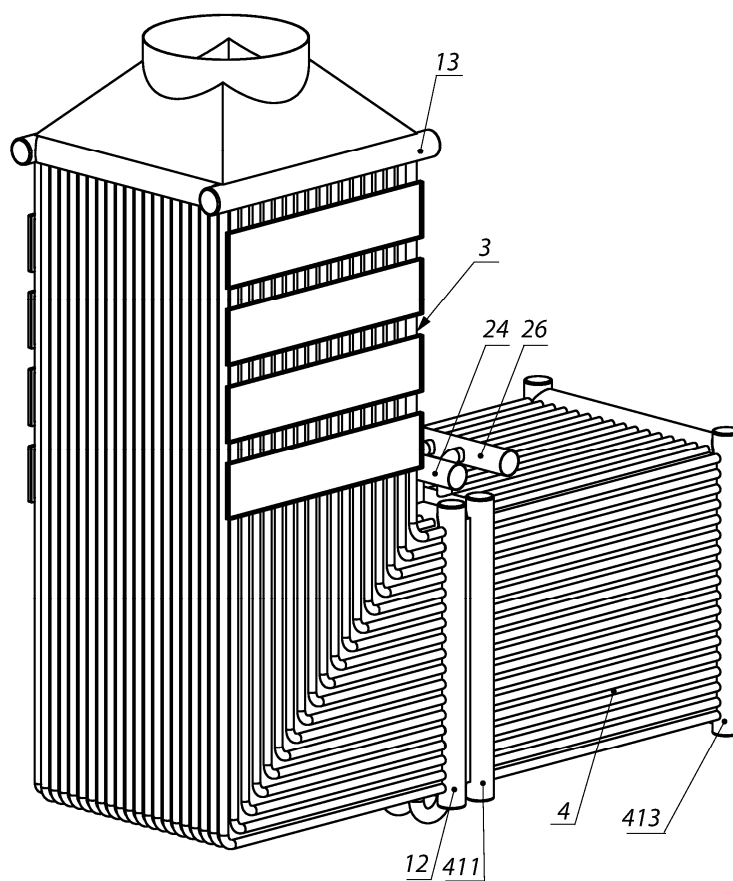
E - E



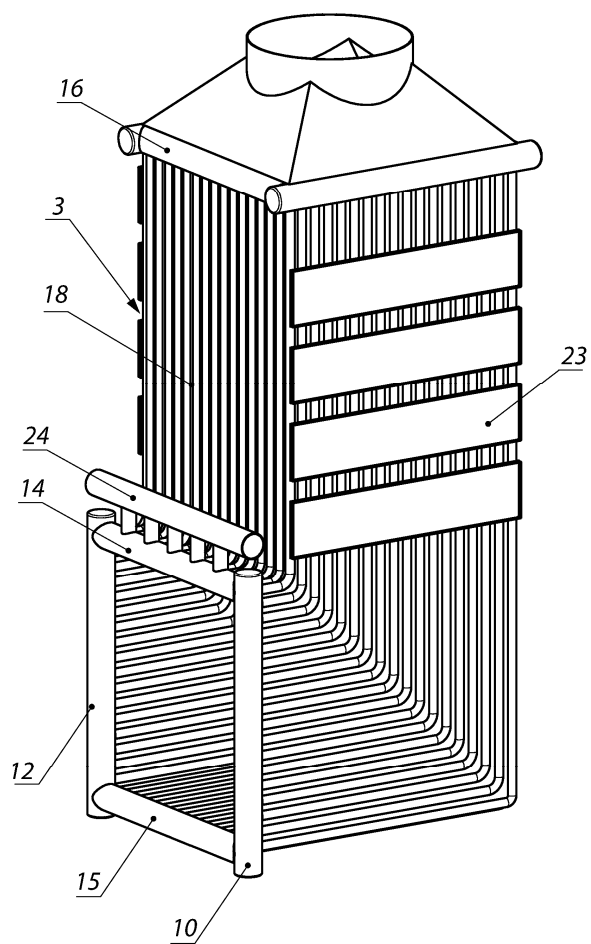
Фиг. 43



Фиг. 44

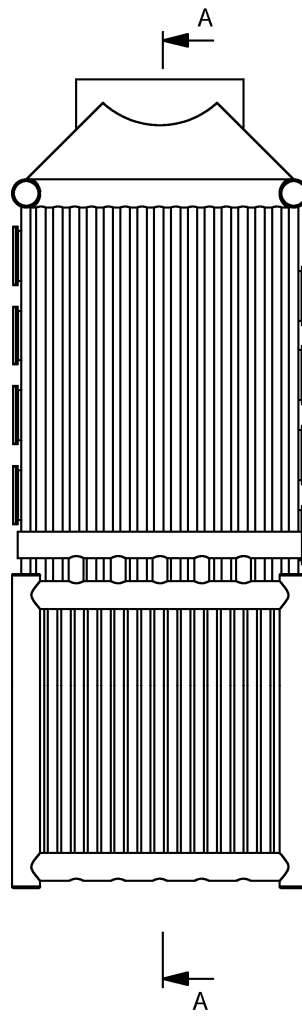


Фиг. 45

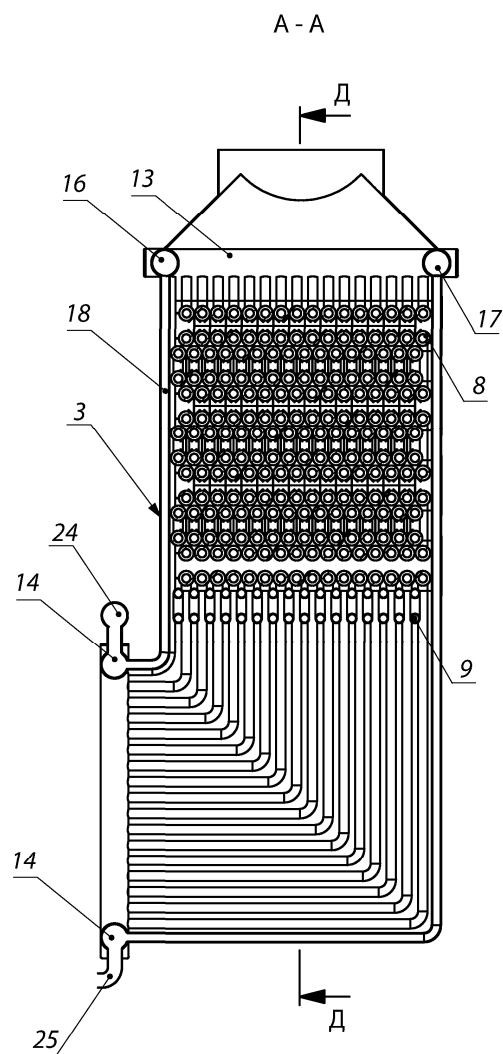


Фиг. 46

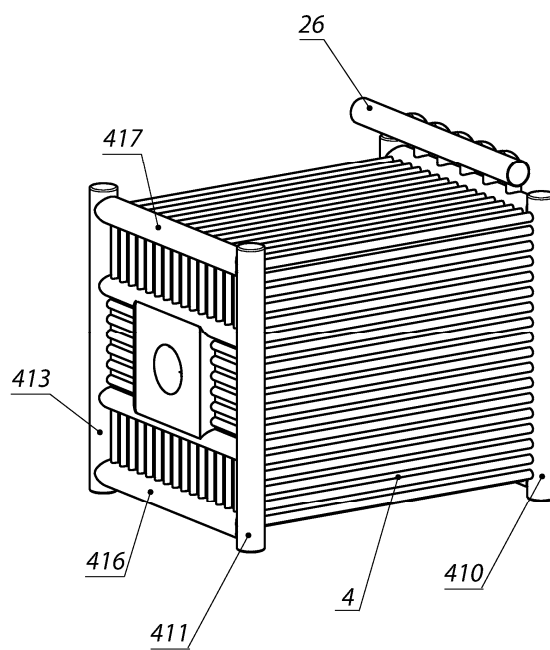
045473



Фиг. 47

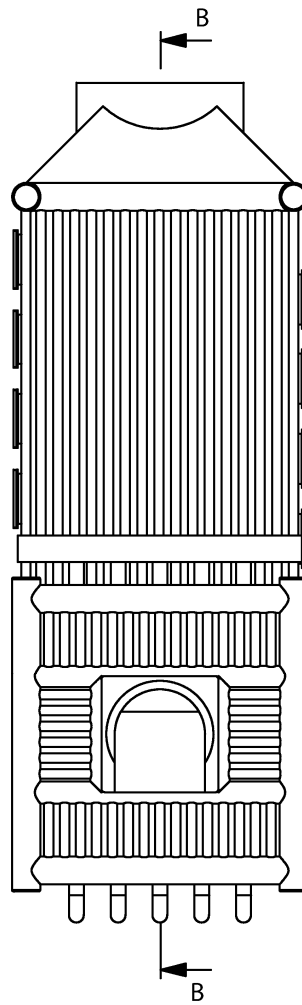


Фиг. 48

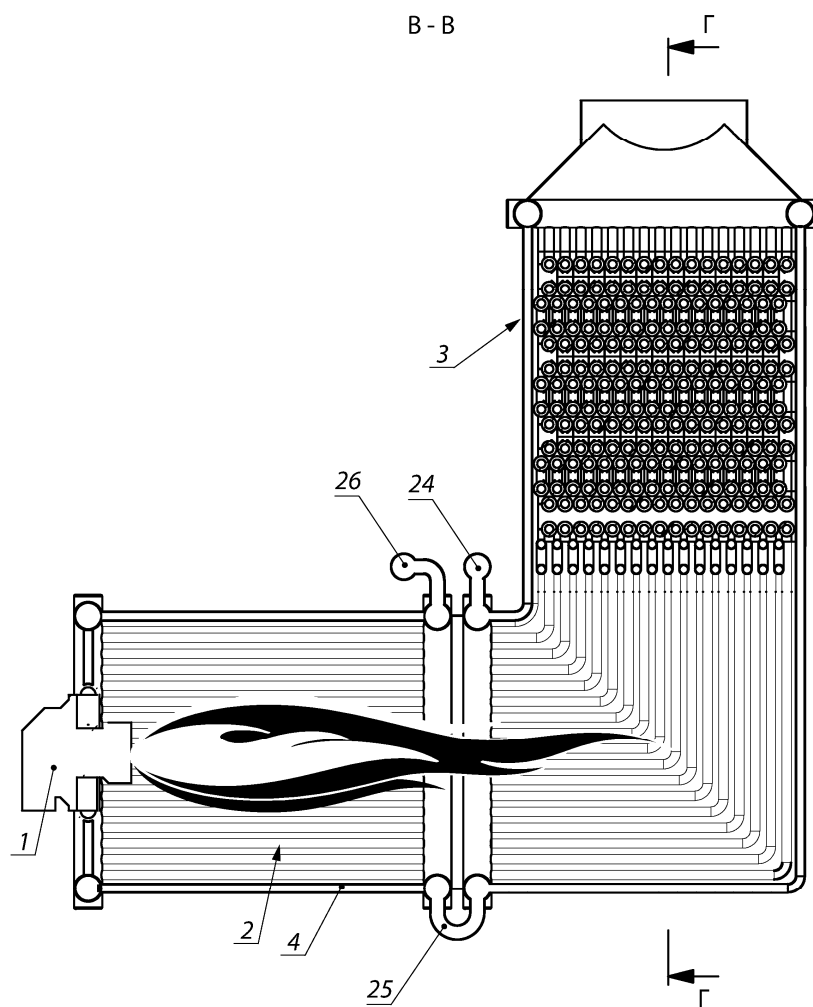


Фиг. 49

045473

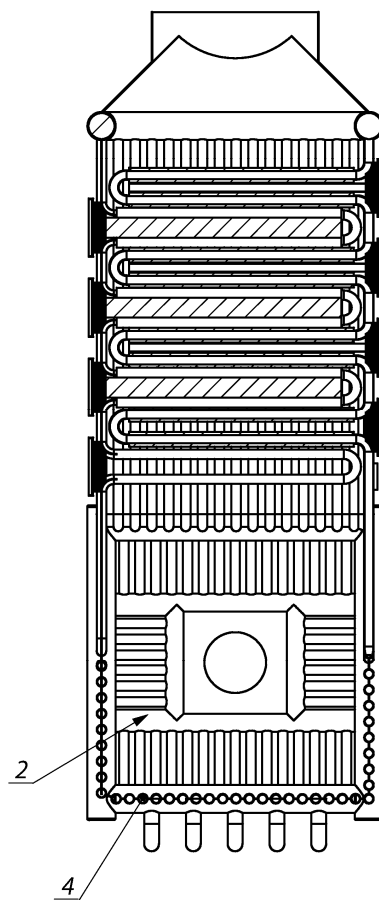


Фиг. 50



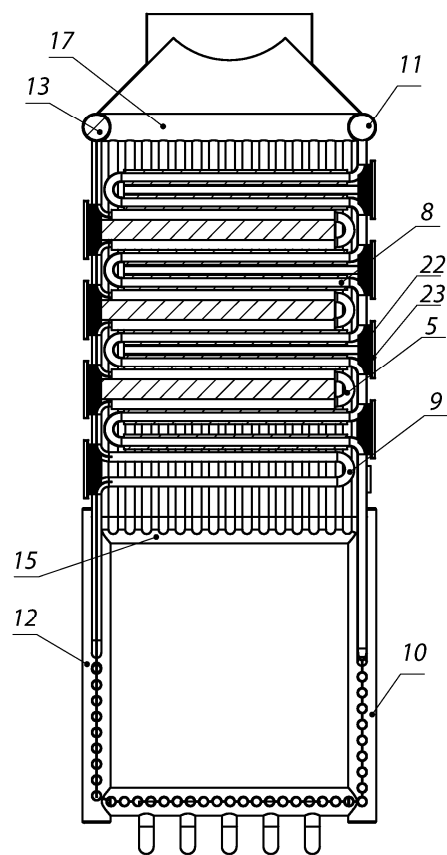
Фиг. 51

Г - Г

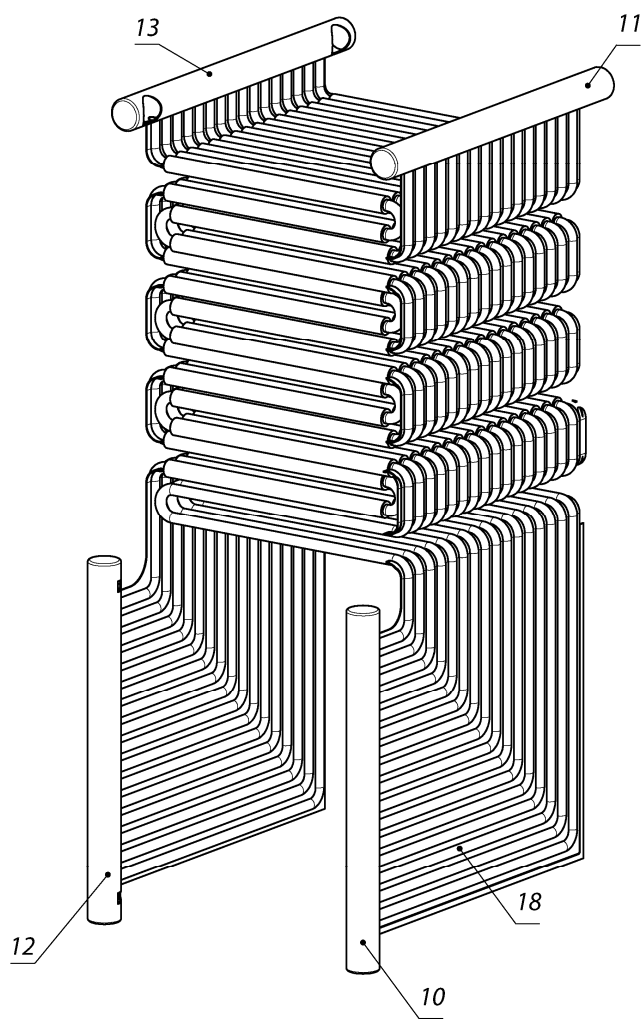


Фиг. 52

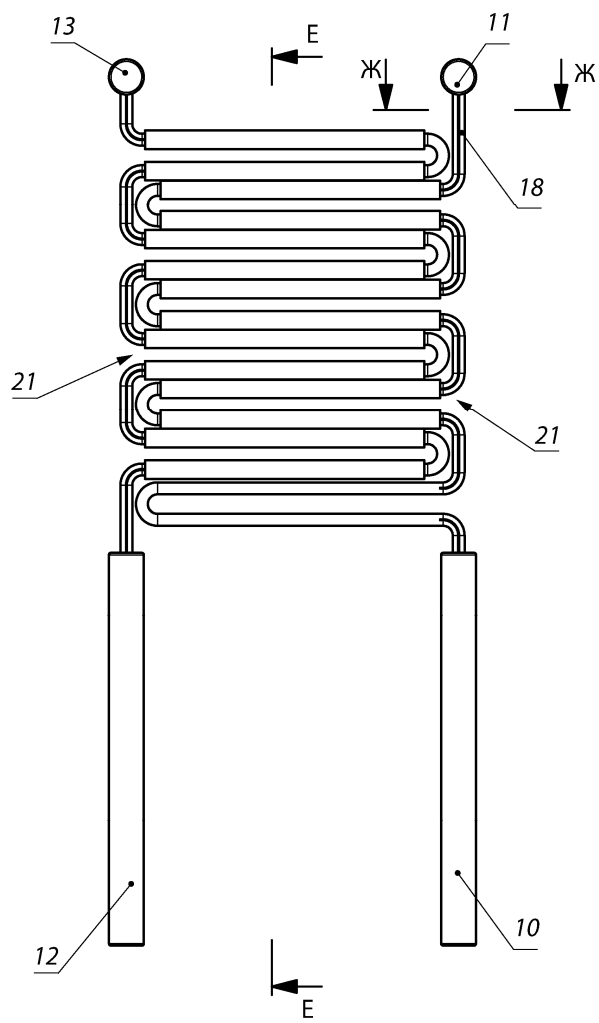
Д - Д



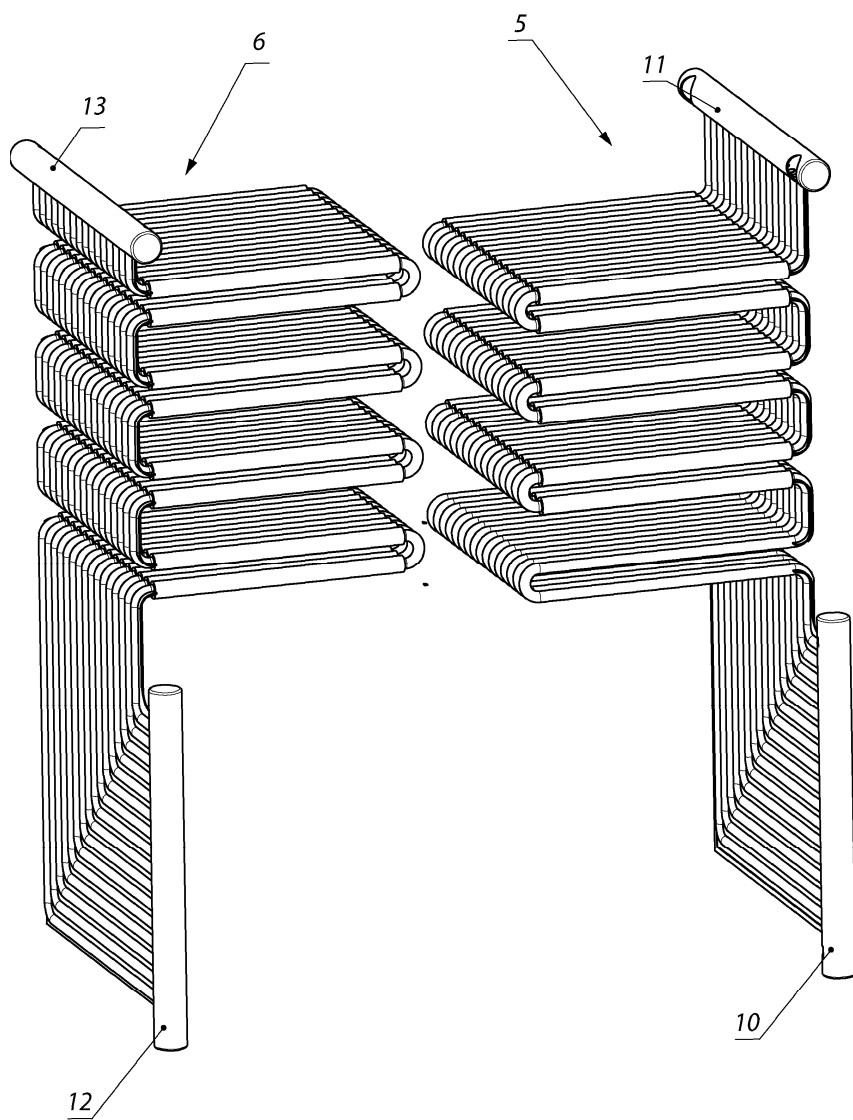
Фиг. 53



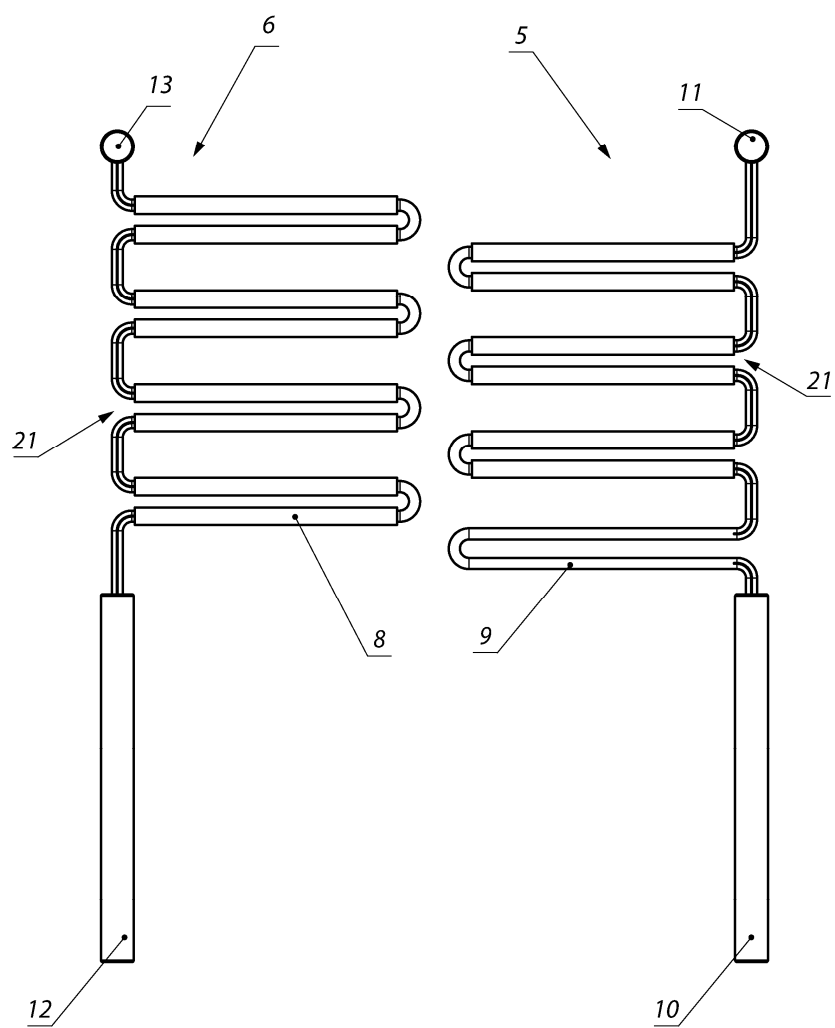
Фиг. 54



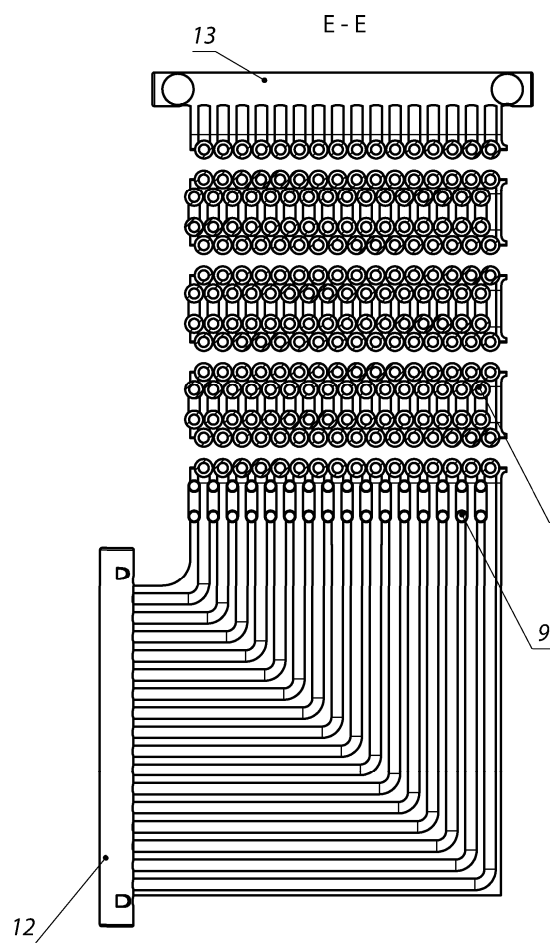
Фиг. 55



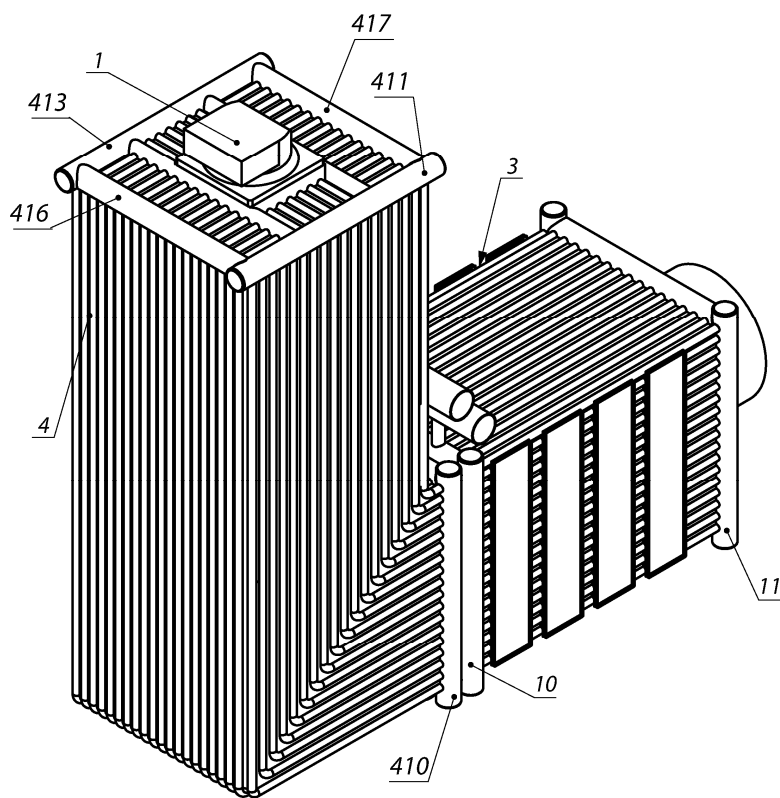
Фиг. 56



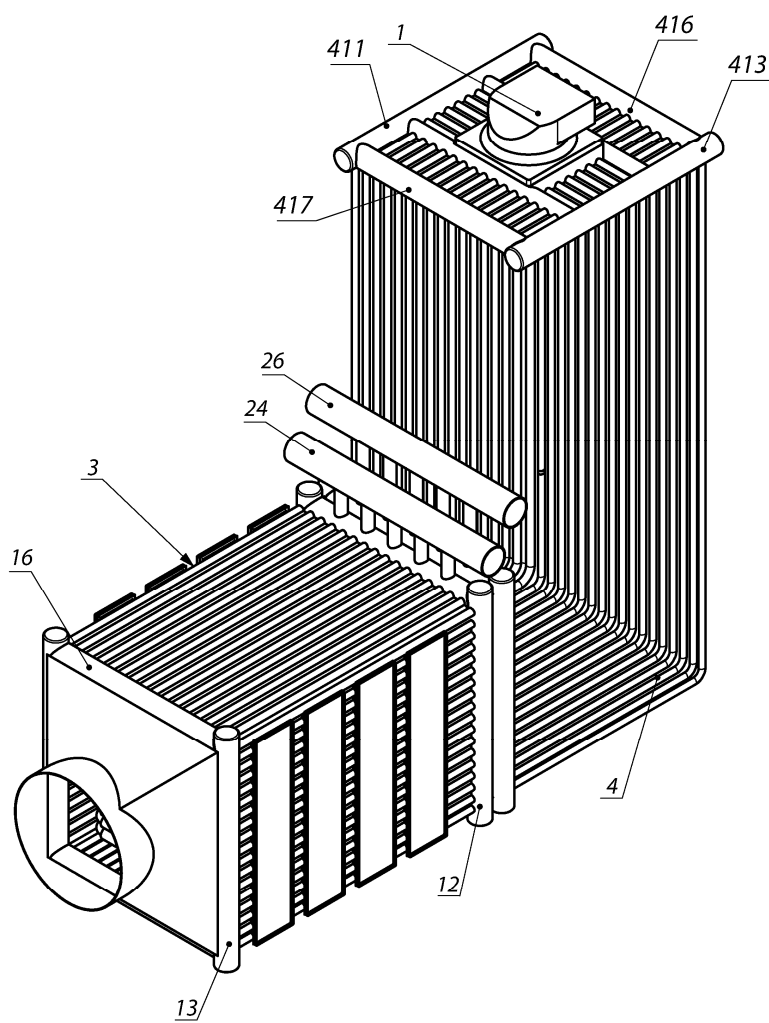
Фиг. 57



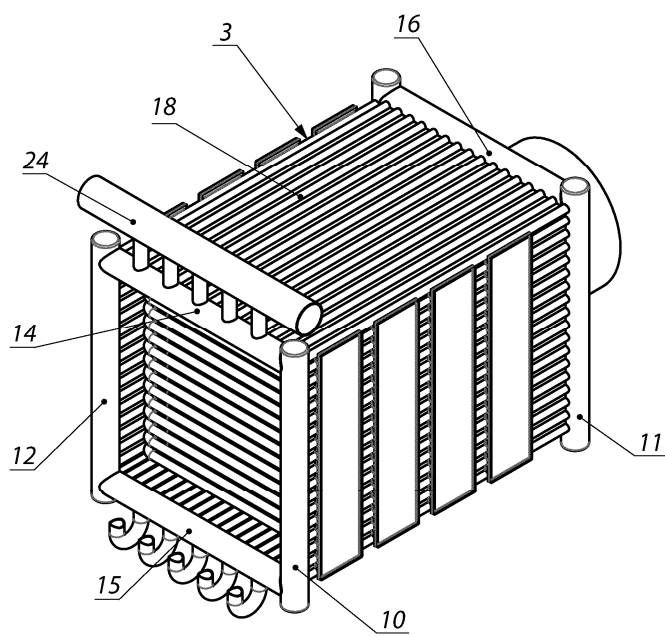
Фиг. 58



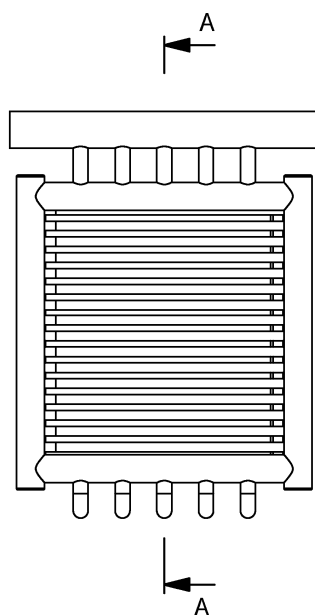
Фиг. 59



Фиг. 60

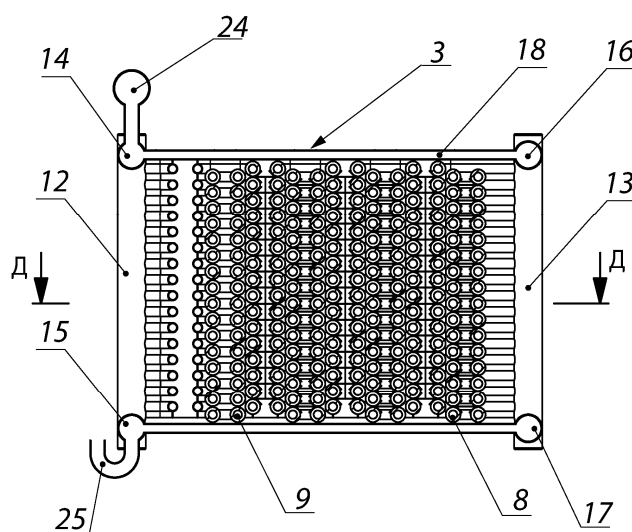


Фиг. 61

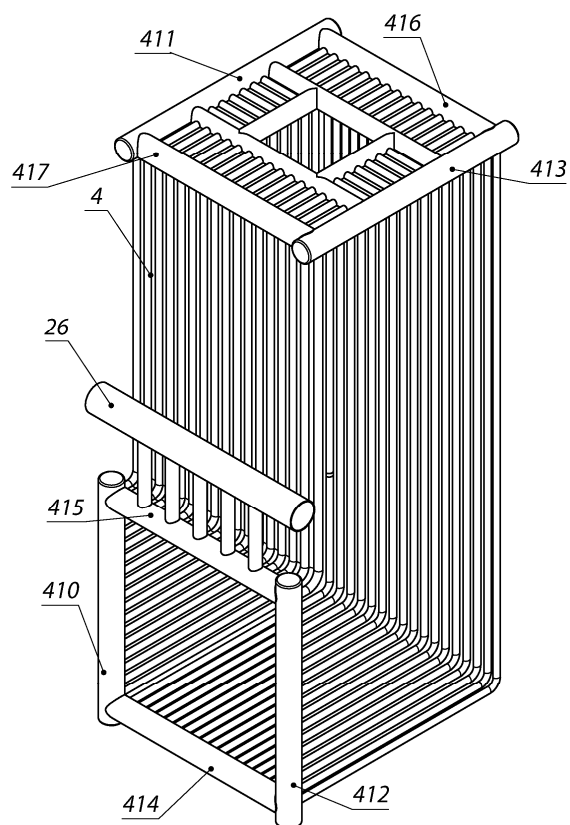


Фиг. 62

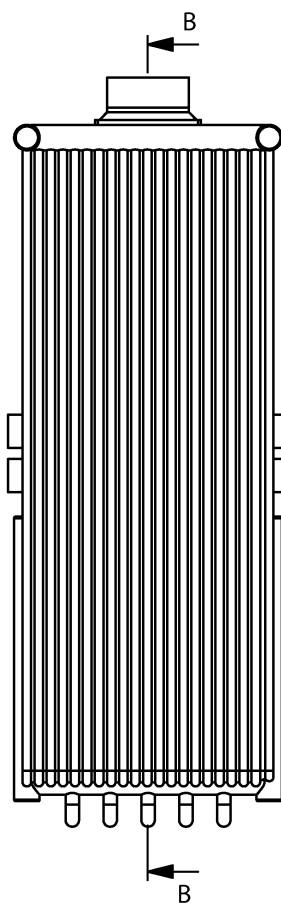
A - A



Фиг. 63

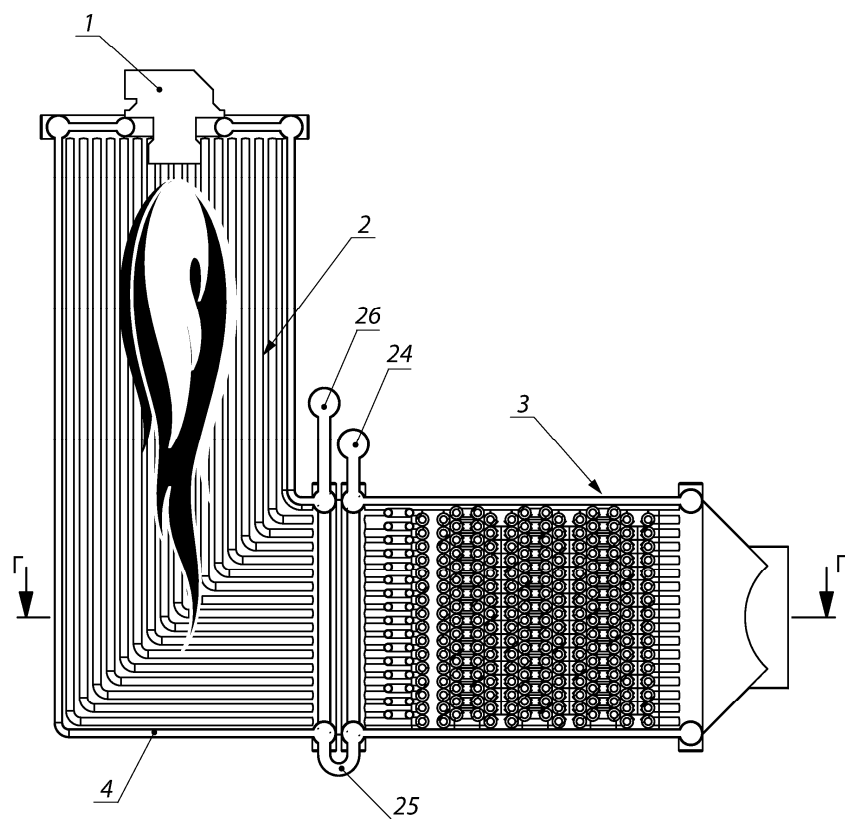


Фиг. 64

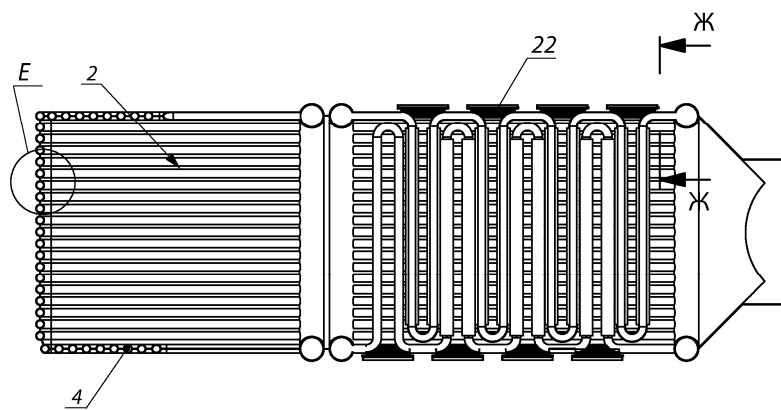


Фиг. 65

B - B

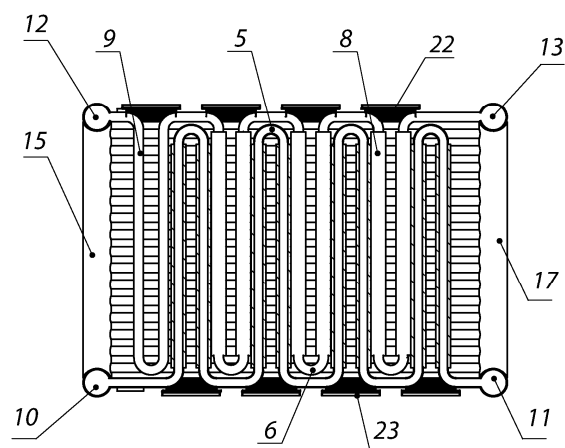


Фиг. 66

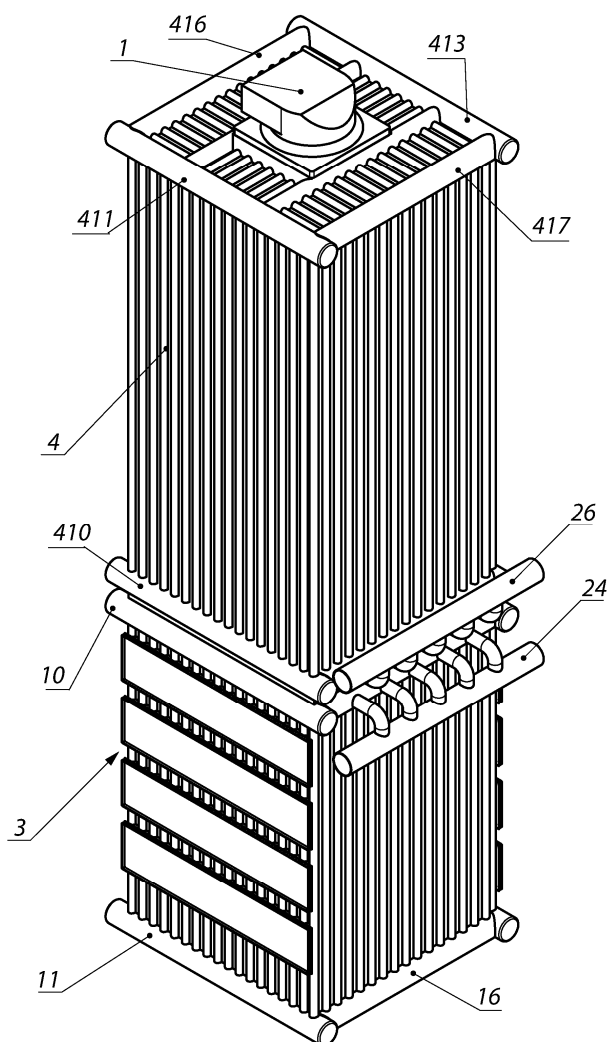
 $\Gamma - \Gamma$ 

Фиг. 67

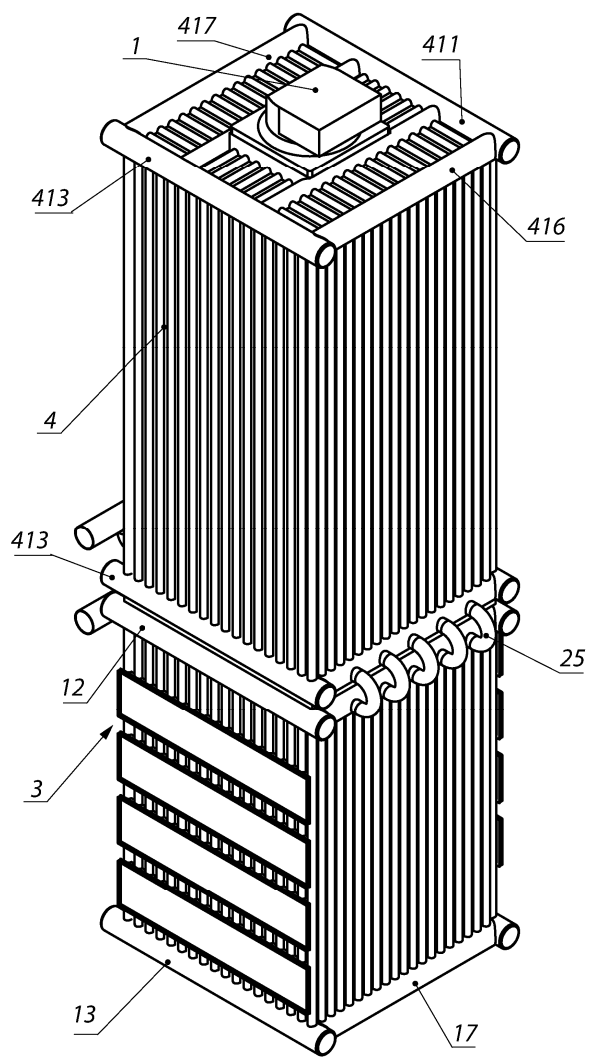
Д - Д



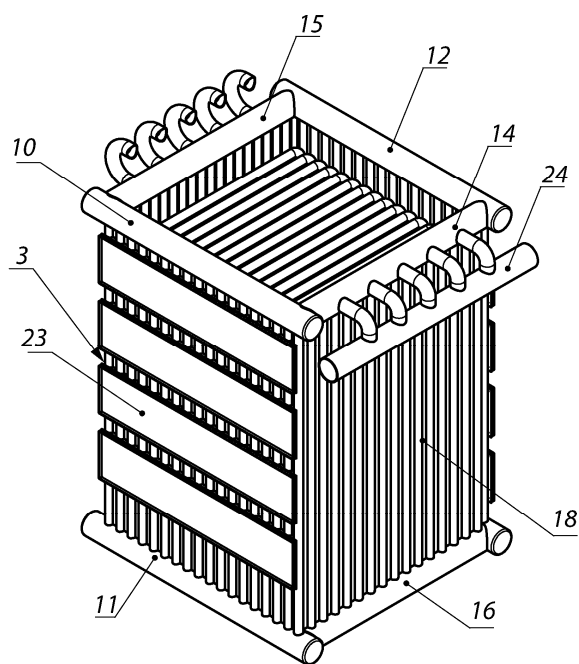
Фиг. 68



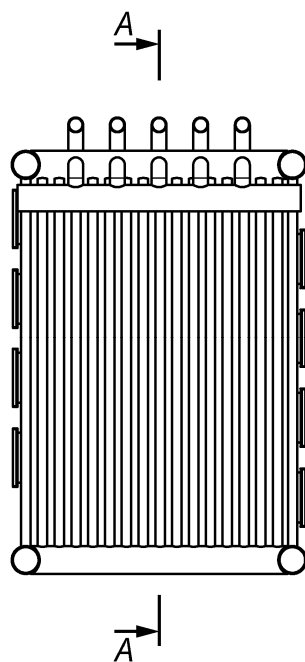
Фиг. 69



Фиг. 70

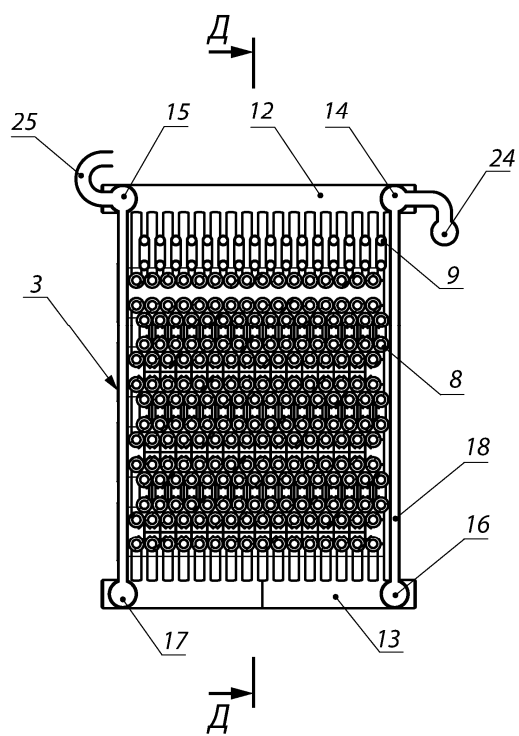


Фиг. 71

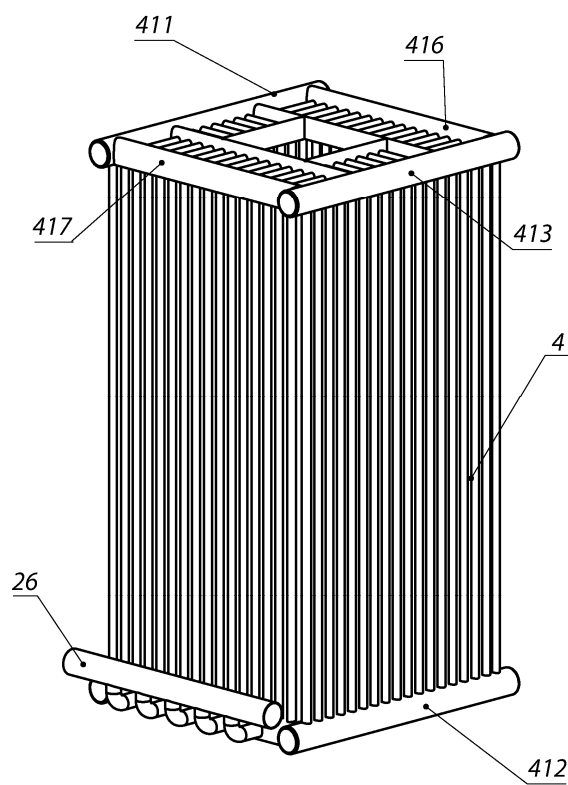


Фиг. 72

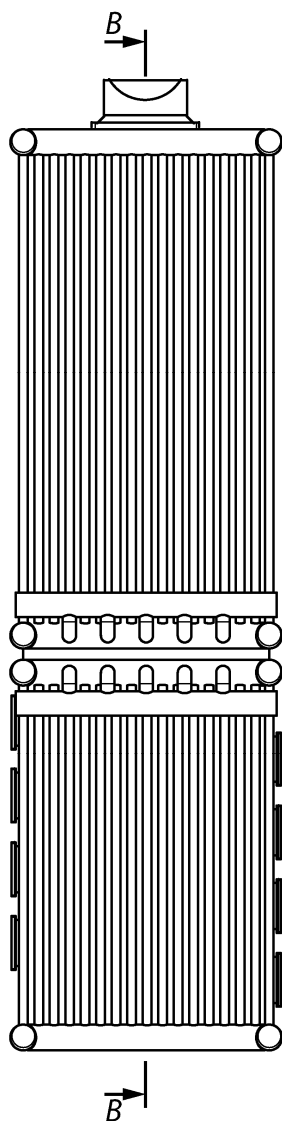
A - A



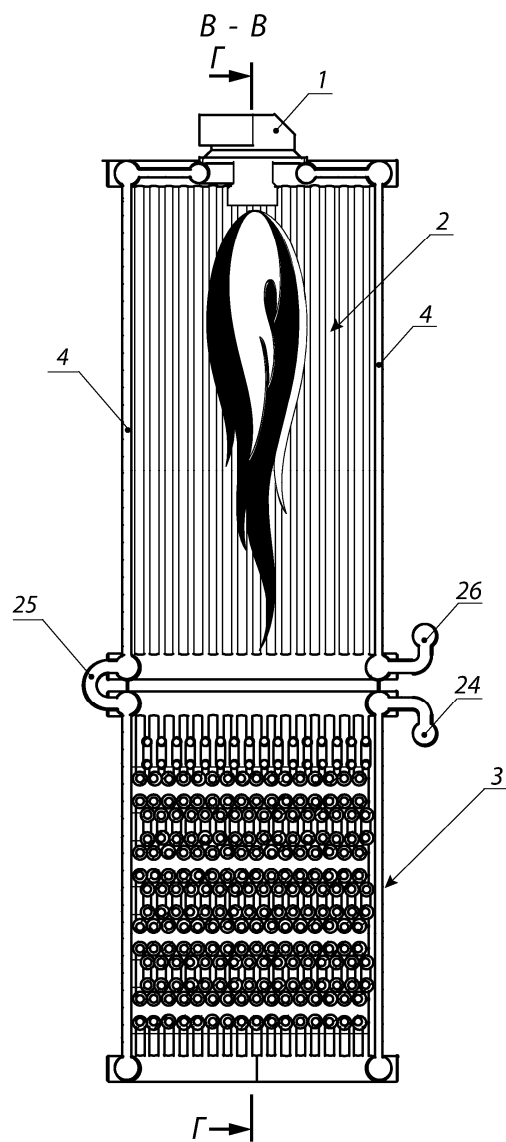
Фиг. 73



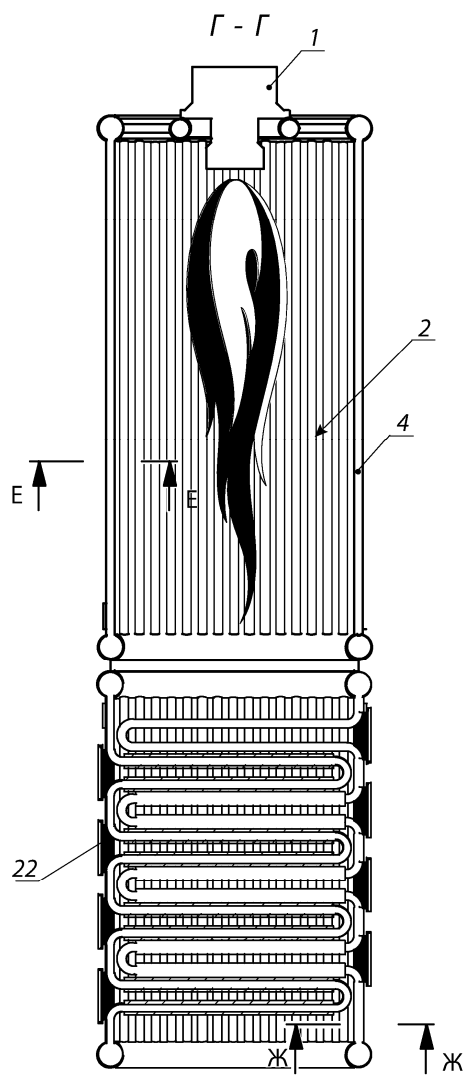
Фиг. 74



Фиг. 75

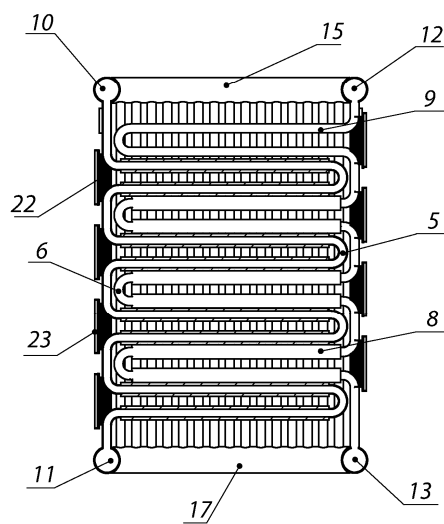


Фиг. 76

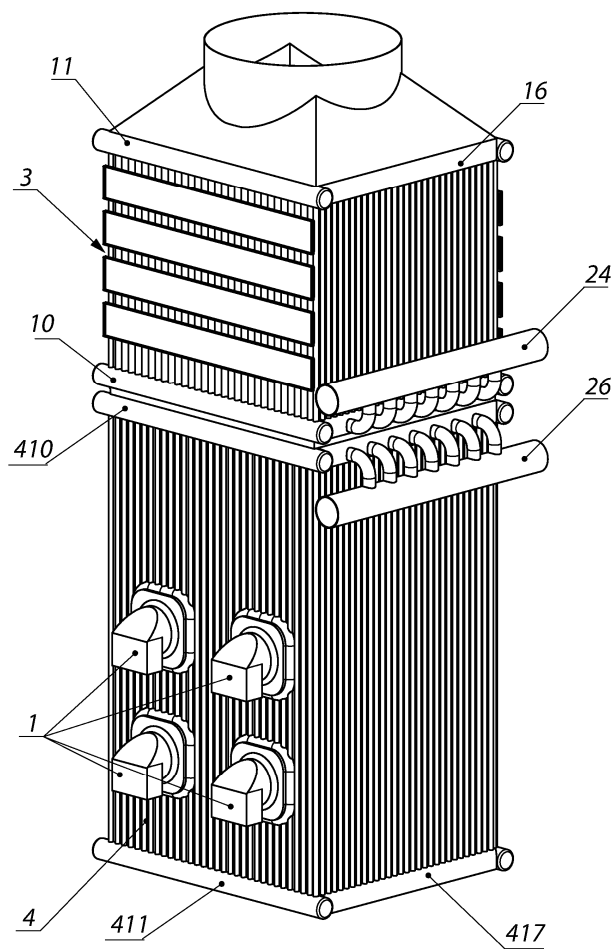


Фиг. 77

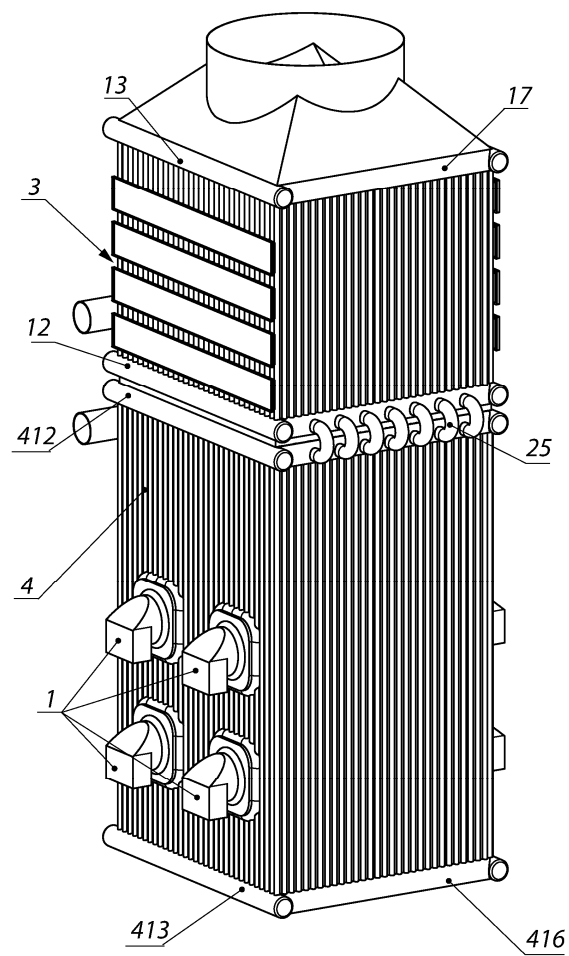
Д - Д



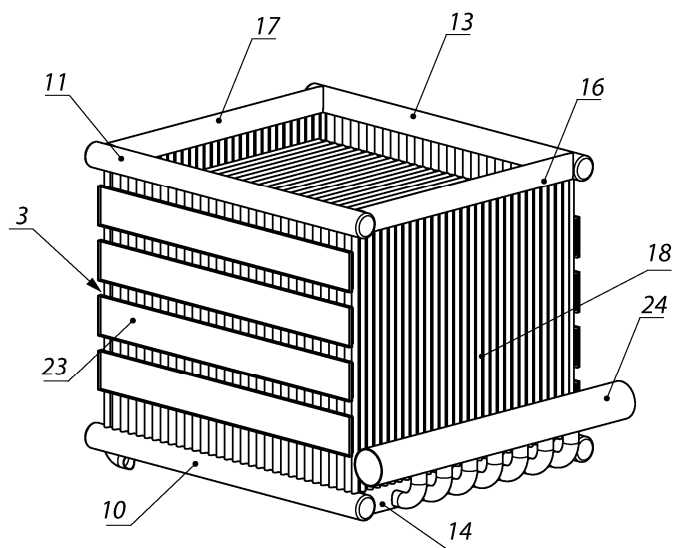
Фиг. 78



Фиг. 79

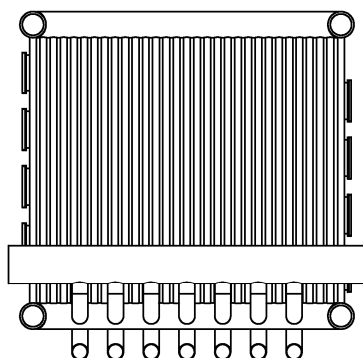


Фиг. 80



Фиг. 81

A

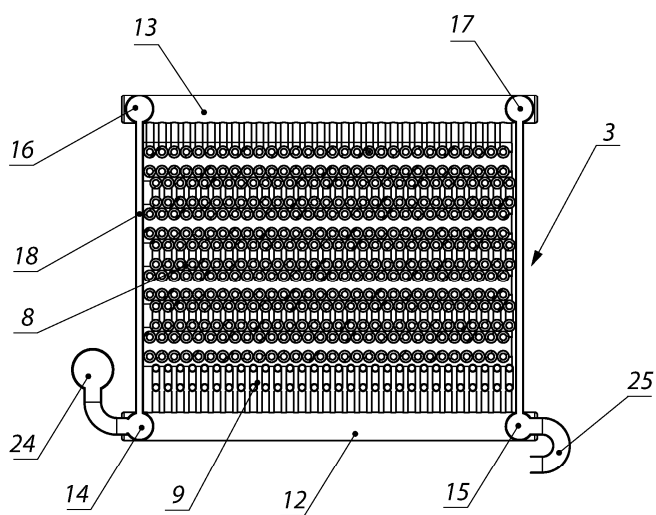


A

Фиг. 82

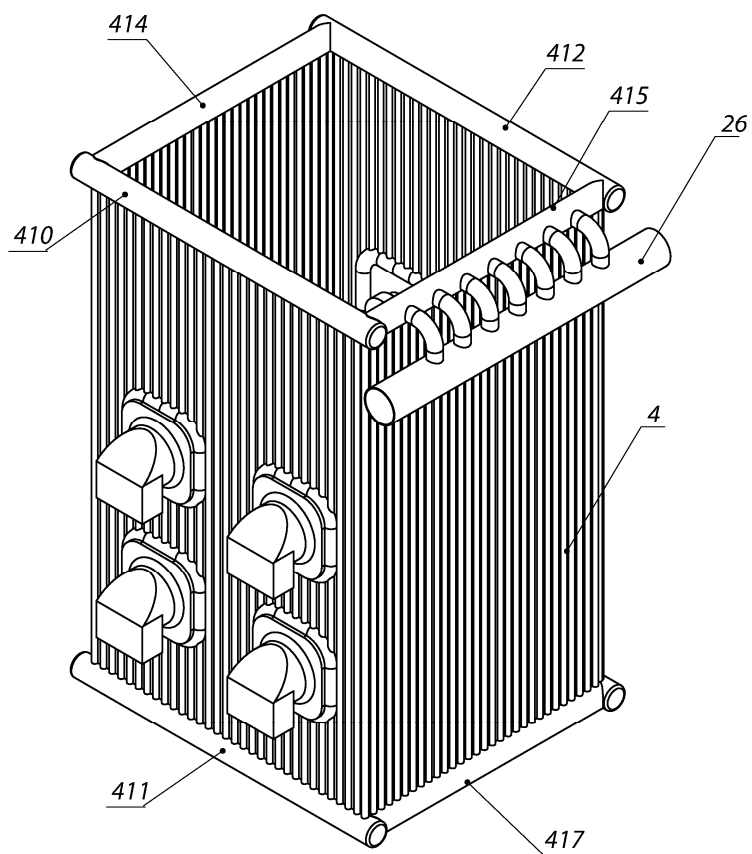
A - A

Д

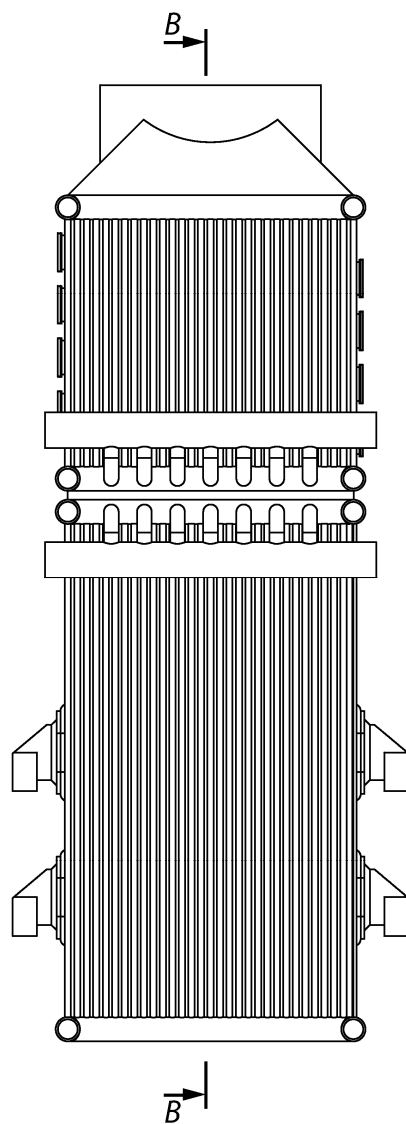


Д

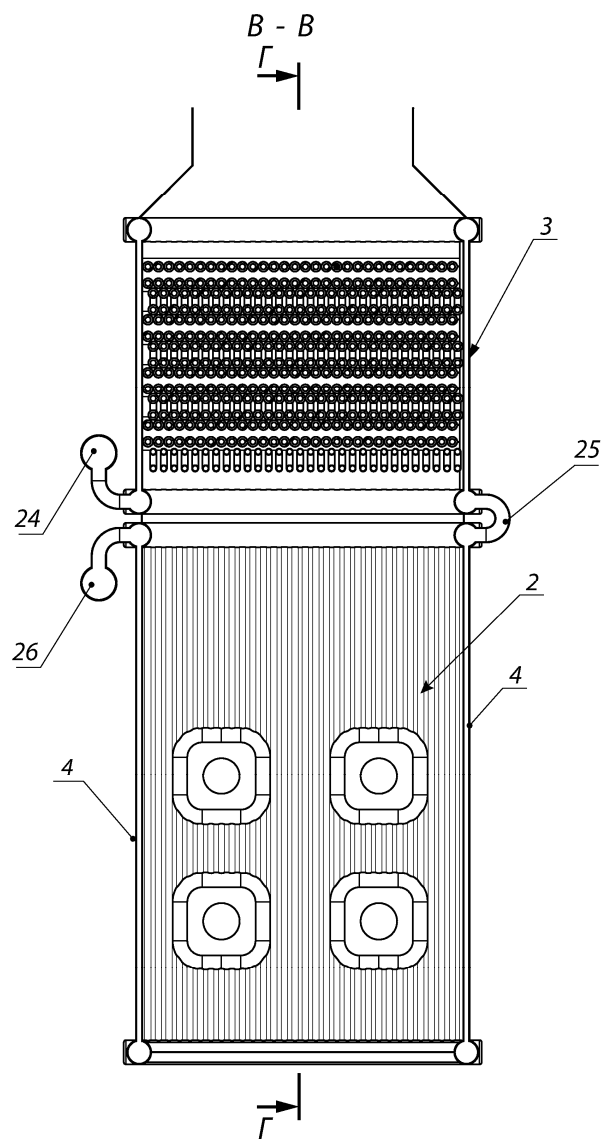
Фиг. 83



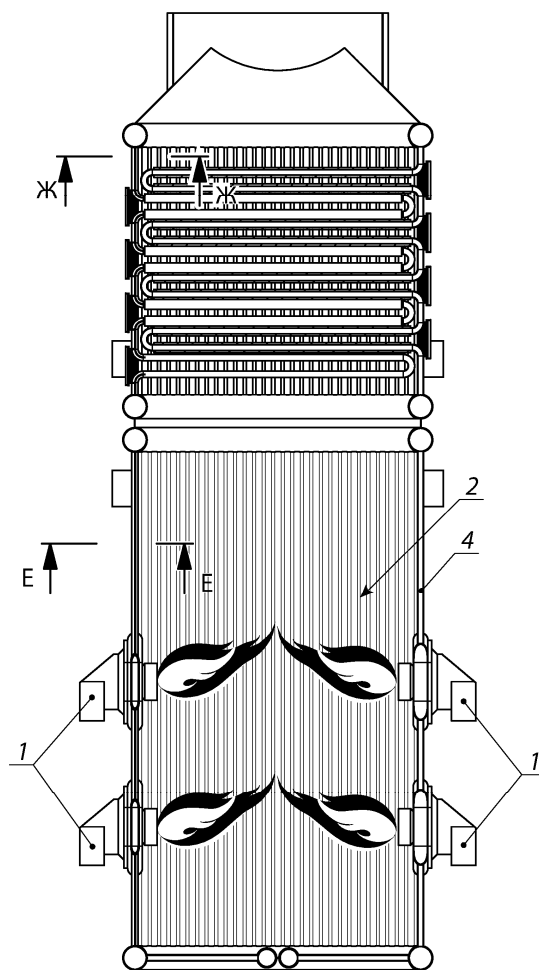
Фиг. 84



Фиг. 85

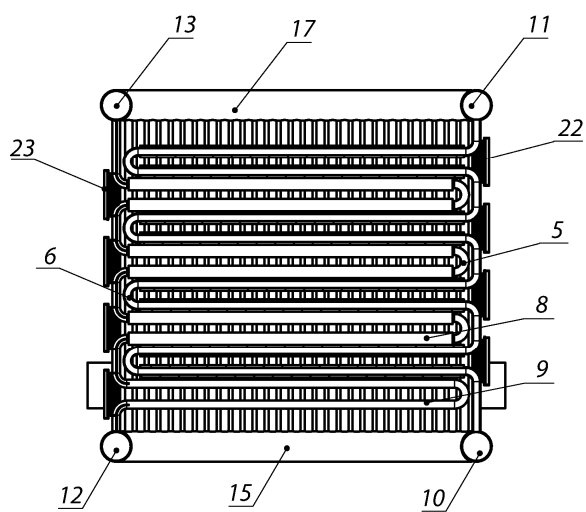


Фиг. 86



Фиг. 87

Д - Д

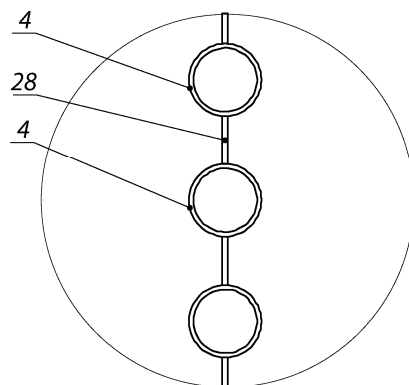


Фиг. 88



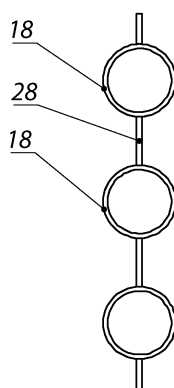
Фиг. 89

Е - Е



Фиг. 90

Ж - Ж



Фиг. 91

