

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202390647 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.04.17(22) Дата подачи заявки
2021.08.23(51) Int. Cl. *F28D 7/16* (2006.01)
F28D 7/06 (2006.01)
F28F 9/013 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
F28F 9/22 (2006.01)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА СО СТЕРЖНЕВЫМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ

(31) 20192268.9

(32) 2020.08.21

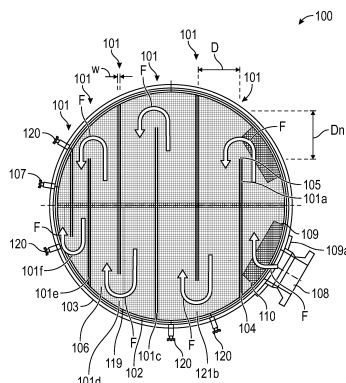
(33) EP

(86) PCT/EP2021/073308

(87) WO 2022/038300 2022.02.24

(71) Заявитель:
ЛЮММУС НОВОЛЕН
ТЕКНОЛОДЖИ, ГМБХ (DE)(72) Изобретатель:
Руль Оливер Марко, Шваб Йохен
Аксель, Бриньоне Марко, Фидлер
Франк (DE)(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может быть использован для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, на нефтехимических установках, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может включать кожух; трубную решетку; трубный пучок со множеством теплообменных труб, ориентированных в вертикальном направлении; шесть или более продольных разделительных пластин и множество колец стержневых перегородок, расположенных вдоль осевой длины множества теплообменных труб. По меньшей мере одна продольная разделительная пластина может являться зубчатой продольной разделительной пластиной. Во множестве колец стержневых перегородок могут быть размещены поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки. Поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки могут проходить через зазоры между каждыми двумя соседними трубами множества теплообменных труб. Поперечные стержневые перегородки могут проходить через отверстия в зубчатых продольных разделительных пластинах.



A1

202390647

202390647

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577388EA/019

СИСТЕМА И СПОСОБЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА СО СТЕРЖНЕВЫМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся, в целом, к теплообменным системам. Более конкретно, раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся к вертикальным теплообменникам со стержневыми перегородками.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Теплообменники со стержневыми перегородками были созданы в 1970 г. Philips Petroleum Company, чтобы исключить вызываемые потоком вибрации с пластинчатых теплообменниках. Теплообменники со стержневыми перегородками представляют собой кожухотрубные теплообменники, в которых для обеспечения опоры труб и предохранения их от вибраций используют стержневые перегородки. Кроме этого, стержневые перегородки могут быть использованы для корректировки распределения потока в межтрубном пространстве и создания на более турбулентного потока в этом межтрубном пространстве. Термин «перегородка» относится к кольцу, с которым соединены концы множества опорных стержней, отсюда термин «стержневая перегородка». Примеры теплообменников со стержневыми перегородками можно найти, например, в патенте США №5642778 и патенте Китая №104197751, включаемых в настоящий документ путем ссылки.

[0003] Как показано на фиг. 1, обычный теплообменник со стержневыми перегородками, такой как кожухотрубный теплообменник 10, может включать трубный пучок 12 со стержневой перегородкой, окруженный кожухом 14. Трубы 28 в трубном пучке 12 опираются на множество узлов 16, 18, 20 и 22 стержневых перегородок. Одну текучую среду подают в межтрубное пространство кожухотрубного теплообменника 10 через впуск 26 и после теплообмена с текучей средой, подаваемой в трубы 28, отводят из межтрубного пространства через выпуск 30. Текучая среда, протекающая по трубному пространству теплообменника, поступает во впуск 32 в торцевой крышке 38 теплообменника и отводится через выпуск 34 в торцевой крышке 44 теплообменника. Эта текучая среда проходит через торцевую камеру 36, ограничиваемую торцевой крышкой 38 теплообменника 10, трубную решетку 40 и по трубам 28 в противоположную торцевую камеру 42, ограничиваемую аналогичным образом торцевой крышкой 44, и другую трубную решетку 46.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0004] В этом разделе вводится ряд концепций, которые дополнительно поясняются в разделе Подробное описание изобретения. Не подразумевается, что в разделе Сущность изобретения дано определение ключевых или существенных отличительных особенностей заявленного предмета изобретения, и его не следует использовать в качестве вспомогательного средства для ограничения объема заявленного

предмета изобретения.

[0005] В одном из аспектов раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся к вертикальному теплообменнику со стержневыми перегородками, который может быть использован для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, на нефтехимических установках, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может включать кожух; трубную решетку; трубный пучок со множеством теплообменных труб, ориентированных в вертикальном направлении, при этом трубный пучок является U-образным трубным пучком, и множество теплообменных труб могут иметь U-образный изгиб; шесть или более продольных разделительных пластин, при этом, по меньшей мере, одна продольная разделительная пластина является зубчатой продольной разделительной пластиной; и множество колец стержневых перегородок, расположенных вдоль осевой длины множества теплообменных труб, при этом множество колец стержневых перегородок могут включать поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки. Поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки могут проходить через зазоры между каждыми двумя соседними трубами из множества теплообменных труб, и поперечные стержневые перегородки могут проходить через отверстия в зубчатых продольных разделительных пластинах. Зубчатые продольные разделительные пластины могут простираться на некоторую длину в продольном направлении, по меньшей мере, до нижнего конца U-образного трубного пучка, обеспечивая нижний жидкостный затвор. Зубчатые продольные разделительные пластины могут простираться на некоторую длину в радиальном направлении так, чтобы зубчатый конец зубчатых продольных разделительных пластин находился в пределах U-образного трубного пучка.

[0006] В одном или нескольких аспектах вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может дополнительно включать множество опорных балок, размещенных по окружности кожуха для крепления трубного пучка и являющихся направляющими для множества колец стержневых перегородок. Балки множества опорных балок могут отстоять друг от друга с интервалом 90° вокруг окружности множества колец стержневых перегородок. Выпуск для неконденсирующегося газа может быть выполнен на том же уровне вблизи трубной решетки кожуха, что и выпуск пара. Цилиндрическая секция жидкостного затвора может находиться в межтрубном пространстве у изогнутой части. В кожухе может быть предусмотрено наличие отбойника для распределения пара, поступающего из выпуска.

[0007] В некоторых аспектах множество колец стержневых перегородок может включать набор из четырех колец стержневых перегородок: первое кольцо стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности первого кольца стержневых перегородок, второе кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности второго кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых

перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности третьего кольца стержневых перегородок, и четвертое кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности четвертого кольца стержневых перегородок. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может включать, по меньшей мере, четыре набора колец стержневых перегородок. Кроме этого, пятый набор из четырех колец стержневых перегородок может включать два первых кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых перегородок и четвертое кольцо стержневых перегородок. Каждое кольцо из множества колец стержневых перегородок может отстоять на одинаковое расстояние от соседней стержневой перегородки по длине U-образного трубного пучка. Каждая из шести или более продольных разделительных пластин может являться зубчатой продольной разделительной пластиной. Ширина каждой продольной разделительной пластины может составлять от 3 до 9 миллиметров.

[0008] В другом аспекте изобретения расстояние между продольными разделительными пластинами и длина зубчатых продольных разделительных пластин могут быть разными. Расстояние между первой продольной разделительной пластиной и второй продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной. Расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между третьей продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной. Расстояние между третьей продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной. Расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между пятой продольной разделительной пластиной и шестой продольной разделительной пластиной. Зубчатый конец каждой зубчатой продольной разделительной пластины может находиться на некотором расстоянии по вертикали от кожуха. Это расстояние по вертикали может последовательно уменьшаться от первой продольной разделительной пластины до шестой продольной разделительной пластины.

[0009] Другие аспекты и преимущества станут понятны из следующего ниже описания и прилагаемой формулы изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0010] Фиг. 1 представляет собой вид в вертикальном разрезе кожухотрубного теплообменника известного уровня техники.

[0011] На фиг. 2 представлен вид сверху теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0012] На фиг. 3 представлен вид в перспективе множества колец стержневых

перегородок теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0013] На фиг. 4 представлен частичный вид в крупном масштабе множества труб теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0014] На фиг. 5 представлен частичный вид теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0015] Далее варианты осуществления настоящего изобретения описаны подробно со ссылкой на прилагаемые фигуры. Одинаковые элементы на разных фигурах для единообразия могут быть обозначены одинаковыми номерами позиций. Кроме этого, в следующем ниже подробном описании изложены многочисленные характерные подробности, помогающие лучше понять заявленный предмет изобретения. Однако, для специалистов в данной области будет очевидно, что описанные варианты осуществления могут быть реализованы без этих подробностей. В других случаях хорошо известные особенности подробно не описаны, чтобы избежать ненужного усложнения описания. В настоящем контексте термины «соединенный» или «соединенный с», «связанный» или «связанный с» могут указывать на установление прямого или косвенного соединения и никак не ограничиваются, если явно не указано иное. В настоящем контексте текущие среды могут представлять собой суспензии, жидкости, газы и/или их смеси. Везде, где это возможно, на фигурах использованы одинаковые номера позиций для обозначения общих или одинаковых элементов. Фигуры не обязательно выполнены в масштабе, некоторые фигуры или некоторые виды на фигурах для ясности могут быть выполнены в увеличенном масштабе.

[0016] В одном из аспектов раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся к теплообменнику со стержневыми перегородками, предназначенному для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, для нефтехимических установок, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций. Теплообменник со стержневыми перегородками может быть равнозначно назван в настоящем описании конденсатором со стержневыми перегородками. Кроме этого, теплообменник со стержневыми перегородками может включать вертикальные перегородки с вертикальными разделительными пластинами. Теплообменник со стержневыми перегородками может использоваться для отведения тепла полимеризации в охлаждающем контуре. Кроме этого, теплообменник со стержневыми перегородками может обеспечивать более эффективную конденсацию, чем обычные конденсаторы.

[0017] Обычные теплообменники со стержневыми перегородками, применяемые в промышленности, обычно очень большие и тяжелые из-за горизонтального расположения. Кроме этого, в обычных вертикальных теплообменниках со стержневыми перегородками используются небольшие и более короткие продольные отражательные пластины.

Обычные вертикальные теплообменники со стержневыми перегородками недостаточно эффективны для современных реакторов полимеризации большого размера и производительности. Например, при увеличении размера и производительности обычные вертикальные теплообменники со стержневыми перегородками могут быть причиной аварийной остановки из-за слишком низкого уровня жидкости и, следовательно, сокращения потока пара.

[0018] Следовательно, один или несколько вариантов осуществления настоящего изобретения могут быть использованы для преодоления указанных недостатков, а также обеспечения дополнительных преимуществ над обычными теплообменниками со стержневыми перегородками, как станет понятно специалистам. В одном или нескольких вариантах своего осуществления теплообменник со стержневыми перегородками может обеспечивать увеличение скорости газа вокруг труб теплообменника и расширение рабочего диапазона в части коэффициента теплообмена. В соответствии с описываемыми вариантами осуществления, теплообменники со стержневыми перегородками могут включать удлиненные отражательные пластины, позволяющие применять более низкий уровень жидкости, расширяя, тем самым, рабочий диапазон процесса полимеризации. В одном или нескольких вариантах осуществления удлиненные отражательные пластины могут снижать риск аварийных остановок установки из-за неожиданных изменений температуры охлаждающей воды и позволяют эксплуатировать установку с большей пропускной способностью. Узел стержневой перегородки теплообменника обеспечивает защиту от вибрации, так как стержневые перегородки распределены более равномерно. Кроме этого, теплообменники со стержневыми перегородками более надежны и работоспособны при большом числе рабочих циклов. В целом, использование теплообменников со стержневыми перегородками может способствовать сведению к минимуму инженерно-технического обеспечения, риска, связанного с производством стержневых перегородок, сокращению времени сборки, уменьшению стоимости оборудования и снижению веса и габаритов.

[0019] Теплообменники со стержневыми перегородками описываемых вариантов осуществления изобретения могут включать ряд продольных отражательных пластины с целью увеличения скорости пара для более эффективной теплопередачи. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, теплообменник со стержневыми перегородками может включать шесть продольных отражательных пластин. В одном или нескольких вариантах осуществления опора для поперечных и продольных стержней теплообменника со стержневыми перегородками может быть разделена и распределена более равномерно, чтобы усилить защиту от вибрации. Кроме этого, длина продольных отражательных пластин может быть увеличена и охватывать, по меньшей мере, всю длину U-образного трубного пучка с целью увеличения эксплуатационной гибкости посредством поддержания жидкостного затвора на низком уровне.

[0020] В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения теплообменник со стержневыми перегородками может представлять собой вертикальный

конденсатор со стержневыми перегородками, включающий одну или несколько удлиненных продольных разделительных пластин, например, шесть или более удлиненных продольных разделительных пластин. Удлиненные продольные разделительные пластины могут обеспечивать более высокую эффективность конденсации в вертикальном конденсаторе со стержневыми перегородками за счет увеличения скорости газа вокруг труб. Кроме этого, удлиненные продольные разделительные пластины могут расширять рабочий диапазон в части коэффициента теплообмена удлиненных отражательных пластин, благодаря чему возможен более низкий уровень жидкости.

[0021] Обратимся к фиг. 2, на которой представлен вид сверху теплообменника 100 со стержневыми перегородками, соответствующего одному или нескольким вариантам осуществления настоящего изобретения. Теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать шесть или более продольных разделительных пластин 101. Шесть или более продольных разделительных пластин 101 могут быть вставлены в трубный пучок 102 теплообменника 100 со стержневыми перегородками. Трубный пучок 102 окружен кожухом 103. По окружности кожуха 103 может быть размещено некоторое количество патрубков 120 для измерительных приборов. Благодаря наличию патрубков 120 для измерительных приборов в теплообменнике 100 со стержневыми перегородками можно проводить различные измерения, такие как измерения уровня, температуры и др. Кроме этого, поверх шести или более продольных разделительных пластин 101 может располагаться трубная решетка 119. В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения расстояние D между продольными разделительными пластинами 101 может быть разным. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, расстояние D между первой продольной разделительной пластиной 101a и второй продольной разделительной пластиной 101b может быть больше, чем расстояние между второй продольной разделительной пластиной 101b и третьей продольной разделительной пластиной 101c. Расстояние между второй продольной разделительной пластиной 101b и третьей продольной разделительной пластиной 101c может быть больше, чем расстояние между третьей продольной разделительной пластиной 101c и четвертой продольной разделительной пластиной 101d. Расстояние между третьей продольной разделительной пластиной 101c и четвертой продольной разделительной пластиной 101d может быть больше, чем расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной 101d и пятой продольной разделительной пластиной 101e. Расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной 101d и пятой продольной разделительной пластиной 101e может быть больше, чем расстояние между пятой продольной разделительной пластиной 101e и шестой продольной разделительной пластиной 101f. Также предусматривается, что ширина W каждой продольной разделительной пластины 101 может составлять величину от 3 до 9 мм, например, 8 мм.

[0022] В одном из вариантов осуществления изобретения одна или более из шести или более продольных разделительных пластин 101 может представлять собой зубчатую

продольную разделительную пластину 104, расположенную в трубном пучке 102. Каждая зубчатая продольная разделительная пластина 104 может иметь зубчатый конец 105, находящийся на расстоянии Dn по вертикали от кожуха 103. Каждая зубчатая продольная разделительная пластина 104 может характеризоваться отличным расстоянием Dn по вертикали. Расстояние Dn по вертикали зубчатых продольных разделительных пластин 104 может последовательно уменьшаться от первой продольной разделительной пластины 101a до шестой продольной разделительной пластины 101f. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, расстояние Dn по вертикали первой продольной разделительной пластины 101a может быть больше, чем расстояние по вертикали второй продольной разделительной пластины 101b. Расстояние по вертикали второй продольной разделительной пластины 101b может быть больше, чем расстояние по вертикали третьей продольной разделительной пластины 101c. Расстояние по вертикали третьей продольной разделительной пластины 101c может быть больше, чем расстояние по вертикали четвертой продольной разделительной пластины 101d. Расстояние по вертикали четвертой продольной разделительной пластины 101d может быть больше, чем расстояние по вертикали пятой продольной разделительной пластины 101e. Расстояние по вертикали пятой продольной разделительной пластины 101e может быть больше, чем расстояние по вертикали шестой продольной разделительной пластины 101f. В некоторых вариантах осуществления изобретения расстояние Dn по вертикали выбрано так, что между зубчатыми продольными разделительными пластинами 104 и кожухом 103 имеется достаточное пространство для прохождения пара в следующее отделение. Кроме этого, соседние зубчатые продольные разделительные пластины 104 могут быть ориентированы под углом 180° так, чтобы зубчатые концы 105 соседних зубчатых продольных разделительных пластин 104 были направлены противоположно от кожуха 103.

[0023] Как показано на фиг. 2, выпуск 107 может находиться на кожухе 103 вблизи трубной решетки 119 на том же уровне (на окружности), что и впуск 108. В некоторых вариантах осуществления изобретения выпуск 107 может представлять собой выпуск неконденсирующегося газа, а впуск 108 может представлять собой впуск пара. Из впуска 108 в теплообменник 100 со стержневыми перегородками может поступать пар, который следует затем по траектории (см. стрелки F), определяемой шестью или более продольными разделительными пластинами 101, и выходить через выпуск 107. Кроме этого, цилиндрическая секция 109 жидкостного затвора может располагаться под коленчатой секцией 109a теплообменника 100 со стержневыми перегородками на кожухе 103. Коленчатая секция 109a может являться частью кожуха 103, образующей выпуск 107 и впуск 108. Кроме этого, в кожухе 103 может быть установлен отбойник 110 для распределения поступающего из впуска 108 пара.

[0024] В некоторых вариантах осуществления изобретения множество труб 106 трубного пучка 102 может проходить в осевом направлении так, чтобы шесть или более продольных разделительных пластин 101 разделяли множество труб 106 трубного пучка 102. В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения трубный пучок 102

может являться U-образным трубным пучком, и множество труб 106 имеют изгиб. Также предусматривается, что зубчатые продольные разделительные пластины 104 могут проходить на некоторое расстояние в радиальном направлении так, чтобы зубчатый конец 105 находился внутри трубного пучка 102. Радиальная длина зубчатых продольных разделительных пластин 104 может быть измерена от конца, прикрепленного к кожуху 103, до зубчатого конца 105. Минимальная продольная длина зубчатых продольных разделительных пластин 104 больше, чем минимальное расстояние, которого достигает труба 106 U-образного трубного пучка. Благодаря прохождению зубчатых продольных разделительных пластин 104 в продольном направлении, по меньшей мере, до конца U-образного трубного пучка, достигается меньший уровень жидкостного затвора, и рабочий диапазон теплообменника 100 со строжневыми перегородками расширяется.

[0025] Как показано на фиг. 3, в одном или нескольких вариантах осуществления изобретения теплообменник 100 со строжневыми перегородками может включать множество колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок, распределенных вдоль оси Ax множества труб (см. 106 на фиг. 2). Только для примера на фиг. 3 показано четыре кольца 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок; однако, теплообменник 100 со строжневыми перегородками может включать любое количество колец строжневых перегородок без отступления от объема настоящего изобретения. Кроме этого, по окружности кожуха (см. 103 на фиг. 3) может быть расположено множество опорных балок 115, используемых для крепления трубного пучка (см. 102 на фиг. 2) и в качестве направляющих для множества колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок. В одном из не имеющих ограничительного характера примеров теплообменник 100 со строжневыми перегородками может включать четыре опорных балки 115, равномерно распределенных так, чтобы они располагались с шагом 90 градусов по окружности множества колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок.

[0026] В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения множество колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок может быть сгруппировано по четыре. Множество колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок может образовывать конфигурацию, в которой каждое кольцо строжневой перегородки повернуто на 90 градусов относительно соседнего кольца строжневой перегородки. Благодаря попеременному повороту множества колец 111, 112, 113, 114 строжневых перегородок, в теплообменнике 100 со строжневыми перегородками может быть предотвращено явление накопления жидкости и достигнут интенсивный поток конденсата во множестве труб (см. 106 на фиг. 2). В одном из не имеющих ограничительного характера примеров первое кольцо 111 строжневой перегородки в наборе из четырех колец строжневых перегородок может включать множество поперечных строжневых перегородок 111a, отходящих от внутренней поверхности 111b первого кольца 111 строжневой перегородки. Второе кольцо 112 строжневой перегородки в наборе из четырех колец строжневых перегородок может включать множество продольных строжневых перегородок 112a, отходящих от внутренней поверхности 112b второго кольца 112 строжневой перегородки. Третье кольцо

113 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество поперечных стержневых перегородок 113а, отходящих от внутренней поверхности 113b третьего кольца 113 стержневой перегородки. Четвертое кольцо 114 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество продольных стержневых перегородок 114а, отходящих от внутренней поверхности 114b четвертого кольца 114 стержневой перегородки.

[0027] Теперь обратимся к фиг. 4, на которой, в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления изобретения, показан частичный вид в крупном масштабе множества труб 106, разделенных поперечными стержневыми перегородками 111а, 113а первого и третьего колец 111, 113 стержневых перегородок и продольными стержневыми перегородками 112а, 114а второго и четвертого колец 112, 114 стержневых перегородок.

[0028] Как показано на фиг. 4, поперечные стержневые перегородки 111а, 113а проходят через зазор 115 между соседними трубами (106) в направлении оси Х. Продольные стержневые перегородки 112а, 114а проходят через зазор 116 между соседними трубами (106) в направлении оси Y. Кроме этого, поперечные стержневые перегородки 111а, 113а также могут проходить через отверстия в зубчатых продольных разделительных пластинах (см. 104 на фиг. 2). При увеличении расстояния между поперечными и продольными стержнями меньше ограничивается поток жидкого конденсата во множестве труб 106, и опора множества труб 106 может быть более равномерно распределена по длине множества труб 106.

[0029] Теперь обратимся к фиг. 5, на которой, в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления изобретения, показан частичный вид теплообменника 100 со стержневыми перегородками. Как показано на фиг. 5, множество труб 106 может образовывать трубный пучок 102, например, U-образный трубный пучок длиной L. Специалистам в данной области известно, как могут быть изогнуты трубы 106 в U-образном трубном пучке 102, например, иметь U-образный изгиб 118, чтобы полная длина множества труб 106 была больше длины L U-образного трубного пучка 102. Благодаря этому трубы 106 в теплообменнике 100 со стержневыми перегородками могут быть длиннее, а теплообменник 100 со стержневыми перегородками при этом может оставаться компактным и занимать мало места. Кроме того, выпуск 108 находится сверху на передней стороне трубного пучка 102, тогда как выпуск 107 расположен на задней стороне трубного пучка 102. Также предусматривается, что выпуск 107 может иметь меньший диаметр, чем выпуск 108.

[0030] Как показано на фиг. 5, в одном или нескольких вариантах осуществления изобретения теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать 4 набора из четырех колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок, показанных на фиг. 3, и тогда это составит 8 наборов колец стержневых перегородок с поперечными стержнями и 8 наборов стержневых перегородок с продольными стержнями. Кроме этого, теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать пятый набор из

четырех колец стержневых перегородок, в который входит два первых кольца стержневых перегородок, и порядок колец стержневых перегородок в нем колец 111, 111, 113, 114, считая от U-образного изгиба 118 в U-образном трубном пучке 102. Также предусматривается, что нижняя точка U-образного изгиба 118 может соответствовать самому нижнему кольцу стержневой перегородки теплообменника 100 со стержневыми перегородками. Каждое кольцо 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может отстоять на расстояние D_{rb} от соседней стержневой перегородки так, чтобы кольца 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок быть равномерно распределены по длине L U-образного трубного пучка. Кроме этого, каждое кольцо 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может иметь толщину T, чтобы толщина всех колец стержневых перегородок была одинаковой. Также предусматривается что задняя часть 117 U-образного трубного пучка может быть снабжена решетчатой структурой, препятствующей вибрации.

[0031] Хотя настоящее изобретение описано со ссылкой на ограниченное число вариантов его осуществления, специалистам в данной области, использующим данное описание, понятно, что возможны другие варианты осуществления, не выходящие за рамки раскрываемого существа изобретения. Следовательно, объем изобретения ограничивается только прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками, содержащий:

кожух;

трубную решетку;

трубный пучок, имеющий множество теплообменных труб, проходящих в осевом направлении, при этом трубный пучок является U-образным трубным пучком, содержащим U-образный изгиб во множестве теплообменных труб;

шесть или более продольных разделительных пластин, при этом, по меньшей мере, одна продольная разделительная пластина является зубчатой продольной разделительной пластиной; и

множество колец стержневых перегородок, расположенных вдоль осевой длины множества теплообменных труб, при этом множество колец стержневых перегородок имеет поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки,

при этом поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки проходят через зазоры между каждыми двумя соседними трубами из множества теплообменных труб, и поперечные стержневые перегородки проходят через отверстия в зубчатых продольных разделительных пластинах, и

при этом зубчатые продольные разделительные пластины простираются на длину в продольном направлении до нижнего конца U-образного трубного пучка, обеспечивая нижний жидкостный затвор, и

при этом зубчатые продольные разделительные пластины простираются на длину в радиальном направлении так, чтобы иметь зубчатый конец зубчатых продольных разделительных пластин в пределах U-образного трубного пучка.

2. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, дополнительно содержащий множество опорных балок, размещенных по окружности кожуха, выполненных с возможностью крепления трубного пучка и являющихся направляющими для множества колец стержневых перегородок.

3. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 2, в котором балки множества опорных балок отстоят друг от друга с интервалом 90 градусов вокруг окружности множества колец стержневых перегородок.

4. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, дополнительно содержащий выпуск неконденсирующегося газа, выполненный на том же уровне вблизи трубной решетки кожуха, что и выпуск пара.

5. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 4, дополнительно содержащий цилиндрическую секцию жидкостного затвора, обеспеченную вблизи изогнутой части в межтрубном пространстве.

6. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 4, дополнительно содержащий отбойник, установленный в кожухе для распределения пара, поступающего из выпуска.

7. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, в котором

множество колец стержневых перегородок включает набор из четырех колец стержневых перегородок:

первое кольцо стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, проходящих от внутренней поверхности первого кольца стержневых перегородок,

второе кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, проходящих от внутренней поверхности второго кольца стержневых перегородок,

третье кольцо стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, проходящих от внутренней поверхности третьего кольца стержневых перегородок, и

четвертое кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, проходящих от внутренней поверхности четвертого кольца стержневых перегородок.

8. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 7, содержащий, по меньшей мере, четыре набора из четырех колец стержневых перегородок.

9. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 8, дополнительно содержащий пятый набор из четырех колец стержневых перегородок, включающий два первых кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых перегородок и четвертое кольцо стержневых перегородок.

10. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, в котором каждое кольцо из множества колец стержневых перегородок отстоит на одинаковое расстояние от соседней стержневой перегородки по длине U-образного трубного пучка.

11. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, в котором каждая из шести или более продольных разделительных пластин является зубчатой продольной разделительной пластиной.

12. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, в котором ширина каждой продольной разделительной пластины составляет от 3 до 9 миллиметров.

13. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 1, в котором расстояние между продольными разделительными пластинами и длина зубчатых продольных разделительных пластин разные.

14. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 13, в котором:

расстояние между первой продольной разделительной пластиной и второй продольной разделительной пластиной больше, чем расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной,

расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной больше, чем расстояние между третьей

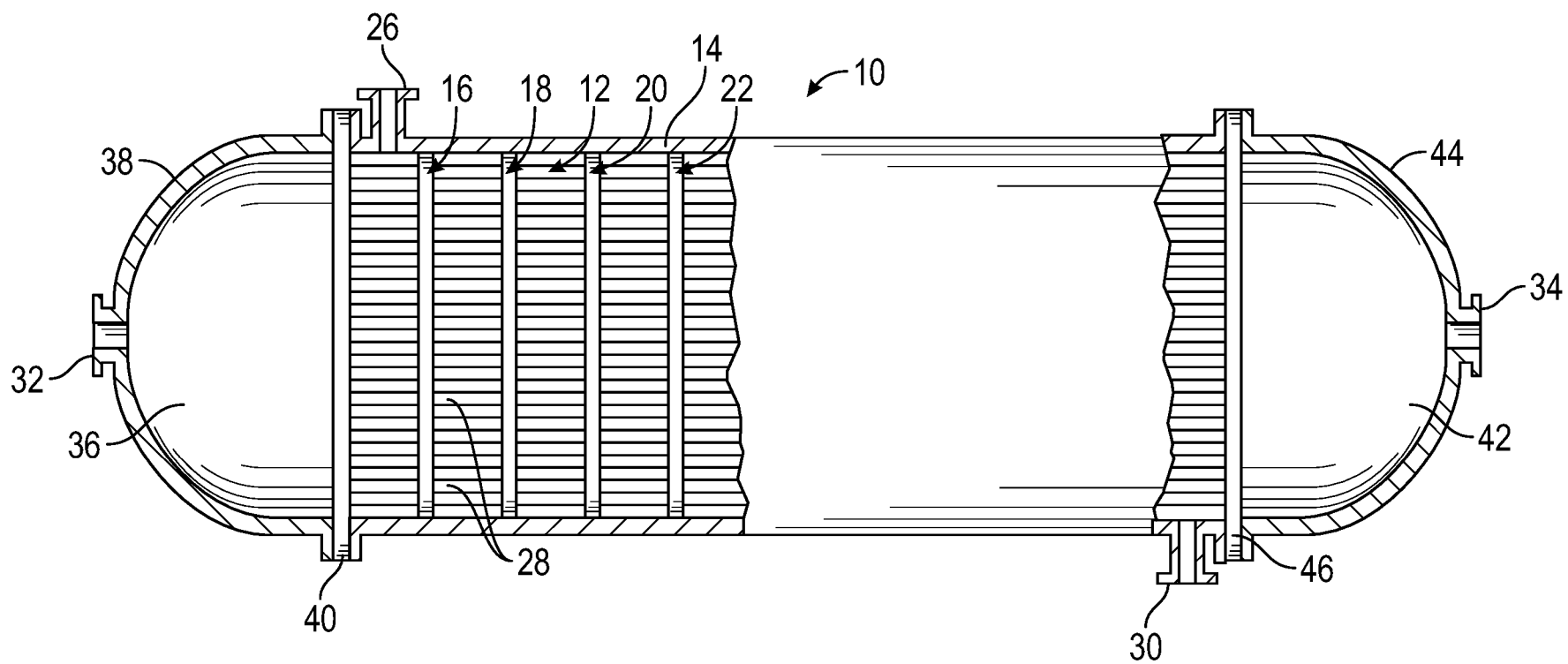
продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной

расстояние между третьей продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной больше, чем расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной,

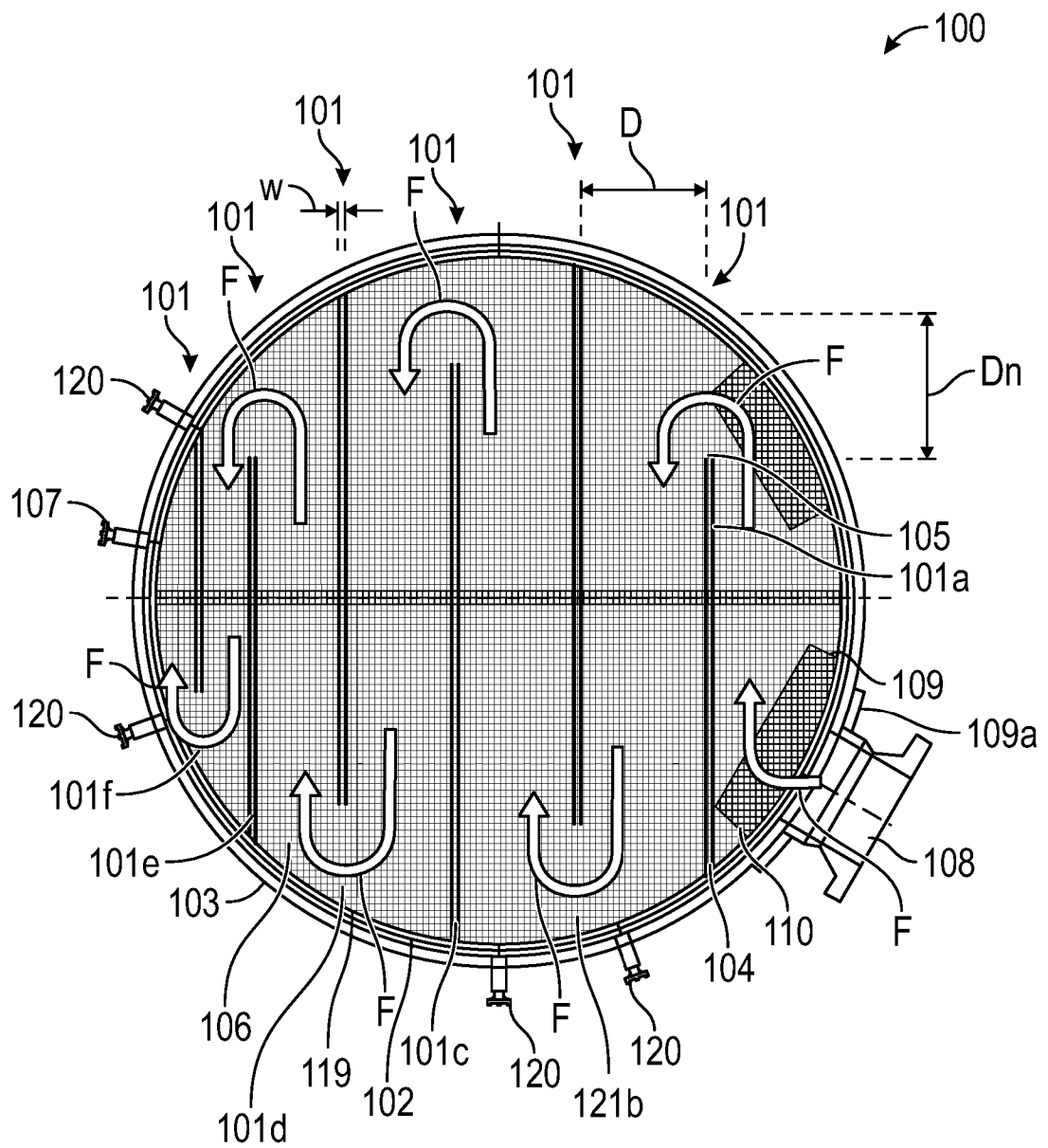
расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной больше, чем расстояние между пятой продольной разделительной пластиной и шестой продольной разделительной пластиной.

15. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками по п. 14, в котором зубчатый конец каждой зубчатой продольной разделительной пластины находится на расстоянии по вертикали от кожуха, при этом это расстояние по вертикали зубчатых продольных разделительных пластин последовательно уменьшается от первой продольной разделительной пластины до шестой продольной разделительной пластины.

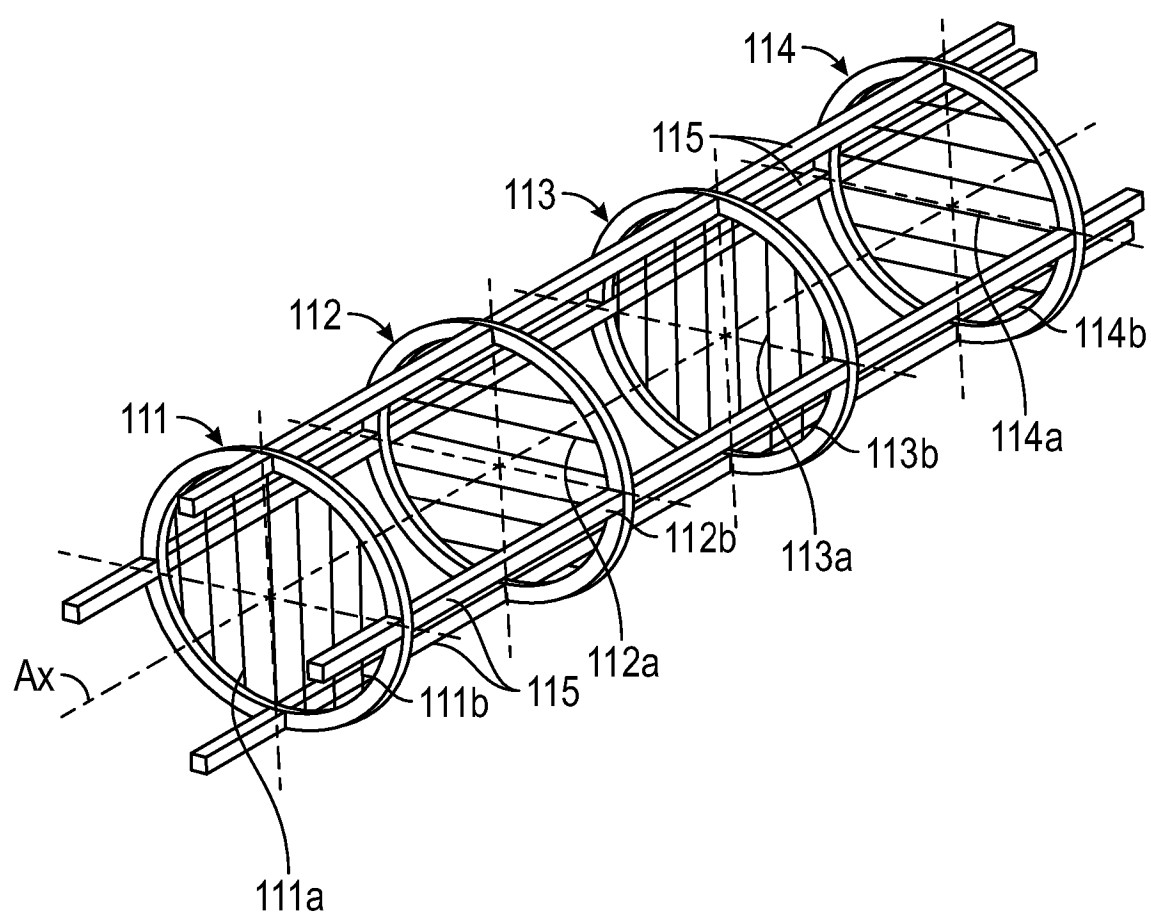
По доверенности



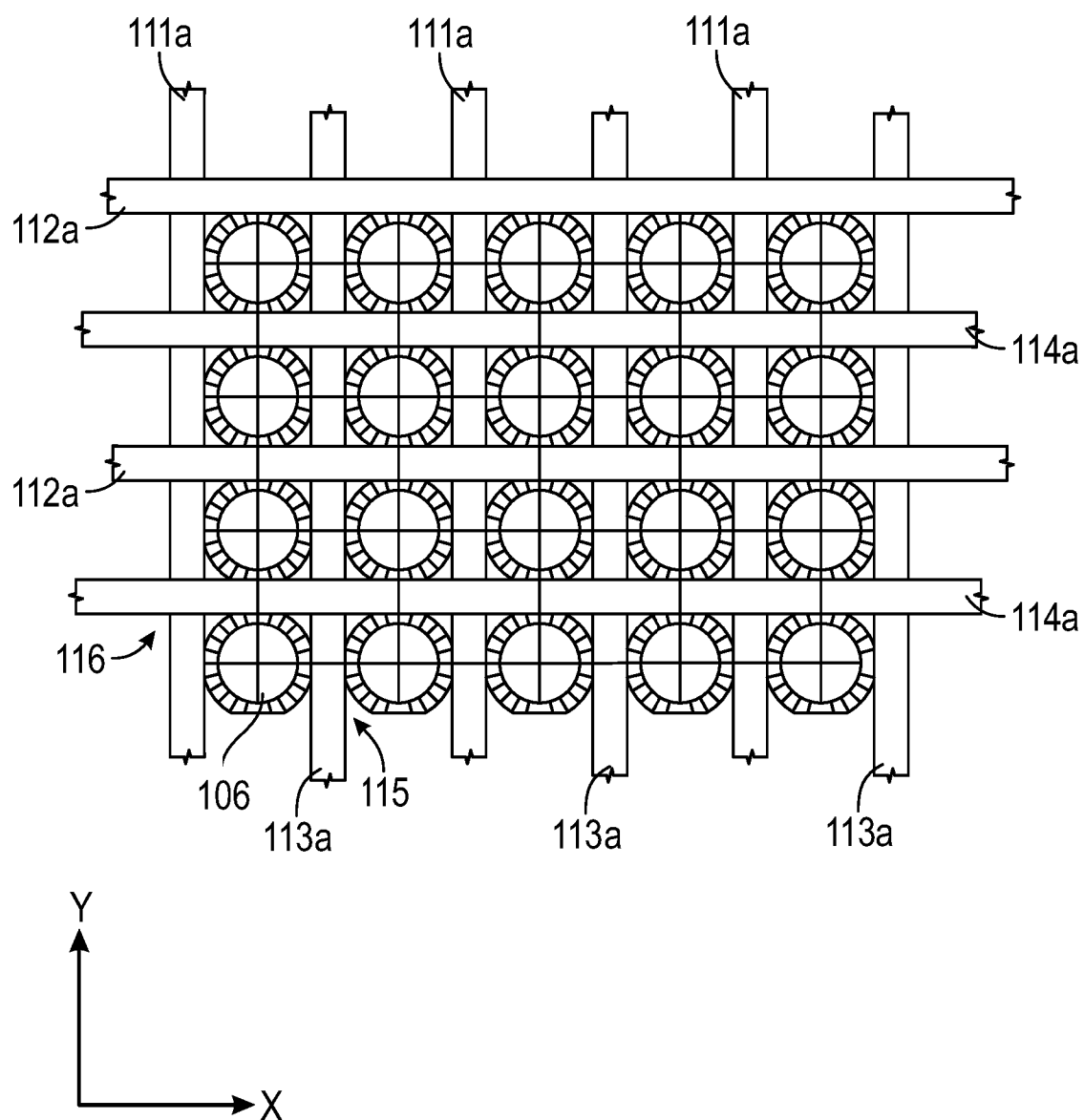
ФИГ. 1
(Уровень техники)



ФИГ. 2

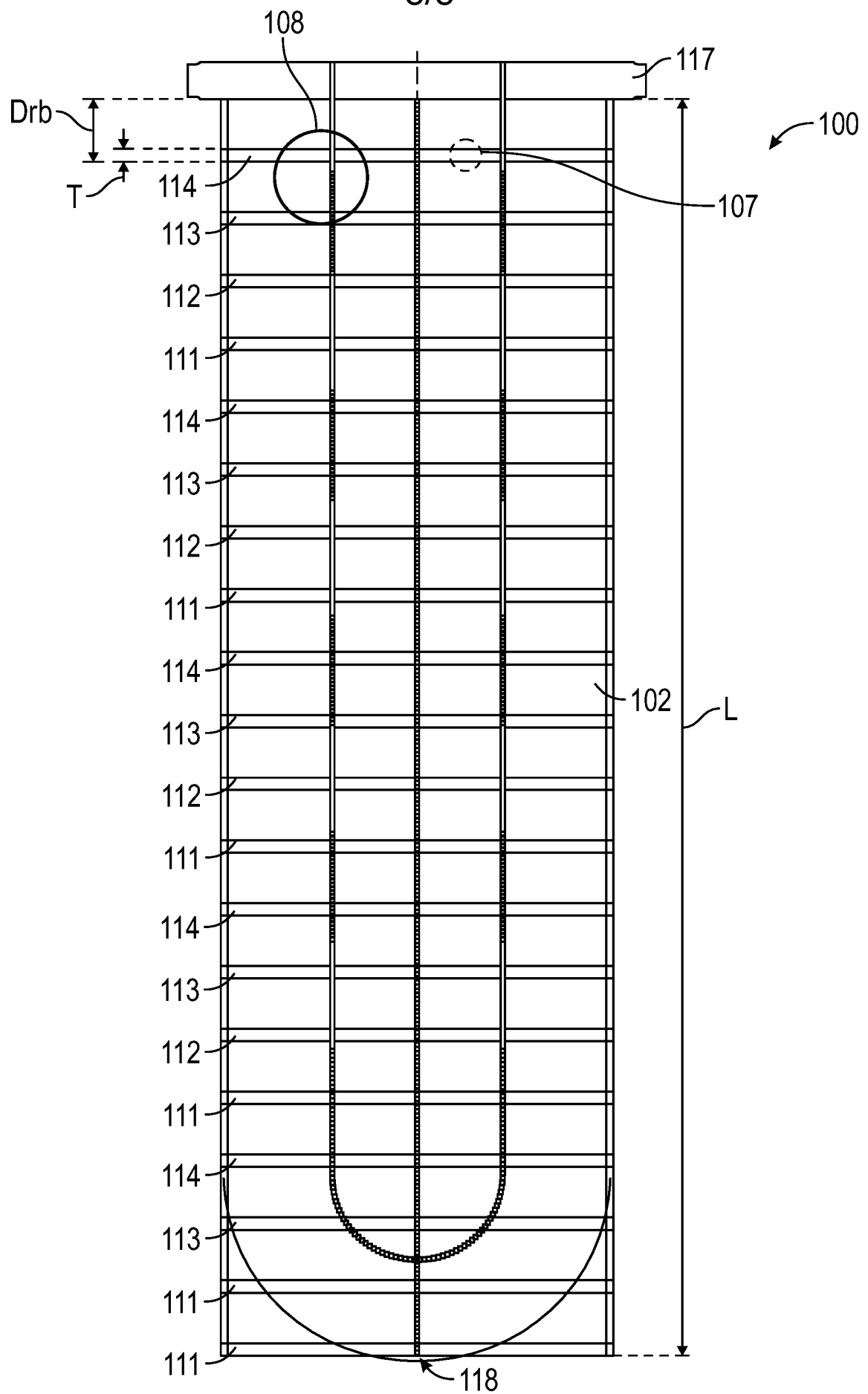


ФИГ. 3



ФИГ. 4

5/5



ФИГ. 5