

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490037** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.07.29

(51) Int. Cl. *F28D 3/04* (2006.01)
F28F 9/22 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.12.15

(54) **РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ПАДАЮЩЕЙ ПЛЕНКОЙ, ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КОЖУХОТРУБНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК С ПАДАЮЩЕЙ ПЛЕНКОЙ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**

(96) 2023000212 (RU) 2023.12.15

(71) Заявитель:
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "КРАСНОЯРСКИЙ
ЗАВОД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
ИМЕНИ В.Н. ГУЛИДОВА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Андержанов Ринат Венерович,
Воробьев Александр Андреевич (RU)**

(74) Представитель:
Сергеева А.А. (RU)

(57) Изобретение относится к распределителю текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой, вертикальному кожухотрубному теплообменнику с падающей пленкой и способу его работы. Распределитель текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой содержит внешний контур, ориентированный по форме окружности и состоящий по меньшей мере из двух внешних стенок, ограничивающих внутреннее пространство распределителя, и по меньшей мере один сквозной канал для прохождения текучей среды через внутреннее пространство распределителя. В нижней части внешних стенок имеются сквозные отверстия, и в нижней части сквозного канала имеются сквозные отверстия. Технический результат заключается в повышении эффективности, достижении равномерности подачи текучей среды на поверхность верхней трубной решетки, достижении равномерности уровня текучей среды на всей поверхности верхней трубной решетки.

A1

202490037

202490037

A1

5 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО
 КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ПАДАЮЩЕЙ ПЛЕНКОЙ,
 ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КОЖУХОТРУБНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК С ПАДАЮЩЕЙ
 ПЛЕНКОЙ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ

Область техники.

10 Изобретение относится к области теплотехники, а именно к вертикальным кожухотрубным теплообменникам с падающей пленкой, и может быть использовано для направления и распределения потока текучей среды, подаваемой в верхнюю коллекторную камеру теплообменника, относящегося к промышленным объектам химической, нефтегазовой, энергетической и других отраслей.

15 Заявляемый распределитель относится к конструктивным элементам вертикальных кожухотрубных теплообменников с падающей пленкой, например, стриппера для производства карбамида, и предназначен для максимально равномерного распределения текучей среды, подаваемой в верхнюю коллекторную камеру такого теплообменника, по поверхности трубной решетки с последующим направлением текучей среды во
20 внутреннюю часть каждой из труб теплообменника с целью формирования падающей пленки.

Предшествующий уровень техники.

 Известно, что конструкция вертикального теплообменника с падающей пленкой
25 содержит корпус с патрубками ввода и вывода сред, по меньшей мере один пучок теплообменных труб, закрепленных в верхней и нижней трубных решетках, коллекторную камеру текучей среды, расположенную над верхней трубной решеткой и распределительные втулки, укрепленные в верхней части каждой теплообменной трубы. Подаваемая в верхнюю коллекторную камеру теплообменника исходная текучая среда
30 распространяется по трубной решетке и стекает пленкой по внутренней поверхности труб, при этом имеет место высокотемпературный испарительный процесс с образованием и отделением побочных продуктов.

Решающее значение для эффективности процесса образования пленки имеют факторы равномерности распределения текучей среды по трубной решетке с поддержанием одинакового её уровня в каждой точке, что является условием равномерного питания внутренней поверхности всего пучка труб текучей средой. Это достигается за счет различных распределительных устройств и приспособлений, в том числе лотков, системы каналов, дефлекторов (SU 1578431 A1, 15.07.1990; SU 1721427 A1, 23.03.1992; SU 1760294 A1, 07.09.1992; SU 1 261 694 A1, 07.10.1986; WO 2009016650 A1, 05.02.2009), которые устанавливаются в коллекторной камере, при этом текучая среда подается в коллекторную камеру сверху, сбоку или тангенциально, самотеком, либо с помощью насоса, при необходимости.

Недостатком таких распределителей, кроме их высокой стоимости и сложности монтажа, является невозможность обеспечения одинакового уровня текучей среды над трубной решеткой при диаметрах коллекторной камеры от 2000 мм и более. Также недостатком является возможные потери давления и, вследствие этого, замедление течения среды на трубную решетку.

Существующие распределители не решают вышеуказанные проблемы в полной мере, так как не являются универсальными, не обладают достаточной надежностью и подходят лишь для отдельных видов и размеров теплообменников в рассматриваемой области применения.

Геометрия и функциональность конструкции распределительного устройства крайне важна в высокообъемных теплообменниках, так как она задает начальные параметры процесса, формирует его дальнейшее протекание, от чего в итоге зависит эксплуатационная эффективность, экономичность и безопасность всего теплообменника. Неравномерность питания теплообменных труб приводит к образованию внутри них участков слишком толстой или тонкой пленки. В случае избыточной толщины пленки имеет место недостаток подаваемого тепла для ее нагрева и, как следствие, некачественная отгонка побочных продуктов, что влияет на целевой продукт. Слишком тонкая пленка повышает риск перегрева трубы, образования отложений на внутренней поверхности трубы, что может привести к засорению или даже возгоранию в отдельных случаях. На крупных промышленных объектах, например, химической и нефтегазовой отрасли используют теплообменники большого объема с трубными решетками диаметром более 2500 мм, что многократно увеличивает значимость вышеуказанных проблем.

Кроме того, распределительные устройства, как правило, работают в достаточно агрессивной, коррозионной среде, что снижает срок их службы и требует постоянного контроля и ремонта.

5 Наиболее близким к заявляемому техническому решению (прототипом) является распределитель (RU 2282121 С1, 20.08.2006) представляющий собой кольцеобразный канал определенной ширины, располагающийся внутри верхней камеры пленочного теплообменника высокого давления. Кольцеобразный канал примыкает в внешней стенке коллекторной камеры. Жидкость поступает в кольцеобразный канал через штуцер в коллекторной камере и распределяется по кольцеобразному каналу, растекаясь внутри него
10 по всему периметру камеры. В нижней части кольцеобразного канала расположены прорезы определенного размера для выхода жидкости на трубную решетку. Прорезы расположены равномерным образом по всему кольцу. Таким образом в кольцеобразном канале поддерживается определенный уровень жидкости и происходит равномерное её истечение на трубную решетку по всей плоскости.

15 Недостатком распределителя, описанного в прототипе, является отсутствие универсальности конструкции и неэффективность при больших диаметрах коллекторной камеры (более 2000 мм). В этом случае описанная в прототипе конструкция уже не будет максимально равномерно заполнять трубную решетку. На трубной решетке будет возникать градиент уровня текучей среды из-за слишком большого расстояния от стенок
20 камеры теплообменника, где жидкость вливается на трубную решетку, до центра трубной решетки. Вторым недостатком прототипа в таком случае является невозможность достижения стабильного качества целевого продукта из-за неравномерности температуры теплообменных труб во всем пучке.

Равномерность подачи текучей среды на трубную решетку является критическим
25 фактором эффективной работы вертикальных теплообменников высокого давления с падающей пленкой. Равномерное питание теплообменных труб позволяет достичь максимальной эффективности отгона побочных продуктов из исходной текучей среды.

При эксплуатации теплообменников существует проблема отклонения расчетных
30 рабочих параметров от необходимых и достигаемых на практике для каждого конкретного производства, что может потребовать внесения изменений в уже введенную в эксплуатацию конструкцию. Например, различие гидравлических и тепловых характеристик теплообменных труб особенно характерно для теплообменников большого объема и мощности, так как возрастает и неизбежность отклонения режима

функционирования их отдельных элементов от расчетного в том числе из-за дефектов монтажа.

Раскрытие изобретения.

5 Задачей заявляемого изобретения является создание средства для эффективного распределения текучей среды в вертикальном теплообменнике с падающей пленкой с любым диаметром коллекторной камеры, в том числе от 2000 мм и более, в частности, для производства карбамида, за счет использования универсального распределителя, простого и экономичного в изготовлении, монтаже и обслуживании, обладающего повышенными
10 эксплуатационными характеристиками.

Технический результат заявляемого изобретения заключается в повышении эффективности, надежности, стабильности и срока службы вертикального теплообменника с падающей пленкой с любым диаметром коллекторной камеры, в том числе от 2000 мм и более, в частности для производства карбамида, а также увеличение его межремонтного
15 пробега, за счет комплексного сочетания следующих факторов:

- достижения равномерности подачи текучей среды на поверхность верхней трубной решетки;
- достижения равномерности уровня текучей среды на всей поверхности верхней трубной решетки;
- 20 - исключения температурных деформаций теплообменных труб вследствие перегрева отдельных участков трубного пучка;
- уменьшения забивания теплообменных труб;
- уменьшения скорости подачи текучей среды в верхнюю коллекторную камеру.

Также заявляемое изобретение обеспечивает компенсацию возможных отклонений
25 практических параметров работы трубного пучка от расчетных в вертикальном теплообменнике с падающей пленкой с любым диаметром коллекторной камеры, в том числе от 2000 мм и более, в частности для производства карбамида, за счет включения заявляемого распределителя в конструкцию такого теплообменника до его запуска в работу.

30 При этом, обеспечиваемое заявляемым изобретением, сочетание эффективности, надежности, стабильности, увеличения срока службы и возможности компенсации отклонений при работе вертикального теплообменника с падающей пленкой, позволяет

достичь постоянства качества целевого продукта и предотвратить изменения его свойств при долгосрочном производственном процессе.

Для решения вышеуказанных задач и достижения заявленного технического результата предложен распределитель текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой,

отличающийся тем, что

распределитель содержит:

внешний контур, ориентированный по форме окружности и состоящий из по меньшей мере двух внешних стенок, ограничивающих внутреннее пространство распределителя,

и по меньшей мере один сквозной канал для прохождения текучей среды через внутреннее пространство распределителя, имеющий боковые стенки;

при этом в нижней части внешних стенок имеются сквозные отверстия,

и в нижней части боковых стенок сквозного канала имеются сквозные отверстия.

Вышеуказанная конструкция распределителя позволяет осуществить подачу потока текучей среды из любой точки плоскости распределения параллельно верхней поверхности верхней трубной решетки в направлении к стенке теплообменника. Распределитель заявляемой конструкции эффективно и равномерно распределяет поток текучей среды по трубной решетке, поступающий в коллекторную камеру, и позволяет снизить градиент уровня текучей среды в ней при любых режимах подачи текучей среды в камеру (самотеком или принудительно).

Внешний контур распределителя предназначен для образования по существу кольцеобразного канала для прохождения текучей среды между ним и внутренней стенкой теплообменника.

При этом внешний контур, ориентированный по форме окружности, не создает препятствий и точек завихрений потока текучей среды.

Здесь признак «внешний контур, ориентированный по форме окружности» включает в себя не только линию контура в форме окружности, то есть линию, точки которой равноудалены от центра распределителя, но и линию контура, похожую на форму окружности, у которой расстояние от точек на линии до центра распределителя различается в пределах погрешности ± 100 мм, при этом внешний контур не обязательно представляет собой сплошную линию, главное, чтобы внешние стенки внешнего контура находились на

линии, у которой расстояние от точек на линии до центра распределителя различается в пределах погрешности ± 100 мм.

За счет наличия сквозного канала, который текучая среда заполняет одновременно с кольцеобразным каналом, решается проблема переноса основного потока текучей среды от 5 стенок ближе к центру или к заданной необходимой точке.

Сквозные отверстия в нижней части внешних стенок и в нижней части сквозного канала задают равномерный режим выхода текучей среды на трубную решетку в любом её месте.

Сквозные отверстия обеспечивают множественный вынос точек выхода текучей 10 среды на любую необходимую точку трубной решетки, что устанавливает постоянный режим питания всего трубного пучка без перегрева отдельных труб. Причем выход текучей среды через отверстия осуществляется в направлении параллельном трубной решетке, что в сочетании с геометрией канала или каналов улучшает гидродинамические характеристики всего объема текучей среды в коллекторной камере. Отсутствие таких 15 дополнительных точек выхода текучей среды на трубную решетку при увеличении ее диаметра приводит к постепенному уменьшению уровня текучей среды и скорости ее течения по мере удаленности точки входа текучей среды в теплообменную трубу от точки ее выхода на трубную решетку.

Так как при прохождении текучей среды через отверстия распределителя 20 образуются сжатые струи, направленные не только от стенок коллекторной камеры, но также и по направлению к стенкам, причем для образования таких струй нет необходимости увеличивать скорость подачи текучей среды в коллекторную камеру, то заявляемая конструкция распределителя обеспечивает равномерное распределение площади покрытия текучей средой трубной решетки. Таким образом путь текучей среды от точки входа на 25 трубную решетку до точки входа в наиболее удаленную теплообменную трубу значительно сокращен, и, как следствие, отсутствует необходимость использования дополнительного оборудования для интенсификации подачи текучей среды в коллекторную камеру, например, насосов, при этом скорость текучей среды по трубам теплообменника сохраняется той же, как если бы такое дополнительное оборудование использовалось.

30 Совокупность признаков заявляемого изобретения формирует эффективную ориентацию текучей среды в пространстве коллекторной камеры и устраняет тепловую и гидравлическую неравномерность всего объема текучей среды, постоянно находящейся на трубной решетке в процессе эксплуатации теплообменника.

Температурные деформации теплообменных труб вследствие перегрева отдельных участков трубного пучка значительно сокращают срок эксплуатации теплообменника, так как сложно устранимы без демонтажа конструкции. Заявляемая конструкция распределителя, а именно, новая схема распределения текучей среды по поверхности трубной решетки с каналами и отверстиями позволяет нормализовать не только плотность распределения текучей среды, но и сделать одинаковым объем текучей среды, попадающий в каждую теплообменную трубу за счет разделения общего объема текучей среды по равным участкам при сохранении одинаковой скорости подачи и объемного расхода на всей поверхности трубной решетки. В таком случае исключается перегрев труб, находящихся далеко от точки выхода текучей среды на трубную решетку. Ремонт таких труб, как правило находящихся в самом центре теплообменника, усложняет его эксплуатацию и сокращает его межремонтный пробег.

Так как неравномерность питания теплообменных труб и их недогруженность могут привести к перегреву труб, то на внутренней поверхности таких труб могут образовываться отложения, состоящие из запекшихся компонентов текучей среды или продуктов пристеночной химической реакции. Конструктивные особенности заявляемого изобретения исключают такой недостаток, так как обеспечивают непрерывное обтекание всей внутренней поверхности теплообменных труб, чем достигается безопасность и экологичность всего теплообменника.

Таким образом, совокупность существенных признаков заявляемого изобретения обеспечивает стабильное качество целевого продукта, так как позволяет исключить влияние всех вышеуказанных негативных факторов на работу теплообменника со сколько угодно большим диаметром коллекторной камеры, что одновременно повышает его эффективность, надежность, стабильность его работы и срок его службы.

В предпочтительном варианте внешний контур выполнен с возможностью образовывать по существу кольцеобразный канал для прохождения текучей среды между ним и внутренней стенкой теплообменника.

Здесь признак «по существу кольцеобразный канал» включает в себя не только форму кольца, но и форму, похожую на форму кольца, у которой расстояние от точек на линии до центра распределителя различается в пределах погрешности ± 100 мм, при этом кольцеобразный канал имеет прерывистые стенки, поскольку он соединен с по меньшей мере одним сквозным каналом, а также в нижней части внешних стенок имеются сквозные отверстия.

В предпочтительном варианте по меньшей мере один сквозной канал имеет по существу прямолинейную форму или Y-образную форму, или крестообразную форму.

Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности
5 трубной решетки.

В предпочтительном варианте по меньшей мере один сквозной канал проходит через центр распределителя.

В таком исполнении сквозной канал делит зону распределения текучей среды на два равных сектора, что дополнительно обеспечивает технологическое преимущество
10 изготовления с учетом металлоемкости распределителя и простоты его монтажа и обслуживания.

В предпочтительном варианте распределитель содержит несколько сквозных каналов, расположенных по существу параллельно друг другу.

Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на
15 поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

В предпочтительном варианте сквозные отверстия имеют округлую и/или прямоугольную форму.

Сквозные отверстия могут иметь любую форму, предпочтительно одинаковую
20 округлую, наиболее предпочтительно прямоугольную. Такая форма отверстий дает технологическое преимущество в изготовлении, так как осуществляется стандартным оборудованием и инструментом за короткий срок. При этом прямоугольная форма отверстий дополнительно исключает эффект воронки при прохождении текучей среды, что способствует увеличению его пропускной способности и равномерности. В частности,
25 прямоугольные края отверстий могут быть закруглены. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

В предпочтительном варианте сквозные отверстия во внешних стенках расположены на высоте 50-100 мм от нижнего края внешних стенок,
30 а сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала расположены на высоте 50-100 мм от нижнего края боковых стенок сквозного канала.

Такая высота отверстий может дополнительно обеспечивать минимальный расход текучей среды при первом заполнении распределителя до того, как текучая среда начнет

поступать через отверстия на трубную решетку. При этом объем текучей среды, таким образом зарезервированный в распределителе, при остановке теплообменника и прекращении подачи текучей среды в верхнюю камеру может позволить плавно завершить производственный процесс с учетом того, что теплообменные трубы остывают медленно и требуют постепенного прекращения питания с целью сохранения их функциональности. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

В предпочтительном варианте сквозные отверстия во внешних стенках имеют длину L_1 , которая равна 0,01-0,99, предпочтительно 0,04-0,08, от длины внешней стенки, в которой они находятся,

при этом сквозные отверстия во внешних стенках расположены друг от друга на расстоянии, равном 0,5-1,5 L_1 , предпочтительно равном 0,8-1,2 L_1 ,

а сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала имеют длину L_2 , равную 0,01-0,99, предпочтительно 0,05-0,15, от длины сквозного канала, в котором они находятся,

при этом сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала расположены друг от друга на расстоянии, равном 0,5-1,5 L_2 , предпочтительно равном 0,8-1,2 L_2 .

Вышеуказанные соотношения позволяют дополнительно гарантировать непрерывность поддержания одинакового уровня текучей среды над трубной решеткой, даже если текучая среда подается в коллекторную камеру неравномерно при переменном напоре и изменяющейся скорости потока, а также обеспечить плавность подачи текучей среды и преимущество при изготовлении, так как позволяет выполнить отверстия быстрее и проще по повторяющемуся шаблону. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

В предпочтительном варианте распределитель выполнен из стали или полимерного материала.

Распределитель может выполнен из любого материала стойкого к коррозии, вызываемой определенной рабочей текучей средой, например, из нержавеющей стали для работы с карбамидом или полимерного материала для работы с кислотами. Возможность использования полимерного материала вместо металла в конструкции распределителя также дает несколько технических преимуществ, а именно, дополнительная простота

изготовления, снижение веса, затрат, простота обслуживания и высокая ремонтпригодность.

В предпочтительном варианте по всей поверхности нижнего края внешних стенок расположен выступ, направленный на внешнюю сторону внешнего контура, и по всей
5 поверхности верхнего края внешних стенок расположен выступ, направленный на внешнюю сторону внешнего контура, а нижние края боковых стенок сквозного канала соединены дном сквозного канала.

Внешний контур может образовывать по существу кольцеобразный канал для прохождения текучей среды между ним и внутренней стенкой теплообменника различным
10 образом, например, на внутренние поверхности теплообменника может быть приварен выступ, который будет касаться верхнего края внешних стенок для ограничения кольцеобразного канала сверху, а снизу внешние стенки могут быть приварены к трубной решетке, верхняя поверхность которой будет представлять собой дно кольцеобразного канала. Дно сквозного канала также может быть образовано верхней поверхностью трубной
15 решетки.

Однако в предпочтительном варианте на верхнем и нижнем краях внешних стенок имеются выступающие наружу выступы, а нижние края боковых стенок соединены дном сквозного канала. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей
20 поверхности трубной решетки.

Также для решения вышеуказанных задач и достижения заявленного технического результата предложен вертикальный кожухотрубный теплообменник с падающей пленкой, содержащий вышеуказанный распределитель текучей среды,

при этом внешний контур распределителя и внутренняя стенка теплообменника
25 образуют по существу кольцеобразный канал для прохождения текучей среды между ними.

В предпочтительном варианте ширина кольцеобразного канала равна 0,8-1,2, предпочтительно 0,9-1,1, от ширины сквозного канала распределителя.

Примерно одинаковая ширина каналов по всему пути текучей среды может дополнительно снижать создание участков потока с напором, что улучшает гидравлические
30 процессы в коллекторной камере. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

В предпочтительном варианте теплообменник содержит канал для подачи текучей среды,

при этом указанный канал расположен выше сквозных отверстий распределителя, но не выше верхнего края внешних стенок распределителя.

5 Вышеуказанное расположение канала для подачи текучей среды может дополнительно снижать создание участков потока с напором, что улучшает гидравлические процессы в коллекторной камере. Это позволяет дополнительно увеличить равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки.

10 Также для решения вышеуказанных задач и достижения заявленного технического результата предложен способ работы вышеуказанного теплообменника, который включает стадию подачи текучей среды в кольцеобразный канал между внешним контуром распределителя и внутренней стенкой теплообменника,

при этом осуществляется прохождение текучей среды в по меньшей мере один
15 сквозной канал распределителя.

Распределитель в соответствии с заявляемым изобретением может применяться в вертикальных теплообменниках с падающей пленкой, в которых осуществляются
одновременно и массообменные процессы, например дистилляция, ректификация,
выпаривание, абсорбция, конденсация. Стриппер для производства карбамида является
20 одним из видов вертикального теплообменника с падающей пленкой.

Таким образом, заявляемое изобретение также относится к распределителю для применения в стриппере в процессе получения карбамида.

Для вертикальных теплообменников с падающей пленкой важно именно сочетание
эффективности, стабильности и надежности их работы вместе с увеличенным сроком
25 службы, так как такое сочетание обеспечивает постоянное качество целевого продукта и
помогает предотвратить возможные изменения его свойств. Кроме того, достижение такого
комплексного технического результата позволит сократить простои и потери производства,
а также предотвратить возможные аварийные ситуации, связанные с перегревом, что в свою
очередь важно для безопасности персонала и сохранения окружающей среды.

30 В связи с постоянным ростом стоимости энергии и материалов в настоящее время, проблема эффективности использования теплообменного оборудования с учетом срока его службы является актуальной. Вариантом решения данной задачи является не только рациональный подвод текучей среды к трубным пучкам через распределитель, но также и

простота его конструкции. Простота изготовления заявляемого распределителя заключается в возможности его выполнения, например, из листового материала, с помощью простых операций изгиба и соединения деталей, доступных на любом производстве и не требующих сложных и точных манипуляций и оборудования, например, сваркой, пайкой, 5 клепкой. Изготовление отверстий для выхода текучей среды также возможно на любом подходящем оборудовании, посредством простых технологических операций, например, сверления, пробивки и фрезеровки. При необходимости, внешние стенки могут быть скреплены любым подходящим средством и способом, например, приваренными одной или несколькими перемычками. Размещение и фиксация внешних стенок в корпусе 10 коллекторной камеры и/или на верхней трубной решетке может осуществляться с помощью типовых операций, как с использованием дополнительных крепежных элементов, так и без них, например, сваркой. Также, заявляемый распределитель легко монтируется до запуска теплообменника в эксплуатацию, доступен для оперативного ремонта через смотровой люк, обычно присутствующий в верхней части теплообменника, без необходимости разбирать 15 всю его конструкцию.

Краткое описание чертежей.

Лучший вариант осуществления заявляемого изобретения поясняется графически фигурами 1-3 и детально описан ниже. Общий случай осуществления заявляемого 20 изобретения включает предпочтительный вариант, но не ограничивается им.

На фиг. 1 схематично представлен фронтальный разрез распределителя в коллекторной камере вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой.

На фиг. 2 схематично представлен горизонтальный разрез распределителя в 25 коллекторной камере вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой.

На фиг. 3А, 3В и 3С представлены распределители с различными расположением и формой сквозного канала.

На всех фигурах показаны схемы, не являющиеся чертежами.

30 Стрелками обозначено направление движения текучей среды.

Позициями на фиг. 1-3 обозначены:

1 – внутренняя стенка теплообменника;

2 – канал для подачи текучей среды;

- 3 – распределитель;
- 4 – внешние стенки распределителя;
- 5 – сквозные отверстия во внешних стенках распределителя;
- 6 – сквозной канал для прохождения текучей среды через внутреннее пространство
- 5 распределителя;
- 7 – сквозные отверстия в сквозном канале;
- 8 – кольцеобразный канал между внешним контуром распределителя и внутренней
- стенкой теплообменника;
- 9 – верхняя поверхность верхней трубной решетки, размещенного внутри
- 10 вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой;
- L1 – длина сквозных отверстий во внешних стенках распределителя;
- L2 – длина сквозных отверстий в сквозном канале распределителя;
- W1 – ширина кольцеобразного канала;
- W2 – длина сквозного канала распределителя.

15

Осуществление изобретения.

В общем случае распределитель 3 содержит внешний контур, ориентированный по форме окружности и состоящий из по меньшей мере двух внешних стенок 4, ограничивающих внутреннее пространство распределителя 3, а также по меньшей мере

20 один сквозной канал 6 для прохождения текучей среды через внутреннее пространство распределителя 3.

В нижней части внешних стенок 4 имеются сквозные отверстия 5, а в нижней части боковых стенок сквозного канала 6 имеются сквозные отверстия 7.

Боковые стенки сквозного канала 6 соединены с внешними стенками 4. При этом

25 сами внешние стенки 4 могут не быть скреплены друг с другом, а соединение распределителя в единое целое может осуществляться посредством соединения противоположных стенок сквозного канала 6, например, дном канала 6 и/или промежуточными вставками, перемычками и/или путем прикрепления их к верхней

поверхности трубной решетки 9. Также внешние стенки 4 могут быть соединены, например,

30 путем соединения выступов, направленных на внешнюю сторону внешнего контура, и/или промежуточными вставками, перемычками и/или путем прикрепления их к верхней поверхности трубной решетки 9. Также внешние стенки 4 могут быть скреплены на расстоянии друг от друга в любом месте посредством любой сборочной операции,

например, с помощью приваренной промежуточной детали, или штифтом, шпилькой, болтовым соединением.

Распределитель монтируют в верхнюю коллекторную камеру и прикрепляют любым способом, например, сваркой, к трубной решетке или стенке коллекторной камеры.

5

Лучший вариант осуществления изобретения.

Ниже приведен пример лучшего варианта осуществления изобретения, но не ограничивающий возможное таковое.

Внешние стенки 4 закреплены в вертикальном кожухотрубном теплообменнике с падающей пленкой (например, в стриппере) к верхней поверхности верхней трубной решетки 9 посредством сварки.

Отверстия 5 во внешних стенках 4 и отверстия 7 в боковых стенках сквозного канала 6 выполнены прямоугольной формы и распределены равномерно по нижней части внешних стенок 4 и боковых стенок сквозного канала 6 посредством высверливания или штамповки.

Отверстия 5 расположены на высоте 70 мм от нижнего края внешней стенки 4, отверстия 7 расположены на высоте 70 мм от нижнего края боковых стенок сквозного канала 6.

При производстве карбамида в верхнюю коллекторную камеру стриппера, который является вертикальным кожухотрубным теплообменником с падающей пленкой, через канал 2 для подачи текучей среды, расположенный на боковой стенке коллекторной камеры, подают раствор, содержащий карбамид, воду, диоксид углерода и аммиак. Диаметр верхней коллекторной камеры составляет 3000 мм.

Раствор поступает в кольцеобразный канал 8 между внешним контуром распределителя 3 и внутренней стенкой 1 теплообменника, и заполняет сквозной канал 6, имеющий по существу прямолинейную форму и проходящий через центр распределителя, приваренного к верхней поверхности верхней трубной решетки 9.

Через отверстия 5 и 7 раствор поступает на верхнюю поверхность верхней трубной решетки 9 в направлении параллельном ей, откуда – в каждую из распределительных втулок, присоединенных к трубам (на фигурах не показаны). Таким образом, поступление раствора на трубную решетку происходит равномерно и одновременно не только от стенок к центру, но и от центра к стенкам. Это минимизирует градиент уровня раствора в верхней коллекторной камере и обеспечивает максимальную эффективность работы стриппера, внутри которого осуществляется процесс дистилляции. Стриппер работает под давлением

15-25 МПа, при этом рабочая температура внутри теплообменных труб составляет 180-200 °С, при которой происходит удаление аммиака и диоксида углерода и небольшой части воды из раствора карбамида.

5 Сквозные отверстия 5 во внешних стенках имеют длину L_1 , которая равна 0,06 от длины внешней стенки, в которой они находятся, при этом сквозные отверстия 5 во внешних стенках расположены друг от друга на расстоянии, равном L_1 .

Сквозные отверстия 7 в боковых стенках сквозного канала имеют длину L_2 , равную 0,11 от длины сквозного канала, в котором они находятся, при этом сквозные отверстия 7 в сквозном канале расположены друг от друга на расстоянии, равном L_2 .

10 Ширина W_1 кольцеобразного канала 8 равна ширине W_2 сквозного канала 6 распределителя.

В других вариантах осуществления изобретения, схематично показанных на фигурах 3А, 3В сквозной канал 6 имеет по существу Y-образную форму (фиг. 3А), крестообразную форму (фиг. 3В). Также распределитель 3 может иметь несколько по существу 15 параллельных сквозных каналов 6, не проходящих через центр распределителя 3.

Распределитель 3 может быть изготовлен из листового куска стали карбамидного качества. Также распределитель 3 может быть изготовлен из полимерного материала, например, методом литья под давлением, или другим традиционным способом изготовления, включая технологию 3D-печати.

20 Заявляемый распределитель является простым и экономичным в изготовлении и позволяет увеличить эффективность, надежность, стабильность и срок службы вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой с любым максимально большим диаметром верхней коллекторной камеры, в том числе при производстве карбамида за счет формирования геометрически правильного единого контура для потока текучей среды из цилиндрического полого пространства и каналов, 25 позволяющих равномерно распределять текучую среду через отверстия по всему такому контуру. Совокупность существенных признаков распределителя компенсирует неодинаковый температурный режим материала труб, а также тепловую и гидравлическую неравномерность процессов теплообмена.

30 По сравнению с известными из уровня техники распределителями при включении распределителя согласно заявляемому изобретению в конструкцию теплообменника, в частности стриппера для получения карбамида, достигается повышение эффективности работы всего теплообменника в целом и компенсация возможных недостатков конструкции

такого теплообменника, выявляемых только при его промышленном использовании. Заявляемое изобретение решает проблему создания сколько угодно объемных теплообменников с максимально большим диаметром коллекторной камеры.

5 Результаты испытаний заявленного распределителя текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой представлены в таблице далее.

Таблица 1

Параметры распределителя и теплообменника	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Форма сквозного канала	прямолинейная, канал проходит через центр распределителя				Y-образная			
высота сквозных отверстий от нижнего края внешних стенок	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм
высота сквозных отверстий от нижнего края боковых стенок сквозного канала	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм
отношение длины L1 сквозных отверстий во внешних стенках к длине внешней стенки	0,06	0,04	0,08	0,99	0,01	0,04	0,08	0,99
расстояние между сквозными отверстиями во внешних стенках	L1	0,8 L1	1,2 L1	1,5 L1	0,5 L1	0,8 L1	1,2 L1	1,5 L1
отношение длины L2 сквозных отверстий в боковых стенках сквозного канала к длине сквозного канала	0,11	0,05	0,15	0,99	0,01	0,05	0,15	0,99
расстояние между сквозными отверстиями в боковых стенках сквозного канала	L2	0,8 L2	1,2 L2	1,5 L2	0,5 L2	0,8 L2	1,2 L2	1,5 L2
отношение ширины кольцеобразного канала к ширине сквозного канала распределителя	1,0	0,9	1,1	1,2	0,8	0,9	1,1	1,2
равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки (* - хорошо, ** - очень хорошо, *** - превосходно)	***	**	**	*	*	***	***	*

Таблица 1. Продолжение

Параметры распределителя и теплообменника	Вариант							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Форма сквозного канала	крестообразная				два параллельных прямолинейных канала			
высота сквозных отверстий от нижнего края внешних стенок	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм
высота сквозных отверстий от нижнего края боковых стенок сквозного канала	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм	50 мм	70 мм	70 мм	100 мм
отношение длины L1 сквозных отверстий во внешних стенках к длине внешней стенки	0,01	0,04	0,08	0,99	0,01	0,04	0,08	0,99
расстояние между сквозными отверстиями во внешних стенках	0,5 L1	0,8 L1	1,2 L1	1,5 L1	0,5 L1	0,8 L1	1,2 L1	1,5 L1
отношение длины L2 сквозных отверстий в боковых стенках сквозного канала к длине сквозного канала	0,01	0,05	0,15	0,99	0,01	0,05	0,15	0,99
расстояние между сквозными отверстиями в боковых стенках сквозного канала	0,5 L2	0,8 L2	1,2 L2	1,5 L2	0,5 L2	0,8 L2	1,2 L2	1,5 L2
отношение ширины кольцеобразного канала к ширине сквозного канала распределителя	0,8	0,9	1,1	1,2	0,8	0,9	1,1	1,2
равномерность подачи текучей среды на поверхность трубной решетки и равномерность уровня текучей среды на всей поверхности трубной решетки (* - хорошо, ** - очень хорошо, *** - превосходно)	*	***	***	*	*	***	***	*

Формула изобретения

1. Распределитель текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой,
отличающийся тем, что
5 распределитель содержит:
внешний контур, ориентированный по форме окружности и состоящий из по меньшей мере двух внешних стенок, ограничивающих внутреннее пространство распределителя,
и по меньшей мере один сквозной канал для прохождения текучей среды через
10 внутреннее пространство распределителя, имеющий боковые стенки;
при этом в нижней части внешних стенок имеются сквозные отверстия,
и в нижней части боковых стенок сквозного канала имеются сквозные отверстия.
2. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что внешний контур выполнен с
возможностью образовывать по существу кольцообразный канал для прохождения текучей
15 среды между ним и внутренней стенкой теплообменника.
3. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что по меньшей мере один сквозной канал имеет по существу прямолинейную форму или Y-образную форму, или крестообразную форму.
4. Распределитель по п. 1 - 3, отличающийся тем, что, по меньшей мере один
20 сквозной канал проходит через центр распределителя.
5. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что распределитель содержит несколько сквозных каналов, расположенных по существу параллельно друг другу.
6. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что сквозные отверстия имеют округлую и/или прямоугольную форму.
- 25 7. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что сквозные отверстия во внешних стенках расположены на высоте 50-100 мм от нижнего края внешних стенок,
а сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала расположены на высоте 50-100 мм от нижнего края боковых стенок сквозного канала.
8. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что сквозные отверстия во
30 внешних стенках имеют длину L_1 , которая равна 0,01-0,99, предпочтительно 0,04-0,08, от длины внешней стенки, в которой они находятся,

при этом сквозные отверстия во внешних стенках расположены друг от друга на расстоянии, равном $0,5-1,5 L_1$, предпочтительно равном $0,8-1,2 L_1$,

а сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала имеют длину L_2 , равную $0,01-0,99$, предпочтительно $0,05-0,15$, от длины сквозного канала, в котором они находятся,

5 при этом сквозные отверстия в боковых стенках сквозного канала расположены друг от друга на расстоянии, равном $0,5-1,5 L_2$, предпочтительно равном $0,8-1,2 L_2$.

9. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что распределитель выполнен из стали или полимерного материала.

10. Распределитель по п. 1, отличающийся тем, что по всей поверхности нижнего 10 края внешних стенок расположен выступ, направленный на внешнюю сторону внешнего контура, и по всей поверхности верхнего края внешних стенок расположен выступ, направленный на внешнюю сторону внешнего контура, а нижние края боковых стенок сквозного канала соединены дном сквозного канала.

11. Вертикальный кожухотрубный теплообменник с падающей пленкой, 15 содержащий распределитель текучей среды по любому из п. 1-10, отличающийся тем, что внешний контур распределителя и внутренняя стенка теплообменника образуют по существу кольцеобразный канал для прохождения текучей среды между ними.

12. Теплообменник по п. 11, отличающийся тем, что ширина кольцеобразного 20 канала равна $0,8-1,2$, предпочтительно $0,9-1,1$, от ширины сквозного канала распределителя.

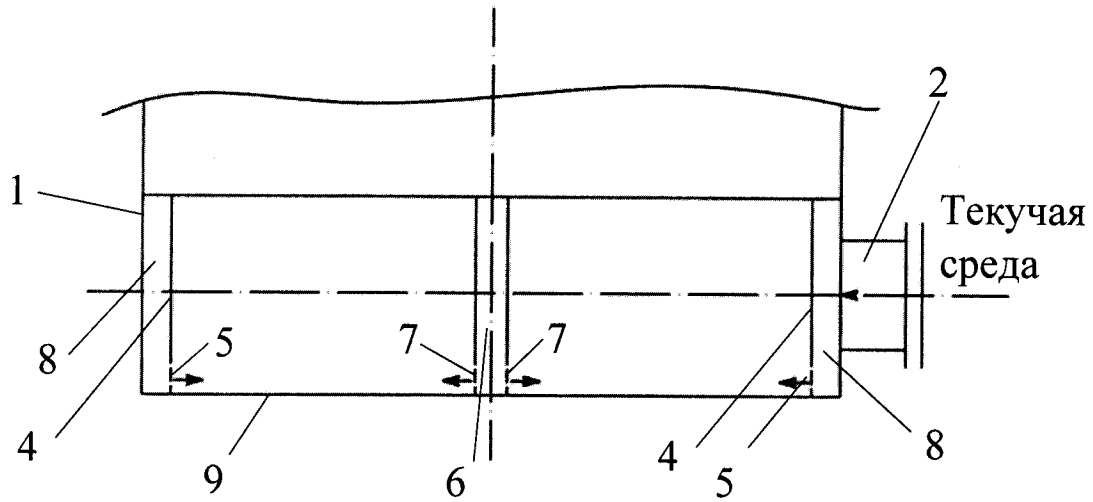
13. Теплообменник по п. 12, отличающийся тем, что теплообменник содержит канал для подачи текучей среды,

при этом указанный канал расположен выше сквозных отверстий распределителя, но не выше верхнего края внешних стенок распределителя.

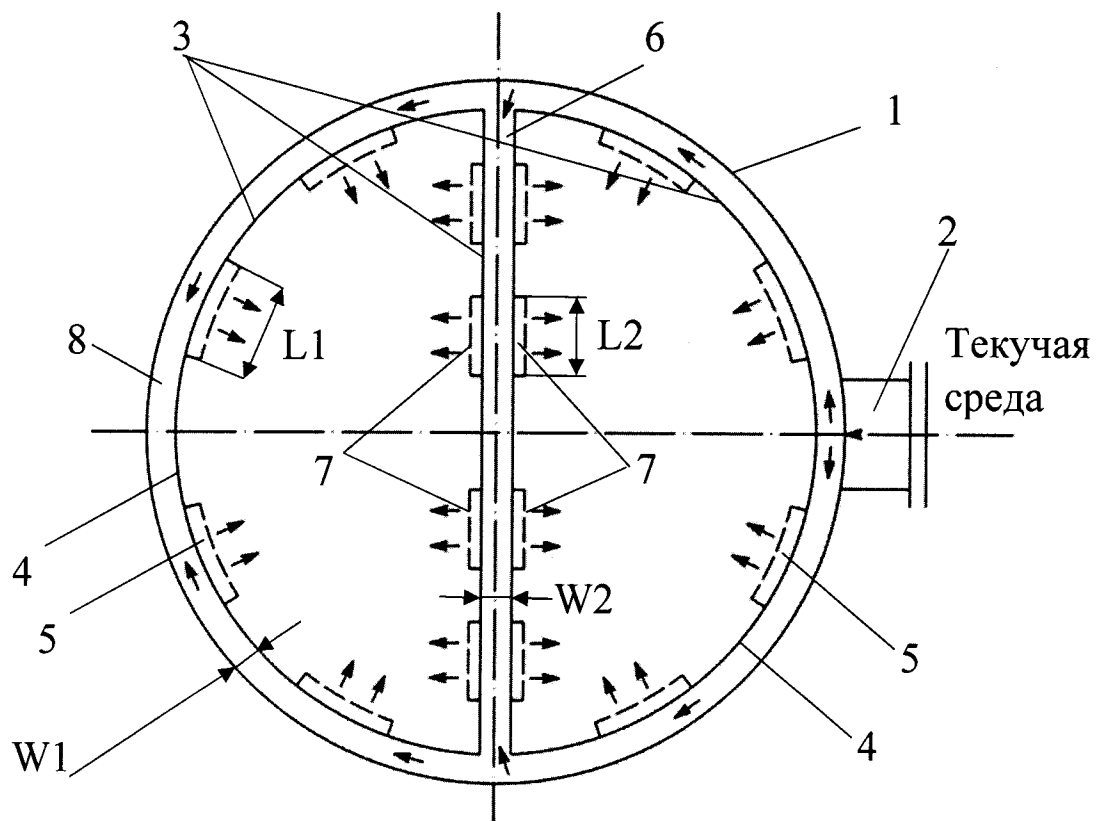
25 14. Способ работы теплообменника по любому из п. 11-13, отличающийся тем, что он включает стадию подачи текучей среды в кольцеобразный канал между внешним контуром распределителя и внутренней стенкой теплообменника,

при этом осуществляется прохождение текучей среды в по меньшей мере один сквозной канал распределителя.

Распределитель текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой, вертикальный кожухотрубный теплообменник с падающей пленкой и способ его работы

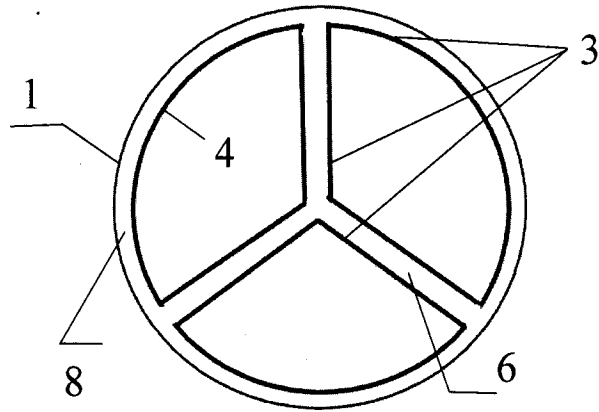


Фиг. 1

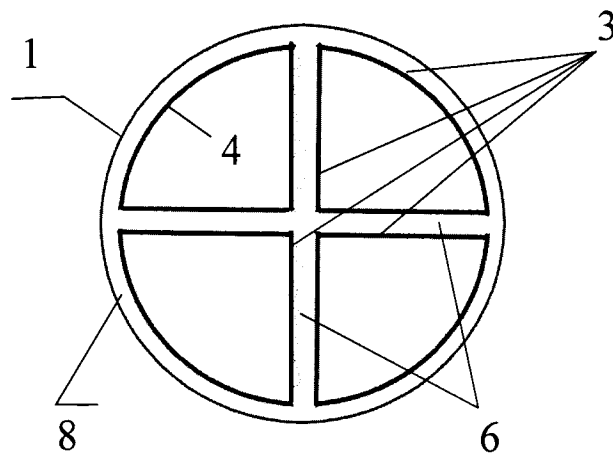


Фиг. 2

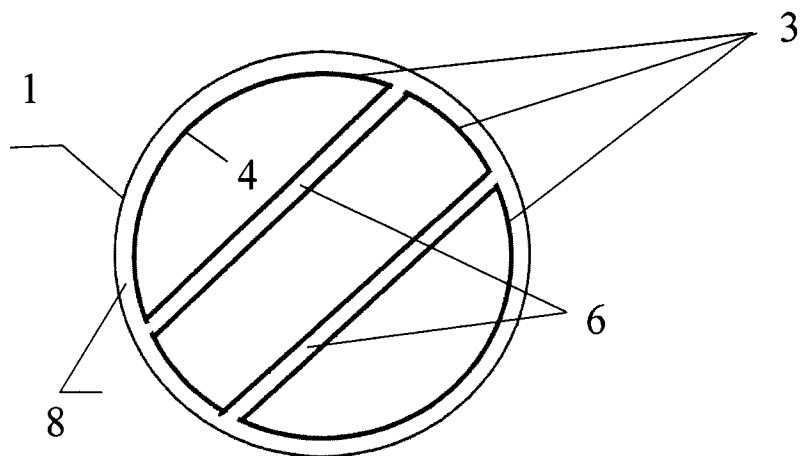
Распределитель текучей среды для вертикального кожухотрубного теплообменника с падающей пленкой, вертикальный кожухотрубный теплообменник с падающей пленкой и способ его работы



Фиг. 3А



Фиг. 3В



Фиг. 3С

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202490037**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

МПК:

F28D 3/04 (2006.01)
F28F 9/22 (2006.01)

СПК:

F28D 3/04
F28F 9/22**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

F28D 3/04, F28F 9/22

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, используемые поисковые термины)
Espacenet, EAPATIS, Google Patents**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	SU 1342169 A1 (КАРТОВСКИЙ Ю.В. и др.) 1994-09-30 см. весь документ	1-14
A	SU 1578431 A1 (БОЛИТЕР В. А. и др.) 1990-07-15 см. весь документ	1-14
A	JP 2000179989 A (НІТАСНІ LTD) 2000-06-30 см. весь документ	1-14
A	SU 556303 A1 (ДУГИНЕЦ Н.Д. и др.) 1977-04-30 см. весь документ	1-14

 последующие документы указаны в продолжении графы

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

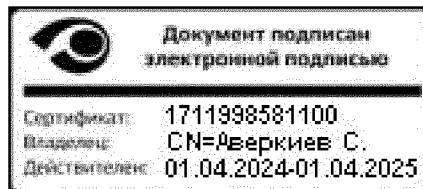
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 03 апреля 2024 (03.04.2024)

Уполномоченное лицо:
Начальник Управления экспертизы

С.Е. Аверкиев