



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 144 411** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **B 01 D 1/22, 1/24, F 25 C 1/14**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 96104369/06, 16.06.1994
(24) Дата начала действия патента: 16.04.1994
(30) Приоритет: 22.06.1993 US 08/081.039
(46) Дата публикации: 20.01.2000
(56) Ссылки: PCT WO 92/22366 A1, 23.12.92. US 4618399 A, 21.10.86. SU 676294 A, 30.07.79. SU 1708377 A1, 30.01.92. SU 1156709 A, 23.05.85. US 3498081 A, 03.03.70. GB 990247 A, 28.04.65. GB 1027365 A, 27.04.66. US 4230529 A, 28.10.80. US 4441963 A, 10.04.84. US 4762592 A, 09.08.88.
(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 22.01.1996
(86) Заявка PCT: US 94/06827 (16.06.1994)
(87) Публикация PCT: WO 95/00223 (05.01.1995)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул.Б.Спасская, д.25, стр.3, ООО "Городисский и партнеры", пат.поверенному Томской Е.В.

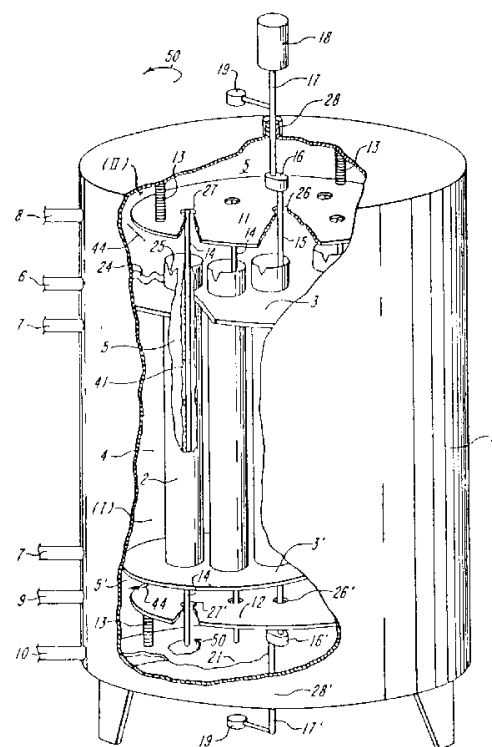
(71) Заявитель:
Вай Ти Ли Инджиниринг, Инк. (US)
(72) Изобретатель: Яо-Тзу Ли (US)
(73) Патентообладатель:
Вай Ти Ли Инджиниринг, Инк. (US)

(54) **ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ЖЕСТКИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ КОНТАКТНОГО СТЕРЖНЯ, ДВИЖУЩЕГОСЯ ПО ОРБИТЕ**

(57) Реферат:
Изобретение относится к теплопередающим устройствам для выпаривания, дистиллирования, замораживания или охлаждения жидкостей. Теплопередающее устройство для непрерывной обработки жидкости содержит надежный механический привод для ряда вертикальных контактных стержней, каждый из которых расположен в вертикальной теплопередающей трубе. Каждый стержень свободно стоит на своем нижнем конце и он достаточно гибок, чтобы плотно контактировать с внутренней поверхностью трубы по мере его движения по орбите. Контактный стержень приводится в движение орбитальным приводом непосредственно через две горизонтальные, отстоящие друг от друга по вертикали платы, которые зацепляют стержни в свободно охватывающих их отверстиях, которые служат в качестве выходов для жидкости, стекающей от приводной платы. Двигатель вращает

приводной вал, соединенный с по крайней мере одной из приводных плат через по крайней мере один эксцентриковый кривошип. Каждая плата может представлять собой противоположно расположенную пару плат с отдельными эксцентриковыми приводами, смещенными по фазе на 180° относительно друг друга для обеспечения самобалансирования. Плата другой формы представляет собой жесткое круглое кольцо с укрепленной в нем сеткой из проволок, в которой закреплены втулки для зацепления стержня. Распределение жидкости может также осуществляться от источника воды, удерживаемого между фиксированной платой и верхней приводной платой с подачей жидкости к каждой трубе под собственным весом через входное отверстие соответствующего размера в верхнем конце трубы. Для изоляции процесса теплопередачи используются различные уплотнения для передачи крутящего момента через контейнер без применения стандартных уплотнений для

вращающихся деталей. Технический результат - снижение потребления энергии и улучшение уплотнения обрабатываемой жидкости в теплопередающих устройствах, используемых для выпаривания, дистилляции, охлаждения и заморозки. 14 з.п. ф-лы, 10 ил.



Фиг. 1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 144 411** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **B 01 D 1/22, 1/24, F 25 C 1/14**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96104369/06, 16.06.1994
(24) Effective date for property rights: 16.04.1994
(30) Priority: 22.06.1993 US 08/081.039
(46) Date of publication: 20.01.2000
(85) Commencement of national phase: 22.01.1996
(86) PCT application:
US 94/06827 (16.06.1994)
(87) PCT publication:
WO 95/00223 (05.01.1995)
(98) Mail address:
129010, Moskva, ul.B.Spaskaja, d.25, str.3,
OOO "Gorodisskij i partnery",
pat.poverennomu Tomskoj E.V.

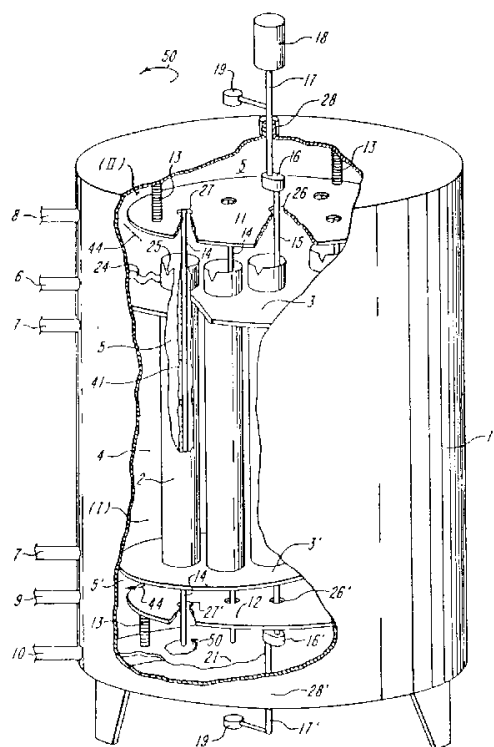
(71) Applicant:
Vaj Ti Li Indzhiniring, Ink. (US)
(72) Inventor: Jao-Tzu Li (US)
(73) Proprietor:
Vaj Ti Li Indzhiniring, Ink. (US)

(54) **HEAT-TRANSFER DEVICE WITH RIGID DRIVE FOR CONTACT CORE MOVING IN ORBIT**

(57) Abstract:

FIELD: heat-transfer devices for evaporation, distillation, freezing or cooling of liquids. SUBSTANCE: heat-transfer device for continuous treatment of liquid has a reliable mechanical drive for a number of vertical contact cores, each located in a vertical heat-transfer pipe. Each core freely stays on its lower end, and it is sufficiently flexible to tightly contact with the pipe inner surface as it moves in orbit. The contact core is set in motion by the planetary drive directly through two horizontal plates being apart from each other in vertical, which engage the cores in holes freely enclosing them, that serve as outlets for liquid running out from the drive plate. The motor rotates the drive shaft connected at least to one drive plate through at least one eccentric crank. Each plate may represent an oppositely

located pair of plates with separate eccentric drives shifted in phase by 180 deg. relative to each other to ensure self-balancing. A plate of another shape represents a rigid round ring with a wire netting attached to it, in which bushings are secured for engagement of the core. Distribution of liquid may be also accomplished from the water source, held between the fixed plate and upper drive plate, with liquid fed to each pipe under gravity through the inlet opening of the respective size in the pipe upper end. For isolation of the heat-transfer process use is made of various seals for transmission of torque through a container without any use of standard seals for rotating parts. EFFECT: reduced power consumption and improved sealing of liquid treated in heat-transfer devices used for evaporation, distillation, cooling and freezing. 15 cl, 10 dwg



Фиг.1

Изобретение касается, в основном, теплопередающего устройства для выпаривания, дистиллирования, замораживания или охлаждения жидкостей, а точнее говоря, привода для движения по орбите (далее по тексту - орбитальный привод) контактного стержня, используемого совместно с вертикальной трубой теплопередающего устройства.

При обработке жидкостей для получения свежей воды из морской воды, в дистилляционных процессах (перегонка), в производстве суспензий льда и других охлажденных или вязких жидкостей часто требуется осуществлять выпаривание жидкости. Суспензия льда среди прочих других применений используются для холодного хранения с целью снижения пиковых энергетических нагрузок в системах кондиционированного воздуха в зданиях и для обеспечения замораживания пищевых продуктов таких, как уловы рыб, хранящиеся на рыболовецких судах.

Обычные выпарные и перегонные аппараты, в которых не используется сжатие паром, требуют много энергии для нагрева жидкостей и для привода компрессоров. Кроме этого, поскольку выпаривание или конденсация происходит, главным образом, на поверхности раздела между жидкостью и ее паром, тепло должно пересекать стенку контейнера и слой жидкости для достижения этой поверхности раздела. В результате, в обычном выпарном аппарате за одну стадию имеет место существенный температурный градиент. Это ограничивает число стадий, которые могут быть предусмотрены для данного роста температуры или требует увеличенного расхода энергии.

Патенты США N 4230529 и 4441963, выданные настоящему заявителю, раскрывают новый подход к решению этих проблем. Он предусматривает использование вертикальной, тонкостенной, открытой по концам теплопередающей трубы (или труб), которая приводится в орбитальное движение, т.е. движение по орбите, или колебательное движение. Это орбитальное движение трубы увеличивает эффективность теплопередачи путем уменьшения теплового сопротивления у внутренней и наружной поверхностей трубы. Движение трубы завихряет выпариваемую жидкость, превращая ее в тонкую пленку, располагаемую по внутренней поверхности трубы. Это увеличивает площадь поверхности испарения и уменьшает тепловое сопротивление за счет уменьшения толщины жидкостного слоя. Орбитальное движение способствует также передаче тепла в трубу по ее наружной поверхности, обеспечиваемой посредством конденсации потока нагретого пара. Конденсация увеличивает толщину слоя жидкости на наружной поверхности трубы и отсюда тепловое сопротивление. В результате орбитального движения капли конденсата обсыпаются, благодаря чему увеличивается передача тепла у наружной стенки.

В обоих указанных патентах описываются несколько таких трубок, удерживаемых в общем контейнере и приводимых эксцентриками в колебательное движение в горизонтальной плоскости. Жидкость благодаря динамическому сцеплению приводится, в свою очередь, во вращение по

внутренней поверхности труб по мере того как она под действием силы тяжести стекает вниз по трубе. Эти конструкции требуют предусмотрения в выпарном аппарате кривошипов, подшипников и сложных уплотнений, детали узлов трудны и дороги в производстве и сборке, их механическая обработка должна быть выполнена с допусками в узких пределах, они подвержены коррозии и загрязнению при их использовании в химической промышленности, а их износ ведет к нарушению равновесия колеблющихся труб и появлению связанных с этим вибраций. В патенте N 4230529 раскрыто также самобалансирующееся устройство с саморегулирующимся радиусом орбиты, который регулирует баланс в зависимости от изменений массы. Если базовая конструкция подвижна, радиус кривошипа, однако, должен быть фиксированным, но даже эта мера не может быть адекватной.

Во многих известных теплопередающих устройствах, от устройств для изготовления мороженого до сложных выпарных аппаратов, используются жесткие контактные стержни, которые надежно приводятся во вращение внутри трубы с целью "размазывания" вязких жидкостей в тонкую равномерно распределенную пленку. Приводные контактные стержни могут обрабатывать жидкости с вязкостью порядка 1000000 сантипуаз или выше (вода имеет вязкость 1 сантипуаз). Однако любое жесткое приводимое контактное устройство или скребок имеет недостатки. Прежде всего - это необходимость введения и уплотнения вращающегося приводного вала. Во-вторых, из-за жесткости контактного устройства или скребка и необходимости его движения по фиксированной поверхности в ограниченных тесных пространствах, их изготовление и сборка становятся трудными и дорогими. Поверхность, по которой они движутся, должна быть механически обработана с допусками в узких пределах так же, как и контактное устройство или скребок и их опорные конструкции. Далее, эти жесткие скребковые устройства подвержены износу и сравнительно нетерпимы к нему.

Для решения этих проблем в случае менее вязких жидкостей, например с вязкостью порядка от 1 до 1000 сантипуаз, в патенте 399 описан стержень, расположенный в трубе, который "размазывает" подаваемую жидкость в очень тонкую и равномерную пленку с целью уменьшения теплового сопротивления жидкости и усиления ее выпаривания. Контактный стержень регулирует также рост твердого осадка, возникающего при испарении. В патенте 399 раскрыты несколько устройств для установки стержня, включающих отрезки тросов, гибкий, но невращающийся анкер, присоединенный между основанием и нижним концом стержня, и двойной универсальный шарнир, также соединяемый между нижним концом стержня и основанием. В то время как стержень эффективен в качестве распределителя пленки, установочные узлы имеют недостатки. Они увеличивают потребное количество материала, усложняют сборку и увеличивают эксплуатационные расходы. Кроме этого, они ненадежны. К недостаткам можно отнести и невысокую усталостную

прочность материала, из которого сделаны гибкие троса.

В патенте США N 4762592 описан орбитальный привод, который решает проблемы, связанные с изготовлением, сборкой, износом и равновесием более ранних эксцентриковых, кривошипных приводов. Этот усовершенствованный привод использует вращающиеся противовесы или грузы, установленные на выпарном аппарате, и подпружиненную подвеску для выпарного аппарата. Противовесы и масса выпарного аппарата вращаются вокруг друг друга так, как вращаются противовесы.

Хотя это устройство решает проблемы, связанные с эксцентриковым кривошипным приводом, оно также имеет определенные недостатки. Например, оно требует орбитального движения большой массы, особенно в случае, где устройство увеличено до промышленных габаритов и предусмотрено с множеством больших труб, по каждой из которых движется поток жидкости. Такая масса требует увеличенного расхода энергии (особенно при пуске), она также предъявляет повышенные требования к подпружиненной подвеске, она ведет к преждевременной усталостной поломке подвески и обычно увеличивает затраты на проектирование и эксплуатацию системы. Большая масса устройства связана также с повышенным требованием устойчивости площадки, на которой установлено устройство, например бетонного пола, в отличие от подвижной площадки такой, какой является корабль в море или какой-то другой транспорт. Хотя в патенте 4762592 предложено решение проблемы подвижной площадки, на практике это решение неадекватно, т. е. не соответствует техническим требованиям, предъявляемым к устройству, увеличенному до промышленных габаритов.

Другая конструктивная проблема связана с требованием в определенных случаях поддерживать обрабатываемую жидкость в полностью герметизированной среде, например в среде, которая асептична. Но поскольку в теплопередающем устройстве идет непрерывная обработка жидкости, там имеют место проблемы уплотнения и другие проблемы, связанные с прохождением жидкостей между орбитальной системой и фиксированной окружающей средой, а также с размещением внутри устройства привода. Трубки для жидкостей должны быть эластичными до по крайней мере определенной степени с тем, чтобы быть приспособленными к орбитальному движению, но поддержание такой эластичности становится довольно проблематичным при увеличении габаритов системы. Не существует идеальных уплотнений скольжения, вращающихся деталей, поскольку трудно обеспечивать надежность уплотнений особенно по мере их износа.

Хотя орбитальная труба, т.е. движущаяся по орбите, использовалась для выпаривания и дистилляции, она до сих пор не применялась для замораживания. Единственная причина в том, что жидкость примерзает к теплопередающей поверхности, что в значительной мере снижает эксплуатационные преимущества подобной

трубы.

Поэтому главной целью настоящего изобретения является обеспечение орбитального привода, предназначенного для использования с вертикальными теплопередающими трубами, который приводит в движение сравнительно небольшую массу, имеет более низкое потребление энергии по сравнению с известными системами орбитальных труб и который легко работает на подвижной монтажной площадке.

Другой главной целью изобретения является обеспечение указанных преимуществ в устройствах, которые легко могут быть увеличены в размерах.

Дальнейшей целью изобретения является обеспечение упомянутых преимуществ без осуществления сложной механической обработки деталей или их тщательно контролируемой сборки.

Дальнейшей целью изобретения является обеспечение упомянутых преимуществ при использовании деталей привода, по существу, не чувствительных к износу.

Дальнейшей целью изобретения является обеспечение упомянутых преимуществ с одновременным обеспечением также привода, совместимого с простыми и надежными устройствами для распределения обрабатываемой жидкости по множеству труб.

Дальнейшей целью изобретения является обеспечение упомянутых преимуществ при обеспечении также уплотнения обрабатываемой жидкости, включая уплотнение без уплотнений скольжения для вращающихся деталей.

Дальнейшей целью изобретения является обеспечение упомянутых преимуществ для теплопередающего устройства, используемого для выпаривания, дистилляции, охлаждения и заморозки.

Краткое изложение сущности изобретения.

Теплопередающее устройство для обработки жидкости, такое как выпарной аппарат или дистиллер (перегонный аппарат), обеспечивает подачу жидкости по крайней мере в одну, в основном, вертикальную тонкостенную, открытую по концам теплопередающую трубу, причем подача осуществляется сверху трубы к ее внутренней поверхности. Наружная труба или корпус окружают каждую теплопередающую трубу или трубы, определяя таким образом камеру. При выпаривании и дистилляции поток нагретого пара, идущий по наружной поверхности теплопередающей трубы, по крайней мере частично конденсируется. Результирующий, направленный радиально внутрь через теплопередающую трубу поток тепла вызывает выпаривание жидкости на внутренней поверхности трубы. При охлаждении или замораживании хладагент течет по наружной поверхности трубы, вызывая направленный радиально наружу трубы тепловой поток, который замораживает обрабатываемую жидкость на внутренней поверхности трубы.

Внутри каждой трубы расположен контактный стержень. Он предпочтительно своим нижним концом свободно опирается непосредственно или косвенно на горизонтальную плату, расположенную на некотором расстоянии ниже трубы или труб. Стержень выполнен из такого материала и

имеет такую форму, которые позволяют ему изгибаться так, чтобы сопрягаться с внутренней поверхностью трубы, когда он контактирует с этой поверхностью. По одному варианту стержень имеет на нижнем конце низкофрикционный скользящий наконечник. По другому варианту стержень через шаровой шарнир и гнездовое соединение связан с одним концом рычага, нижний конец которого вращается в гнезде или подобном углублении, которое выполнено в плате или детали, которая монтируется на плате.

Непосредственный привод приводит контактный стержень или стержни в движение по орбите. В отличие от известного теплопередающего устройства с трубой, движущейся по орбите, теплопередающая труба или трубы в настоящем теплопередающем устройстве неподвижны. Контактный стержень или стержни движутся по орбите внутри труб. Каждый стержень распределяет жидкость по внутренней поверхности трубы. В соответствии с предпочтительной конструкцией надежного привода стержня привод включает две горизонтальные, отстоящие друг от друга по вертикали платы, в соосных отверстиях которых свободно удерживается стержень или стержни. Ряд эксцентриковых кривошипов приводят платы в движение по орбите, которое через платы передается стержням. Каждая плата может также иметь форму песочных часов или цифры восемь. Две такие платы могут располагаться друг относительно друга ортогонально, т.е. под прямым углом, причем каждая плата предусмотрена с собственным приводным валом и эксцентриками, установленными так, чтобы работать друг относительно друга со смещением по фазе, составляющим 180° , для достижения самобалансирования. Вращающийся приводной вал двигателя может соединяться с кривошипами с помощью уплотнений скользящего вращения, установленных в корпусе. Для избежания уплотнений скользящего вращения внутренний вал может приводиться во вращение с помощью магнитной муфты или через трубку, которая установлена для передачи крутящего момента между наружным источником движущей силы и приводными элементами с жидкостным уплотнением внутри эластичного шланга.

В другом варианте орбитального привода стержень или ряд стержней установлены в двух отстоящих друг от друга по вертикали горизонтально расположенных проволоочных сетках или т.п., где проволоки тянутся из жесткого кольца к каждому стержню. С целью обеспечения орбитального движения без использования уплотнений для вращающихся элементов к наружному корпусу присоединяются с помощью сильфонных уплотнений или т.п. две пары радиально соориентированных противоположных приводных элементов. Они работают синхронно так, чтобы преобразовывать линейное движение в орбитальное движение, которое передается кольцу и таким образом стержням, связанным с этим кольцом.

Система распределения жидкости для множества труб может предусматривать подачу обрабатываемой жидкости к верхней горизонтальной приводной плате, по которой жидкость просто течет, или через сливы к

отверстиям в плате, которые зацепляют верхние концы стержней. Такая распределительная система может работать, поскольку трубы установлены неподвижно и поэтому подаваемая вода не нуждается в движении по орбите. Жидкость под действием собственного веса идет через отверстия к нижележащим трубам. Движение стержней в отверстиях предотвращает их забивание, даже когда жидкой средой является суспензия льда, концентрат фруктового сока или другая смесь твердых тел с жидкостью.

Система предусматривает также использование кольцевых стенок, установленных на приводной плате вокруг соответствующей трубы, имеющих отверстие или желобок, выполненный в стенке, для подачи жидкости.

Эквивалентная система подачи жидкости может быть также образована путем установки теплопередающих труб так, чтобы их верхние концы выступали над фиксированной горизонтальной платой и содержали отверстия, позволяющие пропускать через них поток жидкости при расходе, частично определяемом площадью отверстия. Износ элементов привода, например отверстия приводной платы или подшипников, не оказывает, во существу, вредного воздействия на эксплуатационные характеристики устройства.

Эти и другие признаки и цели изобретения будут более понятны из нижеследующего подробного его описания со ссылкой на приложенные чертежи.

Краткое описание чертежей.

Фиг. 1 - изображение в аксонометрии теплопередающего устройства с орбитальным стержнем в соответствии с настоящим изобретением, где множество теплопередающих труб установлены неподвижно, а орбитальный привод надежно связан с контактными стержнями.

Фиг. 2 - упрощенный вид горизонтального сечения теплопередающей трубы и движущегося по орбите контактного стержня, иллюстрирующий динамические силы, действующие на стержень и жидкость в трубе.

Фиг. 2А - векторная диаграмма сил, иллюстрирующая динамические силы, действующие как показано на фиг. 2.

Фиг. 3 - упрощенный вид в аксонометрии двух пар диаметрально противоположных приводных плат, каждая из которых приводится в движение с помощью эксцентриковых кривошипов и каждая приспособленная для зацепления и приведения в движение по орбите ряда контактных стержней, как показано на фиг. 1.

Фиг. 4 - вид в аксонометрии другого варианта привода стержня в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 5 - горизонтальное сечение еще одного варианта орбитального привода в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 6 - вертикальный разрез магнитной муфты для передачи усилия вращения с уплотнением иным, чем уплотнение вращающихся деталей.

Фиг. 7 - вертикальный разрез, соответствующий фиг. 6, иллюстрирующий механическое соединение для передачи усилия вращения с уплотнением иным, чем уплотнение скольжения вращающихся деталей.

Фиг. 8 - вертикальный разрез системы распределения жидкости, используемой в устройстве по фиг. 1.

Фиг. 9 - вертикальный разрез установочной конструкции в соответствии с настоящим изобретением для контактных стержней.

Фиг. 10 - вид, соответствующий фиг. 9, но другого варианта установочной конструкции.

Подробное описание предпочтительных воплощений изобретения.

На фиг. 1 показано теплопередающее устройство, в котором использован привод для обеспечения движения контактного стержня по орбите, в соответствии с настоящим изобретением. Контейнер или наружный корпус 1 содержит ряд теплопередающих труб 2. Верхний лист 3 и нижний лист 3' вместе с проходящими через них трубами 2 делят внутренний объем контейнера 1 на две камеры 4 и 5. Камера 4 является наружной или корпусной стороной теплопередающей системы. Камера 5 включает обе верхнюю и нижнюю камеры 5', а также пространство внутри всех труб 2. Каждая труба 2 обеспечивает внутреннюю и наружную теплопередающие поверхности. Каждая труба имеет тонкую стенку и выполнена из материала с высокими теплопередающими свойствами, такого как медь или сталь. Труба может иметь определенную поверхностную обработку, такую как шлифовка (рифление) для улучшения теплопередающих свойств внутренней или наружной поверхностей трубы. Первая среда 1 может вводиться в камеру 4 через сопла или трубки 7, 7' для теплообмена через стенку теплопередающих трубок 2 со второй средой 11, которая может вводиться в верхнюю камеру 5 через сопла или трубки 6, 8, а также через сопла или трубки 9, 10, расположенные у нижней камеры 5'. Например, при обессоливании средой 11 является морская вода, а средой 1 - нагретый пар, такой как водяной пар. При производстве суспензий льда в качестве среды 11 используется вода с добавкой, которая уменьшает прилипание ледяных кристаллов к внутренней поверхности трубы, а в качестве среды 1 используется сжатый хладагент, который кипит у наружной поверхности трубы, образуя паропенистый поток. Пригодной для воды добавкой является этиленгликоль (автомобильный антифриз), молоко, морская вода, двойной ацетат кальция и магния и определенные неорганические соли, такие как бикарбонат натрия, которые образуют безводные кристаллы. Обычным является 10%-й раствор. Удачные добавки ведут к образованию очень тонких порошкообразных кристаллов льда. Добавки, которые не работают, образуют кристаллы льда в виде больших плоских чешуек.

При использовании устройства 100 для осуществления выпаривания находящаяся в камере 4 среда 1, имеющая более высокую температуру, используется для выпаривания второй среды 11, находящейся внутри камеры 5 и имеющей более низкую температуру. В частности, водяной пар может вводиться в камеру 4 через трубку 7, причем при его конденсации на наружной поверхности трубы 2 он будет выделять скрытую (латентную) теплоту с образованием некоторого количества конденсата, который будет

вытекать через выход 7'. Высвобожденное таким образом тепло будет использоваться для выпаривания среды 11, причем жидкость, введенная в верхнюю камеру 5 через трубку 7 будет подаваться на верхнюю поверхность листа 3. В соответствии с одним вариантом распределения введенной жидкости она разместится на листе 3 в форме жидкостной лужи 24. Эта жидкость в виде жидкостного потока 41 будет затем стекать в трубу 2 через выемки 25, попадая на ее внутреннюю поверхность. Скрытое тепло, высвобожденное при конденсации водяного пара внутри камеры 4, будет проходить через стенку трубы 2 и выпаривать жидкостной поток 41 внутри трубы с выделением пара 44, который может выходить либо через верхний конец трубы 2 и далее через выход 8, либо в соответствии с другим вариантом идти вниз по трубе 2 вместе с жидкостным потоком 41 и выходить через сопло или трубу 9 у нижнего конца камеры 5.

Внутри каждой трубы 2 расположен контактный стержень 14, который приводится во вращение по орбите внутри трубы 2 для проталкивания жидкостного потока 41. Траектория и направление движения по орбите обозначены круговыми стрелками 50. Такое орбитальное движение будет генерировать центробежную силу, которая будет удерживать стержень 14 на внутренней поверхности трубы 2, который благодаря этому будет "размазывать" жидкостной поток 41 в тонкую и ровную жидкостную пленку для облегчения выпаривания потока 41 и тем самым увеличивая коэффициент теплопередачи.

Масса стержня, свойства поверхности стержня и трубы так же, как и скорость вращения стержня, должны регулироваться для достижения различных целей при различных их применениях.

Например, при обессоливании морской воды орбитальное движение стержня должно быть отрегулировано так, чтобы свести до минимума накипь, тенденцию к образованию которой имеют различные компоненты, растворенные в морской воде, образующие ее при выпаривании воды. В случае осуществления концентрации некоторых пищевых продуктов стержень должен быть способен проталкивать концентрированную жидкость, преодолевая ее вязкость и в то же время не повреждая тонкий материал внутри концентрата. При производстве суспензии льда поток тепла будет направлен из внутренней полости трубы к ее наружной поверхности, чтобы по мере охлаждения жидкости образовывались и перемещались вниз кристаллы льда. Функция стержня для такого применения будет состоять в том, чтобы разрушать и/или смещать начинающиеся образовываться кристаллы льда, которые могут прилипнуть к внутренней поверхности трубы 2.

В устройстве по фиг. 1 стержни 14 предпочтительно свободно стоят внутри труб 2, причем их нижние концы опираются на плату 21, будучи предусмотрены с наконечниками, имеющими низкофрикционную поверхность для скольжения стержней по указанной плате при осуществлении орбитального движения по стрелке 50. В соответствии с предпочтительным вариантом, указанное

орбитальное движение стержней 14 осуществляется посредством двух отстоящих друг от друга по вертикали горизонтальных плат 11, 12. Эти платы поддерживаются на гибких осях 13 и 13', которые у одного конца прикреплены к торцевым крышкам корпуса 1, а у другого конца к платам 11 и 12. Эти гибкие оси 13 и 13' обладают жесткостью на их кручение, но эластичностью при их изгибании. Подобным образом работает универсальный шарнир. Подвешенные таким образом платы 11 и 12 будут иметь свободу для поступательного движения, но не для кругового движения. В центре плат 11 и 12 имеются вкладыши 26 и 26', через которые проходит вал 15, приводимый во вращение посредством кривошипов 16 и 16', укрепленных на центральном валу 17 и 17', который, в свою очередь, приводится во вращение двигателем 18 через подшипники и уплотнения 28 и 28', установленные на контейнере 1. Таким образом, когда работает двигатель 18, он побуждает платы 11 и 12 двигаться по орбите, а они, в свою очередь, приводят в подобное орбитальное движение все стержни 14, охваченные отверстиями 27 и 27' этих плат. Радиус кривошипов 16 и 16' подбирается так, чтобы стержни 14 могли свободно двигаться по орбите внутри труб 2. Диаметр отверстий 27 и 27' значительно больше диаметра стержней 14, что позволяет каждому стержню саморегулироваться при его орбитальном движении в трубе 2.

На фиг. 2 показаны главные динамические силы, действующие при работе узла стержня, приводимого в движение по орбите. Сила 60 - это центробежная сила, развиваемая стержнем 14, приводимым во вращение по орбите внутри трубы 2 силой 61, возникающей при движении отверстий 27 плат 11 и 12, которые приводят в движение стержень. Эта центробежная сила взаимодействует с гидродинамической силой 63, действующей на поверхность стержня 14, когда жидкость проталкивается по трубе стержнем. На фиг. 2 показана диаграмма равновесия сил, иллюстрирующая физическую природу баланса векторов сил более ясно. По существу тангенциальный (касательный) компонент вектора 63 уравнивается вектором 61, который имеет непосредственное отношение к приводному усилию, развиваемому двигателем 18. Радиальный компонент вектора 63 уравнивается центробежной силой, которая является функцией скорости, диаметра и плотности стержня. Так как скорость вращения и диаметр стержня также влияют на характеристику вектора 63, независимым контрольным фактором является только плотность стержня.

Суммарная центробежная сила, развиваемая всеми стержнями, и сила от приводных плат создают периодически меняющуюся разрушительную силу, действующую на всю систему, сотрясая ее. Это явление может быть сведено до минимума путем использования двух противовесов 19, 19, установленных на валах 17 и 17', как показано на фиг. 1.

На фиг. 3 показано использование двух расположенных под прямым углом друг другу приводных плат 11, 11', приводимых в движение валом 17 через два комплекта эксцентриковых подшипников 30 и 31 и их

соответствующие кронштейны 32 и 33. Вал 17а приводит в движение другую пару этих плат. Каждая плата имеет, в основном, форму песочных часов или цифры восемь, образуя два сектора. Плата 11 расположена на некотором расстоянии над платой 11'. Поскольку эти два эксцентриковых подшипника расположены друг относительно друга на расстоянии под углом 180° и каждая приводная плата имеет одинаковую массу и приводит в движение одинаковое количество стержней, они сами стремятся уравновесить друг друга без необходимости использования внешних противовесов.

На фиг. 4 показан вариант привода стержня с использованием кривошипов 39, причем здесь взято минимум три кривошипа, расположенных треугольником для обеспечения плавной работы. На этой схеме все три кривошипа 39 имеют одинаковый радиус. Приводной плоский элемент 38 приводной платы 11" взят тот же, что и для приводной платы 12". Все три кривошипа при приведении во вращение одного из них будут вращаться в унисон.

На фиг. 5 показан другой вариант приводной платы 11"" для орбитального стержня, который подчеркивает возможность изготовления платы на сколько возможно легкой и платы, с помощью которой предлагается насколько возможно ограничить поток среды в трубу и из нее. Плата 11"" выполнена из несущего кольца 11а и перемычек 11b, вместе являющихся опорой для приводных колец с отверстиями 27. Этот тип приводной платы особенно подходит для нижней платы теплопередающего устройства, используемого для получения суспензии льда.

На фиг. 5 показан также линейный привод, такой как магнитный или электрический соленоиды или пневматический цилиндр. Как показано на чертеже, магнитный сердечник 60 установлен с возможностью скольжения внутри цилиндра 63 и приводится в движение от расположенной снаружи цилиндра соленоидной катушки 61. Четыре указанных линейных привода образуют расположенные под прямым углом друг к другу пары. Они связаны с приводными платами 11"", 12"" (не показаны) тросами 62 и через пружины (не показаны) таким образом, что, когда к катушке 61 подается электрический ток требуемой частоты, приводная плата 11 приводится в движение по орбите.

На фиг. 6 показана стандартная магнитная муфта для безуплотнительного привода, где вал 17 соединен с магнитным сердечником 56, расположенным внутри цилиндра 57, который является частью верхней крышки 1а контейнера 1. Чашеобразный магнит 58, расположенный вокруг цилиндра 57, приводится во вращение валом 59.

На фиг. 7 показан механическое уплотнение нескользящего типа с использованием сильфонов (гофры) или подобных элементов. По существу, это кривошип, покрытый гибким шлангом. Здесь вал 17 приводится во вращение кривошипом 45, установленным в опорных подшипниках 28', 47 и 48, причем вращение кривошипа 45 обеспечивается за счет толкательного движения, передаваемого ему шатуном 53 (как на фиг. 4). Уплотнение кривошипа обеспечивается сильфонами 52,

армированными кольцами 51. Упомянутое толкательное движение передается кривошипу через подшипниковую втулку 47. У верхнего конца кривошипа расположена трубка 54 для подачи некоторого количества соответствующей жидкости 55, обеспечивающей смазку подшипников и способствующей поддержанию герметичности уплотнения. Эта жидкость может быть частью жидкости, подаваемой на обработку. Подшипник 48 поддерживается двумя изогнутыми опорными элементами 49, 49. Это уплотнение выполнено вращающимся, но не скользящего типа. Это устройство обладает преимуществом механического привода в отличие от магнитного привода по фиг. 6, который может выходить из зацепления, если его крутящий момент не может обеспечить движение приложенной к нему нагрузки.

На фиг. 8 показано использование верхней приводной платы 11*, ее отверстий 27* и контактных стержней 14* для равномерного распределения подаваемой на обработку жидкости в теплопередающие трубы 2*. В этом устройстве трубы 2* собраны таким образом, чтобы немного выступать над поверхностью верхнего листа 3* с тем, чтобы позволить плате 11* скользить по верхнему торцу трубы 2*, служа в качестве крышки. Жидкость, подаваемая в камеру 5*, будет образовывать лужу 24*, которая затопит плату 11*, образуя над ней слой жидкости заданной высоты, который определит расход потока жидкости в каждую трубу через отверстие 27*, окружающее контактный стержень 14*. При таком распределении жидкости она служит и в качестве смазки для стержня в отверстии 27*, причем движение стержня способствует предотвращению любой тенденции к забиванию этих отверстий.

На фиг. 9 и 10 показаны два альтернативных устройства для снижения трения скольжения стержня 14 по плате 21. Как показано на фиг. 9, соединительный рычаг 64 крепится к нижнему концу стержня 14 с помощью шарового шарнира 67, установленного в гнезде 66 рычага 64, позволяющего стержню свободно двигаться по орбите внутри трубы. На чертеже рычаг показан с шарниром на верхнем конце, но он на этом конце может быть предусмотрен с гнездом. Возможно использование также и других конструкций таких, как короткие отрезки гибкого троса или двойной универсальный шарнир. Нижний конец рычага 64 свободно установлен в гнезде 65, образованном в плате 21', контактируя с ним. Гнездо 65 ограничивает любое заметное боковое смещение нижнего конца рычага, но не ограничивает его движение по конической траектории по мере движения стержня по орбите. Гнездо 65 может быть выполнено в качестве отдельного чашеподобного элемента, крепящегося на плате 21'. Указанное соединительное звено могло бы быть также выполнено в форме короткого отрезка гибкого троса или двойного универсального шарнира, но это было связано с увеличением расходов, с проблемами усталости или износа материалов.

На фиг. 10 показано более простое устройство. На нижнем конце стержня 14

крепится наконечник 68 из низкофрикционного материала, например соответствующей пластмассы. Такой материал имеет более низкий коэффициент трения по отношению к поверхности платы 21, чем материал стержня 14, в связи с чем уменьшается износ деталей и снижается потребление энергии, требуемой для приведения в движение стержня (стержней).

При работе устройства двигатель 18 приводит в движение по орбите две или более приводных плат и стержни, удерживаемые в этих платах, благодаря чему осуществляется распределение жидкости по трубам 2 и удаление твердого осадка с внутренних стенок труб в соответствии с распределением динамических сил, показанным на фиг. 2. Благодаря эластичности контактный стержень хорошо сопрягается с внутренней поверхностью трубы и эффективно способствует хорошей теплопередаче без критического выравнивания в ряд движущихся деталей, без износа деталей, без сопряжения деталей с тугими посадками, без высокого потребления энергии и повышенных требований к сборке, монтажу, присущих известным устройствам с орбитальным движением труб. В частности, в известных системах, описанных в упомянутых патентах США N 4230529, 4441963 и 4762592, масса стержней и связанных с ними движущихся приводных деталей составляет обычно менее 10% массы движущихся труб, жидкости в трубах и других элементов, жестко связанных с трубами и двигающихся вместе с ними. Это уменьшает требования к величине крутящего момента при пуске устройства почти в пять раз, а потребность в энергии для двигателя 18 почти в два раза. Как отмечалось выше, недостатки известных жестких контактных и скребковых систем устраняются путем выполнения стержней 14 эластичными и контактными, а также благодаря конструкции привода. Уменьшенная движущаяся масса облегчает также увеличение размеров устройства, например, за счет уменьшения затрат и снижения усталости монтажных пружин и ослабления проблем вибрации и баланса устройств с орбитальным движением труб и с фиксированным кривошипом.

Хотя изобретение было описано на примерах его предпочтительных воплощений, специалисту понятно, что в вышеприведенное подробное описание изобретения и приложенные чертежи могут быть внесены различные изменения. Например, хотя контактные стержни свободно удерживаются в отверстиях приводной платы, как было описано выше, они могут быть установлены в подшипниках, хотя это будет дороже и будет связано с ограничением выбора обрабатываемых жидкостей. Кроме этого, хотя в соответствии с описанием контактные стержни свободно стоят на их нижних концах, они могут быть подвешены сверху на гибком тросе, гибко закрепленном по его обоим концам, или поддерживаться на одной или двух приводных платах. Однако полагаем, что эти изменения менее желательны, поскольку они сокращают выбор режимов работы, увеличивают затраты и связаны с большей подверженностью деталей усталости и износу. Приводные платы могут допускать разнообразие их форм, согласующихся с

основными конструкциями и их назначениями, описанными здесь, так же, как и варианты источника движущей силы и его соединения с приводной платой. Эти и другие изменения и модификации попадают под объем притязаний приложенной формулы изобретения.

Формула изобретения:

1. Теплопередающее устройство, имеющее по меньшей мере одну вертикально ориентированную теплопередающую трубу, которая через ее верхний конец принимает первую, подлежащую обработке жидкость, и по наружной поверхности которой идет поток второй жидкости для создания радиальной теплопередачи через стенку труб, эластичный контактный стержень, расположенный в каждой трубе и проходящий, по существу, по длине трубы, и орбитальный привод, содержащий источник движущей силы и средства для преобразования мощности указанной движущей силы в орбитальное движение, отличающееся тем, что орбитальный привод содержит средства для механической и принудительной передачи орбитального движения непосредственно контактному стержню для придания ему движения по орбите по внутренней поверхности теплопередающей трубы таким образом, что сама теплопередающая труба остается неподвижной.

2. Теплопередающее устройство по п.1, отличающееся тем, что средства для механической передачи содержат приводную плату.

3. Теплопередающее устройство по п.2, отличающееся тем, что приводная плата содержит две отстоящих друг от друга по вертикали горизонтальных приводных платы, которые связаны со стержнем у его верхнего и нижнего концов.

4. Теплопередающее устройство по п.2 или 3, отличающееся тем, что платы содержат отверстия, в которых свободно с возможностью зацепления расположены верхний и нижний концы стержня, причем контактный стержень свободно стоит на своем нижнем конце.

5. Теплопередающее устройство по п.4, отличающееся тем, что имеется множество контактных стержней, а каждая из указанных плат находится в зацеплении со всеми указанными стержнями.

6. Теплопередающее устройство по п.4, отличающееся тем, что имеется множество стержней и множество пластин у каждого верхнего и нижнего конца, причем указанные платы расположены попарно с расположением плат в каждой паре под прямым углом и указанные преобразующие средства приводят в движение противоположные пары плат со смещением по фазе на 180° для создания

самобалансирования.

7. Теплопередающее устройство по любому из пп.4 - 6, отличающееся тем, что преобразующие средства содержат по крайней мере один эксцентрик, оперативно связывающий источник движущей силы и каждую из плат.

8. Теплопередающее устройство по любому из пп.5 - 7, отличающееся тем, что плата содержит жесткое кольцо в виде замкнутого круга и средства, укрепленные внутри рамы для зацепления стержней.

9. Теплопередающее устройство по любому из пп.5 - 8, отличающееся тем, что источник движущей силы представляет собой двигатель с вращающимся валом, с которого снимается мощность.

10. Теплопередающее устройство по любому из пп.5 - 8, отличающееся тем, что источник движущей силы представляет сорасположенные под прямым углом друг к другу пары линейных приводов.

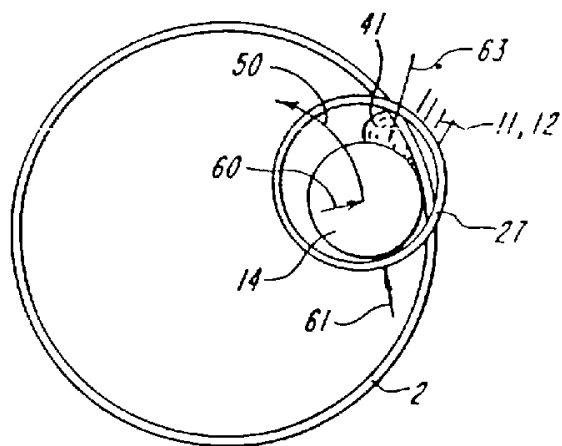
11. Теплопередающее устройство по любому из пп.4 - 10, отличающееся тем, что нижний конец стержня несет низкофрикционный элемент, а привод включает плату, расположенную горизонтально под трубой и на некотором расстоянии от нее, по которой скользит низкофрикционный элемент в течение движения контактного стержня по орбите.

12. Теплопередающее устройство по любому из пп.4 - 10, отличающееся тем, что контактный стержень соединен у нижнего конца с рычагом, который крепится к контактному стержню с возможностью свободного горизонтального движения, причем рычаг удерживается своим нижним концом в фиксированном месте с возможностью движения по конической траектории.

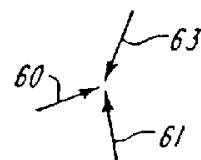
13. Теплопередающее устройство по п.1, отличающееся тем, что имеется контейнер, окружающий трубу, контактный стержень и по крайней мере механические соединительные средства, преобразующие средства включают невращающееся уплотнение, расположенное в контейнере между источником движущей силы и механическими соединительными средствами.

14. Теплопередающее устройство по п.13, отличающееся тем, что источник движущей силы представляет собой магнитный привод, расположенный в способном вращаться элементе, установленном внутри контейнера, причем уплотнение включает чашеподобную часть контейнера, которая окружает способный вращаться элемент.

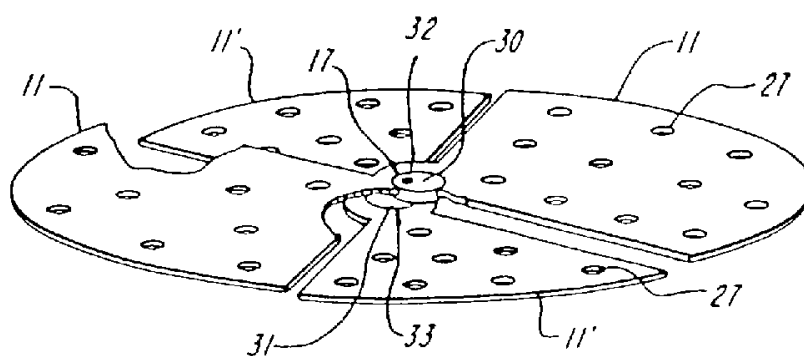
15. Теплопередающее устройство по п.13, отличающееся тем, что уплотнение включает гибкий шланг, который окружает эксцентриковый кривошип, и жидкостной поток в шланг.



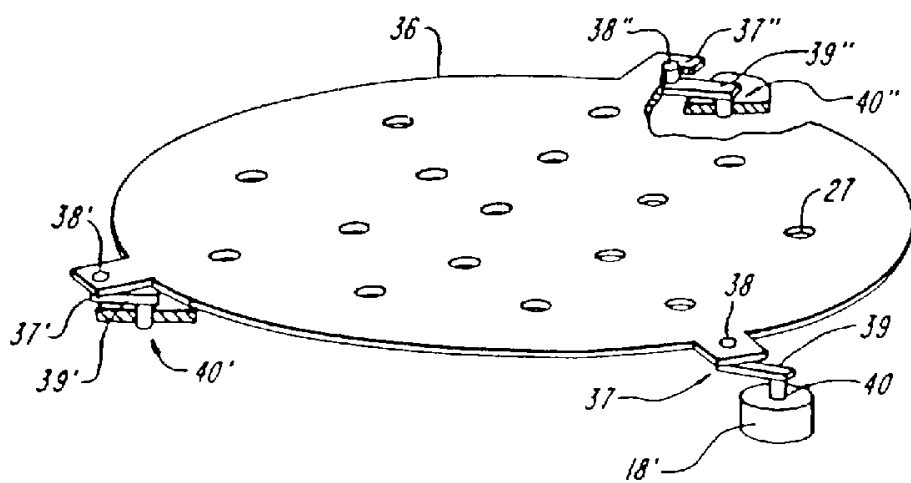
Фиг.2



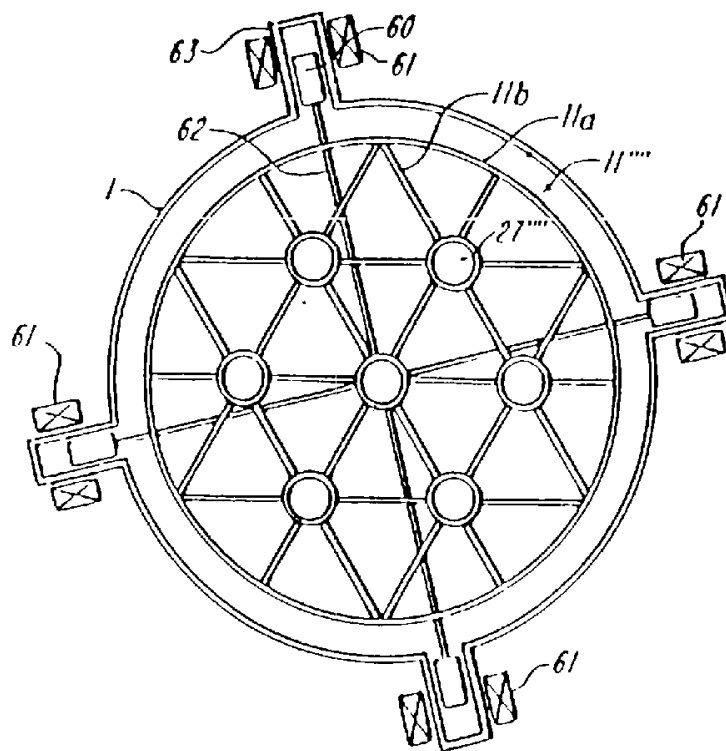
Фиг.2А



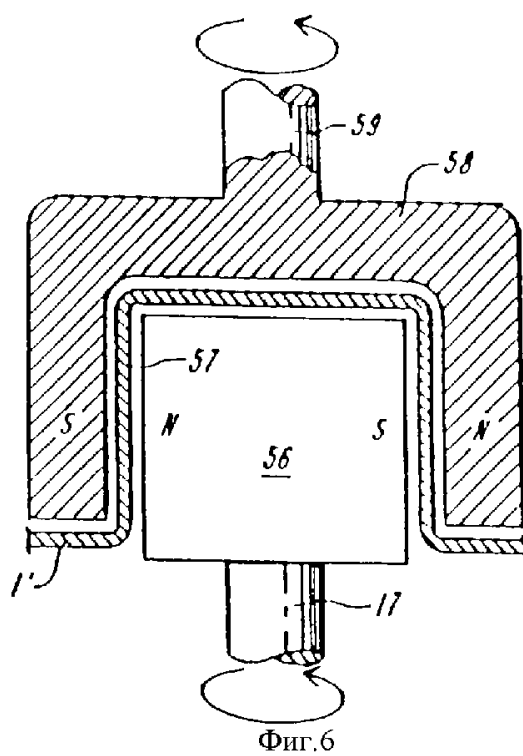
Фиг.3



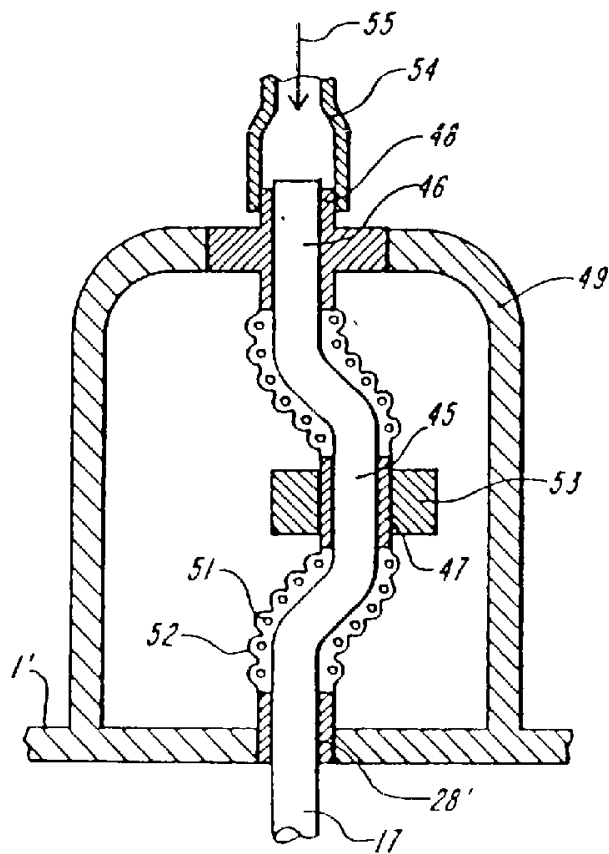
Фиг.4



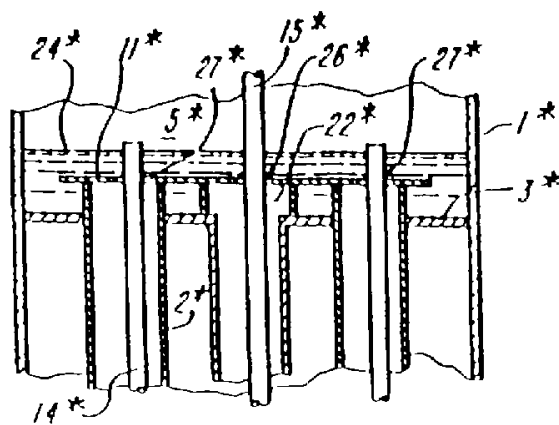
Фиг.5



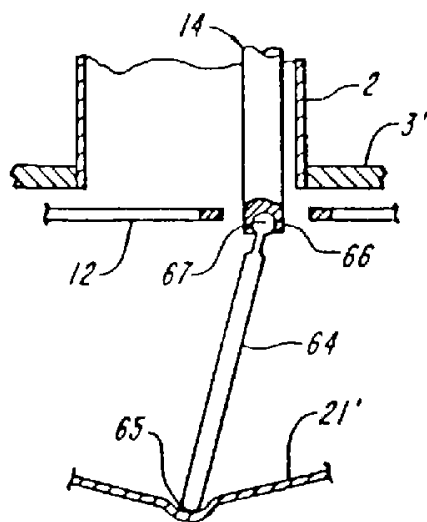
Фиг.6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

