

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202490920 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.10.21

(51) Int. Cl. A47J 27/21 (2006.01)  
A47J 27/00 (2006.01)  
H05B 3/68 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.10.03

(54) МАЛОШУМНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (ВАРИАНТЫ) И  
ПРОФИЛИРОВАННОЕ ДНО ЕМКОСТИ

(31) 2021129185

(72) Изобретатель:

(32) 2021.10.07

Саитов Ринат Мансурович, Лихачев  
Александр Игоревич (RU)

(33) RU

(86) PCT/RU2022/050308

(74) Представитель:

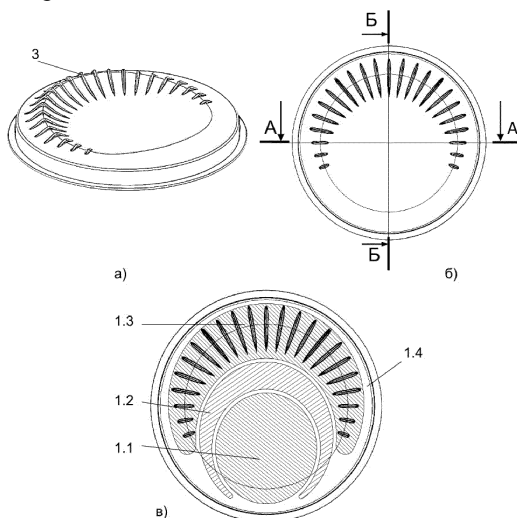
(87) WO 2023/059226 2023.04.13

Саитов Р. (RU)

(71) Заявитель:

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"ДЖИБИЭС РУС" (RU)

(57) Заявлен нагревательный элемент, представляющий собой днище резервуара для нагрева жидкостей, включающее металлическое днище переменной толщины с линейным электронагревателем, прикрепленным к нему снизу или встроенным в корпус днища. Особенностью заявленного нагревательного элемента является то, что днище в месте проникновения нагревателя и вокруг него выполнено толще остальной поверхности днища. Дно может радиально включать несколько концентрических областей с различными характеристиками. Центральная область имеет наименьшую толщину днища. Зона нагрева находится над кольцевым нагревателем и имеет самое толстое днище. Толщина поднимает его вверх. Кольцевой нагреватель может быть выполнен в виде неполного кольца с зазором. Также заявлен узел днища резервуара, включающий днище переменной толщины для нагрева жидкостей.



202490920  
A1

202490920  
A1

## МАЛОШУМНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (ВАРИАНТЫ) И ПРОФИЛИРОВАННОЕ ДНО ЕМКОСТИ.

### ОПИСАНИЕ

Заявленное изобретение относится к нагревательным элементам для нагрева воды или других жидкостей в бытовых или промышленных нагревательных приборах.

Уровень техники.

В настоящее время известно несколько разновидностей нагревательных элементов, аналогичных заявленному.

Например, в патенте CN101237797A раскрыта конструкция агрегата, наиболее характерная для современных выпускаемых бытовых чайников. Недостатком агрегата является повышенное потребление энергии и значительный шум при кипячении, вызванный неэффективно организованным процессом кипения.

Большинство агрегатов аналогичного назначения используют такую же или схожую конструкцию для бытовых приборов.

Например, в патенте GB2588888A раскрыта конструкция агрегата для приготовления твердой или густой (нежидкой) пищи. Однако агрегат имеет конструкцию, аналогичную заявленной, с нижним электрическим нагревом.

Его отличительной особенностью является локальный нагрев дна небольшой частью поверхности нагревательного элемента (менее 50 %) и дополнительная система вентиляции подсосудного пространства за счет более высоких температур приготовления твердой или густой (нежидкой) пищи в масле по сравнению с кипящей водой.

Имеется узел по заявке № CN200948065. В документе раскрыт узел нагревательного элемента для бытовых чайников. Нагревательный элемент сложной формы, штампованный из листового металла с впаянным в полость электрическим кольцевым нагревателем.

Недостатком нагревательного элемента является область нижней поверхности, которая очень узкая и сильно нагревается трубчатым электрическим нагревателем (ТЭН). В результате в этой зоне увеличивается интенсивность теплообмена, что приводит к активному образованию кавитационных пузырьков и повышению уровня шума.

Узел, раскрытый в CN200948065, выбран в качестве прототипа.

Технический результат заявленного изобретения заключается в создании высокоэффективного нагревательного элемента закрытого типа с повышенной интенсивностью конвекции и пониженным уровнем шума.

Известные узлы не позволяют достичь заявленного технического результата.

Задача, решаемая заявленным узлом, заключается в использовании существующих ТЭНов.

### ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1 - дно переменной толщины

1.1 - центральная область

1.2 - переходная область от центральной области к области нагрева

1.3 - область нагрева (область с наибольшей толщиной дна)

1.4 - периферийная область

2 - нагреватель

3 - ребра для увеличения поверхности теплопередачи

## ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

На рис. 1 показана конструкция дна подогреваемого резервуара по патенту GB2588888A.

На рис. 2 показана конструкция дна подогреваемого резервуара опытного образца по патенту CN200948065.

На рис. 3 показана заявляемая конструкция дна

а) изометрическая проекция,

б) вид сверху,

в) вид сверху с указанием областей 1.1, 1.2, 1.3 и 1.4.

На рис. 4 показана схема движения жидкости в известных конструкциях.

На рис. 5 показана схема движения жидкости в заявляемой конструкции.

На рис. 6 - а), б), в), г) - показаны возможные варианты реализации заявленной конструкции.

На рис. 7 показана заявленная конструкция в поперечном сечении.

На рис. 8 показана термографическая схема продольного сечения нагревательного элемента по патенту CN101237797A.

На рис. 9 показана термографическая схема продольного сечения нагревательного элемента по патенту CN200948065 с зоной интенсивного теплообмена.

На рис. 10 показана термографическая схема продольного сечения заявленного нагревательного элемента с равномерным распределением теплообмена.

На рис. 11 показан чертеж экспериментальной модели.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Предъявлено требование к нагревательному элементу, представляющему собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей и включающему металлическое днище переменной толщины с линейным нагревателем, преимущественно электрическим, прикрепленным к нему снизу или встроенным в корпус дна.

Особенностью заявленного нагревательного элемента является то, что днище в месте проникновения нагревателя и вокруг него выполнено толще остальной поверхности дна.

Предъявлено требование к нагревательному элементу, представляющему собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей. Нагревательный элемент выполнен в виде металлического днища переменной толщины с кольцевым линейным нагревателем, преимущественно электрическим, прикрепленным к нему снизу или встроенным в корпус днища.

Особенности заявленного нагревательного элемента следующие.

Дно радиально включает несколько концентрических областей с различными характеристиками.

Центральная область имеет наименьшую толщину днища. Это область нисходящего конвекционного потока.

Область нагрева над и вокруг кольцевого нагревателя имеет самое толстое днище. Толщина поднимает его вверх, так что большая часть теплоизлучающей поверхности находится в жидкости. Это область восходящего конвекционного потока.

Кольцевой нагреватель часто проектируется как неполное кольцо с зазором. Выводы нагревательной спирали выполнены на концах кольца. Когда такой кольцевой нагреватель нагревает дно, например, чайника, эта часть не нагревается.

Поэтому для улучшения конвекции предлагается делать область над кольцевым нагревателем переменной толщины. Место, где в кольце нагревателя есть зазор, делается меньшей толщины. А противоположная сторона, где находится середина нагревательного элемента, делается большей толщины.

Область между центральной частью и областью над кольцевым нагревателем имеет переменную толщину дна от минимальной толщины, прилегающей к центральной части, до максимальной толщины, прилегающей к области над кольцевым нагревателем.

Периферийная область от кольцевого нагревателя до области, прилегающей к стенке сосуда, если таковая имеется, имеет близкую к минимальной толщину дна.

Центральная область имеет изогнутую вверх сферическую или сферо-коническую форму.

Область между центральной областью и областью над нагревателем может иметь изогнутую вниз форму.

Существует заявка на нижний блок резервуара переменной толщины для нагрева в первую очередь жидкостей.

Дно радиально включает несколько концентрических областей с различными характеристиками.

Центральная область имеет наименьшую толщину дна. Это область нисходящего конвекционного потока.

Затем идет область переменной толщины дна от минимальной толщины, прилегающей к центральной части, до максимальной толщины.

Дальше от центра находится область нагрева - с самым толстым дном. Это область восходящего конвекционного потока.

Предполагается, что эта область является областью нагрева, а нагрев осуществляется от линейного источника тепла, представляющего собой неполное разомкнутое кольцо.

Поэтому область нагрева сделана более толстой и имеет переменную толщину - меньшую с одной стороны и большую с противоположной стороны.

Периферийная область до зоны, прилегающей к стенке сосуда, имеет толщину, близкую к минимальной.

Минимальная толщина днища выбирается и реализуется по конструктивным и технологическим соображениям или исходя из конкретных условий эксплуатации, свойств материала и ряда других факторов. Если используется листовая материал, то минимальная толщина равна толщине используемого листа. Если литой, то минимальная толщина определяется литейными и прочностными свойствами материала.

Центральная область имеет выгнутую вверх сферическую или сферо-конусную форму.

Зона нагрева с наибольшей толщиной днища приподнята вверх за счет своей толщины таким образом, что поверхность днища остается на одном уровне с прилегающими областями, а выступающая часть и большая часть теплоизлучающей поверхности находятся в жидкости.

Зона между центральной областью и областью с наиболее толстым днищем имеет выгнутую вниз форму.

Периферийная область до области, прилегающей к стенке сосуда, имеет форму, близкую к плоской, но может иметь конусную, сферическую, цилиндрическую форму или их комбинацию в зависимости от конкретного исполнения агрегата.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

При нагревании воды (водосодержащих растворов или смесей) в местах зарождения в зоне интенсивного теплообмена из-за низкого давления и высокой температуры возникают кавитационные пузырьки, содержащие безвоздушный пар. Отрываясь от поверхности и теряя источник тепловой энергии в виде нагревательного элемента, кавитационные пузырьки попадают в более плотные и холодные слои жидкости, где бурно схлопываются, создавая ударную волну, которая резонирует в нагревательном элементе. Этот процесс приводит к шуму кипения. Чем меньше область интенсивного теплообмена, тем выше в ней температура, тем плотнее и быстрее образуются пузырьки и тем громче шум. Затем, когда образуется интенсивный конвекционный поток, нагревающий жидкость более равномерно, скорость отрыва пузырьков падает, их размер увеличивается, а разность давлений внутри пузырька и в верхних слоях жидкости перестает быть критической. Отколовшиеся пузырьки достигают поверхности, не схлопываясь. Шум уменьшается. Начинается процесс кипения.

Таким образом, заявленный технический результат достигается за счет выбора параметров корпуса и формы днища нагревательного резервуара со встроенным нагревательным элементом, которые увеличивают площадь зоны интенсивного теплообмена и ускоряют формирование конвекционного потока, выравнивающего температуру жидкости.

Заявленный технический результат достигается для узла нагревательного элемента, представляющего собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей. Нагревательный элемент включает в себя металлическое днище переменной толщины с прикрепленным к нему снизу или встроенным в тело днища линейным нагревателем, преимущественно электрическим.

Особенностью заявленного нагревательного элемента является то, что днище в месте проникновения нагревателя и вокруг него выполнено толще остальной поверхности днища.

При этом линейный нагревательный элемент может быть выполнен любой формы - круглого кольца, овального кольца, прямоугольного кольца или квадратной или треугольной, змеевидной или любой другой формы. Открытой или закрытой. Важно лишь, чтобы днище в месте проникновения нагревателя и вокруг него (включая крепление нагревателя) было выполнено толще остальной поверхности днища.

Для дальнейшего увеличения эффекта форма поверхности дна может следовать предполагаемой траектории конвективного движения жидкости при нагреве и кипении.

Заявленный технический результат достигается для блока нагревательного элемента, представляющего собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей. Блок включает металлическое днище переменной толщины с прикрепленным к нему снизу или встроенным в тело днища линейным нагревателем, преимущественно электрическим, замкнутой кольцевой формы.

Особенности блока следующие.

Дно 1 радиально включает несколько концентрических областей с различными характеристиками.

Центральная область 1.1 имеет наименьшую толщину дна и имеет круглую форму.

Далее следует область 1.2 переменной толщины дна от минимальной толщины, прилегающей к центральной части, до максимальной толщины, прилегающей к области нагрева 1.3 — креплению линейного кольцевого нагревателя.

Область 1.3 является самой толстой областью в месте крепления линейного кольцевого нагревателя. Толщина приподнимает ее вверх так, что большая часть теплопередающей поверхности находится в жидкости. Область над нагревателем 1.3 может быть до 20 раз и более толще центральной области.

Форма нижней поверхности может следовать ожидаемой траектории конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

Линейный нагреватель часто проектируется как неполное кольцо с зазором. Электрические выводы выводов нагревательной спирали выполнены на концах кольца. Когда такой кольцевой нагреватель нагревает дно, например, чайника, часть дна между выводами не нагревается.

Поэтому для улучшения конвекции предлагается делать зону крепления кольцевого нагревателя и зону вокруг нее переменной толщины. Место, где в кольце нагревателя имеется зазор, выполняется меньшей толщины. А противоположная сторона, где находится середина нагревательного элемента, выполняется большей толщины.

Следовательно, центральная зона (с меньшей толщиной дна) выполняется несколько смещенной от геометрического центра круглого дна к зазору круглого нагревателя.

В зависимости от мощности нагревателя, ширины и формы теплопередающей поверхности и других особенностей величина требуемого (необходимого) утолщения зоны 1,3 может меняться. Как следствие, может меняться и смещение центральной зоны от геометрического центра круглого дна к зазору круглого нагревателя.

За счет смещения центральной зоны от центра к краю центральная зона, имеющая круглую форму, в некоторых случаях может превратиться из почти круглой в овальную или эллипсную. При значительном смещении зона большей толщины дна может стать

открытой, т. е. с зазором. Зазор находится в месте, где расположен зазор кольца линейного электронагревателя.

Переход от малой толщины к большой наднагревательной области может быть плавным.

Периферийная область 1.4 от кольцевого нагревателя до области, прилегающей к стенке сосуда (если таковая имеется), имеет близкую к минимальной толщину дна — примерно или точно такую же, как центральная область 1.1.

Центральная область 1.1 может иметь изогнутую вверх сферическую или сферо-коническую форму, чтобы следовать направлениям конвекционного движения жидкости.

Область 1.2 между центральной областью и областью крепления нагревателя имеет изогнутую вниз форму.

В текущих экспериментах толщина центральной области составляла 1,2–2,5 мм.

Область 1.3 вдоль крепления нагревателя может быть до 20 раз толще центральной области.

В текущих экспериментах толщина дна периферийной области составляла 1,2–2,5 мм.

Переходы между областями могут быть плавными.

На поверхности надкольцевого нагревателя могут быть добавлены радиально ориентированные ребра. В текущих экспериментах высота ребер составляла 1,2–2,5 мм.

Для предотвращения окисления поверхности и образования накипи, которые также уменьшают количество очагов зародышеобразования и, следовательно, влияют на технический результат, на поверхность может быть дополнительно нанесено водоотталкивающее, антипригарное и/или любое другое покрытие.

Форма поверхности дна может следовать предполагаемой траектории конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

Если имеется дополнительная периферийная область далее (от центра) кольцевого нагревателя вплоть до области, прилегающей к стенке сосуда, то она может иметь близкую к плоской или коническую или сферическую форму.

В текущих экспериментах толщина дна указанной периферийной области составляла 1,2–2,5 мм.

Заявленный технический результат достигается для узла днища резервуара для нагрева преимущественно жидкостей. Особенности узла днища металлического переменной толщины следующие.

Дно радиально включает в себя несколько концентрических областей с различными характеристиками.

Центральная область имеет наименьшую толщину дна. Это область нисходящего потока.

Затем идет область переменной толщины дна от минимальной толщины, прилегающей к центральной части, до максимальной толщины.

Нагреватель, включая линейный кольцевой нагреватель или любой другой источник тепла, возможно, электрический или работающий на любом другом принципе, подводится, крепится или встраивается в корпус области нагрева - с наибольшей толщиной дна.

Предполагается, что эта область является зоной нагрева, и предполагается, что нагрев осуществляется от любого, в том числе линейного кольцевого источника тепла, включая те, которые образуют полное или разомкнутое кольцо.

Поэтому в зависимости от этого область нагрева выполняется постоянной или переменной толщины - минимальной толщины с одной стороны и наибольшей толщины с противоположной стороны.

Переход от малой толщины к большой области нагрева может быть выполнен линейно, экспоненциально, степенным или любым другим способом, как сочтет нужным разработчик или инженер-технолог.

Независимо от того, замкнутая или разомкнутая траектория нагревательного элемента, центральная область с наименьшей толщиной дна может быть немного смещена от геометрического центра круглого дна в сторону зазора нагревательной линии. При некоторых значениях параметров смещение центральной области может стать значительным, и область нагрева может стать открытой, с зазором.

Периферийная область от области с максимальной толщиной дна до области, прилегающей к стенке сосуда, имеет почти минимальную толщину дна.

Центральная область может иметь изогнутую вверх сферическую форму.

Область над источником тепла имеет самую большую толщину дна. Толщина поднимает ее вверх, так что большая часть теплоизлучающей поверхности находится в жидкости.

Область между центральной областью и областью над нагревателем может иметь изогнутую вниз форму.

Периферийная область дальше (от центра) от области с максимальной толщиной дна (от источника тепла) до области, прилегающей к стенке сосуда, может иметь сферическую, цилиндрическую, коническую или почти плоскую форму.

В текущих экспериментах толщина дна центральной области составляла 1,2–2,5 мм.

Дно самой толстой области может быть до 20 раз толще центральной области. В экспериментальных исследованиях она составляла до В текущих экспериментах толщина дна периферийной области составляла 1,2–2,5 мм.

Переходы между областями могут быть плавными.

На поверхности надкольцевой нагревательной области могут быть выполнены радиально ориентированные ребра. В проведенных исследованиях их высота составляла 1,2–2,5 мм.

Для предотвращения окисления поверхности и образования накипи на поверхность может быть нанесено водоотталкивающее, антипригарное и/или любое другое покрытие.

Форма поверхности может следовать ожидаемой траектории конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

Если имеется дополнительная периферийная область дальше (от центра) самой толстой области вплоть до области, прилегающей к стенке сосуда, то она может иметь форму, близкую к плоской.

Толщина дна такой периферийной области может быть минимальной, и в проведенных исследованиях она составляла 1,2–2,5 мм.



Установка работает следующим образом.

При нагревании воды (водосодержащих растворов или смесей) в местах зарождения в зоне интенсивного теплообмена из-за низкого давления и высокой температуры возникают кавитационные пузырьки, содержащие безвоздушный пар. Отрываясь от поверхности и теряя источник тепловой энергии в виде нагревательного элемента, кавитационные пузырьки попадают в более плотные и холодные слои жидкости, где бурно схлопываются. Этот процесс приводит к возникновению шума кипения. Чем меньше область интенсивного теплообмена, тем выше в ней температура, тем плотнее и быстрее образуются пузырьки и тем громче шум. Затем, когда образуется интенсивный конвекционный поток, более равномерно нагревающий жидкость, скорость отрыва пузырьков падает, их размер увеличивается, а разность давлений внутри пузырька и в верхних слоях жидкости перестает быть критической. Оторвавшиеся пузырьки достигают поверхности, не схлопываясь. Шум уменьшается. Начинается процесс кипения. Таким образом, заявленный технический результат достигается за счет выбора параметров корпуса и формы днища нагревательной емкости со встроенным нагревательным элементом, что увеличивает площадь зоны интенсивного теплообмена и ускоряет формирование конвекционного потока, выравнивающего температуру жидкости.

Таким образом, заявленный технический результат достигается за счет выбора параметров корпуса и формы днища нагревательной емкости со встроенным нагревательным элементом, что увеличивает площадь зоны интенсивного теплообмена и ускоряет формирование конвекционного потока, выравнивающего температуру жидкости, а также создания необходимых свойств поверхности, например, путем нанесения водоотталкивающего, антипригарного или иного покрытия, которые в данном случае выполняют роль защитного слоя, препятствующего окислению поверхности и загрязнению, что закрывает и тем самым уменьшает количество источников парообразования.

Заявленный нагревательный элемент, представляющий собой днище емкости 1 для нагрева преимущественно жидкостей, работает следующим образом.

Устройство включает металлическое днище 1 переменной толщины с прикрепленным, смонтированным или встроенным в него линейным кольцевым нагревателем, преимущественно электрическим.

Для усиления конвекции дно сформировано так, как описано, и включает в себя области нагрева, которые формируют восходящий поток, и области без нагрева, которые формируют нисходящий поток.

При включении нагрева 2 в области 1.3 с наибольшей толщиной дна температура повышается и происходит локальный нагрев жидкости. Над этой областью жидкость начинает двигаться вверх.

Центральная область 1.1 имеет наименьшую толщину дна и находится вдали от нагревателя, что заставляет жидкость двигаться вниз над этой областью.

На рис. 4 показана траектория жидкости.

Для повышения эффективности конвекции область 1.3 с наибольшей толщиной дна поднята вверх так, чтобы большая часть теплоизлучающей поверхности находилась в жидкости.

Область 1.3 над зазором линии нагревателя имеет наименьшую толщину. Толщина постепенно увеличивается вдоль линии нагрева области 1.3. Часть области 1.3, противоположная области над зазором линейного нагревателя, выполнена наибольшей

толщины. Толщина постепенно уменьшается вдоль области 1.2, пока не достигнет своего минимума над зазором линейного нагревателя.

При креплении нагревателя снизу тепло от электронагревателя 2 передается в утолщенную часть днища 1.3 через нижнюю поверхность. При встраивании нагревателя в корпус утолщенной части 1.3 тепло передается напрямую.

При наличии периферийной области 1.4 от утолщенной части днища 1.3 до области, прилегающей к стенке сосуда, там также образуется нисходящий поток, также усиливающий конвекцию за счет малой толщины днища.

Для улучшения теплопередачи центральная область 1.1 может иметь изогнутую вверх сферическую или сферо-коническую форму.

Переходы между областями могут быть плавными.

Для улучшения теплопередачи на поверхности нагреваемой надкольцевой области нагревателя могут быть добавлены радиально ориентированные ребра 3.

Для предотвращения поверхностного окисления и образования накипи нагревательный элемент 1 может быть дополнительно покрыт составом, обладающим антипригарными, антифрикционными и гидрофобными свойствами. Такое покрытие эффективно предотвращает окисление корпуса нагревательного элемента и обеспечивает значительное увеличение и равномерное распределение очагов зародышеобразования.

Форма поверхности днища может следовать ожидаемой траектории конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

Заявленный технический результат может быть достигнут и для агрегата с днищем резервуара для нагрева преимущественно жидкостей. Кроме того, особенностью агрегата с использованием металлического днища переменной толщины является то, что нагрев должен происходить только в области с наибольшей толщиной днища.

Пример сравнительного испытания классических и заявленных нагревательных элементов, встроенных в днище резервуара.

Входные параметры

Диаметр днища - 138 мм (см. рис. 11)

Толщина области 1,1 1,3 - 1,5 мм

Толщина области 1,3 10 - 15 мм

Толщина области 1,4 1,3 - 1,5 мм

Высота ребер 3 1,5 - 3,5 мм

Мощность ТЭНа - 1800-2200 Вт.

Температура воды: 60 градусов

Температура воздуха: 30 градусов

Мощность ТЭНа: 2000 Вт

Нижняя часть нагревательного элемента контактирует с воздухом.

Верхняя часть контактирует с водой.

Коэффициент конвекции воздуха - 5, коэффициент конвекции воды - 3600 Вт/(м<sup>2</sup>\*С) (что соответствует коэффициенту воды при 60 град. С .

Кавитация возникает примерно при 60 град. С, усиливается при 70 град. С и исчезает при 80 град. С.

Результаты.

При одинаковой мощности нагревателя и одинаковой разнице температур количество передаваемой энергии за единицу времени также будет одинаковым. Вода получит одинаковое количество энергии за единицу времени. Только в первом случае она будет передана воде по малой площади, равной площади контакта нагревательного элемента с дном. Во втором случае энергия распределяется по большей поверхности утолщенной части корпуса. Очевидно, что одинаковое количество энергии передается по меньшей площади с большим количеством тепла.

Тепловая кавитация возникает при сильном изменении температуры. Поэтому чем меньше изменение, тем мягче кавитация.

Похоже, что в этом случае предпочтительным будет волнистый, толстостенный и желателен алюминиевый нагревательный элемент.

Также стоит напомнить, что заявленный узел дополнительно решает проблему использования существующих ТЭНов.

Узел промышленно применим, поскольку каждая деталь может быть изготовлена на промышленном оборудовании в крупносерийном и массовом производстве.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОЯСНЕНИЯ

При нагревании воды (водосодержащих растворов или смесей) в местах зарождения в зоне интенсивного теплообмена из-за низкого давления и высокой температуры возникают кавитационные пузырьки, содержащие безвоздушный пар. Отрываясь от поверхности и теряя источник тепловой энергии в виде нагревательного элемента, кавитационные пузырьки попадают в более плотные и холодные слои жидкости, где бурно схлопываются и излучают гидравлическую ударную волну. Этот процесс приводит к шуму кипения. При этом, чем мощнее нагревательный элемент и меньше площадь интенсивного теплообмена, тем плотнее и быстрее образуются кавитационные пузырьки и тем громче шум. Затем, когда образуется интенсивный конвекционный поток, нагревающий жидкость более равномерно, скорость отрыва пузырьков падает, их размер увеличивается, а разность давлений внутри пузырька и в верхних слоях жидкости перестает быть критической. Отколовшиеся пузырьки достигают поверхности, не схлопываясь. Шум уменьшается. Начинается процесс кипения.

Таким образом, заявленный технический результат достигается за счет выбора параметров корпуса и формы днища нагревательной емкости со встроенным нагревательным элементом, которые увеличивают площадь, снижают температуру зоны интенсивного теплообмена и ускоряют формирование конвекционного потока, более интенсивно выравнивая температуру жидкости.

В состав агрегата входит металлическое дно переменной толщины 1 с прикрепленным к нему кольцевым нагревателем 2, желателен электрическим. Для усиления конвекции дно имеет описанную выше форму и имеет область нисходящего конвективного потока 1.1, область предварительного нагрева 1.2 и область восходящего конвективного потока 1.3 в

форме гребня. На поверхности гребня 1.3 над кольцевым нагревателем 2 могут быть добавлены радиально ориентированные ребра 3 для увеличения площади теплопередачи. Если от утолщенной части дна 1.3 до области, прилегающей к стенке сосуда, имеется периферийная область 1.4, то там также образуется нисходящий поток, который также усиливает конвекцию из-за малой толщины дна.

При включении нагревателя 2 в области 1.3 с наибольшей толщиной дна температура повышается и появляется зона теплообмена, температура в зоне предварительного нагрева 1.2 частично повышается, увеличивая эффективную площадь теплообмена. Жидкость начинает двигаться вверх над областью восходящего конвективного потока 1.3. За счет более толстого корпуса нагревательного элемента, высокой теплоемкости и высокой теплопроводности материала корпуса тепло распределяется более равномерно по зонам 1.3 и 1.2, что снижает риск образования зон интенсивного теплообмена и, следовательно, зон интенсивного образования кавитационных пузырьков.

Зона нисходящего конвективного потока 1.1 имеет наименьшую толщину дна и не нагревается нагревателем 2. Благодаря этому в этой зоне формируется эффективный нисходящий поток жидкости. Проходя через вогнутую зону предварительного нагрева 1.2, жидкость нагревается и направляется вверх в зону восходящего конвективного потока 1.3, где она попадает в зону интенсивного теплообмена, нагревается и поднимается вверх. Таким образом, образуется замкнутый конвекционный поток, что приводит к быстрому перемешиванию и равномерному нагреву жидкости.

Для предотвращения окисления, снижения трения и образования однородной поверхности нагревательный элемент 1 в верхней части, контактирующей с жидкостью, может быть дополнительно покрыт составом с антипригарными, антифрикционными и гидрофобными свойствами. Это покрытие эффективно предотвращает окисление корпуса нагревательного элемента и обеспечивает значительное увеличение и равномерное распределение очагов зародышеобразования.

Устройство включает металлическое дно переменной толщины 1 с прикрепленным к нему кольцевым нагревателем 2, желательно электрическим. Для усиления конвекции дно имеет форму, описанную выше, и имеет область нисходящего конвективного потока 1.1, область предварительного нагрева 1.2 и область восходящего конвективного потока 1.3 в форме гребня. Радиально ориентированные ребра 3 могут быть добавлены на поверхность гребня 1.3 над кольцевым нагревателем 2 для увеличения площади теплопередачи. Если имеется периферийная область 1.4 от утолщенной части дна 1.3 до области, прилегающей к стенке сосуда, то там также образуется нисходящий поток, который также усиливает конвекцию из-за малой толщины дна.

## МАЛОШУМНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (ВАРИАНТЫ) И ПРОФИЛИРОВАННОЕ ДНО ЕМКОСТИ.

## ФОРМУЛА

1. **Нагревательный элемент**, являющийся дном емкости для нагревания преимущественно жидкостей, включает металлическое дно переменной толщины с прикрепленным к нему снизу или вмонтированным в тело дна линейным нагревателем, преимущественно, электрическим,

отличающийся тем, что

- вдоль линии присоединения или прохождения нагревателя и в ближайшей окрестности дно выполнено увеличенной толщины по сравнению с остальной поверхностью дна.

2. Нагревательный элемент по п. 1, отличающийся тем, что форма верхней поверхности дна повторяет траекторию конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

3. Нагревательный элемент по п. 1, отличающийся тем, что переходы между областями выполнены плавными.

4. **Нагревательный элемент**, являющийся дном емкости для нагревания преимущественно жидкостей, включает металлическое дно переменной толщины с прикрепленным к нему снизу или вмонтированным в тело дна линейным нагревателем, преимущественно, электрическим, представляющим собой **замкнутое кольцо**,

отличающийся тем, что

- в месте присоединения или прохождения нагревателя и в ближайшей окрестности дно выполнено увеличенной толщины по сравнению с остальной поверхностью дна;

- вдоль линии прохождения линейного нагревателя дно выполнено повышенной толщины;

- дно в радиальном направлении включает несколько различных по характеристикам областей, причем:

- центральная область имеет наименьшую толщину, по форме близка к круглой,

- область над линейным кольцевым нагревателем имеет наибольшую толщину, и возвышается вверх, так что большая часть теплоизлучающей поверхности находится в жидкости,

- область между центральной и областью над нагревателем имеет переменную толщину плавно переходящую, от толщины центральной части до толщины области над нагревателем.

5. Нагревательный элемент по п. 4, отличающийся тем, что дополнительно имеется периферическая область дальше от центра кольцевого нагревателя вплоть до зоны примыкания к стенке сосуда, имеющая близкую к плоской форму и близкую к минимальной толщину.

6. Нагревательный элемент по п. 5, отличающийся тем, что толщина дна периферической области составляет 1.2-2.5 мм

7. Нагревательный элемент по п. 4, отличающийся тем, что толщина дна центральной области составляет 1.2-2.5 мм

8. Нагревательный элемент по п. 4, отличающийся тем, что толщина дна области над нагревателем приблизительно в 8 -20 раз превышает толщину центральной области.

9. Нагревательный элемент по п. 4, отличающийся тем, что переходы между областями выполнены плавными.

10. Нагревательный элемент по п. 4, отличающийся тем, что на поверхности области над кольцевым нагревателем выполнены радиально направленные ребра.

11. **Нагревательный элемент**, являющийся дном емкости для нагревания преимущественно жидкостей, включает металлическое дно переменной толщины с прикрепленным к нему снизу или вмонтированным в тело дна кольцевым линейным нагревателем, преимущественно, электрическим, представляющим собой **разомкнутое кольцо**,

отличающийся тем, что

- в месте присоединения или прохождения нагревателя и в ближайшей окрестности дно выполнено увеличенной толщины по сравнению с остальной поверхностью дна;

- дно в радиальном направлении включает несколько различных по характеристикам областей, причем:

- центральная область имеет наименьшую толщину, по форме близка к круглой и смещена от геометрического центра в сторону разомкнутой части кольцевого электронагревателя,
- область над кольцевым нагревателем имеет наибольшую толщину, и возвышается вверх, так что большая часть излучающей поверхности находится в жидкости,
- область над кольцевым нагревателем имеет переменную толщину,
- область между центральной и областью над нагревателем имеет переменную толщину.

12. Нагревательный элемент по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что на поверхность нанесено водоотталкивающее покрытие.

13. Нагревательный элемент по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что на поверхность нанесено противопригарное покрытие.

14. Нагревательный элемент по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что форма поверхности повторяет траекторию конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

15. Нагревательный элемент по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что центральная область имеет выгнутую вверх сферическую форму, область между центральной и областью над нагревателем имеет выгнутую вниз форму.

16. **Устройство дна** емкости для нагревания преимущественно жидкостей, нагреваемое кольцевым линейным нагревателем или другим аналогичным источником тепла, включает металлическое дно переменной толщины,

отличающийся тем, что

- дно в радиальном направлении включает несколько различных по характеристикам областей, причем:

- центральная область имеет наименьшую толщину, по форме близка к круглой,
- область, подвергаемая нагреву, имеет наибольшую толщину, и возвышается вверх, так что большая часть ее теплоизлучающей поверхности находится в жидкости,
- область между центральной и областью над нагревателем имеет переменную толщину от минимальной, примыкающей к центральной части до максимальной, примыкающей к области над кольцевым нагревателем.

17. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что область, подвергаемая нагреву, представляет собой незамкнутое кольцо.

18. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что периферическая область от области, подвергаемой нагреву, вплоть до зоны примыкания к стенке сосуда имеет близкую к минимальной толщину.

19. Устройство дна емкости по любому из пунктов 16 - 18, отличающийся тем, что форма поверхности повторяет траекторию конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

20. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что толщина дна центральной области составляет 1.2 - 2.5 мм.

21. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что толщина области с наибольшей толщиной дна составляет 10 - 50 мм.

22. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что дополнительно имеется периферическая область от области с наибольшей толщиной дна вплоть до зоны примыкания к стенке сосуда, имеющая близкую к плоской форму.

23. Устройство дна емкости по п. 22, отличающийся тем, что толщина дна периферической области составляет 1.2-2.5 мм

24. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что переходы между областями выполнены плавными.

25. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что на поверхности области с наибольшей толщиной дна выполнены радиально направленные ребра.

26. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что на поверхность нанесено водоотталкивающее покрытие.

27. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что на поверхность нанесено противопригарное покрытие.

28. Устройство дна емкости по п. 16, отличающийся тем, что центральная область имеет выгнутую вверх сферическую форму, область между центральной и областью над нагревателем имеет выгнутую вниз форму.

## МАЛОШУМНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (ВАРИАНТЫ) И ПРОФИЛИРОВАННОЕ ДНО ЕМКОСТИ.

### ФОРМУЛА

1. Нагревательный элемент, представляющий собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей, включает металлическое днище переменной толщины с линейным нагревателем, преимущественно электрическим, прикрепленным к нему снизу или встроенным в тело днища, при этом

- вдоль и вокруг линии присоединения или проникновения нагревателя толщина днища увеличена по сравнению с остальной поверхностью днища,
- форма верхней поверхности днища повторяет траекторию конвективного движения жидкости при нагреве и кипении.

2. Нагревательный элемент, представляющий собой днище резервуара для нагрева преимущественно жидкостей, включает металлическое днище переменной толщины с линейным нагревателем, преимущественно электрическим, образующим замкнутое кольцо и прикрепленным к нему снизу или встроенным в тело днища, отличающееся тем, что

- вдоль и вокруг места присоединения или проникновения нагревателя толщина днища увеличена по сравнению с остальной поверхностью днища;
- вдоль линии присоединения или проникновения линейного нагревателя толщина днища увеличена;
- дно радиально включает несколько областей с различными характеристиками, при этом:
  - центральная область имеет наименьшую толщину и форму, близкую к кругу,
  - область над линейным кольцевым нагревателем имеет наибольшую толщину и приподнята вверх, так что большая часть теплоизлучающей поверхности находится в жидкости,
  - область между центральной частью и областью над нагревателем имеет переменную толщину, плавно переходящую от толщины центральной части к толщине области над нагревателем,
  - на поверхности области над нагревателем имеются радиально ориентированные ребра,
  - форма поверхности следует траектории конвективного движения жидкости при нагреве и кипении.

3. Нагревательный элемент по п. 2, в котором имеется дополнительная периферийная область, расположенная дальше от центра кольцевого нагревателя до области, прилегающей к стенке сосуда, которая имеет почти плоскую форму и почти минимальную толщину.

4. Нагревательный элемент по п. 3, толщина дна периферийной области которого составляет 1,2-2,5 мм

5. Нагревательный элемент по п. 2, толщина дна центральной области которого составляет 1,2-2,5 мм

6. Нагревательный элемент по п. 2, толщина дна наднагревательной области приблизительно в 8-20 раз превышает толщину центральной области.

7. Нагревательный элемент, представляющий собой дно резервуара для нагрева преимущественно жидкостей, включает металлическое дно переменной толщины с



линейным кольцевым нагревателем, преимущественно электрическим, образующим разорванное кольцо и прикрепленным к нему снизу или встроенным в корпус дна, при этом

- в месте присоединения или проникновения нагревателя и вокруг него толщина дна увеличена по сравнению с остальной поверхностью дна;

- дно радиально включает несколько областей с различными характеристиками, при этом:

- центральная область имеет наименьшую толщину, близкую к кругу по форме и смещена от геометрического центра в сторону сломанной части электрического кольцевого нагревателя,

- область над кольцевым нагревателем имеет наибольшую толщину и приподнята вверх, так что большая часть излучающей поверхности находится в жидкости,

- область над кольцевым нагревателем имеет переменную толщину,

- область между центральной частью и областью над нагревателем имеет переменную толщину.

8. Нагревательный элемент по любому из вышеприведенных пунктов, в котором на поверхности имеется водоотталкивающее покрытие.

9. Нагревательный элемент по любому из вышеприведенных пунктов, в котором на поверхности имеется антипригарное покрытие.

10. Нагревательный элемент по любому из вышеприведенных пунктов, в котором центральная область имеет изогнутую вверх сферическую форму, область между центральной частью и областью над нагревателем имеет изогнутую вниз форму.

11. Устройство дна резервуара для нагрева преимущественно жидкостей, нагреваемых линейным кольцевым нагревателем или любым другим аналогичным источником тепла, включает металлическое дно переменной толщины, причем

- дно радиально включает несколько областей с различными характеристиками, при этом:

- центральная область имеет наименьшую толщину и форму, близкую к кругу,

- нагреваемая область имеет наибольшую толщину и приподнята вверх так, что большая часть ее теплоизлучающей поверхности находится в жидкости,

- область между центральной частью и областью над нагревателем имеет переменную толщину от минимальной толщины, прилегающей к центральной части, до максимальной толщины, прилегающей к области над нагревателем,

- на поверхности области с наибольшей толщиной дна имеются радиально ориентированные ребра.

12. Устройство дна резервуара по п. 11, при этом форма поверхности соответствует траектории конвективного движения жидкости при нагревании и кипении.

13. Узел дна резервуара по п. 11, в котором толщина центральной области дна составляет 1,2-2,5 мм.

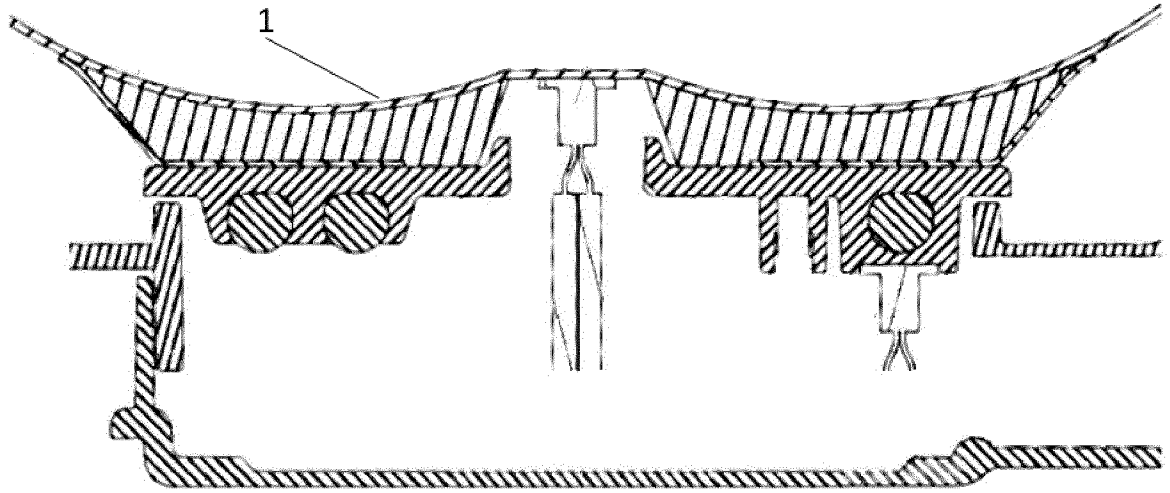
14. Узел дна резервуара по п. 11, в котором толщина области с наибольшей толщиной дна составляет 10-50 мм.

15. Узел дна резервуара по п. 11, в котором имеется дополнительная периферийная область от области с наибольшей толщиной дна до области, прилегающей к стенке сосуда, которая имеет почти плоскую форму, а толщина указанной периферийной области дна составляет 1,2-2,5 мм.

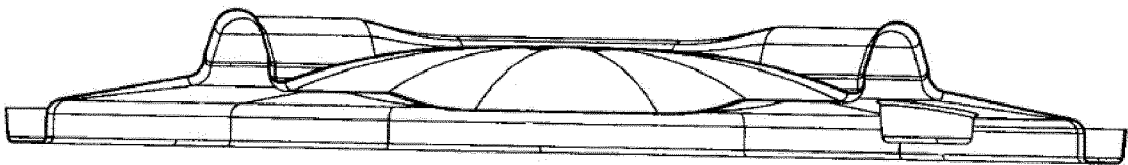
16. Узел дна резервуара по п. 11, в котором на поверхности области с наибольшей толщиной дна имеются радиально ориентированные ребра.

17. Узел дна резервуара по п. 11, в котором центральная часть имеет изогнутую вверх сферическую форму, область между центральной частью и нагревательной зоной имеет изогнутую вниз форму.

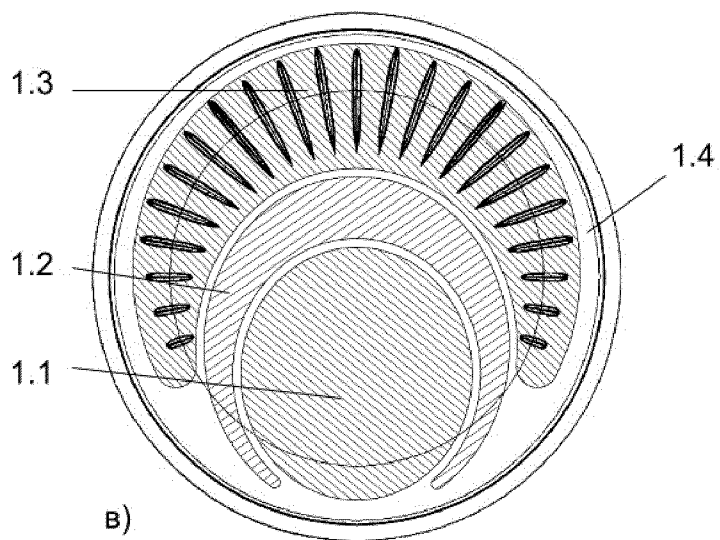
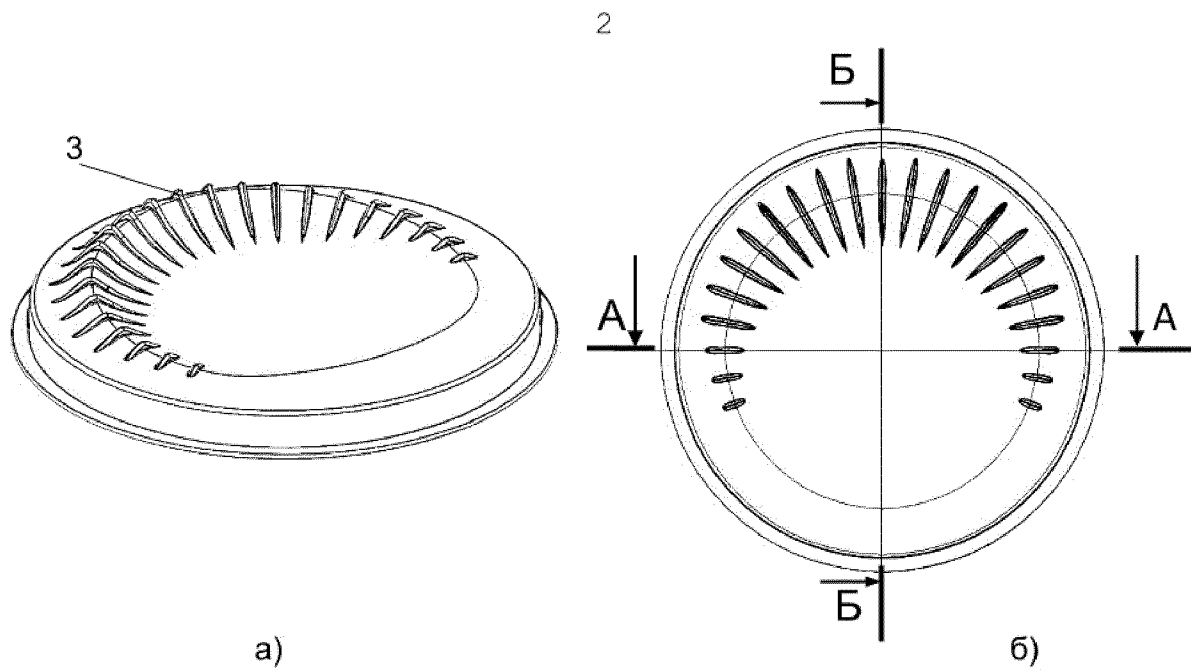
МАЛОШУМНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (ВАРИАНТЫ) И ПРОФИЛИРОВАННОЕ ДНО ЕМКОСТИ.



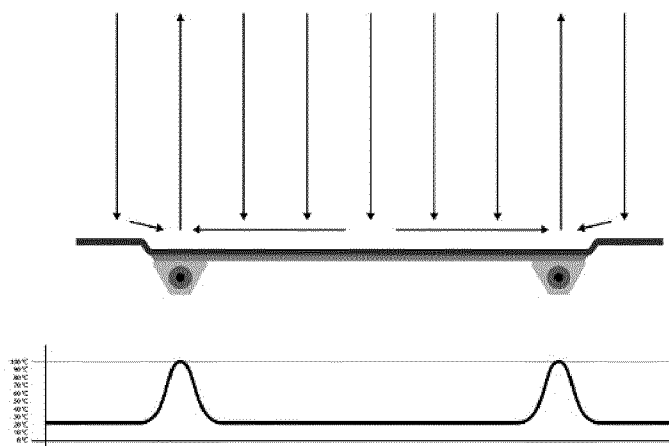
ФИГ. 1.



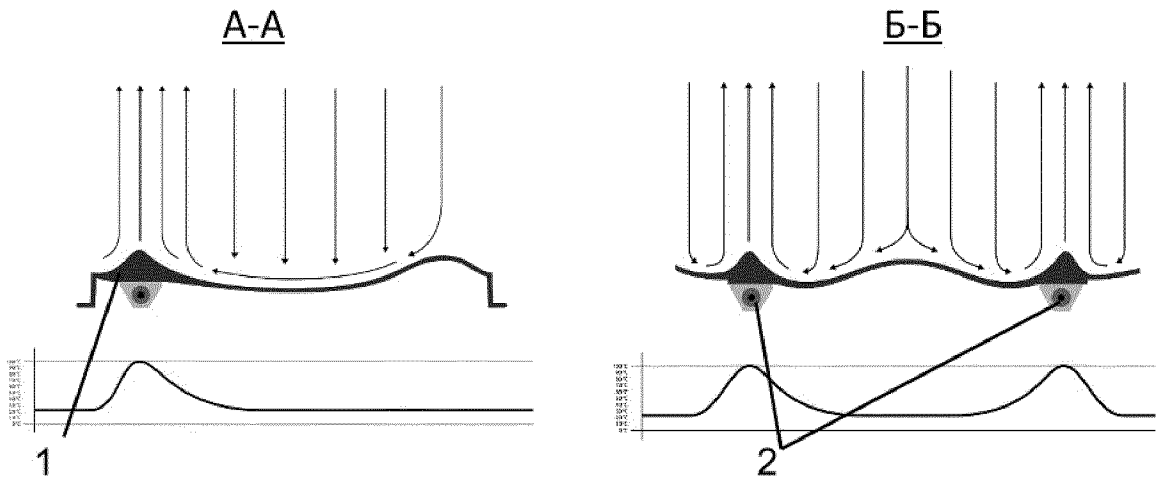
ФИГ. 2.



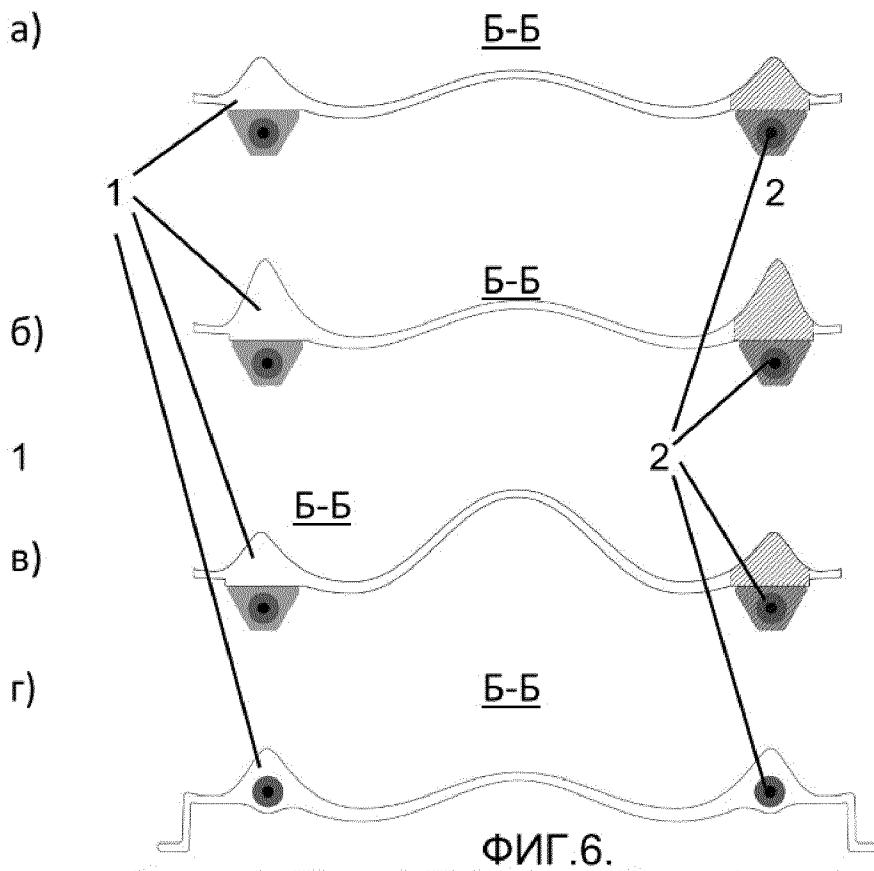
ФИГ. 3.



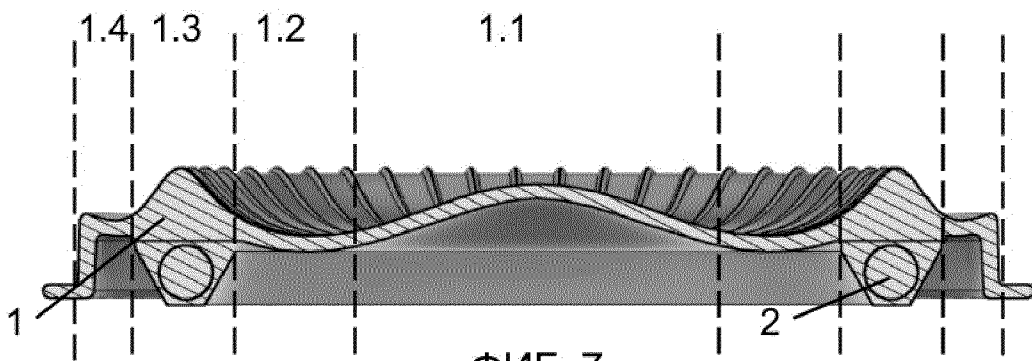
ФИГ. 4.



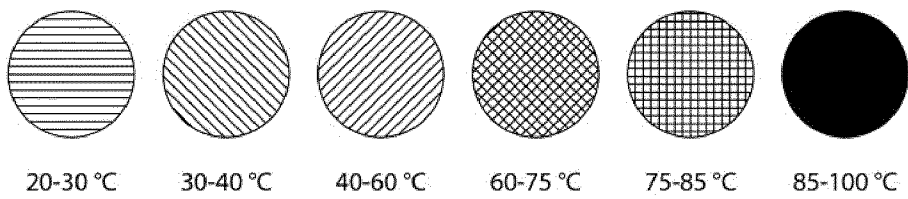
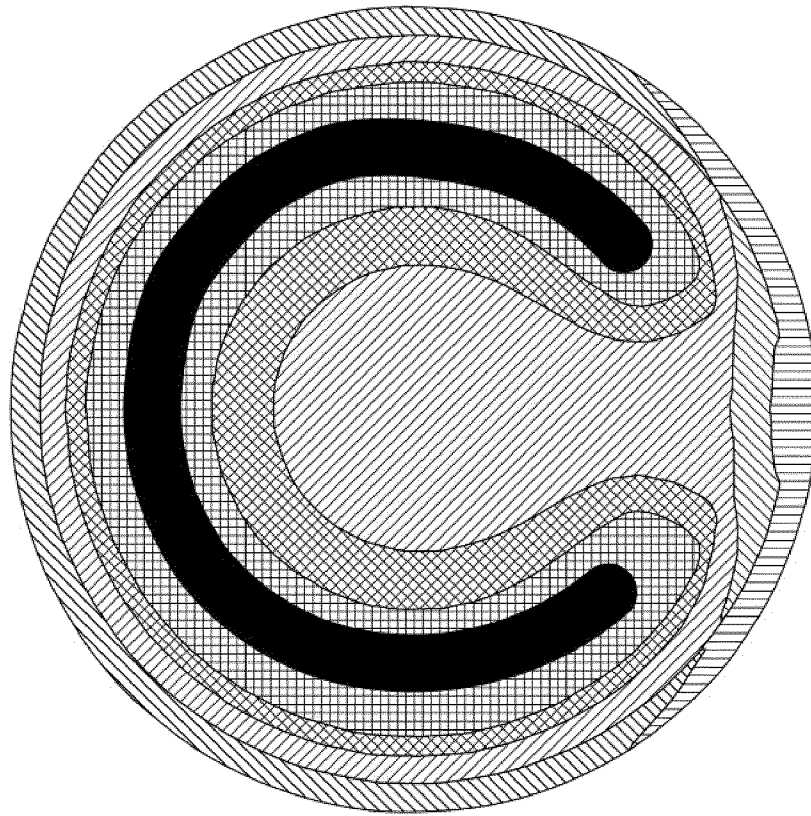
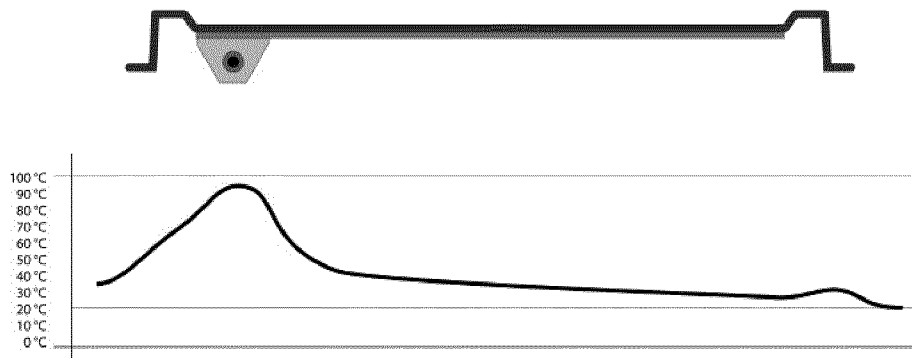
ФИГ. 5.



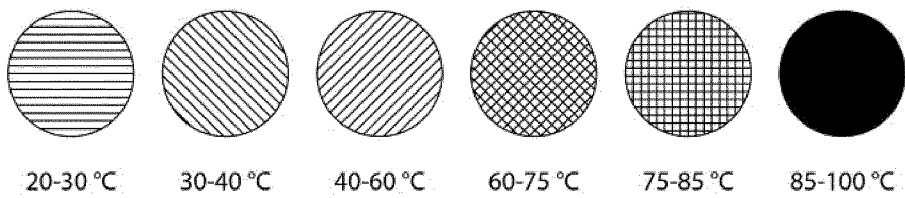
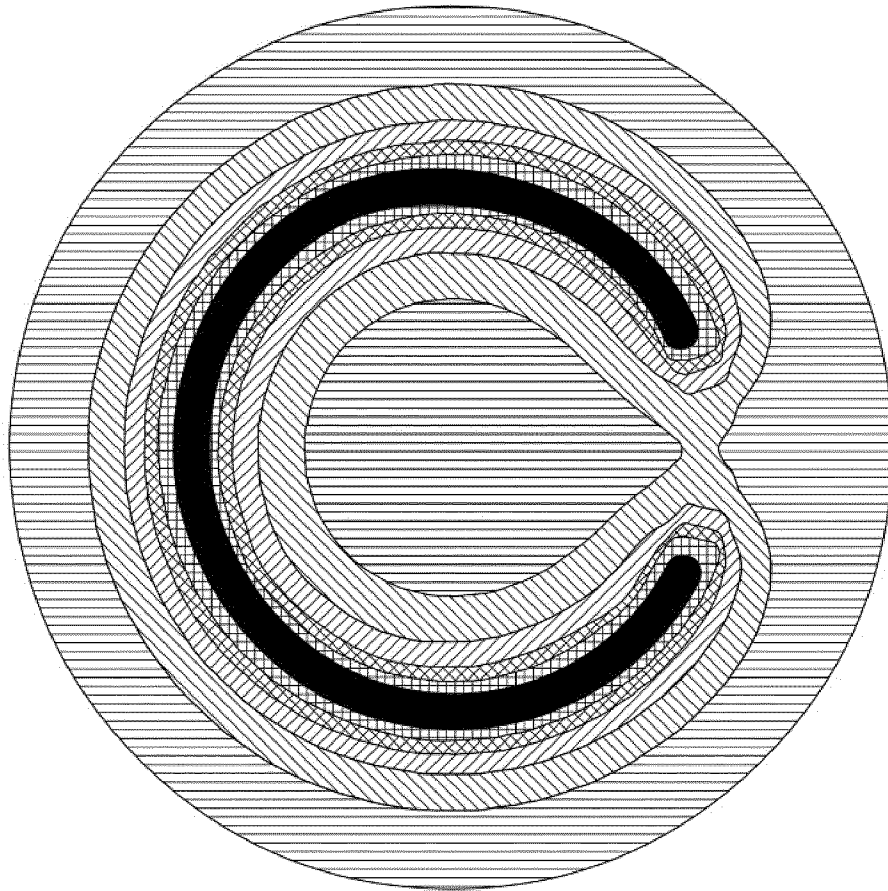
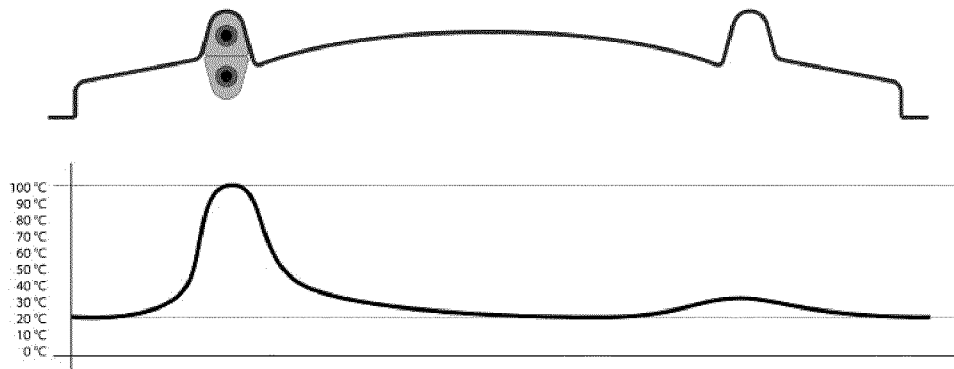
ФИГ. 6.



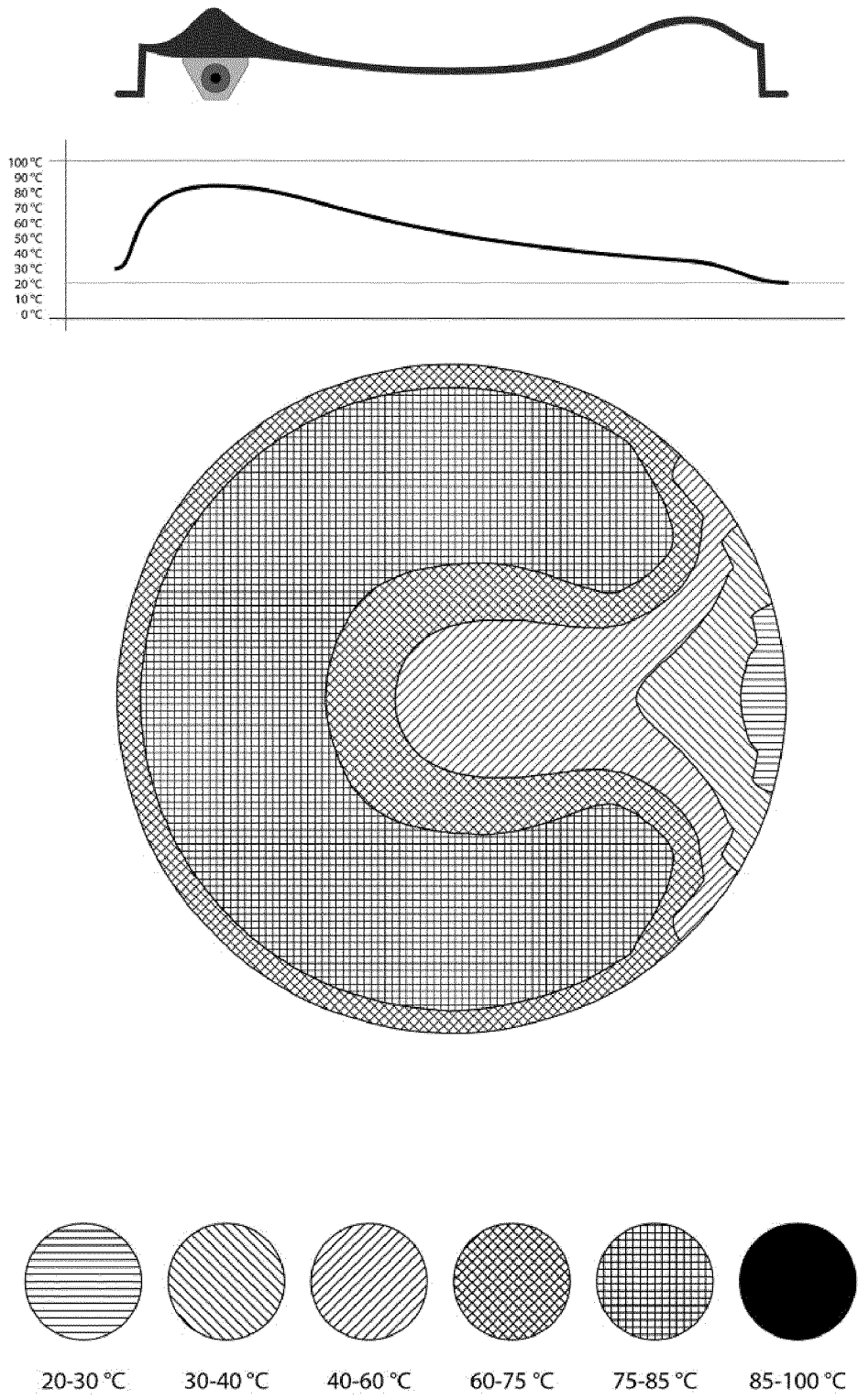
ФИГ. 7.



ФИГ. 8.



ФИГ. 9.



ФИГ. 10.



Фиг. 11.

