

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 222634

### ГЕОТЕРМАЛЬНЫЙ ТЕРМОСИФОН С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ РАБОЧЕГО ТЕЛА

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Лебедев Владимир Александрович (RU), Зайцева Екатерина Александровна (RU), Федоткина Анастасия Николаевна (RU)*

Заявка № 2023130837

Приоритет полезной модели 27 ноября 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре полезных  
моделей Российской Федерации 16 января 2024 г.

Срок действия исключительного права  
на полезную модель истекает 27 ноября 2033 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F24T 10/40* (2023.08); *F28D 15/02* (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023130837, 27.11.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.11.2023

Дата регистрации:  
16.01.2024

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 27.11.2023

(45) Опубликовано: 16.01.2024 Бюл. № 2

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
СПГУ, Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):  
Лебедев Владимир Александрович (RU),  
Зайцева Екатерина Александровна (RU),  
Федоткина Анастасия Николаевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: UA 83650 C2, 11.08.2008. SU 382910  
A1, 23.05.1973. RU 2563328 C1, 20.09.2015. CN  
214581879 U, 02.11.2021. WO 2018176685 A1,  
04.10.2018.

## (54) GEOTERMAL'NYI THERMOSIFON S ESTESTVENNOI CИRKУЛЯЦИЕЙ РАБОЧЕГО ТЕЛА

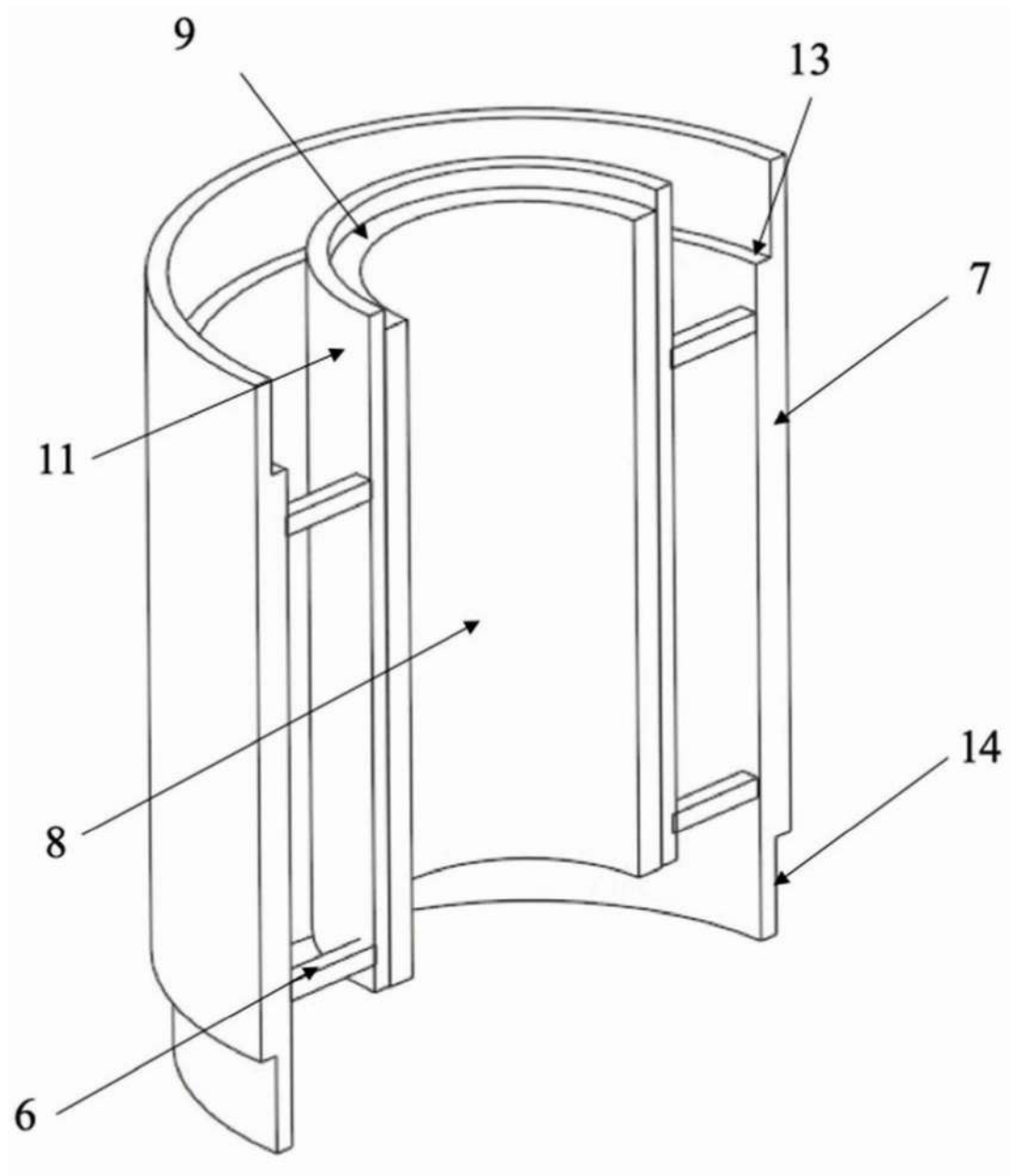
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области тепловой энергетики, в частности транспортирования глубинного тепла Земли и использования транспортированной тепловой энергии в целях народного хозяйства с возможностью автономной работы и экономии электрической энергии в условиях долгосрочных проектов. Устройство предназначено для использования в зонах с пониженной геотермальной ступенью, в которых массив горных пород имеет температуру значительно выше относительно температуры окружающей среды над поверхностью на глубине от 10 до 20 метров. Примером таких зон на территории

Российской Федерации служит полуостров Камчатка, территория северного Кавказа и др. Техническим результатом является транспортирование геотермальной энергии с минимизацией тепловых потерь. Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела за счет введения термоизолятора на внешней поверхности внутренней трубки позволяет уменьшить тепловые потери при транспортировании глубинного тепла Земли. Транспортирование геотермальной энергии с различной глубины происходит благодаря конструкции внешних и внутренних трубок и установки их в необходимом количестве.

RU 222634 U1

RU 222634 U1



Фиг. 3

Полезная модель относится к области тепловой энергетики, в частности транспортирования глубинного тепла Земли и использования транспортированной тепловой энергии в целях народного хозяйства с возможностью автономной работы и экономии электрической энергии в условиях долгосрочных проектов. Устройство предназначено для использования в зонах с пониженной геотермальной ступенью, в которых массив горных пород имеет температуру значительно выше относительно температуры окружающей среды над поверхностью на глубине от 10 до 20 метров. Примером таких зон на территории Российской Федерации служит полуостров Камчатка, территория северного Кавказа и др.

Известно устройство термосифон с клапаном (патент RU № 123508, опубл. 27.12.2012), который состоит из корпуса, имеющего форму полого вертикального тела, выполненного из материала с высокой теплопроводимостью (медь, сталь и др.) с герметично соединенной заглушкой-доннышком. Верхняя часть герметично закрыта заглушкой. В верхнюю заглушку по резьбе устанавливается цилиндр. Перенос тепла корпуса осуществляется посредством теплопередачи в зону испарения от нижележащих слоев; легкокипящая жидкость быстро нагревается и образует пар. Этот пар, достигая зоны конденсации, расположенной противоположной холодной стороне корпуса, конденсируется и обратно стекает в зону испарения. При нагреве нижней части происходит кипение легкокипящей жидкости, ее пар заполняет внутреннюю полость, вытесняя воздух вверх. При открывании и последующем закрывании клапана давление паров жидкости вытесняет воздух, в результате чего объем воздуха, изначально содержащийся в термосифоне, уменьшается. В результате вытеснения воздуха из внутренней части термосифона общее парциальное давление в системе снижается, а интенсивность процесса кипения-конденсации при этом увеличивается.

Недостатком является следующее: в корпусе термосифона выполнено одно рабочее пространство без конструктивного разделения, что увеличивает интенсификацию теплопереноса в зонах испарения и конденсации между жидкостью и газом, снижая эффективность процесса функционирования устройства.

Известно устройство двухфазный термосифон (патент RU № 211541, опубл. 01.02.2022), который состоит из герметичного корпуса, внутри которого теплоноситель начинает испаряться в зоне испарения. Тепло, которое пары отдают герметичному корпусу в зоне конденсации, поступает на радиатор и оребрение в верхней части устройства. Поток воздуха, проходящий вдоль оребрения, воспринимает теплоту от оребрения, нагревается и поступает по нижнему воздуховоду сначала в верхний диффузор, а затем в верхний воздуховод, после чего выходит в атмосферу, проходя через турбодиффлектор. Теплоноситель из зоны конденсации стекает вниз по стенкам герметичного корпуса в зону испарения. В зоне испарения теплоноситель испаряется, воспринимая теплоту от грунта, производя теплообмен двухфазного термосифона с грунтом. Пары теплоносителя поднимаются в верхнюю часть герметичного корпуса в зону конденсации.

Недостатком устройства является единое пространство конденсации и испарения, без конструктивного разделения, что снижает эффективность устройства из-за высокой интенсивности теплообмена между жидкостью и газом. Нижний воздуховод и турбодиффлектор обуславливает работу устройства только при наличии потока воздушных масс, что ограничивает функционал устройства.

Известен составной термосифон (патент № 96939, опубл. 20.08.2010), который содержит систему двухфазных термосифонов с трубчатыми корпусами, последовательно установленными один к другому непосредственно или через промежуточные элементы.

В первом варианте каждый корпус выполнен с плоской полкой, во втором - цилиндрическим. Корпус снабжен ребристым радиатором. Корпуса могут быть присоединены один к другому болтовыми соединениями через полки или с помощью хомутов. Тепловой поток от окружающей среды (грунт, бетон и т.д.) может подводиться по всей длине каждого корпуса. Радиатор отдает тепло промежуточному теплоносителю в теплообменнике, от которого тепловой поток транспортируется к объектам его потребления.

Недостатком устройства является малая рабочая площадь радиатора, из-за чего тепловое воздействие на грунт в верхней части устройства при обогреве производится локально, уменьшая эффективность применения устройства при обогреве площадей с основанием большим, чем диаметр радиатора.

Известно устройство для разогрева грунтового массива вокруг трубопровода, использующего геотермальную теплоту Земли (Федоткина А. Н. Уменьшение потерь теплоты нефтепровода с использованием низкопотенциального геотермального тепла // Актуальные проблемы недропользования: Тезисы докладов XIX Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов, Санкт-Петербург, 12–16 апреля 2021 года. Том 5. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2021. – С. 225-226), которое представляет собой Т-образную трубку, состоящую из вертикальной трубы, заполненной водой и горизонтальной трубы, которая установлена перпендикулярно к вертикальной. Устройство работает за счет разности плотности вследствие изменения температуры. В нижней части вертикальной трубы теплоноситель разогревается в зоне повышенной геотермальной активности Земли, и вследствие изменения его температуры изменяется плотность, что является причиной тепломассопереноса в устройстве. В верхней области горизонтальной трубы происходит разогрев вышележащих слоев теплоносителя, что позволяет вытеснять слои жидкости к оси симметрии вертикальной трубы и уводить их на более низкую глубину. Поток жидкости с высокой температурой восходит по периферии вертикальной трубы.

Недостатком является общая зона конденсации и испарения в корпусе установки, где нет конструктивного разделения между областями теплообмена, что увеличивает интенсивность процессов теплообмена между слоями жидкости с высокой температурой и низкой. Установка способна работать только с одной фазой рабочего тела.

Известен термосифон (патент RU № 2593286, опубл. 10.08.2016) принятый за прототип, включающий конденсатор, испаритель и транзитный участок между ними в виде круглой с обеих сторон заглушенной трубы, вертикально установленной и погруженной на глубину испарителя в грунт, из полости трубы откачан воздух, взамен полость заправлена аммиаком, часть полости заполнена жидким аммиаком, остальной объем – насыщенным паром аммиака, в испарителе по оси симметрии трубы коаксиально установлена внутренняя труба диаметром из материала с низким коэффициентом теплопроводности, внизу внутренняя труба перфорирована шестью отверстиями, длина термосифона 10-16 м, уровень аммиака в испарителе выше торца внутренней трубы.

Недостатком устройства является наличие ребрений в верхней части устройства, которые выходят к поверхности, что позволяет применять его только для охлаждения грунтового массива, а его использование для обогрева неэффективно.

Техническим результатом является транспортирование геотермальной энергии с минимизацией тепловых потерь.

Технический результат достигается тем, что конденсатор выполнен в форме Т-образного корпуса из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, при этом в центре его верхней части выполнено отверстие, а внутри установлена труба с

воронкой, которая в нижней части жестко закреплена соединителями с внутренней стенкой, испаритель состоит из внешних трубок, на торцах каждой из которых выполнены верхний и нижний пазы, при этом они жестко закреплена соединителями с внутренними трубками, между которыми установлены с возможностью съема межсекционные прокладки в паз внутренней трубки, который выполнен на верхнем её торце, к нижней части последней внешней трубки установлена с возможностью съема концевая крышка из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, в которой выполнен паз.

Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела поясняется следующими фигурами:

- фиг. 1 – общий вид термосифона;
- фиг. 2 – конденсатор;
- фиг. 3 – испаритель,
- где 1 – конденсатор;
- 2 – испаритель;
- 3 – концевая крышка;
- 4 – Т-образный корпус;
- 5 – труба с воронкой;
- 6 – соединитель;
- 7 – внешняя трубка;
- 8 – внутренняя трубка;
- 9 – паз внутренней трубки;
- 10 – межсекционная прокладка;
- 11 – термоизолятор;
- 12 – отверстие;
- 13 – верхний паз;
- 14 – нижний паз;
- 15 – паз концевой крышки.

Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела состоит из конденсатора 1 (фиг.1, 2), который включает Т-образный корпус 4, выполненный из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, например, алюминий. В центре верхней части Т-образного корпуса 4 выполнено отверстие 12. Внутри Т-образного корпуса 4 установлена труба с воронкой 5, которая в нижней части жестко закреплена соединителями 6 с внутренней стенкой Т-образного корпуса 4. Испаритель 2 (фиг. 1, 3) состоит из внешних трубок 7, на торцах каждой из которых выполнены верхний паз 13 и нижний паз 14. Внешняя трубка 7 жестко закреплена соединителями 6 с внутренней трубкой 8. Между внутренними трубками 8 установлены с возможностью съема межсекционные прокладки 10 в паз внутренней трубки 9, который выполнен на верхнем торце внутренней трубки 8. На внешнюю поверхность внутренней трубки 8 жестко установлен термоизолятор 11, который выполнен из материала с низким коэффициентом теплопроводности, например, резина. К нижней части последней внешней трубки 7 устанавливается с возможностью съема концевая крышка 3, в которой выполнен паз концевой крышки 15. Концевая крышка 3 выполненная из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, например, алюминий.

Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела работает следующим образом. Выполняется выемка в грунте с диаметром равным внешней трубки 7. В верхней части скважины выполняется выемка с размерами горизонтальной части Т-образного корпуса 4. В выполненную скважину отпускается концевая крышка

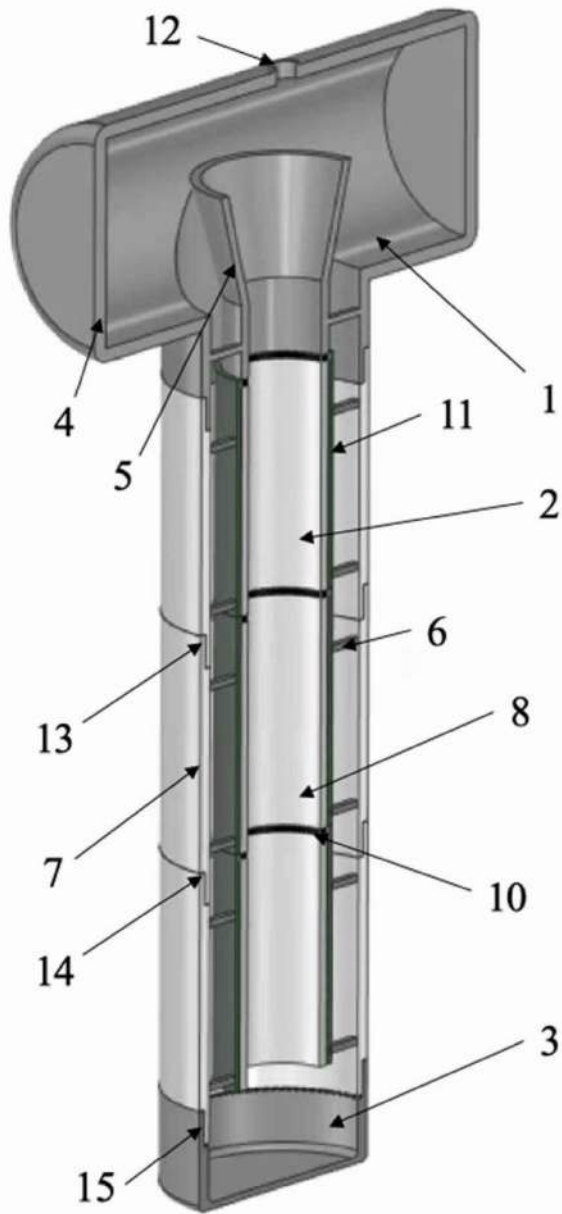
3, испарители 2 и конденсатор 1. В отверстие 12 заливается рабочее тело. Рабочее тело – низкокипящая жидкость, например, фреон или аммиак, заполняется в Т-образный корпус 4 через отверстие 12. Жидкость заполняет объем устройства до места соединения конденсатора 1 и испарителя 2, воздух откачивается, остальной объем заполнен насыщенным паром низкокипящей жидкости. Межсекционная прокладка 10 обеспечивает герметичность соединения внутренних трубок 8. Рабочая жидкость нагревается от массива грунта с высокой температурой, нагретого от геотермального тепла Земли. Под воздействием передающегося тепла от грунта к поверхности концевой крышки 3, выполненной из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, образуется парожидкостная смесь, которая движется вверх под воздействием разностей температур по высоте испарителя 2 к конденсатору 1. Над уровнем низкокипящей жидкости происходит сепарация парожидкостной смеси с выделением пара и его последующим движением в конденсатор 1. В конденсаторе 1 пары низкокипящей жидкости осаждаются на стенках трубы с воронкой 5 и стекают вниз к испарителю 2. Из-за разности плотностей нагретые слои рабочей тела за счет естественной конвекции поднимаются вверх по внутренней поверхности внешней трубки 7. В тоже время по внутренней поверхности внутренней трубки 8 слои с низкой температурой рабочего тела спускаются к концевой крышке 3. Интенсивность теплообмена между нагретыми слоями рабочего тела и низкотемпературных слоев снижается за счет термоизолятора 11. Создается естественная циркуляция рабочего тела по замкнутому контуру без необходимости ее принудительного движения с помощью насосных установок по всей длине термосифона.

Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела за счет введения термоизолятора на внешней поверхности внутренней трубки позволяет уменьшить тепловые потери при транспортировании глубинного тепла Земли. Транспортирование геотермальной энергии с различной глубины происходит благодаря конструкции внешних и внутренних трубок и установки их в необходимом количестве.

#### (57) Формула полезной модели

Геотермальный термосифон с естественной циркуляцией рабочего тела, включающий конденсатор, испаритель и трубы круглого сечения, отличающийся тем, что конденсатор выполнен в форме Т-образного корпуса из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, при этом в центре его верхней части выполнено отверстие, а внутри установлена труба с воронкой, которая в нижней части жестко закреплена соединителями с внутренней стенкой конденсатора, испаритель состоит из внешних трубок, на торцах каждой из которых выполнены верхний и нижний пазы, при этом они жестко закреплены соединителями с внутренними трубками, между которыми установлены с возможностью съема межсекционные прокладки в паз внутренней трубки, который выполнен на верхнем ее торце, к нижней части последней внешней трубки установлена с возможностью съема концевая крышка из материала с высоким коэффициентом теплопроводности, в которой выполнен паз для соединения с испарителем.

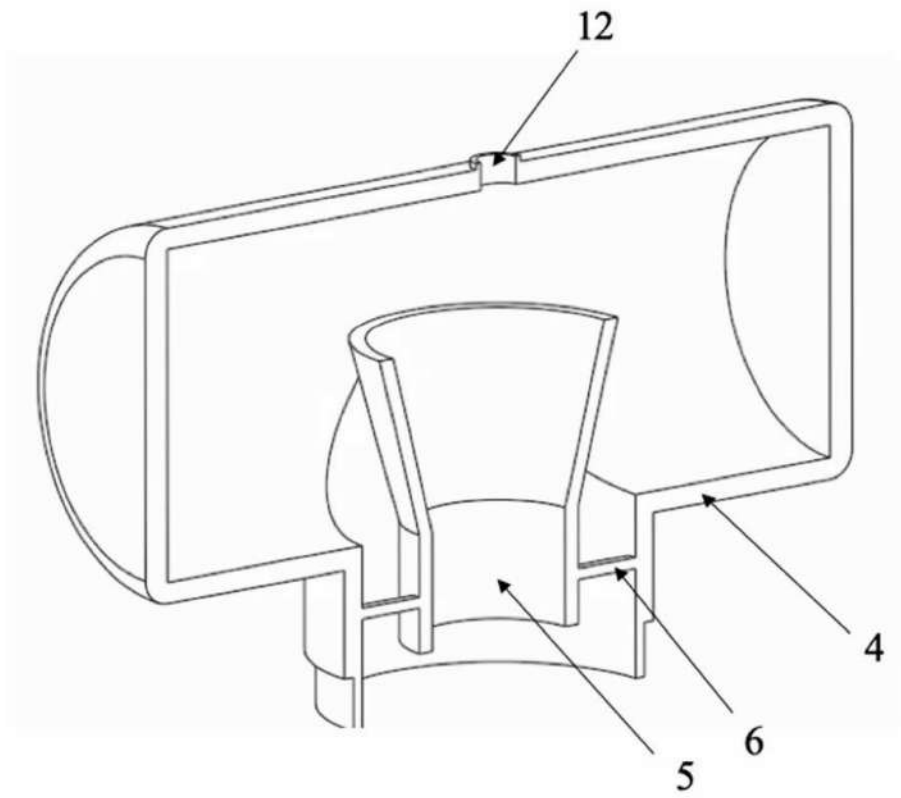
1



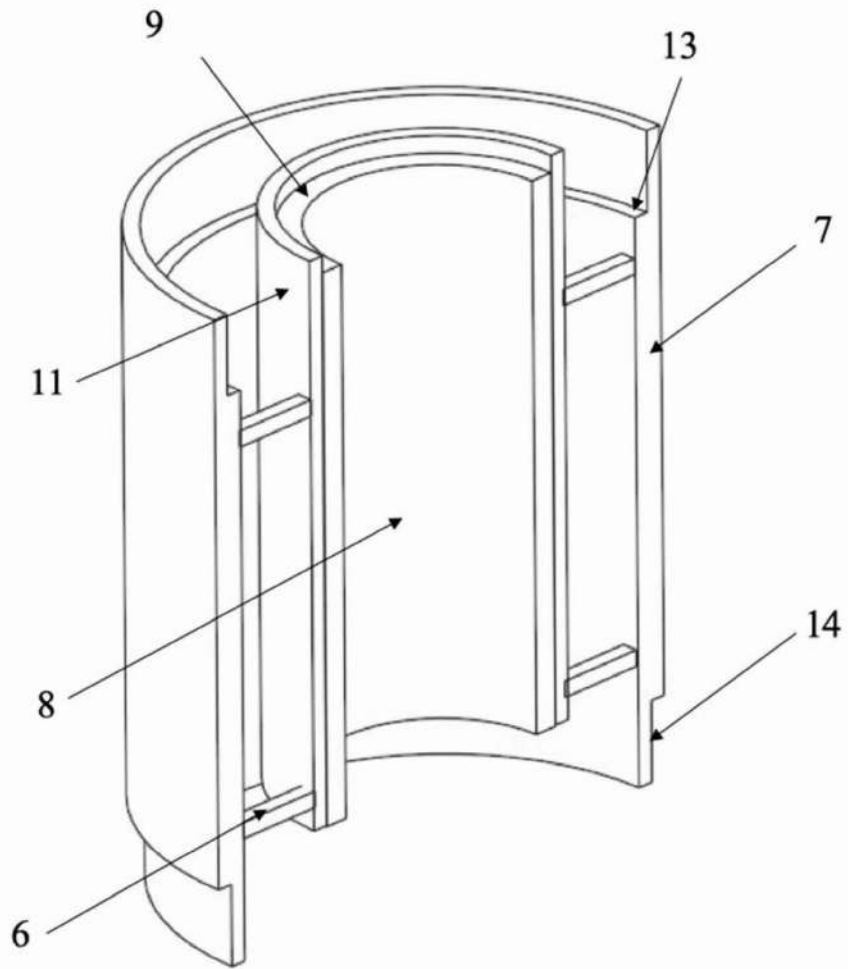
Фиг. 1

2





Фиг. 2



Фиг. 3