

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21)

202292559

(13)

A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.02.28

(22) Дата подачи заявки
2020.12.22

(51) Int. Cl. *F01K 7/02* (2006.01)
F01K 25/06 (2006.01)
F01K 27/00 (2006.01)

(54) ТЕПЛОВАЯ МАШИНА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(31) 2008912.4

(32) 2020.06.11

(33) GB

(86) PCT/GB2020/053348

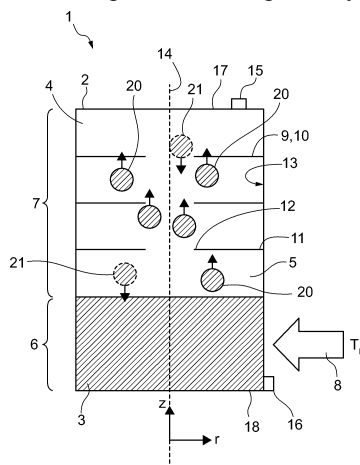
(87) WO 2021/250365 2021.12.16

(71) Заявитель:
КЭТРИК ТЕКНОЛОДЖИЗ
ЛИМИТИД (GB)

(72) Изобретатель:
Велаюдхем Картикеян (GB)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) Предложена тепловая машина. Тепловая машина содержит корпус (1), первую жидкость (3) и вторую жидкость (4), расположенные внутри корпуса (1). Первая жидкость (3) имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость (4). Тепловая машина дополнительно содержит теплообменник (6), который передает тепло первой жидкости (3) для ее испарения с образованием пара (20) первой жидкости. Тепловая машина также содержит по меньшей мере один элемент (9), реагирующий на поток текучей среды, который перемещается в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием второй жидкости (4) и пара (20) первой жидкости. Фазовый переход первой текучей среды из жидкости в газ обеспечивает альтернативный механизм преобразования тепла в работу с многочисленными преимуществами. Тепловая машина имеет минимальное количество движущихся частей, относительно длительный срок службы, не требует специального топлива, не выделяет напрямую токсичных или неэкологических газов и может быть адаптирована к конкретному источнику отработанного тепла.



202292559

A1

A1

202292559

ТЕПЛОВАЯ МАШИНА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к тепловой машине и способу ее изготовления. В частности, описанная тепловая машина использует фазовый переход текучей среды для преобразования тепловой энергии в механическую энергию.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Тепловая машина представляет собой циклическое устройство, преобразующее теплоту в работу, или, другими словами, тепловую энергию в механическую энергию. В целом, тепловая машина содержит рабочее тело, такое как газ или жидкость, которое поглощает тепло из высокотемпературного резервуара, совершает работу над окружающей его средой и выделяет тепло, возвращаясь в исходное состояние. Известно множество различных типов тепловых машин, работающих на этом основном принципе, таких как двигатель внутреннего сгорания.

Рабочее тело тепловой машины циклически испытывает изменения давления, температуры и объема, а также подвод и отвод тепла. Например, в двигателе внутреннего сгорания газ, содержащий топливно-воздушную смесь, сжимается, а затем воспламеняется, в результате чего газ впоследствии расширяется и приводит в движение поршень. Движение поршня обеспечивает возможность выброса воспламененного газа и втягивания невоспламененного газа для продолжения цикла.

Несмотря на их повсеместное использование, двигатель внутреннего сгорания имеет множество недостатков. Двигателю внутреннего сгорания для работы требуется топливо, и он не может работать на отработанном тепле от внешнего высокотемпературного источника (T_H). Необходимо воспламенить топливо, чтобы привести в действие поршень, который создает шум и требует наличия множества движущихся компонентов. Эти компоненты со временем могут изнашиваться и выходить из строя, требуя регулярного обслуживания и, в конечном итоге, ограничивая срок службы двигателя. Кроме того, подходящее топливо для двигателя внутреннего сгорания обычно ограничено дорогими очищенными газообразными или жидкими углеводородными соединениями. Кроме того, при сгорании топлива образуются нежелательные токсичные и вредные для окружающей среды газы. Двигатели внутреннего сгорания также не масштабируемы и поэтому не подходят для крупномасштабного производства электроэнергии.

Двигатель внешнего сгорания работает от внешнего источника высокой

температуры (T_H), нагревающего рабочую текучую среду через теплообменник или стенку двигателя. Тепло заставляет рабочую текучую среду расширяться, приводя в движение поршень. Двигатели внешнего сгорания, такие как паровые двигатели, могут использовать многочисленные типы источников тепла, и такие двигатели широко используются. Тем не менее, эти двигатели обычно подходят для крупномасштабного производства электроэнергии, поэтому они представляют собой большие, тяжелые и дорогие устройства, которые могут быть небезопасными и относительно неэффективными. Двигатель внешнего сгорания также содержит движущиеся компоненты, которые создают шум и требуют обслуживания.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью аспекта настоящего изобретения является создание тепловой машины, которая устраняет или по меньшей мере смягчает один или несколько вышеупомянутых недостатков тепловых машин, известных в данной области техники.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, предложена тепловая машина, содержащая:

корпус,

первую жидкость и вторую жидкость, расположенные внутри корпуса, при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость,

теплообменник для передачи тепла первой жидкости для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости, и

по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, для движения в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием второй жидкости и пара первой жидкости.

Наиболее предпочтительно, корпус является герметичным. Тепловая машина представляет собой замкнутую тепловую машину. В этой конструкции первая и или вторая жидкости не добавляются и не удаляются во время работы.

Предпочтительно, первая и вторая жидкости занимают внутренний объем корпуса. Первая и вторая жидкости могут смешиваться во внутреннем объеме корпуса.

Предпочтительно, первая жидкость находится в первой части корпуса. Вторая жидкость находится во второй части корпуса.

Наиболее предпочтительно, первая жидкость представляет собой деминерализованную воду, а вторая жидкость представляет собой ксилол. В качестве

альтернативы, первая жидкость представляет собой деминерализованную воду, а вторая жидкость представляет собой керосин. В качестве альтернативы, первая жидкость представляет собой декафторпентан, а вторая жидкость представляет собой деминерализованную воду. В качестве альтернативы, первая жидкость представляет собой хлороформ, а вторая жидкость представляет собой деминерализованную воду.

Предпочтительно, рабочий диапазон температур тепловой машины составляет от 110 °C до 150 °C. В качестве альтернативы, диапазон рабочих температур тепловой машины составляет от 70 °C до 90 °C.

Предпочтительно, теплообменник передает тепло от внешнего высокотемпературного источника тепла первой жидкости.

Предпочтительно, теплообменник представляет собой первую часть корпуса. В качестве альтернативы, теплообменник представляет собой трубу. Труба может проходить через первую часть корпуса.

Как вариант, тепловая машина может дополнительно содержать одну или более твердых частиц. Указанные одна или более твердых частиц находятся во внутреннем объеме тепловой машины. Указанные одна или более твердых частиц суспендированы в первой жидкости и или во второй жидкости. Плотность указанных одной или более твердых частиц имеет значение между плотностью первой жидкости и плотностью второй жидкости. Твердые частицы химически не вступают в реакцию с первой жидкостью, второй жидкостью и или паром первой жидкости. Предпочтительно, твердые частицы являются магнитно-нейтральными. В качестве альтернативы, твердые частицы являются магнитными.

Наиболее предпочтительно, указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, может быть выполнен в форме одного или более стержней. Указанные один или более стержней могут иметь первый конец и второй конец. Первые концы указанных одного или более стержней предпочтительно прикреплены к внутренней поверхности корпуса. Указанные один или более стержней могут проходить во внутренний объем корпуса. Вторые концы указанных одного или более стержней предпочтительно могут совершать свободное движение. Вторые концы указанных одного или более стержней предпочтительно расположены ближе к центральной оси корпуса.

Предпочтительно, указанные один или более стержней равномерно распределены по внутренней поверхности. В качестве альтернативы, указанные один или более стержней неравномерно распределены по внутренней поверхности.

Предпочтительно, указанные один или более стержней ориентированы

перпендикулярно внутренней поверхности. В качестве альтернативы, указанные один или более стержней ориентированы не перпендикулярно внутренней поверхности.

Предпочтительно, указанные один или более стержней имеют одинаковые размеры. В качестве альтернативы, указанные один или более стержней имеют неодинаковые размеры.

Предпочтительно, указанные один или более стержней содержат материал одного и того же состава. Указанные один или более стержней могут содержать латунь. В качестве альтернативы, указанные один или более стержней содержат разные составы материала.

Как вариант, указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, может быть выполнен в форме одной или более пластин. Указанные одна или более пластин предпочтительно имеют одно или более отверстий. Указанные одна или более пластин предпочтительно выполнены с такими размерами, что они имеют форму круглого поперечного сечения корпуса. Указанные одна или более пластин могут быть установлены на внутренней поверхности корпуса. Указанные одна или более пластин могут пересекать центральную ось корпуса.

Как вариант, указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, может быть выполнен в форме одной или более диафрагм. Указанные одна или более диафрагм могут иметь одно или более отверстий.

Как вариант, указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, может быть в форме одной или более твердых частиц. Указанные одна или более твердых частиц являются магнитными.

Предпочтительно, корпус имеет впускное отверстие и выпускное отверстие. Впускное и выпускное отверстия предпочтительно выполнены с возможностью герметизации.

Как вариант, тепловая машина дополнительно содержит конденсационный контур. Конденсационный контур передает тепло внешнему низкотемпературному радиатору или источнику от пара первой жидкости. Конденсационный контур предпочтительно конденсирует пар первой жидкости и возвращает первую жидкость в первую часть корпуса.

Как вариант, тепловая машина дополнительно содержит поглотитель. Поглотитель может содержать первую жидкость. Поглотитель предпочтительно соединен с корпусом. Поглотитель поддерживает уровень первой жидкости в первой части корпуса.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, предложена система аккумулирования энергии, содержащая тепловую машину, выполненную в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, средство преобразования энергии и внешний

высокотемпературный источник тепла.

Как вариант, система аккумулирования энергии может дополнительно содержать внешний низкотемпературный теплоотвод или источник.

Наиболее предпочтительно, система аккумулирования энергии может дополнительно содержать вибрационную линзу.

Вибрационная линза предпочтительно содержит по меньшей мере два фокусирующих элемента, каждый из которых имеет первый конец для прикрепления к источнику вибрации и второй конец, при этом указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента расположены таким образом, что расстояние между ними уменьшается от первых концов ко вторым концам.

Наиболее предпочтительно, указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента содержит первую часть, расположенную между первым концом и вторым концом. Первые части указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов расположены под углом друг к другу, так что указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента сходятся на вторых концах.

Предпочтительно, каждый из указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит вторую часть, расположенную на первом конце. Предпочтительно, вторые части указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов по существу параллельны.

Наиболее предпочтительно, вибрационная линза дополнительно содержит опорную пластину. Первые концы указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов могут быть прикреплены к опорной пластине. Вторые части указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов могут быть прикреплены к опорной пластине.

Предпочтительно, каждый из указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит третью часть, расположенную на втором конце. Третьи части указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов по существу параллельны. Третьи части указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов определяют фокус вибрационной линзы.

Предпочтительно, указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента выполнены из латуни.

Как вариант, указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат два или более слоев и или покрытий. Указанные два или более слоев и или покрытий могут иметь разные вибрационные и или тепловые характеристики. Указанные по меньшей мере два слоя и или покрытия могут иметь разные размеры, материалы, плотности и или

зернистую структуру.

Как вариант, указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат первый слой и второй слой. Первый слой прикреплен ко второму слою. Первый слой может содержать латунь. Второй слой может содержать сталь.

Как вариант, вибрационная линза дополнительно содержит одну или более пружин. Указанная одна или более пружин соединяют по меньшей мере два фокусирующих элемента.

Как вариант, вибрационная линза дополнительно содержит один или более грузов, прикрепленных к одному или нескольким из указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Как вариант, вибрационная линза дополнительно содержит систему динамического управления. Система динамического управления изменяет вибрационные характеристики вибрационной линзы в процессе работы. Система динамического управления может регулировать жесткость пружины. Система динамического управления может регулировать положение и или величину грузов.

Как вариант, вибрационная линза может содержать три фокусирующих элемента.

Наиболее предпочтительно, фокусирующие элементы представляют собой фокусирующие пластины.

В качестве альтернативы, фокусирующие элементы представляют собой фокусирующие стержни.

Наиболее предпочтительно, первый конец вибрационной линзы прикреплен к тепловой машине.

Наиболее предпочтительно, на втором конце вибрационной линзы расположено средство преобразования энергии. Предпочтительно, средство преобразования энергии расположено между третьими частями указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Как вариант, корпус тепловой машины дополнительно содержит герметизируемые отверстия. Стержни тепловой машины непосредственно соединены с фокусирующими элементами вибрационной линзы. Стержни проходят через герметизируемые отверстия.

Предпочтительно, средство преобразования энергии представляет собой один или более пьезоэлектрических кристаллов. Дополнительно или в качестве альтернативы, средство преобразования энергии представляет собой одну или более нано-катушек; и или одну или более катушек.

В качестве альтернативы, средство преобразования энергии представляет собой

катушку. Катушка может быть намотана вокруг корпуса тепловой машины.

Варианты выполнения второго аспекта изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого аспекта изобретения, или наоборот.

В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения, предложен способ изготовления тепловой машины, включающий:

обеспечение корпуса,

размещение первой жидкости и второй жидкости внутри корпуса, при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость,

обеспечение теплообменника для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости, и

обеспечение по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды, который совершает движения в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием второй жидкости и пара первой жидкости.

Предпочтительно, способ изготовления тепловой машины может дополнительно включать определение характеристик внешнего высокотемпературного источника тепла.

Предпочтительно, определение характеристик внешнего высокотемпературного источника тепла может включать определение температуры, энергии, мощности, вариабельности и или продолжительности действия внешнего высокотемпературного источника тепла.

Предпочтительно, способ изготовления тепловой машины может дополнительно включать определение оптимальных параметров тепловой машины для использования с внешним высокотемпературным источником тепла.

Предпочтительно, определение оптимальных параметров тепловой машины для использования с внешним высокотемпературным источником тепла может дополнительно включать использование характеристик внешнего высокотемпературного источника тепла.

Предпочтительно, определение оптимальных параметров тепловой машины может включать определение габаритов тепловой машины, объема, взаимного соотношения и химического состава первой и второй жидкостей, распределения, ориентации, размеров и или состава материала по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды; оперативной близости тепловой машины к высокотемпературному (T_H) источнику тепла; требуется ли конденсационный контур, и требуется ли поглотитель.

Варианты выполнения третьего аспекта изобретения могут содержать признаки для

реализации предпочтительных или необязательных признаков первого и или второго аспекта изобретения, или наоборот.

В соответствии с четвертым аспектом настоящего изобретения, предложен способ изготовления системы аккумулирования энергии, включающий:

использование тепловой машины в соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения;

обеспечение внешнего высокотемпературного источника тепла; и

обеспечение средства преобразования энергии.

Предпочтительно, способ изготовления системы аккумулирования энергии включает обеспечение внешнего низкотемпературного теплоотвода или источника.

Предпочтительно, способ изготовления системы аккумулирования энергии может включать выполнение вибрационной линзы.

Предпочтительно, выполнение вибрационной линзы включает:

обеспечение по меньшей мере двух фокусирующих элементов, каждый из которых имеет первый конец и второй конец; и

размещение указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов таким образом, чтобы расстояние между ними уменьшалось от первых концов ко вторым концам.

Предпочтительно, выполнение вибрационной линзы дополнительно включает определение характеристик тепловой машины.

Предпочтительно, определение характеристик тепловой машины включает количественную оценку любого из следующих параметров: габаритов тепловой машины, размеров по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды, и частотных характеристик любых механических колебаний.

Предпочтительно, выполнение вибрационной линзы может дополнительно включать определение оптимальных параметров вибрационной линзы для использования с тепловой машиной.

Предпочтительно, определение оптимальных параметров вибрационной линзы включает определение оптимальной длины, ширины и или глубины указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и или оптимального разделения первых концов указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и или оптимального разделения вторых концов указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и или оптимального расстояния для сходимости указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и или оптимального материала или материалов для указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и или оптимального коэффициента

теплового расширения материала или материалов указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Как вариант, определение оптимальных параметров может также включать определение глубины первого слоя и второго слоя указанных по меньшей мере двух фокусирующих пластин, материала первого слоя и материала второго слоя. Первый слой может содержать латунь. Второй слой может содержать сталь.

Предпочтительно, обеспечение тепловой машины выполняют перед выполнением вибрационной линзы.

Как вариант, способ изготовления системы аккумуляирования вибрационной энергии может быть итерационным. Тепловая машина может быть оптимизирована после выполнения вибрационной линзы.

Варианты выполнения четвертого аспекта изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого, второго и или третьего аспектов изобретения, или наоборот.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее исключительно в качестве примера описаны различные варианты выполнения изобретения со ссылкой на чертежи, на которых:

Фиг.1 изображает схематический вид в разрезе тепловой машины, выполненной в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения;

Фиг.2 изображает вид в аксонометрии в разрезе тепловой машины, показанной на Фиг.1;

Фиг.3 изображает схематический вид в разрезе тепловой машины, показанной на Фиг.1, в рабочем состоянии;

Фиг.4 изображает схематический вид в разрезе альтернативного варианта выполнения тепловой машины, показанной на Фиг.1, в рабочем состоянии;

Фиг.5 изображает вид в аксонометрии в разрезе альтернативного варианта выполнения тепловой машины, показанной на Фиг.1;

Фиг.6 изображает схематический вид в разрезе системы аккумуляирования энергии, содержащую тепловую машину, показанную на Фиг.1;

Фиг.7 изображает вид в аксонометрии вибрационной линзы, используемой в системе аккумуляирования вибрационной энергии, показанной на Фиг.6;

Фиг.8 изображает схематический вид в разрезе вибрационной линзы, показанной на Фиг.7;

Фиг.9 изображает график (а) напряжения, генерируемого пьезоэлектрическим кристаллом, расположенным на втором конце вибрационной линзы, показанной на Фиг.7, когда вибрационная линза прикреплена к двигателю внутреннего сгорания, и (b) напряжения, генерируемого эталонным пьезоэлектрическим кристаллом;

Фиг.10 изображает схематический вид в разрезе альтернативного варианта выполнения вибрационной линзы, показанной на Фиг.7;

Фиг.11 изображает схематический вид в разрезе еще одного альтернативного варианта выполнения вибрационной линзы, показанной на Фиг.7;

Фиг.12 изображает схематический вид в разрезе еще одного альтернативного варианта выполнения вибрационной линзы, показанной на Фиг.7;

Фиг.13 изображает схематический вид в разрезе альтернативного варианта выполнения системы аккумулирования энергии, показанной на Фиг.6;

Фиг.14 иллюстрирует блок-схему способа изготовления тепловой машины, показанной на Фиг.1;

Фиг.15 изображает схематический вид в разрезе альтернативной системы аккумулирования энергии, показанной на Фиг.6.

В последующем описании одинаковые части отмечены в описании и на чертежах одинаковыми номерами позиций. Чертежи не обязательно выполнены в масштабе, при этом пропорции некоторых частей были преувеличены, чтобы лучше проиллюстрировать детали и признаки вариантов выполнения изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ

Объяснение настоящего изобретения теперь будет описано со ссылкой на Фиг.1-15.

Тепловая машина

На Фиг.1 показана тепловая машина, имеющая по существу цилиндрический герметичный корпус. Корпус 2 изготовлен из нержавеющей стали, а именно, из стали марки SA516 GR.65. Для простоты понимания, на Фиг.1 также изображена цилиндрическая система координат с осями r , θ и z .

Можно видеть, что тепловая машина 1 содержит первую жидкость 3 и вторую жидкость 4, каждая из которых находится внутри корпуса 2. Первая и вторая жидкости 3, 4 занимают внутренний объем 5 корпуса 2. Первая жидкость 3 имеет более высокую плотность, но более низкую температуру кипения по сравнению со второй жидкостью 4. Таким образом, в то время как первая и вторая жидкости 3, 4 могут свободно смешиваться

внутри корпуса 2, первая жидкость 3 находится в пределах первой части 6 корпуса 2 у основания корпуса 2, а вторая жидкость 4 находится в пределах второй части 7 корпуса 2 над первой жидкостью 3.

В качестве примера, первая жидкость 3 может представлять собой деминерализованную воду, а вторая жидкость 4 может представлять собой ксилол. Плотность деминерализованной воды примерно в 1,2 раза выше плотности ксилола, а температура кипения деминерализованной воды составляет 100 °С, что ниже температуры кипения ксилола, равной 138,5 °С. Деминерализованная вода и ксилол находятся в жидком состоянии при комнатной температуре (20 °С) и давлении. Тепловая машина 1, содержащая деминерализованную воду и ксилол в качестве первой и второй жидкостей 3, 4, пригодна для работы при температуре от 110 °С до 150 °С.

Дополнительные примеры первой и второй жидкостей 3, 4 представлены в Таблице I вместе с диапазоном рабочих температур тепловой машины 1, содержащей первую и вторую жидкости 3, 4. Все первая и вторая жидкости 3, 4, представленные в Таблице I, при комнатной температуре (20 °С) и давлении находятся в жидком состоянии. Кроме того, следует понимать, что диапазоны рабочих температур, отличные от тех, которые подробно описаны в Таблице I, например, диапазон рабочих температур ниже 70–90 °С, могут быть достигнуты путем использования разных первой и второй жидкостей 3, 4 и различных комбинаций первой и второй жидкостей 3, 4, помимо раскрытых жидкостей и комбинаций в Таблице I.

Таблица I: Примеры первой жидкости, второй жидкости и диапазона рабочих температур тепловой машины, содержащей первую и вторую жидкости

Первая жидкость	Вторая жидкость	Диапазон рабочих температур (°С)
Деминерализованная вода	Ксилол	110 – 150
Деминерализованная вода	Керосин	110 – 150
Декафторпентан	Деминерализованная вода	70 – 90
Хлороформ	Деминерализованная вода	70 – 90

Тепловая машина 1 также содержит теплообменник, который передает тепло от внешнего высокотемпературного (T_H) источника тепла к первой жидкости 3 для испарения некоторого количества первой жидкости 3. Первая жидкость 3 не подвергается прямому воздействию внешнего высокотемпературного (T_H) источника тепла или любой внешней текучей среды, переносящий тепло от внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8

тепла. В варианте выполнения, показанном на Фиг.1, теплообменник принимает форму первой части 6 корпуса 2.

Тепловая машина 1 также содержит по меньшей мере один элемент 9, реагирующий на поток текучей среды. Как можно ясно видеть на Фиг.2, указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, имеет форму стержней 10. Каждый стержень 10 имеет первый конец и второй конец. Первые концы 11 стержней 10 закреплены на внутренней поверхности 13 корпуса 2. Стержни 10 проходят во внутренний объем 5 корпуса 2. Вторые концы 12 стержней 10 свободно двигаться и направлены в сторону центральной оси корпуса 2. Стержни 10 распределены по внутренней поверхности 13 корпуса 2 как в направлении θ , так и в направлении z . Стержни 10 расположены во второй части 7 корпуса 2. На Фиг.1-3 показаны стержни 10, равномерно распределенные по внутренней поверхности 13, ориентированные перпендикулярно внутренней поверхности 13 и имеющие одинаковые размеры, такие как длина. Стержни 10 могут быть изготовлены из бронзы и или латуни, так как относительно высокая плотность эффективно передает любое движение или механические вибрации.

Корпус 2 имеет герметизируемое впускное отверстие и герметизируемое выпускное отверстие 16. Герметизируемое впускное отверстие 15 расположено на верхнем конце 17 корпуса 2, проходя через вторую часть 7 корпуса 2, и обеспечивает средство для добавления первой и второй жидкостей 3, 4 в корпус 2. Аналогичным образом, герметизируемое выпускное отверстие 16 расположено на нижнем конце 18 корпуса 2, проходя через первую часть 6 корпуса 2, и обеспечивает средства для слива первой и второй жидкостей 3, 4 из корпуса 2. Для заполнения и обслуживания корпуса 2 при избыточном давлении первая и вторая жидкости 3, 4 могут перекачиваться в корпус 2 и из него насосной системой 19.

На Фиг.3 показана тепловая машина 1, изображенная на Фиг.1, в действии, другими словами, преобразующая тепловую энергию в механическую энергию. Тепловая машина 1 является машиной замкнутого типа, так что первая и вторая жидкости 3, 4 во время работы машины не добавляются и не удаляются. Первая часть 6 корпуса 2 подвергается воздействию внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла, что приводит к передаче тепловой энергии через корпус 2 к первой жидкости 3. Таким образом, часть первой жидкости 3 испаряется с образованием пара первой жидкости. Пар первой жидкости принимает форму газовых пузырьков. Газовые пузырьки 20 имеют меньшую плотность, чем первая жидкость 3 и вторая жидкость 4. Таким образом, газовые пузырьки 20 движутся в положительном направлении z во вторую часть 7 корпуса 2 и через вторую жидкость 4. Тепловая энергия от внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла

преобразуется в кинетическую энергию в виде движения газовых пузырьков 20.

Взаимодействие в форме относительного движения и или температурных градиентов газовых пузырьков 20 и второй жидкости 4 создает поток текучей среды. Более конкретно, поток текучей среды включает поток первой жидкости 3, второй жидкости 4 и газовых пузырьков 20. Например, поток текучей среды показан на Фиг.3 стрелками. Этот поток текучей среды может быть ламинарным и или турбулентным. Поток текучей среды вызывает движение стержней 10, или, более конкретно, поток текучей среды вызывает механические колебания внутри стержней 10. Таким образом, кинетическая энергия газовых пузырьков 20 преобразуется в энергию механических колебаний. Например, ламинарный поток газовых пузырьков 20 может привести к прямому столкновению газовых пузырьков 20 со стержнями 10, отклоняя стержни 10. Кроме того, турбулентный поток газовых пузырьков 20 и второй жидкости 4 может вызывать движение и или механические вибрации внутри стержней 10.

Каждый газовый пузырек 20 рассеивает кинетическую и тепловую энергию. В результате каждый газовый пузырек 20 в конечном счете конденсируется с образованием жидкого пузырька 21 первой жидкости 3. Жидкие пузырьки 21 оседают обратно к концу 18 основания, в первую часть 6 корпуса 2, поскольку плотность жидких пузырьков 21 больше, чем плотность второй жидкости 4. Преимущество оседания жидких пузырьков 21 обратно через вторую часть 7 корпуса 2 заключается в том, что жидкие пузырьки 21 могут дополнительно создавать потоки текучей среды и вызывать движение и или механические вибрации внутри стержней 10.

В качестве альтернативного варианта выполнения следует понимать, что, вместо того, чтобы быть цилиндрическим, корпус 2 может иметь любую правильную или неправильную трехмерную форму.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, теплообменник может иметь форму трубы, проходящей через первую часть 6 корпуса 2, см. Фиг.4. Внешняя текучая среда, несущая тепло от внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла, проходит через трубу, опосредованно передавая тепло первой жидкости 3. Труба 22 более эффективно передает тепло первой жидкости 3, чем через первую часть 6 корпуса 2, так как труба 22 имеет больший тепловой контакт с первой жидкостью 3.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, распределение стержней 10 может быть неравномерным. В другом дополнительном или альтернативном варианте выполнения стержни 10 могут быть ориентированы не перпендикулярно внутренней поверхности 13. В другом дополнительном или

альтернативном варианте выполнения размеры стержней 10, такие как длина стержней, могут варьироваться. В качестве еще одного дополнительного или альтернативного варианта выполнения, состав материала стержней 10 может варьироваться. Кроме того, распределение, ориентация, размеры и состав материала стержней 10 могут быть оптимизированы с помощью вычислений.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, тепловая машина 1, показанная на Фиг.4, дополнительно содержит твердые частицы 23а. Твердые частицы 23а расположены во внутреннем объеме 5 тепловой машины 1, взвешенные в первой и второй жидкостях 3, 4. Твердые частицы 23а перемещаются по внутреннему объему 5 корпуса 2 под действием потока текучей среды, создаваемого взаимодействием газовых пузырьков 20 и второй жидкости 4. Твердые частицы 23а сталкиваются со стержнями 10, вызывая дополнительное движение или, более конкретно, механические вибрации внутри стержней 10, в дополнение к движению, вызываемому непосредственно потоком текучей среды. Плотность частиц 23а имеет значение между плотностью первой и второй жидкостей 3, 4, так что частицы 23а не являются слишком тяжелыми или плавучими, будучи взвешенными в первой и второй жидкостях 3, 4. Кроме того, частицы 23а химически неактивны с первой жидкостью 3, второй жидкостью 4 и газовыми пузырьками 20. Твердые частицы 23а также являются магнитно-нейтральными. Размеры и состав материала частиц 23а могут быть оптимизированы для достижения требуемого взаимодействия с потоком текучей среды. В качестве еще одного дополнительного или альтернативного варианта выполнения, частицы 23b могут быть магнитными, как дополнительно обсуждается ниже со ссылкой на Фиг.15.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, тепловая машина 1, показанная на Фиг.4, дополнительно содержит конденсационный контур. Вместо пассивной конденсации газовых пузырьков 20 после того, как они потеряли достаточную энергию внутри корпуса 2, конденсационный контур 24 активно конденсирует газовые пузырьки 20. Более конкретно, после прохождения газовых пузырьков 20 через вторую часть 7 корпуса 2, газовые пузырьки 16 проходят через конденсационный контур 24, где внешний низкотемпературный (T_L) теплоотвод или источник 25 активно охлаждает пузырьки 20, так что они конденсируются в жидкие пузырьки 21. Жидкие пузырьки 21 возвращаются в первую часть 6 корпуса 2. Контур 24 может иметь преимущество, если, например, газовые пузырьки 20 скапливаются на верхнем конце 17 корпуса 2.

В качестве еще одного дополнительного или альтернативного признака, тепловая машина 1, показанная на Фиг.4, дополнительно содержит поглотитель 26 первой жидкости

3. Поглотитель 26 соединен с корпусом 2 и поддерживает уровень первой жидкости 3 в первой части 6 корпуса 2. Когда первая жидкость 3 испаряется внутри тепловой машины 1, это может вызывать существенные изменения давления и или объема внутри тепловой машины 1. Поглотитель 26 сводит к минимуму любые изменения давления и или объема.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, вместо стержней 10 указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, может иметь форму пластины с отверстиями, как показано на Фиг.5. Пластина 27 имеет форму круглого поперечного сечения корпуса 2, прикреплена к внутренней поверхности 13 корпуса 2 и ориентирована так, чтобы пересекать центральную ось 14. Поток текучей среды вызывает движение и или механические колебания внутри пластины 27. Например, поток текучей среды, состоящий из газовых и жидких пузырьков 20, 21, блокируются пластиной 27 и перенаправляются через отверстия 28, вызывая движение и или механические вибрации в пластине 27. Размер, распределение и относительное расположение отверстий 28 можно оптимизировать для усиления турбулентных потоков текучей среды в тепловой машине 1. В качестве еще одного дополнительного или альтернативного признака, пластина 27 может быть гибкой, другими словами, элемент, реагирующий на поток текучей среды, имеет форму диафрагмы с отверстиями.

Процесс передачи тепла первой жидкости 3, испарения первой жидкости 3 с образованием газовых пузырьков 20, передачи энергии от газовых пузырьков 20 элементу, реагирующему на поток текучей среды (другими словами, стержням 10, пластине 27 и или диафрагме) и конденсации газовых пузырьков 20 с образованием жидких пузырьков 21 повторяется, образуя цикл. Механическая энергия (другими словами, движение и или вибрации) может быть далее преобразована в электрическую энергию.

Система аккумулялирования энергии

На Фиг.6 показана тепловая машина 1 и внешний высокотемпературный (T_H) источник 8 тепла в качестве части системы аккумулялирования энергии, более конкретно, системы аккумулялирования вибрационной энергии. Система 29 аккумулялирования вибрационной энергии дополнительно содержит средство 29 преобразования энергии. Система аккумулялирования энергии может дополнительно содержать внешний низкотемпературный (T_L) теплоотвод или источник 25, если это необходимо, для конденсации газовых пузырьков 20. Кроме того, система 29 аккумулялирования вибрационной энергии может дополнительно содержать вибрационную линзу.

На Фиг.7 и 8 показана подходящая вибрационная линза 31a для использования в системе 29 аккумулялирования энергии. Линза 31a может относиться к типу, описанному в

находящейся на одновременном рассмотрении заявке на патент Великобритании № GB1911017.0. Таким образом, линза 31a содержит опорную пластину и два фокусирующих элемента. Фокусирующие элементы имеют форму первой фокусирующей пластины и второй фокусирующей пластины. Каждая пластина из первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 имеет первый конец и второй конец. Каждая пластина из первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 содержит первую часть, имеющую длину γ , расположенную между второй частью на первом конце 35 и третьей частью на втором конце 36.

Вторая часть 38 первой и второй пластин 33, 34 прикреплена к опорной пластине 32. Как показано на Фиг.7, вторая часть 38 наклонена так, чтобы быть по существу параллельной и контактировать с опорной пластиной 32, так что вторая часть 38 прикреплена к опорной пластине 32 сваркой. В дополнение или в качестве альтернативы сварке, средства крепления могут иметь форму клея, гайки и болта, заклепок, их комбинации или любой другой подходящей альтернативы.

Вторые части 38 первой и второй пластин 33, 34 прикреплены к опорной пластине 32 по существу в одной и той же ориентации и разделены расстоянием α , как показано на Фиг.8.

Как также видно на Фиг.8, первые части 37 первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 расположены под углом к опорной пластине 32 так, что они сходятся друг к другу. В описываемом варианте выполнения первые части 37 первой и второй пластин 33, 34 расположены под углом к опорной пластине 32 таким образом, что они сходятся к точке на расстоянии β по нормали к опорной пластине 32, расположенной посередине ($\alpha/2$) между вторыми частями 38 первой и второй пластин 33, 34.

Третьи части 39 на втором конце 36 первой и второй пластин 33, 34 расположены под углом, так что они по существу параллельны и предпочтительно перпендикулярны опорной пластине 32, и действуют как фокус вибрационной линзы 31a.

Как показано на Фиг.6, вибрационная линза 31a прикреплена к тепловой машине 1. Опорная пластина 32 линзы 31a прикреплена к тепловой машине 1, например, с помощью гаек и болтов, сварки и или любого другого подходящего эквивалентного средства или их комбинации. Механические колебания, возникающие в стержнях 10 тепловой машины 1, передаются через корпус 1 тепловой машины 1 на вибрационную линзу 31a.

Как ясно видно на Фиг.6, между третьими частями 39 первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 расположено средство 30 преобразования энергии, которое имеет форму одного или более пьезоэлектрических кристаллов. Пьезоэлектрические кристаллы 40 соединены с электрическими компонентами и направлены, например, на

соответствующую электрическую нагрузку (не показана) кабелями. Указанный один или более пьезоэлектрических кристаллов 40 преобразуют механическую энергию колебаний, создаваемую тепловой машиной 1, в полезную электрическую энергию. Альтернативные средства преобразования энергии могут иметь форму нано-катушек и магнитов.

Следует понимать, что в дополнительном или в альтернативном варианте выполнения системы 29 аккумуляирования энергии пьезоэлектрические кристаллы 40 могут быть прикреплены непосредственно к тепловой машине 1. Однако в варианте выполнения, показанном на Фиг.6, пьезоэлектрические кристаллы 40 прикреплены к вибрационной линзе 31, так что может генерироваться больше электрической энергии, как в целом показано на Фиг.9.

На Фиг.9а как функция времени показано напряжение, генерируемое пьезоэлектрическим кристаллом 40, расположенным между третьими частями 39 первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 вибрационной линзы 31а, когда вибрационная линза 31а прикреплена к двигателю внутреннего сгорания, который действует как источник колебаний, заменяя тепловую машину 1. На Фиг.9а показано среднеквадратичное напряжение 0,743 В. На Фиг.9б как функция времени показано напряжение, генерируемое эталонным пьезоэлектрическим кристаллом (не показан на чертежах), непосредственно присоединенным к двигателю внутреннего сгорания. На Фиг.9б показано среднеквадратичное напряжение 0,003 В. Пьезоэлектрический кристалл 40 между третьими частями 39 генерирует напряжение приблизительно в 248 раз больше, чем напряжение эталонного пьезоэлектрического кристалла.

Причина этого заключается в том, что вибрационная линза 31а передает, конвергирует и фокусирует колебания от первого конца 35 ко второму концу 36 фокусирующих пластин 33, 34. Таким образом, фокусирующие пластины 33, 34 можно считать эквивалентными рычагу, поскольку первый конец 35 каждой фокусирующей пластины 33, 34 закреплен на опорной пластине 32, а второй конец 36 может свободно двигаться, приводя в действие пьезоэлектрические кристаллы 40.

Фокусирующие пластины 33, 34 имеют по существу треугольную форму, что ясно видно на Фиг.7. Первый конец 35 фокусирующих пластин 33, 34 соответствует основанию треугольника, а второй конец 36 соответствует (усеченной) вершине треугольника. Треугольная форма фокусирующих пластин 33, 34 минимизирует пространство, необходимое для размещения вибрационной линзы 31а на перпендикулярном расстоянии β от опорной пластины 32, сохраняя при этом функциональность.

Вибрационная линза 31а, как показано на Фиг.6-8, изготовлена из латуни из-за

относительно высокой плотности латуни, что способствует эффективной передаче вибрационной механической энергии через вибрационную линзу 31a. В качестве альтернативы, вибрационная линза 31a может быть изготовлена из других металлов, сплавов или даже неметаллических материалов, таких как керамика, подходящих для передачи вибрационной энергии.

В качестве дополнительного или альтернативного признака, вибрационная линза 31b, показанная на Фиг.10, дополнительно содержит пружину, расположенную между первой и второй фокусирующими пластинами 33, 34. Следует понимать, что вибрационная линза 31b может содержать несколько пружин 43. Аналогичным образом, в качестве дополнительного или альтернативного признака, вибрационная линза 31c, показанная на Фиг.11, дополнительно содержит груз, прикрепленный к первым фокусирующим пластинам 33. Опять же, следует понимать, что вибрационная линза 31c может содержать несколько грузов 44 одинакового или неодинакового веса, расположенных на обеих или только на одной из первой и второй пластин 33, 34. В качестве дополнительной альтернативы, вибрационная линза 31 может содержать как пружину 43, так и груз 44. Как пружина 43, так и груз 44 изменяют вибрационные характеристики вибрационной линзы 31b, 31c за счет демпфирования и или изменения резонансной частоты вибрационной линзы 31b, 31c, что обеспечивает механизм оптимизации характеристик линзы 31b, 31c. На Фиг.10 и 11 показано, что вибрационная линза 31b, 31c может дополнительно содержать систему динамического управления для динамической регулировки жесткости пружины 43 и или положения груза 44 на первой и или второй фокусирующих пластинах 33, 34, и или величины груза 44 на первой и или второй фокусирующих пластинах 33, 34. Например, груз 44 может иметь форму контейнера, в который можно закачивать и из которого можно выкачивать воду с помощью системы 45 динамического управления. Система 45 управления облегчает изменение вибрационных характеристик линзы 31b, 31c во время работы.

В качестве еще одного дополнительного или альтернативного признака, фокусирующие элементы могут содержать несколько слоев и или покрытий. Различные слои и или покрытия могут иметь различные вибрационные и или температурные характеристики, например, из-за различных размеров, материалов, плотностей и или зернистых структур.

Например, на Фиг.12 показаны фокусирующие пластины 33, 34, содержащие первый, внешний слой и второй, внутренний слой. Второй, внутренний слой 47 может быть менее плотным, чем первый, внешний слой 46. Установлено, что такое расположение

улучшает передачу вибраций через вибрационную линзу 31d. В качестве другого примера, зернистая структура первого внешнего слоя 46 может быть более ровной по сравнению с зернистой структурой второго, внутреннего слоя 47. Опять же, такое расположение улучшает передачу вибраций через линзу 31d. В качестве другого примера, первый слой 46 может быть изготовлен из латуни, а второй слой 47 может быть изготовлен из стали.

Кроме того, также следует отметить, что относительные физические свойства первого, внешнего слоя 46 и второго, внутреннего слоя 47 могут быть обратными, так что, например, второй, внутренний слой 47 может быть более плотным, чем первый, внешний слой 46. В качестве дополнительной альтернативы, зернистая структура первого, внешнего слоя 46 может быть менее ровной по сравнению со зернистой структурой второго, внутреннего слоя 47. Физические свойства различных слоев, такие как размеры, материалы, плотности и или структуры зерен оптимизируются в соответствии с требуемыми вибрационными и или тепловыми характеристиками, которые в конечном счете зависят от частотных характеристик источника вибрации, другими словами, тепловой машины 1.

В качестве дополнительной альтернативы, вибрационная линза 31a, 31b, 31c, 31d может содержать больше или меньше двух фокусирующих пластин 33, 34. Например, вибрационная линза 31a, 31b, 31c, 31d только с первой фокусирующей пластиной 33 может приводить в действие пьезоэлектрические кристаллы 40, расположенные на втором конце 36 первой фокусирующей пластины 33, напротив тепловой машины 1, точнее, выступающей части корпуса 2. И наоборот, вибрационная линза 31a, 31b, 31c, 31d с тремя фокусирующими пластинами 33, 34 может содержать два набора пьезоэлектрических кристаллов 40, один набор пьезоэлектрических кристаллов 40, расположенный между вторым концом 36 первой и второй фокусирующих пластин, и другой набор пьезоэлектрических кристаллов, расположенный между второй 34 и третьей 48 фокусирующими пластинами, как показано на Фиг.13.

В качестве еще одной альтернативы, вместо вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d, содержащей опорную пластину 32, фокусирующие пластины 33, 34 могут быть прикреплены непосредственно к тепловой машине 1.

На Фиг.13 показан другой дополнительный или альтернативный вариант выполнения, в котором корпус 2 тепловой машины 1 может иметь герметизируемые отверстия, так что стержни 10 проходят через корпус 2 и непосредственно соединяются с фокусирующими пластинами 33, 34 вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d. Таким образом, механические колебания, вызванные стержнями 10, могут распространяться по стержням 10 и непосредственно по фокусирующим пластинам 33, 34 вибрационной линзы 31a, 31b,

31c, 31d. В этом варианте выполнения, поскольку стержни 10 соединены непосредственно с фокусирующими пластинами 33, 34, опорная пластина 32 не требуется. Отверстия 49 являются герметизируемыми, с прохождением стержней 10 через отверстия 49 или без них, чтобы гарантировать, что корпус 2 герметичен.

В качестве дополнительной альтернативы, вместо вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d, содержащей фокусирующие пластины 33, 34, фокусирующие элементы могут иметь форму фокусирующих стержней. Фокусирующие стержни могут быть просто продолжением стержней 10 тепловой машины 1. Кроме того, плоские слои 46, 47 фокусирующих пластин 33, 34, как показано на Фиг.12, эквивалентны концентрическим слоям и или покрытиям фокусирующего стержня. Предпочтительно, фокусирующие стержни занимают меньше места, чем фокусирующие пластины 33, 34.

Способ изготовления тепловой машины

На Фиг.14 показана блок-схема способа изготовления тепловой машины 1. Способ включает: изготовление корпуса (S1001); обеспечение первой и второй жидкостей внутри корпуса, при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость (S1002); обеспечение теплообменника для передачи тепла первой жидкости для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости (S1003); и обеспечение по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды, для движения в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием паров первой жидкости и второй жидкости (S1004).

Кроме того, способ изготовления тепловой машины 1 может, как вариант, включать определение характеристик внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла. Например, это может включать определение температуры, энергии, мощности, вариабельности и или продолжительности воздействия внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла. В контексте настоящего изобретения термин «высокотемпературный» (T_H) в широком смысле относится к любой температуре выше температуры окружающей среды.

В качестве еще одного дополнения, способ изготовления тепловой машины 1 может дополнительно включать использование характеристик высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла для определения оптимальных параметров тепловой машины 1. Например, этот процесс оптимизации может включать определение: габаритов тепловой машины 1, объема, взаимного соотношения и химического состава первой и второй жидкостей 3, 4, распределения, ориентации, размеров и состава материала стержней 10,

оперативной близости тепловой машины 1 к высокотемпературному (T_H) источнику 8 тепла; требуется ли конденсационный контур 24, и требуется ли теплоотвод 26. В качестве примера параметрической зависимости: чем выше температура и мощность внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла, тем больше максимально допустимый размер (т.е. габариты, объем) тепловой машины 1. При выборе первой и второй жидкостей 3, 4 такие факторы, как теплоемкость, относительная плотность и относительная температура кипения являются ключевыми факторами. Выгодно оптимизировать тепловую машину 1, поскольку это обеспечивает возможность работы тепловой машины 1, например, внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла будет обеспечивать достаточно тепла для испарения любого количества первой жидкости 3. Кроме того, оптимизация обеспечивает эффективную работу тепловой машины 1.

Способ изготовления системы аккумуляирования вибрационной энергии

Способ изготовления системы 29 аккумуляирования энергии включает обеспечение тепловой машины 1 в соответствии с блок-схемой, изображенной на Фиг.14 и как описано выше, обеспечением внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла и обеспечением средства 30 преобразования энергии.

В качестве дополнительного или альтернативного признака, способ изготовления системы 29 аккумуляирования энергии может дополнительно включать обеспечение внешнего низкотемпературного (T_L) теплоотвода или источника 25.

В качестве еще одного дополнительного или альтернативного признака, способ изготовления системы 29 аккумуляирования энергии может, как вариант, включать использование вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d. Вибрационная линза 31a, 31b, 31c, 31d изготовлена таким образом, что она оптимизирована для конкретной тепловой машины 1. Обеспечение вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d может включать определение характеристик тепловой машины 1, таких как размеры тепловой машины 1, размеры элемента, реагирующего на поток текучей среды (т.е. стержней 10), и, что наиболее важно, частотные характеристики механических колебаний, вызываемых внутри стержней 10.

Кроме того, обеспечение вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d может дополнительно включать определение оптимальных параметров вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d для аккумуляирования энергии механических колебаний от тепловой машины 1. Это включает определение формы и размеров вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d, например, расстояния α , β и γ . В частности, оптимизация может включать определение длины γ фокусирующих пластин 33, 34 для согласования со средней резонансной частотой

в рабочем диапазоне тепловой машины 1.

Кроме того, выполнение вибрационной линзы может, как вариант, включать обеспечение вибрационной линзы 31a, 31b, 31c и 31d в соответствии с оптимальными параметрами. Более конкретно, фокусирующие пластины 33, 34 вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d изготавливают путем гидроабразивной резки латунных пластин до требуемых размеров и внесения соответствующих изгибов в фокусирующие пластины 33, 34. Фокусирующие пластины 33, 34 привариваются к опорной панели 32.

Выполнение вибрационной линзы может дополнительно включать оптимизацию параметров вибрационной линзы 31a, 31b, 31c и 31d в соответствии с такими факторами, как: тип средства преобразования энергии, расположенного на втором конце 36 фокусирующих пластин 33, 34; количество фокусирующих пластин 33, 34, которые содержит вибрационную линзу 31a, 31b, 31c, 31d; пространство, доступное для размещения вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d; и, в более общем плане, эксплуатационные ограничения и желаемые рабочие характеристики. Например, первые части 37 первой и второй фокусирующих пластин 33, 34 не ограничиваются схождением на полпути между вторыми частями 38 первой и второй фокусирующих пластин 33, 34. Другими словами, первые части 37 фокусирующих пластин пластины 33, 34 могут быть расположены под асимметричным углом относительно опорной пластины 32, чтобы соответствовать имеющемуся пространству и или для требуемых характеристик вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d.

Как описано выше, тепловая машина 1 оптимизирована для конкретного внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла. Следовательно, при изготовлении системы 29 аккумуляирования энергии может быть неоптимальным создание вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d без предварительного изготовления и определения характеристик тепловой машины 1. Однако следует отметить, что этот способ может быть итерационным. Например, параметры тепловой машины 1 могут быть изменены для оптимизации вибрационной линзы 31a, 31b, 31c, 31d и системы 29 аккумуляирования энергии.

Альтернативная тепловая машина и система аккумуляирования энергии

На Фиг.15 показана альтернативная тепловая машина 1 в качестве части альтернативной системы 29 аккумуляирования энергии. Тепловая машина 1 и система 29 аккумуляирования энергии, изображенные на Фиг.15, могут иметь те же предпочтительные и дополнительные функции, что и тепловая машина 1 и система 29 аккумуляирования энергии, изображенные на любом из чертежей с Фиг.1 по Фиг.14.

Вместо указанного по меньшей мере одного элемента 9, реагирующего на поток текучей среды, имеющего форму стержней 10, пластины 27 и или диафрагмы, указанный по меньшей мере один элемент 9, реагирующий на поток текучей среды, тепловой машины 1, показанной на Фиг.15, принимает форму по меньшей мере одной магнитной твердой частицы 23b, расположенный во внутреннем объеме 5 тепловой машины 1 и подвешенный внутри первой и или второй жидкости 3, 4. Магнитные твердые частицы 23b перемещаются по внутреннему объему 5 корпуса 2 в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием газовых пузырьков 20 и второй жидкости 4. Тепловая энергия внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла преобразуется в механическую энергию в виде движения магнитных твердых частиц 23b. В этом варианте выполнения корпус 2 может быть предпочтительно изготовлен из немагнитного материала, такого как алюминий.

Как и тепловая машина 1, альтернативная система 29 аккумуляирования энергии содержит внешний высокотемпературный (T_H) источник 8 тепла и средство 30 преобразования энергии. Вместо пьезоэлектрических кристаллов 40, средство 30 преобразования энергии имеет форму катушки, намотанной вокруг корпуса 2 тепловой машины 1. Катушка 50 может быть изготовлена из меди, хотя могут использоваться и другие альтернативные материалы с магнитной индукцией. Квалифицированному читателю также будет понятно, что расположение катушки 50 может отличаться от показанного на Фиг.15. Например, катушка 50 или по меньшей мере часть катушки 50 может быть расположена внутри корпуса 2.

Движение магнитных твердых частиц 23b внутри тепловой машины 1 индуцирует полезную электрическую энергию в катушке 50. Эта система 29 аккумуляирования энергии для аккумуляирования энергии, исходящей от внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла, использует магнитную индукцию вместо механических вибраций.

В качестве дополнительного или альтернативного варианта выполнения, указанный по меньшей мере один элемент 9, реагирующий на поток текучей среды, тепловой машины 1 может иметь форму как стержней 10, так и магнитных твердых частиц 23b. Поток текучей среды, создаваемый взаимодействием газовых пузырьков 20 и второй жидкости 4, вызывает как механические колебания внутри стержней 10, так и движение магнитных твердых частиц 23b. Соответственно, средством 30 преобразования энергии системы 29 аккумуляирования энергии могут быть как пьезоэлектрические кристаллы 40, так и катушка 50. Пьезоэлектрические кристаллы 40 преобразуют энергию механических колебаний в полезную электрическую энергию, а движение магнитных твердых частиц 23b индуцирует полезную электрическую энергию внутри катушки 50. Помимо возбуждения электрической

энергии, магнитные твердые частицы 23b при своем движении также могут с успехом сталкиваться со стержнями 10, вызывая дальнейшие механические вибрации.

Тепловая машина 1 имеет многочисленные преимущества. Работа тепловой машины 1 не основывается на традиционных термодинамических циклах, а вместо этого обеспечивает альтернативный механизм преобразования тепла в работу путем использования фазового перехода первой жидкости 3 для создания потоков текучей среды и последующего взаимодействия со стержнями 10.

Тепловая машина 1 работает, главным образом, на изменениях температуры, а также на подводе и отводе тепла. Изменения давления и объема, хотя и могут иметь место из-за внутренней связи с температурой, не являются фундаментальными для работы тепловой машины 1. Другими словами, тепловая машина 1 не реагирует на расширение газа для выполнения работы. Таким образом, тепловая машина 1 имеет минимальное количество движущихся компонентов, что снижает объем технического обслуживания, которое может потребоваться, и максимально увеличивает срок службы устройства. Кроме того, поскольку имеется минимальное количество движущихся компонентов, тепловая машина 1 работает относительно тихо.

Тепловая машина 1 не ограничена конкретным типом топлива, поэтому может использовать различные внешние высокотемпературные (T_H) источники 8 тепла, различающиеся по температуре и мощности. В зависимости от происхождения внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла тепловая машина 1 не приводит к выбросу токсичных и неэкологических газов.

Кроме того, тепловая машина 1 является масштабируемой, поскольку ее можно адаптировать к различным внешним высокотемпературным (T_H) источникам 8 тепла, различающимся по температуре и мощности. Таким образом, размеры тепловой машины 1 могут быть адаптированы к требуемому размеру и результирующим расходам. Тепловая машина 1 представляет собой герметичное устройство с минимальным количеством движущихся компонентов, поэтому она относительно безопасная.

Тепловая машина 1 является адаптируемой, поскольку стержни 10 могут быть оптимизированы для конкретного внешнего высокотемпературного (T_H) источника 8 тепла.

Раскрыта тепловая машина. Тепловая машина содержит корпус, первую жидкость и вторую жидкость, расположенные внутри корпуса. Первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость. Тепловая машина дополнительно содержит теплообменник, который передает тепло первой жидкости для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости. Тепловая машина также

содержит по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, который движется в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием пара первой жидкости и второй жидкости. Фазовый переход первой текучей среды из жидкости в газ обеспечивает альтернативный механизм преобразования тепла в работу с многочисленными преимуществами. Тепловая машина имеет минимальное количество движущихся частей, относительно длительный срок службы, не требует специального топлива, не выделяет напрямую токсичных или неэкологичных газов и может быть адаптирована к конкретному источнику отработанного тепла.

Во всем описании, если из контекста не требуется иного, термины «содержать» или «включать» или варианты, такие как «содержит» или «содержащий», «включает» или «включающий», будут пониматься как подразумевающие включение указанного целого элемента или группы целых элементов, но не исключение любого другого целого элемента или группы целых элементов. Кроме того, если из контекста явно не требуется иного, термин «или» будет толковаться как включающий, а не исключаящий.

Предшествующее описание изобретения было представлено в целях иллюстрации и описания и не предназначено быть исчерпывающим или ограничивать изобретение точной раскрытой формой. Описанные варианты выполнения были выбраны и описаны для того, чтобы наилучшим образом объяснить принципы изобретения и его практическое применение, чтобы тем самым позволить другим специалистам в данной области техники наилучшим образом использовать изобретение в различных вариантах выполнения и с различными модификациями, которые подходят для конкретного предполагаемого использования. Следовательно, могут быть включены дополнительные модификации или усовершенствования, не выходя за рамки объема изобретения, определенного прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Тепловая машина, содержащая:

корпус,

первую жидкость и вторую жидкость, расположенные внутри корпуса, при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость,

теплообменник для передачи тепла первой жидкости для ее испарения с образованием пара первой жидкости, и

по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, для совершения движения в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием второй жидкости и пара первой жидкости.

2. Тепловая машина по п.1, в которой корпус является герметичным и или тепловая машина является тепловой машиной замкнутого типа.

3. Тепловая машина по п.1 или 2, в которой первая и вторая жидкости занимают внутренний объем корпуса.

4. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, в которой первая жидкость находится в первой части корпуса, а вторая жидкость находится во второй части корпуса.

5. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, в которой первая жидкость представляет собой деминерализованную воду, а вторая жидкость представляет собой ксилол; и или диапазон рабочих температур тепловой машины составляет от 110 до 150 °C.

6. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, в которой теплообменник передает тепло от внешнего высокотемпературного источника тепла первой жидкости.

7. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, в которой теплообменник представляет собой первую часть корпуса и или трубу.

8. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая одну или более твердых частиц, расположенных во внутреннем объеме тепловой машины, взвешенных в первой жидкости и или во второй жидкости, при этом плотность указанных одной или более твердых частиц имеет значение между плотностью первой жидкости и плотностью второй жидкости.

9. Тепловая машина по п.8, в которой указанные одна или более твердых частиц

являются магнитными.

10. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, в которой указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, представляет собой один или более стержней.

11. Тепловая машина по п.10, в которой один или более стержней имеют первый конец и второй конец, причем первые концы указанных одного или более стержней прикреплены к внутренней поверхности корпуса, а вторые концы указанных одного или более стержней могут свободно двигаться.

12. Тепловая машина по п.11, в которой указанные один или более стержней равномерно распределены по внутренней поверхности; и или указанные один или более стержней ориентированы перпендикулярно внутренней поверхности; и или указанные один или более стержней имеют одинаковые размеры; и или указанные один или более стержней содержат один и тот же состав материала.

13. Тепловая машина по любому из пп.1-9, в которой указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, представляет собой одну или более пластин, при этом одна или более пластин имеют одно или более отверстий.

14. Тепловая машина по любому из пп.1-9, в которой указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, представляет собой одну или более диафрагм, которые имеют одно или более отверстий.

15. Тепловая машина по п.9, в которой указанный по меньшей мере один элемент, реагирующий на поток текучей среды, представляет собой одну или более твердых частиц.

16. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая конденсационный контур, который передает тепло к внешнему низкотемпературному теплоотводу или источнику от пара первой жидкости.

17. Тепловая машина по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая поглотитель, который содержит указанную первую жидкость.

18. Система аккумулирования энергии, содержащая тепловую машину по любому из пп.1-17, средство преобразования энергии и внешний высокотемпературный источник тепла.

19. Система по п.18, дополнительно содержащая внешний низкотемпературный теплоотвод или источник.

20. Система по п.18 или 19, которая может дополнительно содержать вибрационную линзу.

21. Система по п.20, в которой вибрационная линза содержит по меньшей мере два фокусирующих элемента, каждый из которых имеет первый конец для прикрепления к источнику вибрации и второй конец, причем указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента расположены так, что расстояние между ними уменьшается от первых концов ко вторым концам.

22. Система по п.21, в которой указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента представляют собой фокусирующие пластины и или фокусирующие стержни.

23. Система по п.21 или 22, в которой первый конец вибрационной линзы прикреплен к тепловой машине, а средство преобразования энергии расположено на втором конце вибрационной линзы между третьими частями указанных по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

24. Система по любому из пп.18-23, в которой средством преобразования энергии является один или более пьезоэлектрических кристаллов и или одна или более катушек.

25. Способ изготовления тепловой машины, включающий:

обеспечение корпуса,

размещение первой жидкости и второй жидкости внутри корпуса, при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость,

обеспечение теплообменника для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости, и

обеспечение по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды, движущегося в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием второй жидкости и пара первой жидкости.

26. Способ по п.25, в котором дополнительно определяют характеристики внешнего высокотемпературного источника тепла.

27. Способ по п.25 или 26, в котором дополнительно определяют оптимальные параметры тепловой машины для использования с внешним высокотемпературным источником тепла.

28. Способ изготовления системы аккумуляции энергии, включающий:

обеспечение тепловой машины по любому из пп.25-27,

обеспечение внешнего высокотемпературного источника тепла и

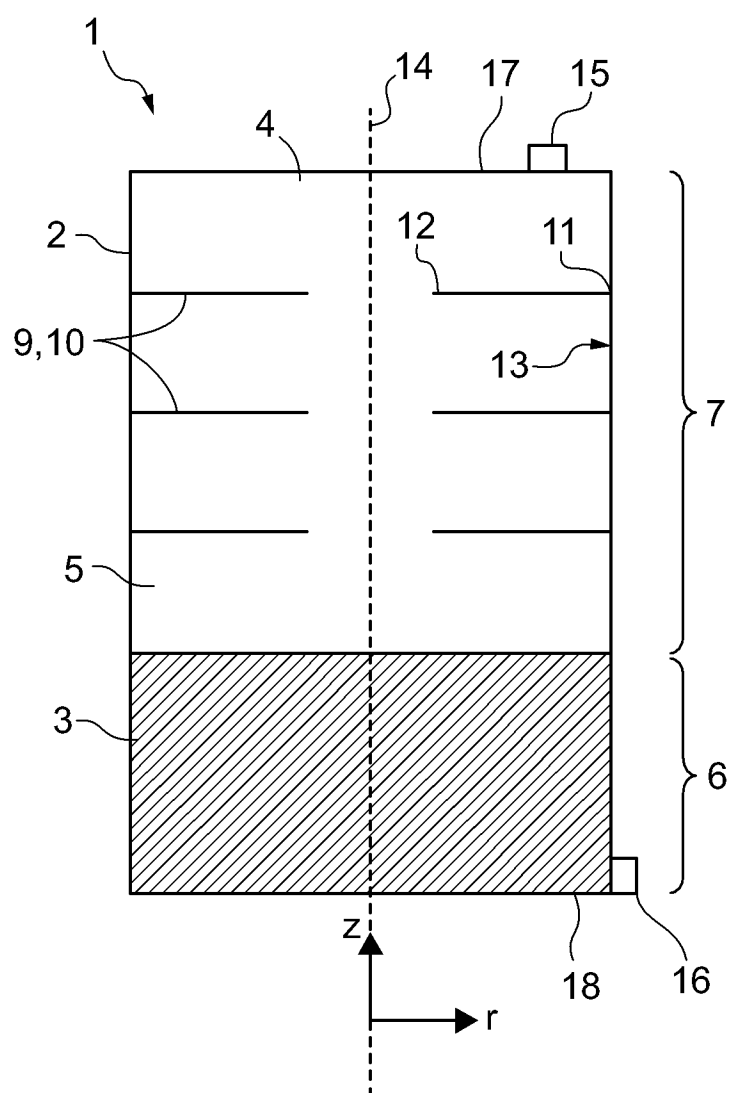
обеспечение средства преобразования энергии.

29. Способ по п.28, который может включать обеспечение вибрационной линзы.

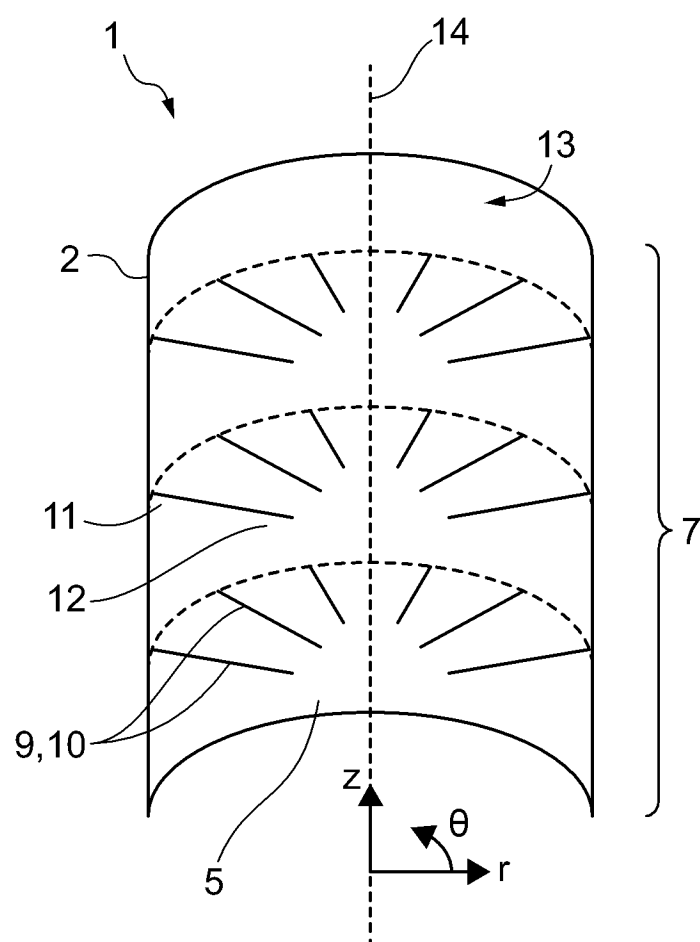
30. Способ по п.29, в котором при обеспечении вибрационной линзы:

используют по меньшей мере два фокусирующих элемента, каждый из которых имеет первый конец и второй конец, и

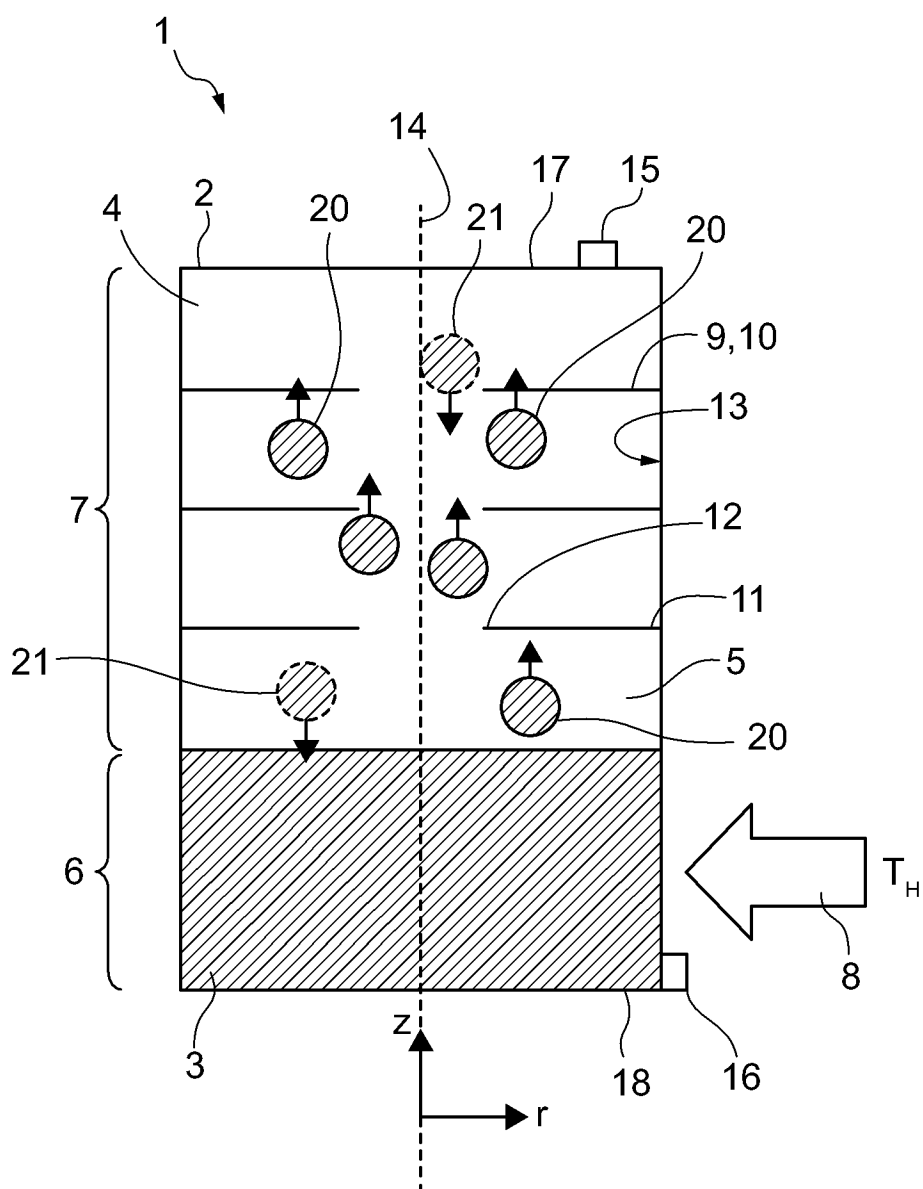
размещают указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента таким образом, чтобы расстояние между ними уменьшалось от первых концов ко вторым концам.



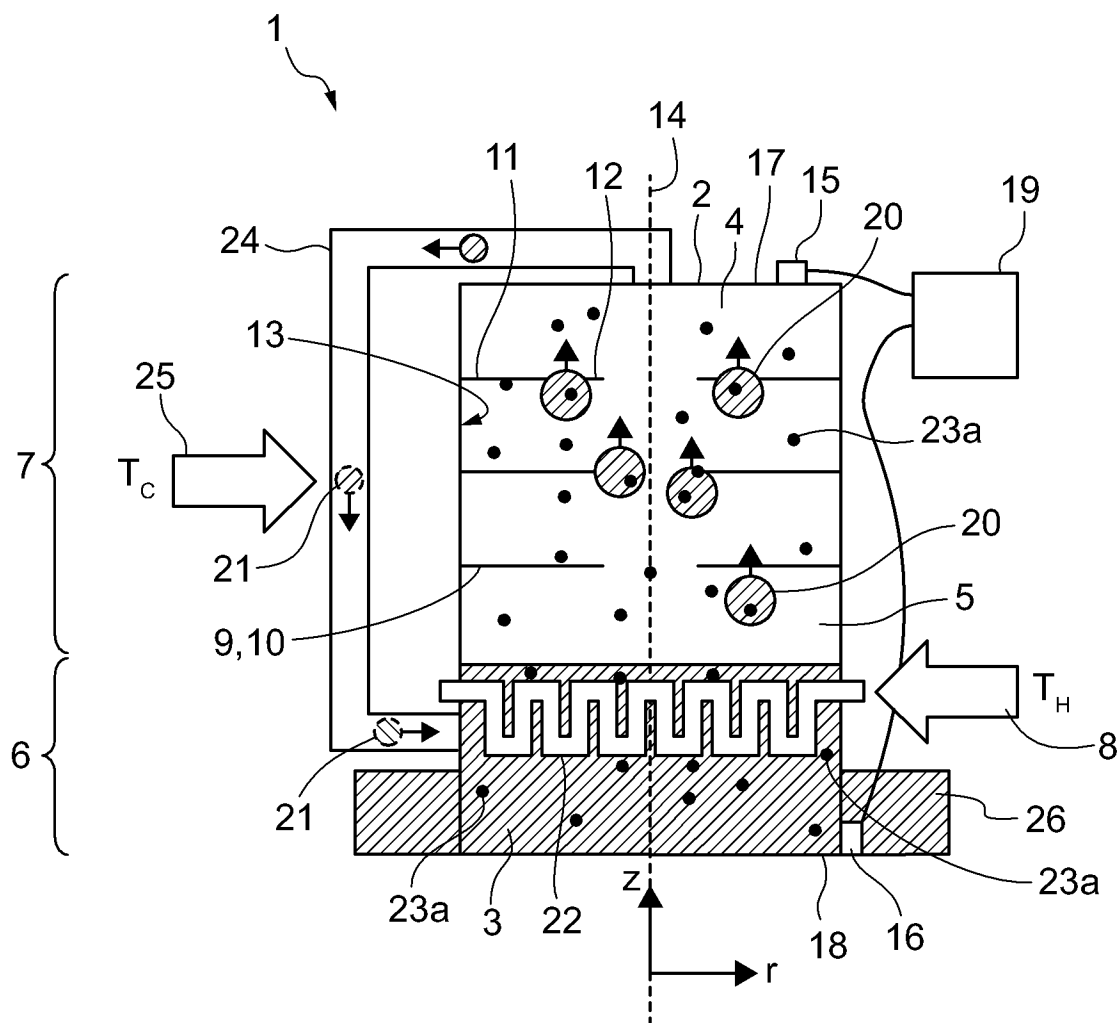
Фиг. 1



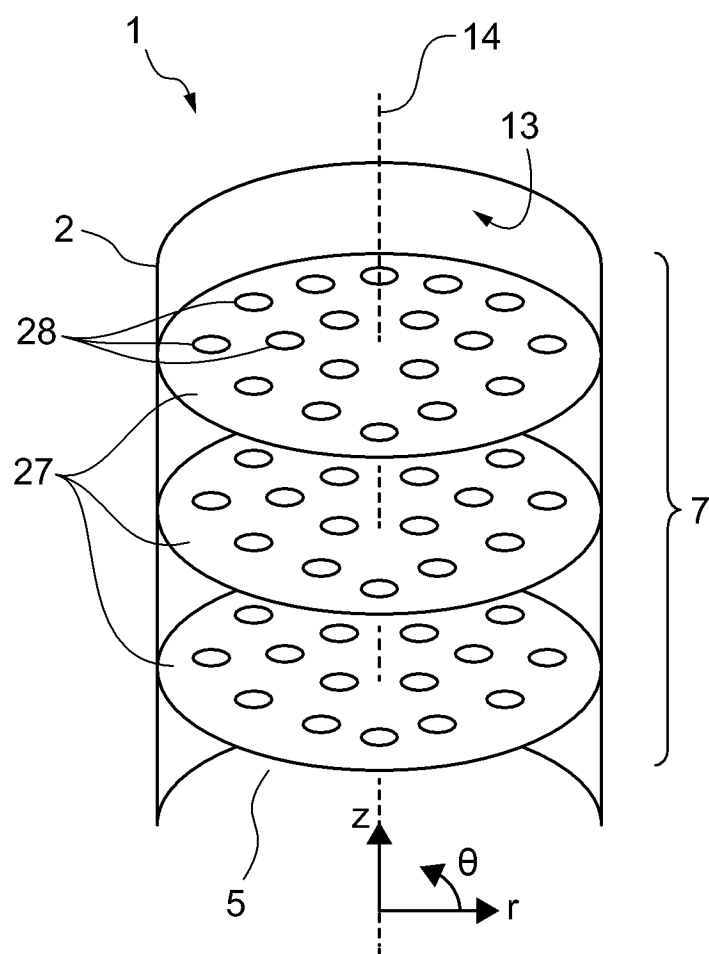
Фиг. 2



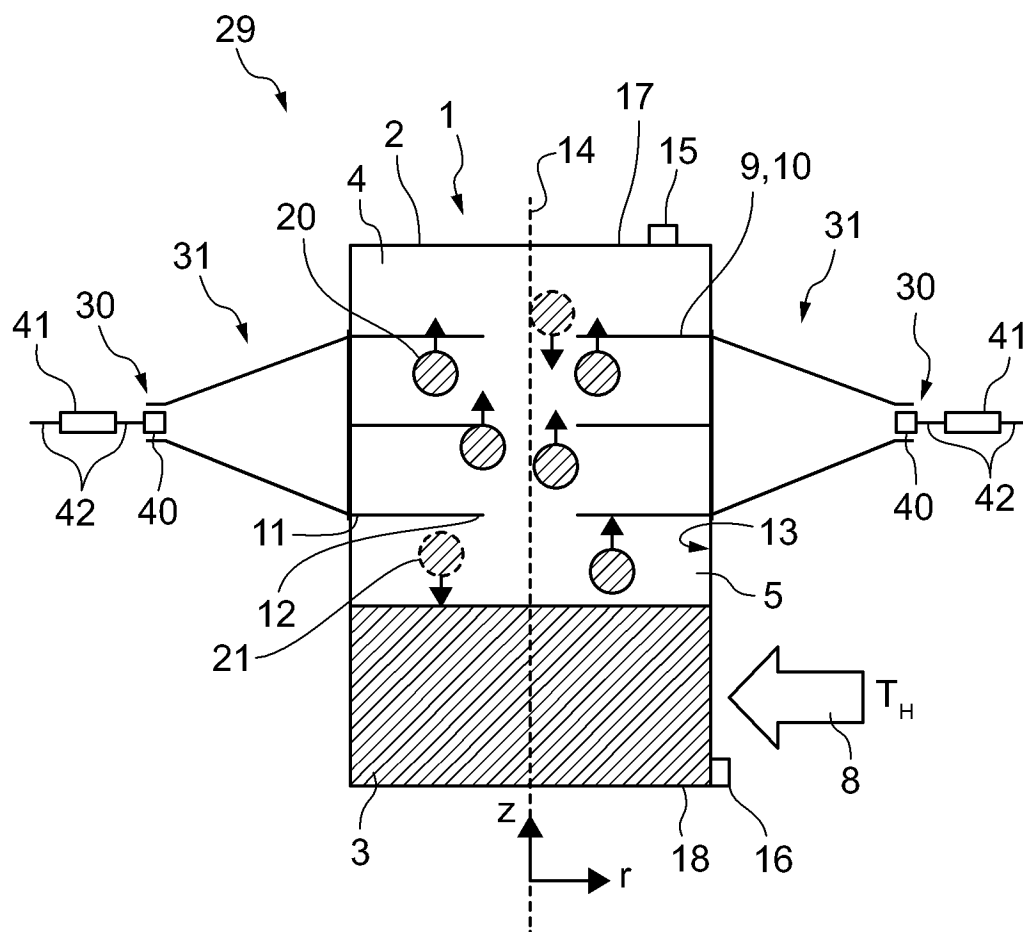
Фиг. 3



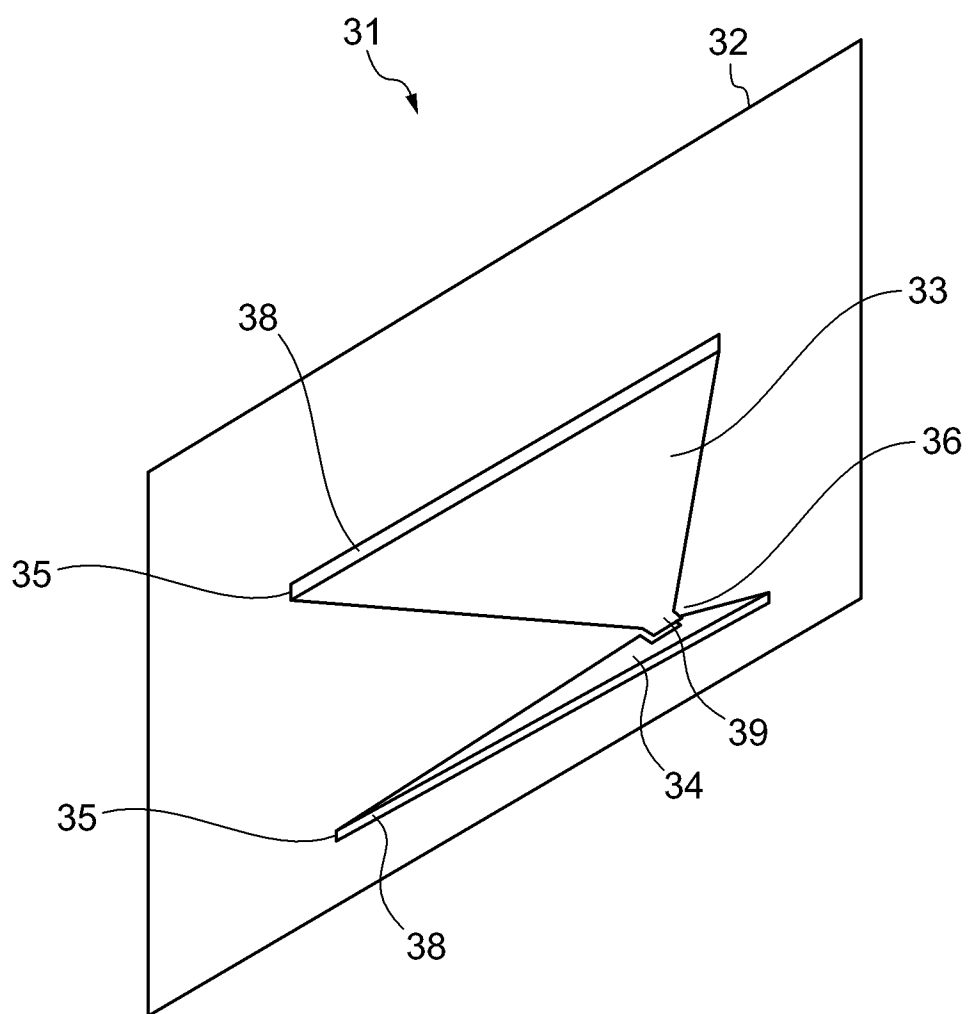
Фиг. 4



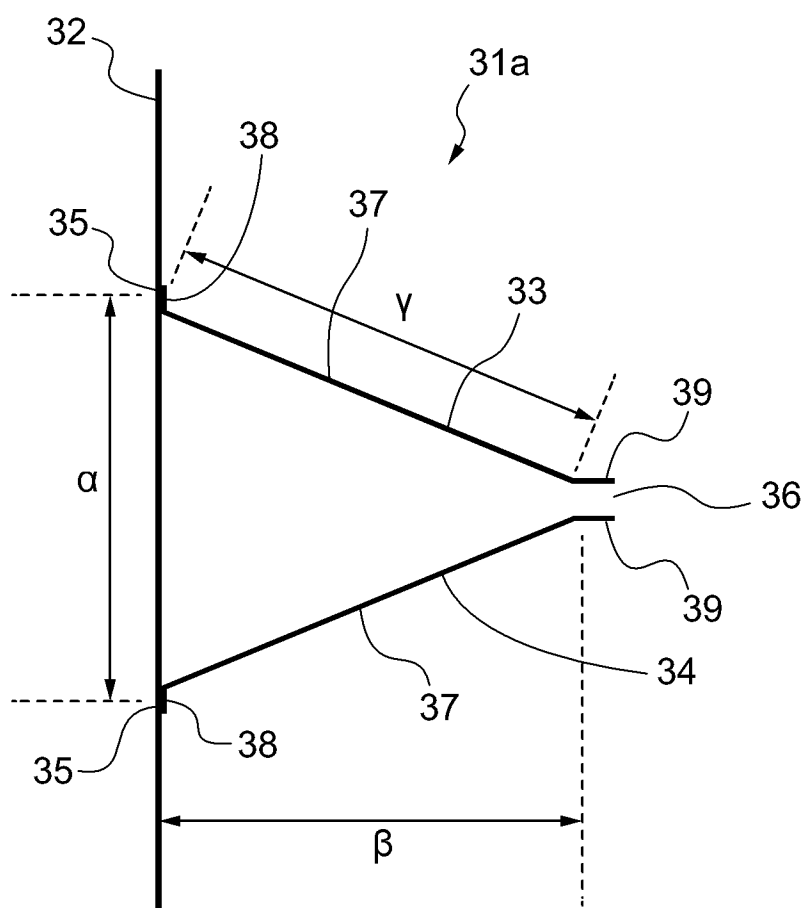
Фиг. 5



Фиг. 6

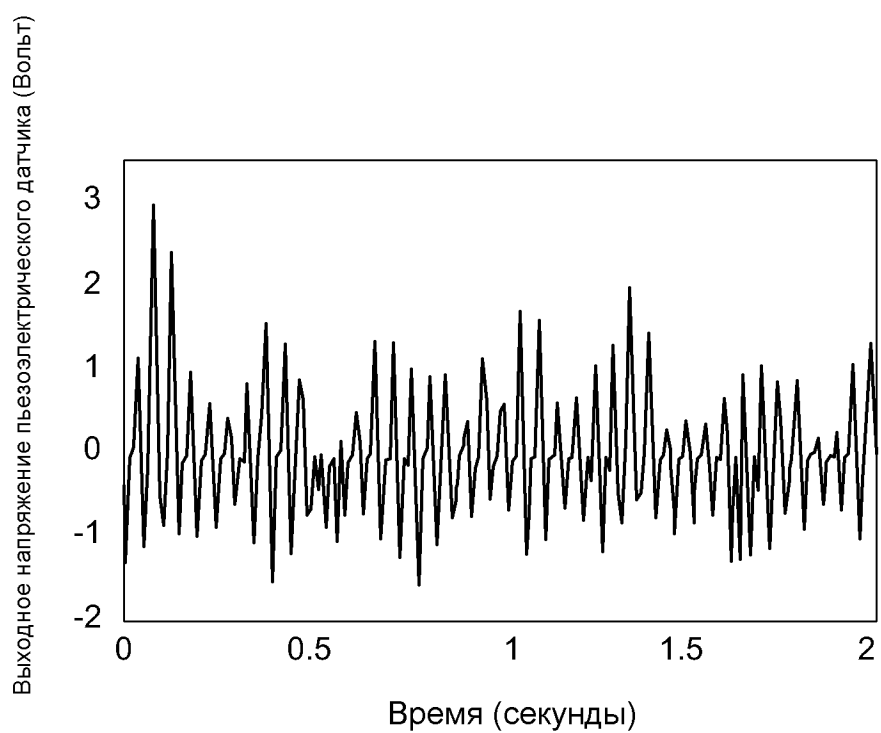


Фиг. 7

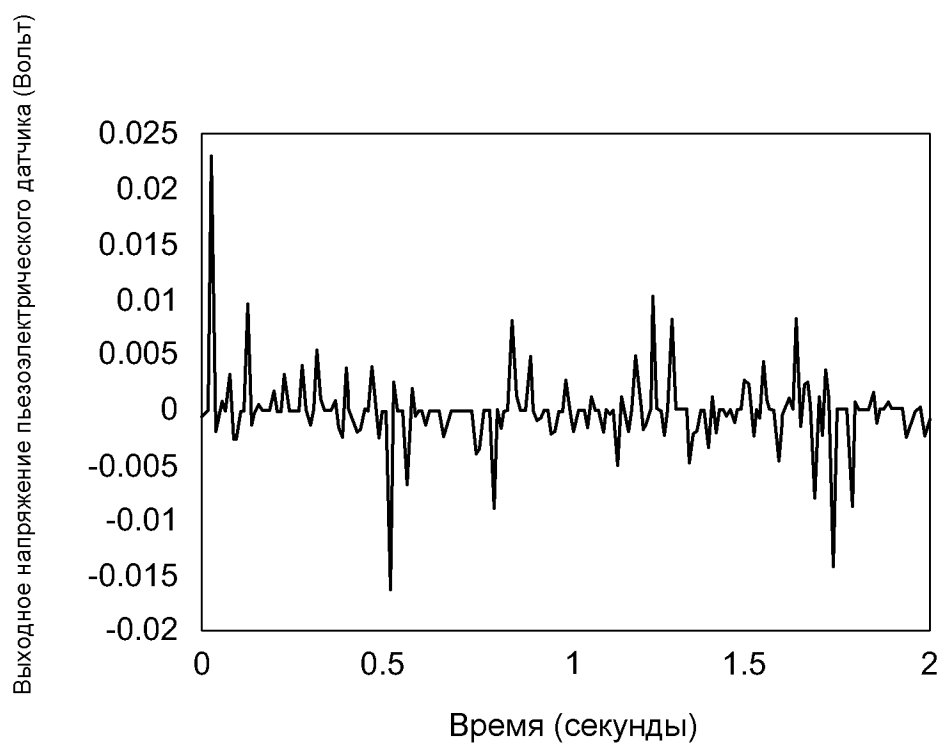


Фиг. 8

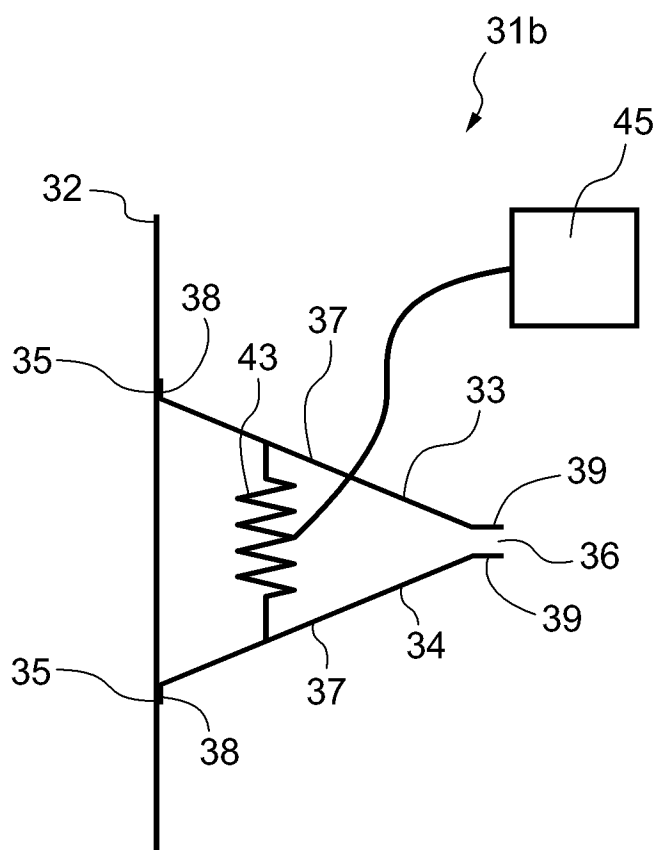
9/15



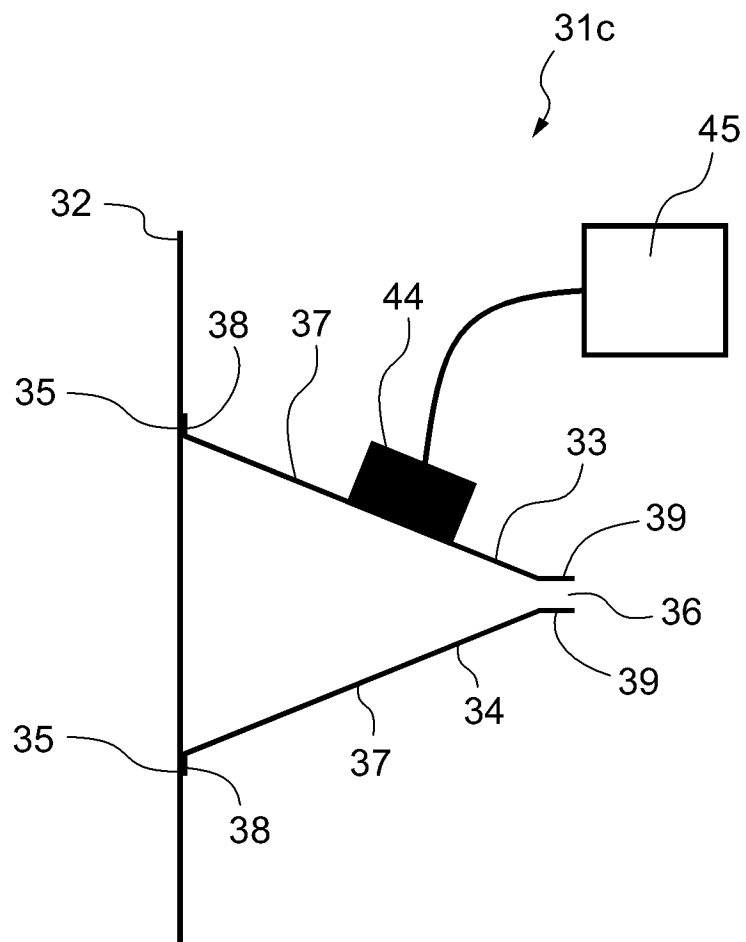
Фиг. 9А



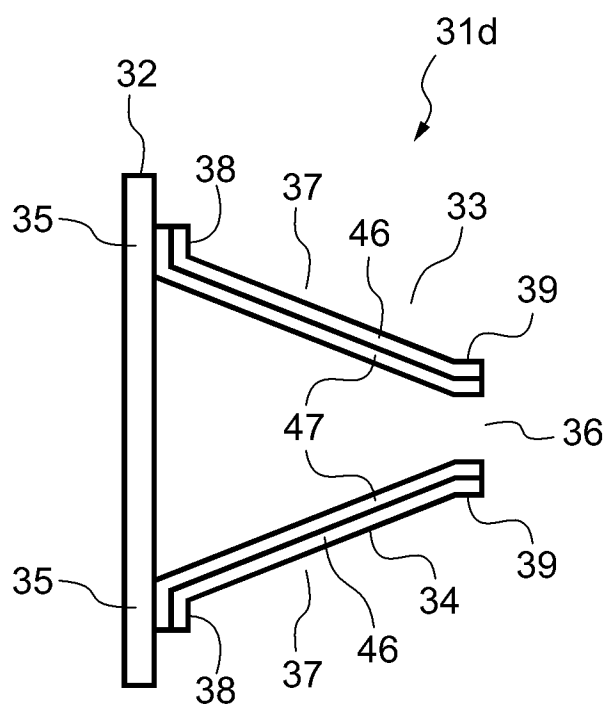
Фиг. 9В



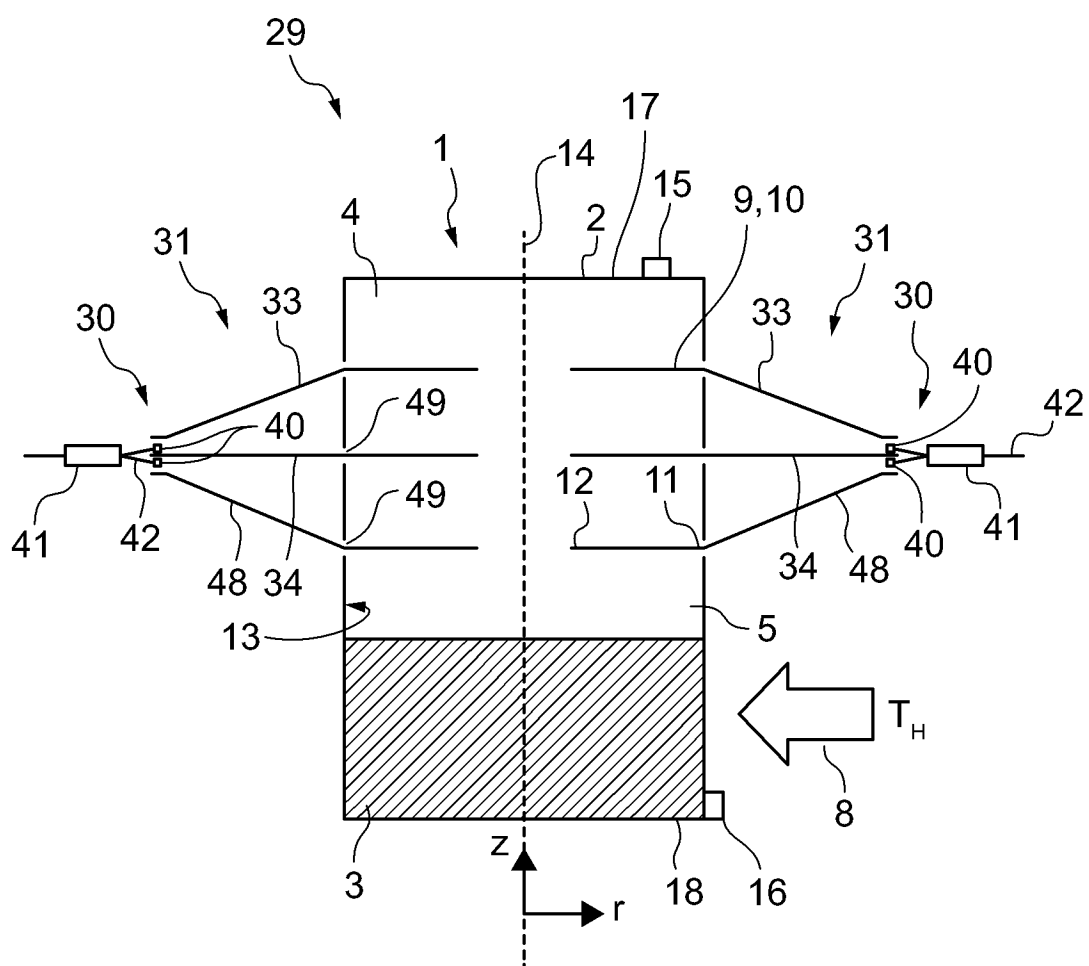
Фиг. 10



Фиг. 11



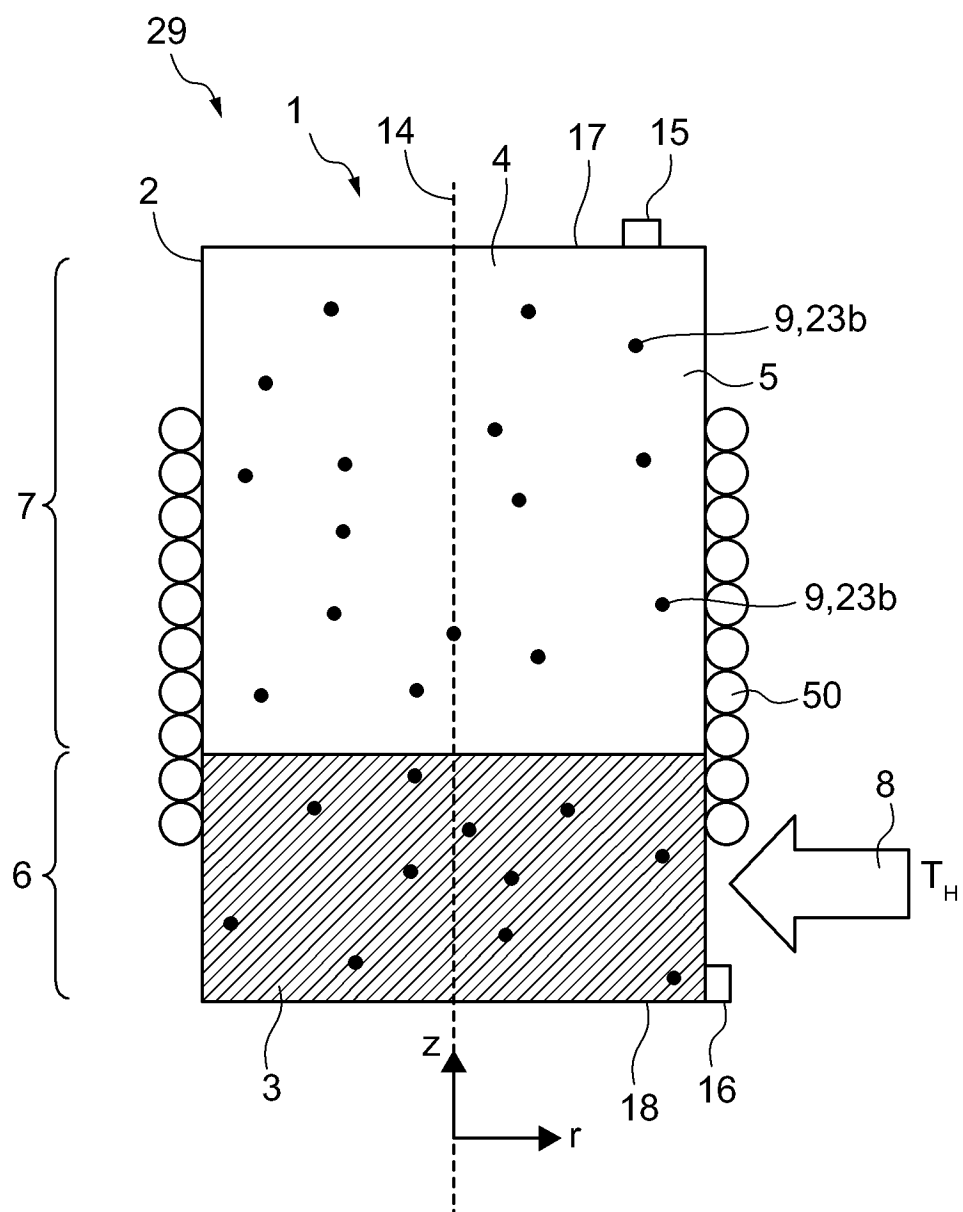
Фиг. 12



Фиг. 13

Обеспечение корпуса	S1001
Размещение первой и второй жидкостей внутри корпуса (S1001), при этом первая жидкость имеет более высокую плотность и более низкую температуру кипения, чем вторая жидкость	S1002
Обеспечение теплообменника для передачи тепла первой жидкости (S1002) для испарения первой жидкости с образованием пара первой жидкости	S1003
Обеспечение по меньшей мере одного элемента, реагирующего на поток текучей среды, для перемещения в ответ на поток текучей среды, создаваемый взаимодействием пара первой жидкости (S1003) и второй жидкости (S1002)	S1004

Фиг. 14



Фиг. 15