

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037674**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.04.29

(21) Номер заявки
201791949

(22) Дата подачи заявки
2016.03.17

(51) Int. Cl. *F28D 9/00* (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
F24F 12/00 (2006.01)
F24F 3/147 (2006.01)
B60H 1/00 (2006.01)
B60H 1/24 (2006.01)
B60H 1/26 (2006.01)
B60H 3/02 (2006.01)

**(54) ТЕПЛООБМЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ПАССАЖИРСКОЙ КАБИНЫ, А ТАКЖЕ
ПАССАЖИРСКАЯ КАБИНА, ОБОРУДОВАННАЯ ТАКИМ ЭЛЕМЕНТОМ**

(31) 00387/15; 00548/15; 00101/16

(32) 2015.03.17; 2015.04.21; 2015.12.16

(33) CH

(43) 2018.03.30

(86) PCT/IB2016/051512

(87) WO 2016/147147 2016.09.22

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЗЕНДЕР ГРУП ИНТЕРНЭШНЛ АГ
(CH)

(72) Изобретатель:
Хирш Кристиан (DE)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) JP-A-2000111279
DE-A1-102010054965
US-A1-2009314480
DE-A1-19756346
DE-A1-2426946
FR-A-1165665
DE-A1-1455863
EP-A2-2444755
EP-A1-2508814
JP-A-S6186595
GB-A-2439557
EP-A1-0324043

(57) Изобретение относится к теплообменному устройству (3) для передачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой (F1) и второй текучей средой (F2), которые могут протекать через устройство (3), причем устройство (3) сформировано из множества (n) расположенных рядом друг с другом локальных теплообменных элементов (E₁, E₂, ..., E_n). Теплообменное устройство (3), по меньшей мере в его частичных областях, имеет форму цилиндра или сегмента цилиндра либо форму призмы с многоугольником в основании или сегмента такой призмы. Расположенные рядом друг с другом локальные теплообменные элементы (E₁, E₂, ..., E_n) представляют собой плоскостные структуры, выполненные в клиновидной форме или в пластинчатой форме.

B1**037674****037674****B1**

Изобретение относится к теплообменному элементу для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, а также к пассажирской кабине, оборудованной таким теплообменным элементом.

Применение теплообменника для обогрева пассажирских кабин известно. В типичных случаях тепло отходящих газов двигателя внутреннего сгорания используют для того, чтобы посредством теплообменника подогреть воздух, подаваемый в пассажирскую кабину. Такое использование зависит от той тепловой энергии, которая имеет место при сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания.

Кроме того, известно использование кондиционера для кондиционирования воздуха в кабинах транспортных средств. Типичные случаи применения - это осушение и/или охлаждение воздуха, подаваемого в пассажирскую кабину. При этом применении эксплуатация кондиционера также зависит от той энергии, которую получают при сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания.

Теплообменные устройства, или теплообменные элементы, могут быть сформированы из множества локальных теплообменных элементов, расположенных рядом друг с другом.

Такие теплообменные устройства известны в многочисленных вариантах их геометрических характеристик. В качестве примеров в данном случае можно указать известные устройства, имеющие прямоугольную форму наружных элементов или теплообменные устройства, имеющие цилиндрическую либо призматическую форму наружных элементов. Чаще всего такие устройства устанавливаются в крупных системах и/или в системах, распределяющих текучую среду.

В JP 2013139957 показан пример цилиндрического теплообменника, который выполнен с возможностью адаптировать его к различным монтажным положениям.

В JP 61130791 и JP 61086596 показаны соответственно вращаемый теплообменник, который содержит две цилиндрические или дисковидные детали теплообменника, расположенные рядом друг с другом коаксиально, вдоль их общей оси, и выполнены с возможностью вращения относительно друг друга вокруг общей оси. Каждая из обеих деталей теплообменника сформирована из клиновидных элементов, составленных в виде венца. Возможно протекание через обе детали теплообменника вдоль их аксиального направления и вдоль их радиального направления.

В DE 2045370 показан теплообменник с радиальным потоком, который выполнен в виде полого цилиндра и для которого возможно протекание сквозь него от его внутренней полости сквозь стенку полого цилиндра наружу.

В EP 0666973 раскрыт пример теплообменника с каналами, расположенными рядом друг с другом в области противотока. Как каналы для текучей среды, проходящей через теплообменник в прямом направлении, так и каналы для текучей среды, проходящей через теплообменник в обратном направлении, имеют поперечное сечение, форма которого приблизительно представляет собой равнобедренный треугольник.

Еще один пример теплообменника с каналами, расположенными рядом друг с другом в области противотока, раскрывает EP 0720720. Как каналы для текучей среды, проходящей через теплообменник в прямом направлении, так и каналы для текучей среды, проходящей через теплообменник в обратном направлении, имеют поперечное сечение, форма которого приблизительно представляет собой трапецию, причем ее внутренние углы находятся в пределах от 70 до 90°.

US 8235093 раскрывает теплообменное устройство для передачи теплоты воздуха и влажности воздуха (водяного пара). Это теплообменное устройство содержит штабель, в котором сложены в стопку попеременно, друг за другом, мембраны и дистанционирующие элементы. Каждая из мембран проницаема для тепла и для водяного пара. Дистанционирующие элементы создают в штабеле, с одной стороны, расстояние между следующими друг за другом мембранами и, с другой стороны, проход для движения воздуха в промежутке между двумя следующими друг за другом мембранами. Дистанционирующие элементы выполнены в штабеле попеременно в виде "левостороннего" дистанционирующего элемента и в виде "правостороннего" дистанционирующего элемента и определяют в каждом из соответствующих промежутков область притока, область прохождения и область вытекания в соответствии с "S-образной" формой для правостороннего дистанционирующего элемента или, в соответствующем соседнем промежутке, область притока, область прохождения и область вытекания в соответствии с "зеркально-S-образной" формой для левостороннего дистанционирующего элемента. Таким образом, в штабеле соседние промежутки образуют в каждом случае локальный теплообменный элемент. В нем расположены рядом друг с другом область поступления каждого промежутка и область истечения соответствующего соседнего промежутка, вследствие чего образуется первая область перекрестного потока локального теплообменного элемента. Кроме того, в локальном теплообменном элементе расположены рядом друг с другом область прохождения каждого из промежутков и область прохождения соответствующего соседнего промежутка, вследствие чего образуется область противотока локального теплообменного элемента. Наконец, в локальном теплообменном элементе расположены рядом друг с другом область вытекания каждого промежутка и область притока соответствующего соседнего промежутка, вследствие чего образуется вторая область противотока локального теплообменного элемента.

При этом существуют монтажные положения, для которых указанные известные геометрические

характеристики теплообменных устройств и формы их прохождения являются неподходящими в условиях пространственно ограниченного объема монтажа.

В основе изобретения лежит задача сделать возможным обогрев или кондиционирование пассажирской кабины посредством минимальных дополнительных затрат энергии или без таких затрат.

Для решения этой задачи изобретением согласно первому аспекту создан теплообменный элемент для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, причем теплообменный элемент содержит канал отходящего воздуха, а также канал поступающего воздуха, и причем канал отходящего воздуха и канал поступающего воздуха отделены друг от друга участками перегородки, которые содержат теплопередающие области стенок, причем канал отходящего воздуха образует соединение по текучей среде между внутренней частью пассажирской кабины и внешней по отношению к пассажирской кабине окружающей средой, и причем канал поступающего воздуха образует соединение по текучей среде между внешней окружающей средой и внутренней частью пассажирской кабины.

Теплообменный элемент согласно изобретению позволяет передавать часть тепловой энергии отходящего воздуха, выходящего из пассажирской кабины, поступающему воздуху, входящему в пассажирскую кабину. Это позволяет постоянно поддерживать тепло в пассажирской кабине зимой даже без двигателя внутреннего сгорания (чистый электропривод) или при не всегда включенном двигателе внутреннего сгорания (гибридный привод), причем для поддержания комфортной температуры внутри пассажирской кабины, как правило, достаточно уже отходящего тепла водителя/пилота, которое составляет примерно 100 Вт.

Участки перегородки предпочтительно содержат области стенки, проницаемые для водяного пара. Кроме того, теплообменный элемент согласно изобретению позволяет передавать часть влаги отходящего воздуха, выходящего из пассажирской кабины, поступающему воздуху, входящему в пассажирскую кабину. Это обеспечивает, в дополнение к возможности поддержания зимой комфортной температуры в пассажирской кабине, также возможность поддержания в ней комфортной, достаточно высокой влажности воздуха.

При особенно предпочтительном варианте осуществления участки перегородки в теплообменном элементе согласно изобретению содержат такие области стенок, которые позволяют передавать сквозь них как теплоту, так и водяной пар. Такие области стенок предпочтительно содержат полимерные мембраны, нанесенные на воздухопроницаемый материал основания.

Изобретение относится также к пассажирской кабине транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, причем пассажирская кабина согласно изобретению содержит теплообменный элемент, имеющий канал отходящего воздуха, а также канал поступающего воздуха, причем канал отходящего воздуха и канал поступающего воздуха отделены друг от друга участками перегородки, которые содержат теплопередающие области стенок, причем канал отходящего воздуха образует соединение по текучей среде между внутренней части пассажирской кабины и внешней по отношению к пассажирской кабине окружающей средой, и причем канал поступающего воздуха образует соединение по текучей среде между внешней окружающей средой и внутренней частью пассажирской кабины.

Участки перегородки предпочтительно содержат области стенок, проницаемые для водяного пара.

В особенно предпочтительном случае участки перегородки содержат области стенок, которые позволяют передавать сквозь них как теплоту, так и водяной пар.

Возможно содержание в канале отходящего воздуха и/или в канале поступающего воздуха вентилятора, чтобы транспортировать отходящий воздух по каналу отходящего воздуха и/или поступающий воздух по каналу поступающего воздуха.

Канал отходящего воздуха предпочтительно соединен по текучей среде с внешней окружающей средой во внешней области низкого давления пассажирской кабины. Вследствие этого удаление отходящего воздуха из пассажирской кабины возможно также без вентилятора.

Канал поступающего воздуха предпочтительно соединен по текучей среде с внешней окружающей средой во внешней области высокого давления пассажирской кабины. Вследствие этого нагнетание поступающего воздуха в пассажирскую кабину возможно также без вентилятора.

Целесообразно наличие в теплообменном элементе электрического нагревательного элемента, питание которого может осуществляться от аккумулятора, связанного с электроприводом или гибридным приводом. Этот электрический нагревательный элемент можно при необходимости активизировать, чтобы нагревать теплообменный элемент в случае возможности замерзания теплообменного элемента.

Разумеется, теплообменный элемент согласно изобретению или пассажирская кабина согласно изобретению не ограничены "эксплуатацией в зимних условиях" (при низкой температуре наружного воздуха и незначительной влажности наружного воздуха), которая подразумевает удержание в пассажирской кабине как можно большего количества теплоты и, при необходимости, водяного пара. Напротив, теплообменный элемент согласно изобретению или пассажирская кабина согласно изобретению пригодны также для "эксплуатации в летних условиях" (при высокой температуре наружного воздуха и высокой

влажности наружного воздуха), которая подразумевает отведение как можно большего количества теплоты и, при необходимости, водяного пара от людей в пассажирской кабине, т.е. предварительное охлаждение относительно теплого и относительно влажного поступающего воздуха посредством относительно прохладного и относительно сухого отходящего воздуха и при необходимости осушение поступающего воздуха.

Изобретение относится также к теплообменному устройству и к теплообменному элементу для передачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой и второй текучей средой, в частности, для применения в качестве теплообменного элемента для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, а также к пассажирской кабине, оборудованной таким теплообменным элементом.

Согласно второму аспекту изобретения создано теплообменное устройство, в частности, для применения в качестве теплообменного элемента для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, для передачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой и второй текучей средой, которые могут протекать по устройству, причем устройство сформировано из множества (n) расположенных рядом друг с другом локальных теплообменных элементов ($E_1, E_2, \dots, E_n$), отличающееся тем, что теплообменное устройство по меньшей мере в его частичных областях имеет форму цилиндра или сегмента цилиндра либо форму призмы с многоугольным основанием или сегмента такой призмы.

Такие внешние геометрические характеристики теплообменного устройства согласно изобретению позволяют приспосабливаться к ограниченным и/или сложным монтажным положениям, минимизируя неиспользуемый объем вне теплообменного устройства.

В целесообразном случае теплообменные элементы представляют собой плоскостные структуры, которые прилегают друг к другу своими большими поверхностями. В случае теплообменника возможно придание таким плоскостным структурам, например, из тонких пластин металла, полимера или металлополимерного композитного материала, трехмерной структуры посредством простого способа деформирования или посредством литья под давлением, обычно в ходе одной операции. При этом особенно предпочтительно выполнение всех теплообменных элементов в виде идентичных структур. В результате это позволяет экономить расходы на инструменты и на логистику.

Целесообразно наличие в устройстве области противотока, которая подходит для него благодаря особенно сильно выраженному теплообмену и/или обмену веществом между обеими текучими средами, проходящими в противоположных направлениях.

Кроме того, целесообразно наличие в устройстве области перекрестного потока. Устройство предпочтительно содержит такую область перекрестного потока в той части, в которой первая текучая среда входит в него, а вторая текучая среда выходит. Предпочтительно наличие такой области перекрестного потока в той части устройства, в которой вторая текучая среда входит в него, а первая текучая среда выходит.

Особенно предпочтительно наличие первой такой области перекрестного потока в той части устройства, в которой первая текучая среда входит в него, а вторая текучая среда выходит из него, и второй такой области перекрестного потока в той части устройства, в которой вторая текучая среда входит в него, а первая текучая среда выходит из него.

В одном из вариантов реализации в области противотока теплообменное устройство имеет форму цилиндра или его сегмента или форму призмы с многоугольным основанием или ее сегмента.

В другом из вариантов реализации первая текучая среда проходит через область противотока в первом радиальном направлении, а вторая текучая среда проходит через область противотока во втором радиальном направлении.

В особенно предпочтительном варианте осуществления устройство имеет в области противотока форму цилиндра или сегмента такого цилиндра или форму призмы с многоугольным основанием или сегмента такой призмы. Каждый из локальных теплообменных элементов ($E_1, E_2, \dots, E_n$) устройства содержит первую область камеры, по которой первая текучая среда протекает от первой области входа текучей среды к первой области выхода текучей среды, и вторую область камеры, по которой вторая текучая среда протекает от второй области входа текучей среды ко второй области выхода текучей среды, причем первая область камеры и вторая область камеры примыкают друг к другу в пограничной области и отделены в ней друг от друга посредством в стенке виде мембраны, которая обеспечивает возможность передачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой, проходящей по первой области камеры, и второй текучей средой, проходящей по второй области камеры.

Понятие "Теплообменный элемент" относится к геометрически-пространственной базовой единице теплообменного устройства согласно изобретению, которая по существу способна функционировать отдельно, однако оптимальным образом функционирует вместе с соседними теплообменными элементами.

В частности, устройство содержит первую общую область входа текучей среды и первую общую область выхода текучей среды, а также вторую общую область входа текучей среды и вторую общую

область выхода текучей среды, причем первая текучая среда проходит в устройстве от первой общей области входа текучей среды к первой общей области выхода текучей среды, а также вторая текучая среда проходит в устройстве от второй общей области входа текучей среды ко второй общей области выхода текучей среды. При этом каждый из локальных элементов (E_i) содержит соответствующую первую локальную область камеры (K_1), по которой первая текучая среда проходит от первой локальной области входа текучей среды к первой локальной области выхода текучей среды, и вторую локальную область камеры (K_2), по которой вторая текучая среда проходит от второй локальной области входа текучей среды ко второй локальной области выхода текучей среды.

При этом, в частности, имеет место следующее.

1) Первая локальная область камеры (K_1) и вторая локальная область камеры (K_2) определенного локального элемента (E_i) расположены рядом друг с другом в пограничной области (M_i ; P_i) в пределах соответствующего элемента (E_i).

2) Первая локальная область камеры (K_1) определенного локального элемента (E_i) и вторая локальная область камеры (K_2) соседнего с ним первого локального элемента (E_{i-1}) примыкают друг к другу в пограничной области (M_{i-1} ; P_{i-1}) между локальным элементом (E_i) и первым соседним с ним локальным элементом (E_{i-1}).

3) Вторая локальная область камеры (K_2) элемента (E_i) и первая локальная область камеры (K_1) второго соседнего с ним локального элемента (E_{i+1}) примыкают друг к другу в пограничной области (M_{i+1} ; P_{i+1}) между элементом (E_i) и соседним с ним вторым элементом (E_{i+1}).

4) В каждой из пограничных областей расположенные рядом друг с другом в пределах элемента и между элементами локальные области камеры в каждой из пограничных областей отделены друг от друга посредством соответствующей стенки, подобной мембране, которая обеспечивает возможность передачи тепла и/или селективного массопереноса между первой текучей средой, проходящей в первой локальной области камеры (K_1), и второй текучей средой, проходящей во второй локальной области камеры (K_2).

5) Совокупность первых локальных областей входа текучей среды теплообменных элементов образует первую общую область входа текучей среды теплообменного устройства.

6) Совокупность вторых локальных областей входа текучей среды теплообменных элементов образует вторую общую область входа текучей среды теплообменного устройства.

7) Совокупность первых локальных областей выхода текучей среды теплообменных элементов образует первую общую область выхода текучей среды теплообменного устройства.

8) Совокупность вторых локальных областей выхода текучей среды теплообменных элементов образует вторую общую область выхода текучей среды теплообменного устройства.

При первом особенно предпочтительном варианте теплообменного устройства локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$), по меньшей мере в тех частичных областях устройства, в которых устройство имеет форму цилиндра или сегмента цилиндра или форму призмы с многоугольным основанием или сегмента такой призмы, выполнены в клиновидной форме. При этом каждый из них ограничивается в пространстве первой клиновой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее под углом к ней второй клиновой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность. Это позволяет получить конструкцию теплообменных устройств согласно изобретению, состоящих только из теплообменных элементов одного вида.

При втором особенно предпочтительном варианте теплообменного устройства локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$), по меньшей мере в тех частичных областях устройства, в которых устройство имеет форму цилиндра или сегмента цилиндра или форму призмы с многоугольным основанием или сегмента такой призмы, выполнены в пластинчатой форме. При этом каждый из них ограничивается в пространстве первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью. Это также позволяет получить конструкцию теплообменных устройств согласно изобретению, состоящих только из теплообменных элементов одного вида.

По меньшей мере одна область устройства предпочтительно выполнена в виде области противотока, в которой по меньшей мере соседние друг с другом каналы проходят параллельно друг другу. При этом, с одной стороны, под "областью противотока" должны пониматься геометрические характеристики с общей параллельностью, т.е. параллельные друг другу каналы в пределах всей области противотока. С другой стороны, под этим также должны пониматься в том числе геометрические характеристики с локальной параллельностью, т.е. приблизительно параллельные друг другу соседние каналы, при этом, однако, не все каналы в пределах всей области противотока проходят параллельно друг другу и причем, в частности, отклонение от параллельности между двумя каналами области противотока, т.е. углы между направлениями двух каналов, тем больше, чем дальше друг от друга удалены оба канала в пределах области противотока.

Каналы области противотока теплообменного устройства согласно изобретению могут иметь попе-

речное сечение в форме многоугольника. При этом каналы области противотока предпочтительно имеют поперечное сечение в форме правильного четырехугольника, в частности, в форме трапеции, ромба или прямоугольника. В альтернативном случае каналы области противотока могут иметь также поперечное сечение в форме правильного треугольника, в частности, в форме равнобедренного или равностороннего треугольника. В альтернативном случае каналы области противотока могут иметь также поперечное сечение в форме правильного шестиугольника или правильного восьмиугольника.

Для решения указанной в начале задачи изобретением создан также теплообменный элемент для теплообменного устройства согласно изобретению, отличающийся тем, что расположенные рядом друг с другом локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$) представляют собой плоскостные структуры.

Такие плоскостные структуры можно легко производить, например, из металла, из полимера или из металлополимерных композитных материалов. При этом толщина плоскостного локального теплообменного элемента предпочтительно меньше чем $1/5$ минимального поперечного габаритного размера плоскостного теплообменного элемента.

При первом варианте теплообменный элемент выполнен в клиновидной форме и ограничивается в пространстве первой клиновой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее и под углом к ней второй клиновой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность. Теплообменные элементы такого типа позволяют получить конструкции теплообменных устройств согласно изобретению, состоящих только из теплообменных элементов одного вида.

При этом возможно расположение первой области входа текучей среды, а также второй области выхода текучей среды на первой торцевой поверхности и расположение второй области входа текучей среды, а также первой области выхода текучей среды на второй торцевой поверхности. Это расположение хорошо подходит для прохождения цилиндрических или частично цилиндрических, а также призматических или частично призматических теплообменных устройств в радиальном направлении.

Первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды предпочтительно выполнены в виде первой области перекрестного потока, а вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды выполнены в виде второй области перекрестного потока.

При втором варианте элемент выполнен в пластинчатой форме и ограничивается в пространстве первой большой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй большой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью. Он хорошо подходит для прохождения цилиндрических или частично цилиндрических, а также призматических или частично призматических теплообменных устройств в радиальном направлении. В частности, этот второй вариант подходит для теплообменных устройств, имеющих форму полого цилиндра или полой призмы.

При этом первая область входа текучей среды, как и вторая область выхода текучей среды, может быть расположена на первой торцевой поверхности, а вторая область входа текучей среды, как и первая область выхода текучей среды, может быть расположена на второй торцевой поверхности.

Первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды предпочтительно выполнены в виде первой области перекрестного потока, а вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды выполнены в виде второй области перекрестного потока.

Согласно третьему аспекту, в частности, для применения в качестве теплообменного элемента для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, в частности, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, создано теплообменное устройство для передачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой и второй текучей средой, которые имеют возможность протекать по устройству, причем устройство сформировано из множества (n) расположенных рядом друг с другом локальных теплообменных элементов ($E_1, E_2, \dots, E_n$), отличающееся тем, что теплообменное устройство, по меньшей мере, в его частичной области имеет форму цилиндрического сегмента или форму сегмента призмы.

Такие внешние геометрические характеристики теплообменного устройства согласно изобретению позволяют приспосабливаться к ограниченным и/или сложным монтажным положениям, минимизируя неиспользуемый объем вне теплообменного устройства.

Цилиндрический сегмент или сегмент призмы предпочтительно ограничен в пространстве по меньшей мере одной секущей плоскостью, проходящей параллельно продольной оси цилиндра или призмы. Такой цилиндрический сегмент или сегмент призмы может иметь, наряду с его торцевыми поверхностями, одну или несколько плоских боковых поверхностей.

Альтернативно или дополнительно возможен цилиндрический сегмент или сегмент призмы, ограниченный в пространстве по меньшей мере одной боковой поверхностью цилиндра, образующая которой проходит параллельно продольной оси цилиндра или призмы. Такой цилиндрический сегмент или сегмент призмы может иметь, наряду с его торцевыми поверхностями, одну или несколько изогнутых боковых поверхностей.

Альтернативно или дополнительно возможен цилиндрический сегмент или сегмент призмы, ограниченный в пространстве по меньшей мере одной многогранной боковой поверхностью, боковые плоскости которой проходят параллельно продольной оси цилиндра или призмы. Такой цилиндрический сегмент или сегмент призмы может иметь, наряду с его торцевыми поверхностями, одну или несколько частично плоских боковых поверхностей.

Для решения указанной в начале задачи изобретением создан также теплообменный элемент для теплообменного устройства согласно изобретению, отличающийся тем, что расположенные рядом друг с другом локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$) представляют собой плоскостные структуры.

Такие плоскостные структуры легко производить, например, из металла, из полимера или из металлополимерных композитных материалов. При этом толщина локального плоскостного теплообменного элемента предпочтительно меньше, чем $1/5$ минимального поперечного габаритного размера плоскостного теплообменного элемента.

При третьем варианте элемент представляет собой клиновидный объемный элемент или выполнен в клиновидной форме и ограничивается в пространстве первой клиновой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее и под углом к ней второй клиновой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность.

При этом возможно расположение первой области входа текучей среды, а также второй области выхода текучей среды, на первой боковой поверхности элемента, а второй области входа текучей среды, а также первой области выхода текучей среды, на второй боковой поверхности. Это расположение хорошо подходит для радиального прохождения частично цилиндрических и/или частично призматических теплообменных устройств.

При этом альтернативно возможно расположение первой области входа текучей среды, а также второй области выхода текучей среды, на первой торцевой поверхности элемента, а второй области входа текучей среды, а также первой области выхода текучей среды, на второй торцевой поверхности. Это расположение хорошо подходит для радиального прохождения частично цилиндрических и/или частично призматических теплообменных устройств.

Первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды предпочтительно выполнены в виде первой области перекрестного потока, а вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды выполнена в виде второй области перекрестного потока.

При четвертом варианте элемент представляет собой объемный пластинчатый элемент или выполнен в форме пластины и ограничивается в пространстве первой большой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй большой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью. Он хорошо подходит для радиального прохождения частично цилиндрических и/или частично призматических теплообменных устройств. В частности, этот четвертый вариант подходит для теплообменных устройств, имеющих форму сегмента полого цилиндра или сегмента полой призмы.

При этом возможно расположение первой области входа текучей среды, а также второй области выхода текучей среды на первой торцевой поверхности и расположение второй области входа текучей среды, а также первой области выхода текучей среды на второй торцевой поверхности. Это расположение подходит для радиального прохождения частично цилиндрических и/или частично призматических теплообменных устройств.

При этом альтернативно возможно расположение первой области входа текучей среды, а также второй области выхода текучей среды на первой боковой поверхности и расположение второй области входа текучей среды, а также первой области выхода текучей среды на второй боковой поверхности. Это расположение подходит для аксиального прохождения частично цилиндрических и/или частично призматических теплообменных устройств.

Первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды предпочтительно выполнены в виде первой области перекрестного потока, а вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды предпочтительно выполнена в виде второй области перекрестного потока.

По меньшей мере одна область элемента предпочтительно выполнена в виде области противотока, в которой по меньшей мере соседние друг с другом каналы проходят параллельно друг другу. При этом под "областью противотока" должны пониматься, с одной стороны, геометрические характеристики с общей параллельностью, т.е. каналы, параллельные друг другу в пределах всей области противотока. С другой стороны, также должны пониматься под этим геометрические характеристики с локальной параллельностью, т.е. приблизительно параллельные друг другу соседние каналы, при этом, однако, в пределах всей области противотока не все каналы проходят параллельно друг другу, причем, в частности, отклонение от параллельности между двумя каналами области противотока, т.е. угол между направлениями двух каналов, тем больше, чем дальше друг от друга в пределах области противотока находятся оба канала.

Каналы области противотока теплообменного элемента согласно изобретению могут иметь поперечные сечения в форме многоугольников. При этом каналы области противотока предпочтительно имеют поперечное сечения в форме правильного четырехугольника, в частности, в форме трапеции, ромба или прямоугольника. В альтернативном варианте каналы области противотока могут иметь также поперечное сечение в форме правильного треугольника, в частности, в форме равнобедренного или равноностороннего треугольника. Альтернативно возможны также каналы области противотока, имеющие поперечное сечение в форме правильного шестиугольника или правильного восьмиугольника.

Дальнейшие преимущества, признаки и возможности применения изобретения следуют из прилагаемых понимаемых чертежей, не понимаемых в ограничительном смысле.

Фиг. 1 - первый вариант осуществления теплообменного устройства согласно изобретению в аксонометрическом изображении, а также с частичным разрезом.

Фиг. 2 - второй вариант осуществления теплообменного устройства согласно изобретению в аксонометрическом изображении, а также с частичным разрезом.

Фиг. 3 - третий вариант осуществления теплообменного устройства согласно изобретению в аксонометрическом изображении, а также с частичным разрезом.

Фиг. 4 - четвертый вариант осуществления теплообменного устройства согласно изобретению в аксонометрическом изображении, а также в горизонтальной проекции на торцевую поверхность теплообменного устройства.

На фиг. 1 показан в аксонометрическом изображении, а также в частичном разрезе первый вариант осуществления теплообменного устройства 1 согласно изобретению. Видно теплообменное устройство 1, имеющее геометрические характеристики полого цилиндра и обладающее ротационной симметрией относительно оси полого цилиндра, которая определяет аксиальное направление, показанное двойной стрелкой A. Соответствующим образом двойной стрелкой R, показано радиальное направление. Теплообменное устройство 1 имеет на своей первой торцевой стороне впускные отверстия 11 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности вдоль внешней относительно радиального направления области, и на своей второй торцевой стороне выпускные отверстия 12 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности вдоль внутренней относительно радиального направления области. Кроме того, теплообменное устройство 1 имеет на своей первой торцевой стороне впускные отверстия 13 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности вдоль внутренней относительно радиального направления области вдоль направления окружности, а на своей второй торцевой стороне - выходные отверстия 14 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности вдоль внешней относительно радиального направления области.

На фиг. 2 показан в аксонометрическом изображении, а также в частичном разрезе второй вариант осуществления теплообменного устройства 2 согласно изобретению. Видно опять-таки теплообменное устройство 2, имеющее геометрические характеристики полого цилиндра и обладающее ротационной симметрией относительно оси полого цилиндра, которая определяет аксиальное направление, показанное двойной стрелкой A. Соответствующим образом двойной стрелкой R показано радиальное направление. Теплообменное устройство 2 имеет на своей внешней боковой поверхности в области, расположенной, в аксиальном направлении, вблизи первой торцевой поверхности, впускные отверстия 21 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности, а на своей внутренней боковой поверхности в области, расположенной, в аксиальном направлении, вблизи второй торцевой поверхности, выходные отверстия 22 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности. Кроме того, на внутренней боковой поверхности теплообменного устройства 2 в области, расположенной, в аксиальном направлении, вблизи первой торцевой поверхности, имеются впускные отверстия 23 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности, а на его внешней боковой поверхности в области, расположенной, в аксиальном направлении, вблизи второй торцевой поверхности, выходные отверстия 24 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности.

На фиг. 1 и фиг. 2 область GS противотока в теплообменном устройстве 1 или в теплообменном устройстве 2 имеет геометрические характеристики полого цилиндра. В этой области GS противотока основной поток проходит в радиальном направлении. Под "основным потоком" подразумевается та часть потока, протекающего по теплообменному устройству, в которой происходит большая часть, предпочтительно свыше 60%, еще более предпочтительно свыше 80% происходящего в теплообменном устройстве энергообмена между первой текучей средой F1 и второй текучей средой F2.

На фиг. 1 вход потоков текучей среды F1 и текучей среды F2 происходит соответственно через отверстия 11, находящиеся радиально снаружи, или через отверстия 13, находящиеся радиально внутри, на первой торцевой поверхности теплообменного устройства 1 в форме полого цилиндра, прохождение осуществляется в области GS противотока в радиальном направлении во внутренней части теплообменного устройства 1 в форме полого цилиндра, а выход потоков текучей среды F1 и текучей среды F2 происходит соответственно через отверстия 12, находящиеся радиально внутри, или через отверстия 14, находящиеся радиально снаружи, на второй торцевой поверхности теплообменного устройства 1 в форме полого цилиндра.

На фиг. 2 вход потоков текучей среды F1 и текучей среды F2 происходит соответственно через от-

верстия 21, находящиеся на наружной боковой поверхности, или через отверстия 23, находящиеся на внутренней боковой поверхности, в обоих случаях находящиеся, в аксиальном направлении, вблизи первой торцевой поверхности теплообменного устройства 2, имеющего форму полого цилиндра, прохождение осуществляется в области GS противотока в радиальном направлении во внутренней части теплообменного устройства 2 в форме полого цилиндра, а выход потоков текучей среды F1 и текучей среды F2 происходит соответственно через отверстия 22, находящиеся на внутренней боковой поверхности, или через отверстия 24, находящиеся на наружной боковой поверхности, в обоих случаях находящиеся, в аксиальном направлении, вблизи второй торцевой поверхности теплообменного устройства 2, имеющего форму полого цилиндра.

На фиг. 3 показан в аксонометрическом изображении, а также в частичном разрезе третий вариант осуществления теплообменного устройства 3 согласно изобретению. Видно теплообменное устройство 3, обладающее ротационной симметрией относительно оси, которая определяет аксиальное направление, показанное двойной стрелкой А. Соответствующим образом, двойной стрелкой R показано радиальное направление. Теплообменное устройство 3 содержит область GS противотока, имеющую форму полого цилиндра, а также первую область KS1 перекрестного потока, примыкающую к наружной боковой поверхности полого цилиндра, относящейся к противотoku, и вторую область KS2 перекрестного потока, примыкающую к внутренней боковой поверхности полого цилиндра противотока. В области GS противотока первая текучая среда F1 проходит в радиальном направлении снаружи внутрь, а вторая текучая среда F2 - в радиальном направлении изнутри наружу. В обеих областях KS1 и KS2 перекрестного потока первая текучая среда F1 и вторая текучая среда F2 проходят, образуя пересечение. Угол пересечения между направлениями потоков первой текучей среды F1 и второй текучей среды F2 предпочтительно находится в пределах между 160 и 90°, если относить значение 180° к противотoku (встречнопараллельным направлениям), 90° - к чистому перекрестному току без составляющих, направленных по противотoku или параллельно, и 0° - к однонаправленным (параллельным) потокам. Теплообменное устройство 3 в своей первой, радиально внешней области KS1 перекрестного потока на той ее стороне, которая обращена к первой торцевой стороне, имеет впускные отверстия 31 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности вдоль радиально внешней области, а в своей второй, радиально внутренней области KS2 перекрестного потока на той ее стороне, которая обращена ко второй торцевой стороне, имеет выходные отверстия 32 для первой текучей среды F1, равномерно распределенные по окружности вдоль радиально внутренней области. Кроме того, во второй, радиально внутренней области KS2 перекрестного потока теплообменного устройства 3 на той ее стороне, которая обращена к первой торцевой стороне, имеются впускные отверстия 33 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности вдоль радиально внутренней области, а в первой, радиально внешней области KS1 перекрестного потока на той ее стороне, которая обращена ко второй торцевой стороне, имеются выходные отверстия 34 для второй текучей среды F2, равномерно распределенные по окружности вдоль радиально внешней области.

На фиг. 3 видны области KS1 или KS2 перекрестного потока, помещенные на внешней и внутренней боковых поверхностях полого цилиндра. Область KS1 перекрестного потока образует область входа текучей среды для первой текучей среды F1 и область выхода текучей среды для второй текучей среды F2. Область KS2 перекрестного потока образует область входа текучей среды для второй текучей среды F2 и область выхода текучей среды для первой текучей среды F1. Между радиально внешней областью KS1 перекрестного потока и радиально внутренней областью KS2 перекрестного потока проходит вдоль направления движения потока обеих текучих сред, проходящих по теплообменному устройству, радиальная область противотока, в которой первая текучая среда F1 и вторая текучая среда F2 проходят в противоположных друг к другу направлениях.

На фиг. 4 показан в аксонометрическом изображении, а также в горизонтальной проекции на торцевую поверхность теплообменного устройства 4, четвертый вариант осуществления теплообменного устройства 4 согласно изобретению. Видно теплообменное устройство 4, составленное из отдельных цилиндрических сегментов ZS1, ZS2. Каждый из обоих цилиндрических сегментов ZS1 и ZS2 представляет собой участок полого цилиндра, соответствующий углу 90°, измеренному в направлении окружности. Видны области KS1 и KS2 перекрестного потока, которые расположены на передней или на задней торцевой стороне цилиндрических сегментов ZS1 и ZS2. Область KS1 перекрестного потока образует область входа текучей среды для первой текучей среды F1 и область выхода текучей среды для второй текучей среды F2. Область KS2 перекрестного потока образует область входа текучей среды для второй текучей среды F2 и область выхода текучей среды для первой текучей среды F1. Между первой областью KS1 перекрестного потока и второй областью KS2 перекрестного потока вдоль направления движения потока обеих текучих сред, протекающих через теплообменное устройство, проходит аксиальная область противотока, в которой первая текучая среда F1 и вторая текучая среда F2 текут в противоположных друг к другу направлениях параллельно аксиальному направлению А цилиндрических сегментов ZS1, ZS2. Возможно также использование цилиндрических сегментов, имеющих другие значения угла в направлении окружности. В частности, для образования теплообменного устройства 4, составленного из

отдельных цилиндрических сегментов, вместо 90-градусных цилиндрических сегментов ZS1 и ZS2 или в комбинации с ними могут использоваться также 45-градусные цилиндрические сегменты (не показаны).

На фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4 видны соответствующие локальные теплообменные элементы $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, \dots E_n$, из которых составлено каждое из теплообменных устройств 1, 2, 3, 4. При этом каждый из локальных теплообменных элементов $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, \dots E_n$ содержит первую локальную область камеры (K_1), через которую первая текучая среда F1 проходит от первой локальной области входа текучей среды к первой локальной области выхода текучей среды, и вторую локальную область камеры (K_2), через которую вторая текучая среда F2 проходит от второй локальной области входа текучей среды ко второй локальной области выхода текучей среды.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Теплообменное устройство (1; 2; 3) для пассажирской кабины транспортного средства, летательного аппарата, судна, канатной дороги или лифта, имеющего электропривод, или гибридный привод, или парусный привод, служащее для теплопередачи и/или селективного массопереноса между первой текучей средой и второй текучей средой, которые могут протекать через устройство,

причем устройство сформировано из множества (n) расположенных рядом друг с другом локальных теплообменных элементов ($E_1, E_2, \dots, E_n$),

отличающееся тем, что теплообменный элемент представляет собой объемный элемент клиновидной формы и ограничен в пространстве первой клиновой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее и под углом к ней второй клиновой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность,

причем вдоль внешней относительно радиального направления области равномерно распределены впускные отверстия для первой текучей среды и выпускные отверстия для второй текучей среды, и

вдоль внутренней относительно радиального направления области равномерно распределены выпускные отверстия для первой текучей среды и впускные отверстия для второй текучей среды,

причем

теплообменное устройство, по меньшей мере в его частичных областях, имеет форму цилиндра или его сегмента или форму призмы с многоугольником в основании или ее сегмента, и причем

теплообменное устройство содержит область противотока.

2. Теплообменное устройство по п.1, отличающееся тем, что

теплообменные элементы представляют собой плоскостные структуры, которые прилегают друг к другу своими большими поверхностями,

причем, в частности, все теплообменные элементы представляют собой идентичные структуры.

3. Теплообменное устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что в области противотока устройство имеет форму цилиндра или его сегмента или форму призмы с многоугольным основанием или ее сегмента.

4. Теплообменное устройство по п.3, отличающееся тем, что область противотока выполнена с возможностью прохода через нее первой текучей среды в первом радиальном направлении, а второй текучей среды во втором радиальном направлении.

5. Теплообменное устройство по одному из пп.1-4, отличающееся тем, что локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$), по меньшей мере в тех частичных областях устройства, в которых устройство имеет форму цилиндра или сегмента цилиндра или форму призмы с многоугольным основанием или ее сегмента, выполнены в клиновидной форме, и каждый из них ограничивается в пространстве первой клиновой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее и под углом к ней второй клиновой поверхностью, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность.

6. Теплообменное устройство по одному из пп.1-5, отличающееся тем, что

первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды выполнены в виде первой области (KS1) перекрестного тока, а

вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды выполнены в виде второй области (KS2) перекрестного тока.

7. Теплообменное устройство по одному из пп.1-6, отличающееся тем, что расположенные рядом друг с другом локальные теплообменные элементы ($E_1, E_2, \dots, E_n$) представляют собой плоскостные структуры.

8. Теплообменное устройство по п.7, отличающееся тем, что толщина плоскостного локального теплообменного элемента меньше, чем $1/5$ минимального поперечного габаритного размера плоскостного теплообменного элемента.

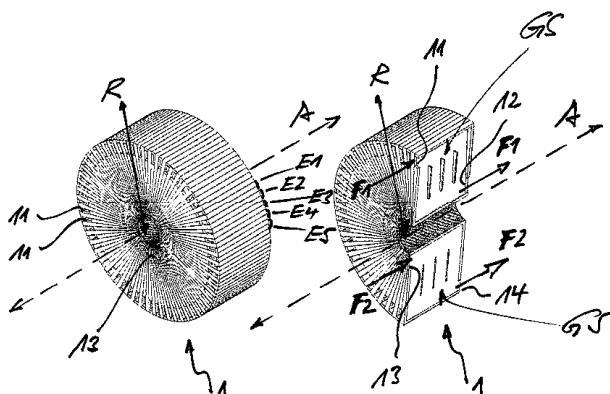
9. Теплообменное устройство по п.7 или 8, отличающееся тем, что указанный элемент представляет

собой объемный элемент клиновидной формы и ограничен в пространстве первой поверхностью клина и расположенной на расстоянии от нее и под углом к ней второй поверхностью клина, первой боковой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй боковой поверхностью, а также первой торцевой поверхностью и расположенной на расстоянии от нее второй торцевой поверхностью, которая больше, чем первая торцевая поверхность.

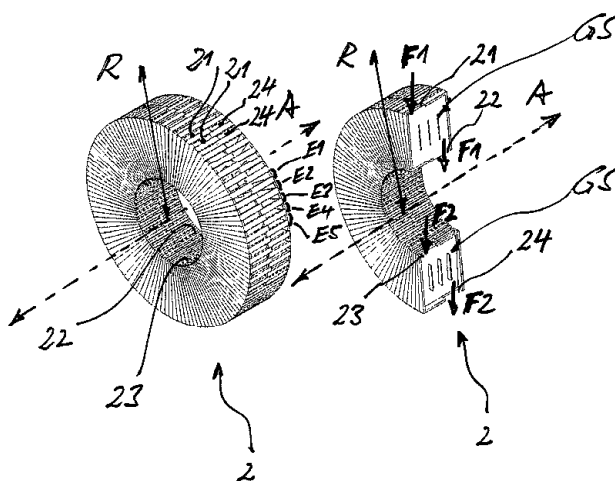
10. Теплообменное устройство по п.9, отличающееся тем, что

первая область входа текучей среды и вторая область выхода текучей среды расположены на первой боковой поверхности указанного элемента, а

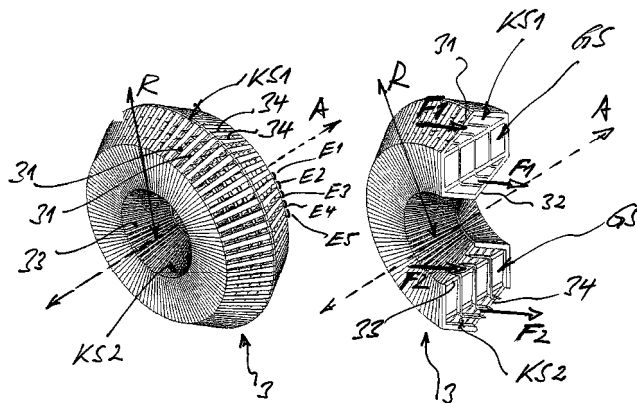
вторая область входа текучей среды и первая область выхода текучей среды расположены на второй боковой поверхности элемента.



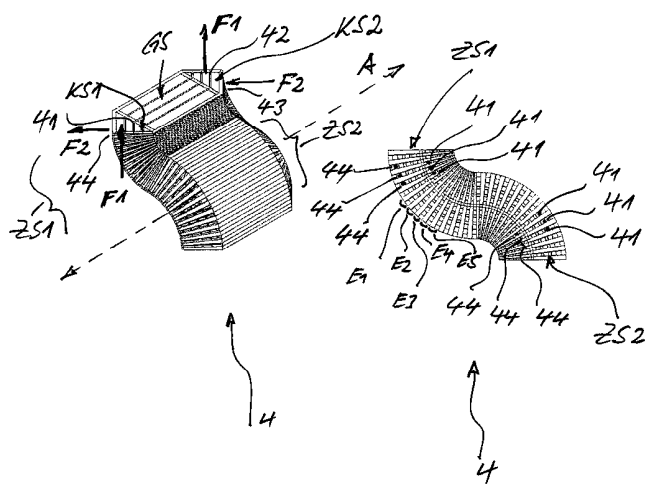
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2