



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 185 482** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **E 03 B 3/28, B 01 D 5/00, C 02**  
**F 1/00, F 28 F 1/16**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

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

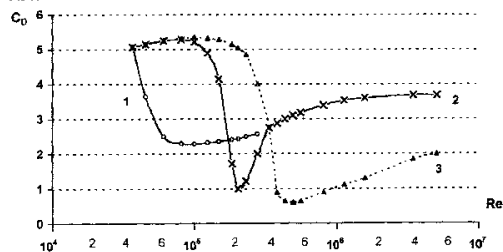
(21), (22) Заявка: 2000119596/03, 25.07.2000  
(24) Дата начала действия патента: 25.07.2000  
(46) Дата публикации: 20.07.2002  
(56) Ссылки: DE 3313711 A, 18.10.1984. SU 1749680 A1, 23.07.1992. RU 2056479 C1, 20.03.1996. RU 2105260 C1, 20.02.1998. RU 2044248 C1, 20.09.1995. RU 2033592 C1, 20.04.1995.  
(98) Адрес для переписки:  
113209, Москва, Севастопольский пр-т, 51, корп.3, кв.77, В.В.Алексееву

(71) Заявитель:  
Алексеев Вячеслав Викторович,  
Алексеева Ольга Вячеславовна  
(72) Изобретатель: Алексеев В.В.,  
Алексеева О.В.  
(73) Патентообладатель:  
Алексеев Вячеслав Викторович,  
Алексеева Ольга Вячеславовна

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

(57)  
Установка для получения биологически чистой пресной воды при конденсации влаги из атмосферного воздуха содержит солнечные батареи, холодильную систему, водосборник, воздуховод, вентиляционную систему и конденсатор, в качестве которого в нее введена изготовленная из нержавеющей стали изогнутая в змеевик трубка, на внешней стороне которой выдавлены сферические лунки, а прямолинейные участки которой расположены вертикально и сплющены в направлении, перпендикулярном воздушному потоку. Технический результат заключается в увеличении эффективности работы установки за счет уменьшения затрат энергии на

вентиляцию воздуха и улучшении качества получаемой пресной воды за счет создания условий, неблагоприятных для роста микрофлоры на стенках теплообменника, без снижения эффективности работы установки. 5 ил.



Фиг.1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 185 482** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **E 03 B 3/28, B 01 D 5/00, C**  
**02 F 1/00, F 28 F 1/16**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000119596/03, 25.07.2000

(24) Effective date for property rights: 25.07.2000

(46) Date of publication: 20.07.2002

(98) Mail address:  
113209, Moskva, Sevastopol'skij pr-t, 51,  
korp.3, kv.77, V.V.Alekseevu

(71) Applicant:  
Alekseev Vjacheslav Viktorovich,  
Alekseeva Ol'ga Vjacheslavovna

(72) Inventor: Alekseev V.V.,  
Alekseeva O.V.

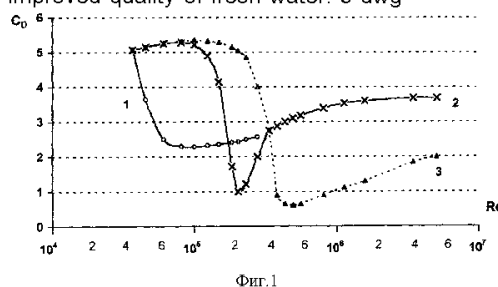
(73) Proprietor:  
Alekseev Vjacheslav Viktorovich,  
Alekseeva Ol'ga Vjacheslavovna

(54) APPARATUS FOR RECEIVING BIOLOGICALLY PURE FRESH WATER AT CONDENSATION OF MOISTURE OUT OF ATMOSPHERIC AIR

(57) Abstract:

FIELD: processes and equipment for preparing fresh water. SUBSTANCE: apparatus includes solar batteries, cooling system, water collector, air duct, ventilation system and condenser in the form of coiled tube made of stainless steel and having on outer side spheric craters. Rectilinear portions of said tube are arranged vertically and they are flattened in direction normal relative to air flow. Such apparatus provides conditions unfavorable for growing microflora on walls of heat exchanger without decreasing operational

efficiency of system. EFFECT: enhanced efficiency of apparatus due to lowered energy consumption for air ventilation, improved quality of fresh water. 5 dwg



Изобретение относится к установкам для получения пресной воды из атмосферного воздуха, в частности к установкам, использующим возобновляемые источники энергии.

Известна установка, в которой осуществляется аккумуляция холода для его использования в ночное время [1]. Она содержит солнечные электрические батареи, холодильный агрегат, аккумулятор холода, выполненный в виде наполненной водой термоизолированной емкости, соединенной через гидронасос и вентиль с холодильным агрегатом и теплообменником-конденсатором, расположенным в воздуховоде, в котором также находится каплеуловитель и вентилятор. Под отверстием в воздуховоде находится водосборник.

Установка работает следующим образом. В светлое время суток электроэнергия от солнечных батарей поступает на холодильный агрегат, который вырабатывает холод. С помощью вентиля холодильный агрегат подключается к термоизолированной емкости. Находящаяся в ней жидкость с помощью гидронасоса прокачивается через холодильный агрегат и охлаждается, в результате в термоизолированной емкости аккумулируется холод. Затем термоизолированная емкость с помощью вентиля отключается от холодильного агрегата и подключается к теплообменнику-конденсатору. Когда влажность воздуха достигает величины, близкой к 100%, включаются гидронасос и вентилятор. С их помощью холодная жидкость и влажный воздух пропускаются через конденсатор. Содержащийся в воздухе водяной пар конденсируется на его поверхности, а находящиеся в нем капли улавливаются каплеуловителем и захваченная влага стекает в водосборник.

Недостатками установки являются большие затраты энергии в вентиляционной системе на прокачку воздуха и сложность проведения очистки поверхности конденсатора от микроскопической пыли, которая, собираясь в углах стыков оребрения трубок конденсатора, образует влажный субстрат, где развивается вредная микрофлора.

Наиболее близкой к изобретению является установка для получения биологически чистой пресной воды при конденсации влаги из атмосферного воздуха, содержащая солнечные батареи, холодильную систему, водосборник, воздуховод, вентиляционную систему и конденсатор [2]. В ее работе используется солнечная энергия. В воздуховоде размещены испаритель холодильного агрегата и вентилятор. Установка также содержит систему для озонирования воды, получаемой в результате работы установки.

Установка работает следующим образом. За счет электроэнергии, получаемой от солнечных батарей, холодильный агрегат производит холод, который выделяется на теплообменнике-испарителе. Влажный воздух с помощью вентилятора продувается через воздуховод, в котором расположен испаритель. В результате контакта с поверхностью теплообменника-испарителя воздух охлаждается, содержащийся в нем пар становится насыщенным, частично

конденсируется на поверхности теплообменника и стекает в водосборник, откуда вода поступает в специальную емкость, где происходит обеззараживание воды путем озонирования.

Недостатком данной установки являются большие энергозатраты и низкая производительность.

Отметим, что концентрация паров воды в атмосфере тех областей Земли, где эффективны такие системы получения пресной воды, изменяется от 10 г/л до 25 г/л. При этом извлекается не вся влага. Если предположить, что будет извлекаться 1 г из кубометра воздуха, то для получения 1 литра воды потребуется прокачать 1000 м<sup>3</sup> воздуха. При скорости прокачки 10 м/с и площади конденсатора, перпендикулярной потоку воздуха, равной 0,25 м<sup>2</sup>, потребуется около 7 минут. Время контакта воздуха с охлаждающей поверхностью достаточно короткое, а эффективность работы конденсаторов влаги определяется интенсивностью теплообмена между хладагентом, находящимся внутри металлических трубок конденсаторов, и потоком обтекающего его влажного воздуха. Повышение эффективности теплообмена достигается за счет оребрения трубок конденсатора. Однако при этом значительно увеличивается расход энергии вентилятора на турбулизацию потока, а на ребрах и местах их соединения с трубками конденсатора помимо влаги оседает микроскопическая пыль, в результате чего образуется субстрат, на котором развивается микрофлора и который может содержать токсичные вещества, поступающие вместе с пылью.

Последнее обстоятельство требует проведения регламентных работ по очистке конденсирующей поверхности конденсатора, чему препятствует сильная развитость оребренной поверхности и наличие множества мест на стыках ребер и трубок, где скапливается субстрат. Использование озонатора не может решить проблему полной очистки воды, получаемой в системе, от токсичных веществ (в частности, тяжелых металлов) и микроорганизмов, которые могут содержаться в кусочках микровзвеси, срываемой с конденсатора влаги. Нанесение антибактерицидных покрытий недопустимо, так как вода далее используется в качестве питьевой.

Задачей изобретения является увеличение эффективности работы установки за счет уменьшения затрат энергии на вентиляцию воздуха и улучшение качества получаемой пресной воды за счет создания условий, неблагоприятных для роста микрофлоры на стенках теплообменника, без снижения эффективности работы установки.

Технический результат достигается тем, что в установку для получения биологически чистой пресной воды при конденсации влаги из атмосферного воздуха, содержащую солнечные батареи, холодильную систему, водосборник, воздуховод, вентиляционную систему и конденсатор, введена в качестве конденсатора изготовленная из нержавеющей стали изогнутая в змеевик трубка, на внешней стороне которой выдавлены сферические лунки, а прямолинейные участки которой расположены вертикально и сплющены в направлении, перпендикулярном воздушному

потоку.

Положительный эффект достигается за счет того, что возникающие при этом когерентные структуры в потоке воздуха приводят к снижению до 2-х раз коэффициента сопротивления, а трубка змеевика является достаточно гладкой /не имеет острых кромок и углов/, легко чистится и в ней отсутствуют места для скопления пыли, а при набегании потока воздуха между лунками возникают вихревые структуры, которые обеспечивают высокую эффективность теплообмена между конденсатором и набегающим потоком воздуха. При этом интенсификация массо- и теплообмена реализуется при отставании роста гидравлического сопротивления обтеканию такого рельефа по сравнению с обтеканием исходно гладкой поверхности.

Известно, что с ростом числа Рейнольдса ( $Re = (v_1)/\nu$ , где  $v$  - скорость набегающего потока,  $l$  - характерный размер предмета, а  $\nu$  - динамическая вязкость обтекающей среды, возникает такой момент, когда структура течения становится неустойчивой. Течение перестраивается таким образом, чтобы уменьшить сопротивление набегающему потоку. Коэффициент сопротивления уменьшается в два и более раз. Аналогичная картина возникает при движении водного или воздушного потока над сыпучей средой, которая выстраивается в трехмерные структуры, обеспечивающие минимальное сопротивление при данных числах Рейнольдса. Б.А. Шуляком [3] приводятся эффектные фотографии периодических волновых структур, когда помимо основной периодичности вдоль потока имеется еще одна - поперечная периодичность. Основной особенностью этой периодичности является согласованность фаз модуляций высот соседних рядов деформаций: максимумы высоты возвышения в  $i$ -м ряду располагаются против минимумов соседних  $i \pm 1$  рядов. Поэтому в периодической системе создается шахматная структура. Такая согласованность фаз поперечной модуляции волн поверхности сыпучей среды - результат действия пространственных гидродинамических сил, возникающих между отдельными элементами этих возвышений.

Возникающие структуры легко аппроксимируются системой сферических лунок. При этом глубина лунки значительно меньше ее диаметра /в 5-6 раз/. Вышеперечисленные факты заставляют предположить, что сопротивление набегающему потоку, при числах Рейнольдса, характерных для формирования таких структур,  $Re \approx 10^3-10^5$ , со стороны соответствующим образом рифленной поверхности будет значительно меньше, чем над гладкой, однако при этом тепло- и массообмен интенсифицируются. Факт уменьшения сопротивления потоку при формировании поверхности сферическими лунками используется при изготовлении мячей для игры в гольф. Зависимость от числа Рейнольдса коэффициента сопротивления гладкого шара и мячей для игры в гольф приведена на фиг.1 [4] (фиг.1 - график зависимости коэффициента сопротивления ( $C_D$ ) от числа Рейнольдса ( $Re$ ). 1 - для мяча для игры в гольф, 2 - для

шароховатого шара, 3 - для гладкого шара; фиг. 2 - мяч для игры в гольф с лунками). Обращает на себя внимание участок на кривой для мяча с лунками, свидетельствующий о процессах обтекания, существенно отличающихся от обтекания обычных шероховатых поверхностей. В опытах с лунками малых диаметров, проведенных Г.А. Кикнадзе с сотрудниками [5], была обнаружена сложная картина течения при обтекании лунок потоками с различными числами Рейнольдса. Наблюдалось формирование вихревых структур ламинарного типа при более низких числах  $Re$ , которые переходили в автоколебательные когерентные структуры при больших числах  $Re$ . Аналогичные явления мы наблюдали с вихревыми когерентными структурами. Отметим, что поверхность, рифленая сферическими лунками с большим отношением диаметра лунки к ее глубине, будет достаточно гладкой, чтобы ее можно было легко чистить, и не содержит выступов, за которыми может собираться пылевой субстрат. Возникновение вихревых структур над лунками теплообменника будет естественным образом интенсифицировать теплообмен в несколько раз и таким образом не приведет к снижению эффективности работы устройства. На фиг.3 приведена схема расположения лунок на змеевике и показано, как сплющены вертикально расположенные трубки змеевика относительно потока набегающего воздуха. На фиг.5 показаны фрагменты труб змеевика конденсатора, на которых изображены сферические лунки, стрелками показан основной поток воздуха. Трубки змеевика сплющены в направлении, перпендикулярном потоку воздуха. На фиг.4 приведена схема линий тока, формирующаяся в потоке влажного воздуха над лунками (1). Подковообразные вихри (2) образуют когерентную структуру, которая снижает сопротивление основному потоку (3) и обеспечивает увеличение тепло- и массообмена между потоком воздуха и стенкой конденсатора (4). Вихревые трубки обеспечивают увеличение тепло- и массообмена между основным потоком и стенкой. Нетрудно видеть, что затененные от основного потока области между трубками оказываются нерабочими и поэтому желательно, чтобы трубки были сплющены перпендикулярно этому потоку.

Вертикальное размещение трубок конденсатора способствует более интенсивному стеканию сконденсировавшейся влаги. Отметим, что использование в качестве материала для изготовления конденсатора меди или алюминия недопустимо, т.к. конденсированная влага будет обогатиться этими элементами и сделает недопустимым использование получаемой воды в качестве питьевой.

На фиг. 5 приведена схема установки для конденсации влаги, где созданы условия, не способствующие формированию мест с субстратом, на котором могут размножаться микроорганизмы. Она содержит водосборник (1) из нержавеющей стали; рифленый лунками конденсатор-влаги из нержавеющей стали (2); холодильную систему (3); вентиляционную систему (4); воздуховод (5) и

солнечные батареи (6). Также на фиг.5 приведены поток влажного воздуха (7) и поток осушенного воздуха (8). Тепло конденсации отводится как за счет холодильной системы, так и за счет принудительного движения воздуха, создаваемого вентилятором.

Водосборник 1 изготавливается из нержавеющей стали и представляет собой ванну, в которую стекает влага с конденсатора.

Конденсатор влаги 2 представляет собой изогнутую в змеевик рифленую сферическими лунками трубку из нержавеющей стали, что приводит к формированию когерентной структуры в набегающем потоке, в результате чего, с одной стороны, снижается сопротивление набегающему потоку, что уменьшает энергетические расходы вентиляционной системы и увеличивает теплообмен между холодильной системой и набегающим потоком влажного воздуха, а с другой стороны, трубка змеевика конденсатора является достаточно гладкой, что препятствует скоплению субстрата на ее поверхности и облегчает очистку при проведении регламентных работ. Прямолинейные участки труб змеевика расположены вертикально, что способствует более интенсивному процессу стекания сконденсированной влаги и препятствует оседанию пылевого субстрата на поверхности конденсатора. Трубки конденсатора сплюснены в направлении, перпендикулярном основному потоку набегающего воздуха, чтобы уменьшить площадь неэффективно работающих участков трубок конденсатора. Холодильник 3 обеспечивает снижение температуры поверхности конденсатора влаги ниже точки росы, а вентиляционная система 4 - подвод новых порций влажного воздуха.

Устройство работает следующим образом: холодильная система 3 уменьшает ниже точки росы температуру конденсатора влаги 2, через который вентилятором прокачивается воздух. Между лунками, рифлеными на

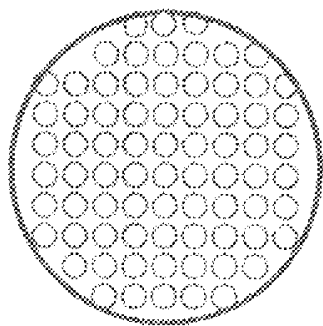
поверхности змеевика конденсатора влаги, возникают вихревые когерентные структуры, формирование которых приводит к понижению лобового сопротивления змеевика конденсатора и увеличивает теплообмен между стенкой конденсатора и набегающим потоком влажного воздуха. Влага, сконденсированная на поверхности конденсатора, стекает по вертикально расположенным трубкам змеевика в водосборник. Отсутствие углов стыка на конденсаторе препятствует накоплению пыли на его поверхности и позволяет ее очищать, в результате вода, получаемая на данном устройстве, оказывается биологически чистой.

Литература:

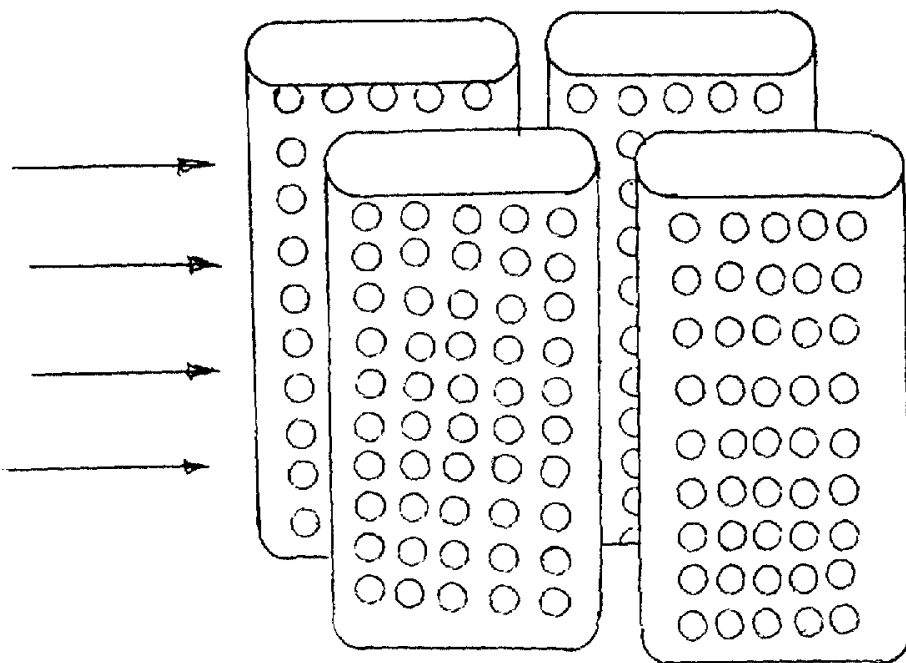
1. Патент России 2056479, кл. C1 /прототип/.
2. Заявка ФРГ 3313711, кл. E 03 B 3/28.
3. Б. А. Шуляк. Физика волн на поверхности сыпучей среды и жидкости. М.: Наука, 1971.
4. Bearman P. W. , Harvey J.K. Golf ball aerodynamics. Aeronaut, 1976, vol. Q27, pp.112-122.
5. Кикнадзе Г.И., Краснов Ю.К., Подымако В.Ф., Хабенский В.Б. Самоорганизация вихревых структур при обтекании водой полусферической лунки. ДАН СССР, 1986, т.291, сс.17-20.

### Формула изобретения:

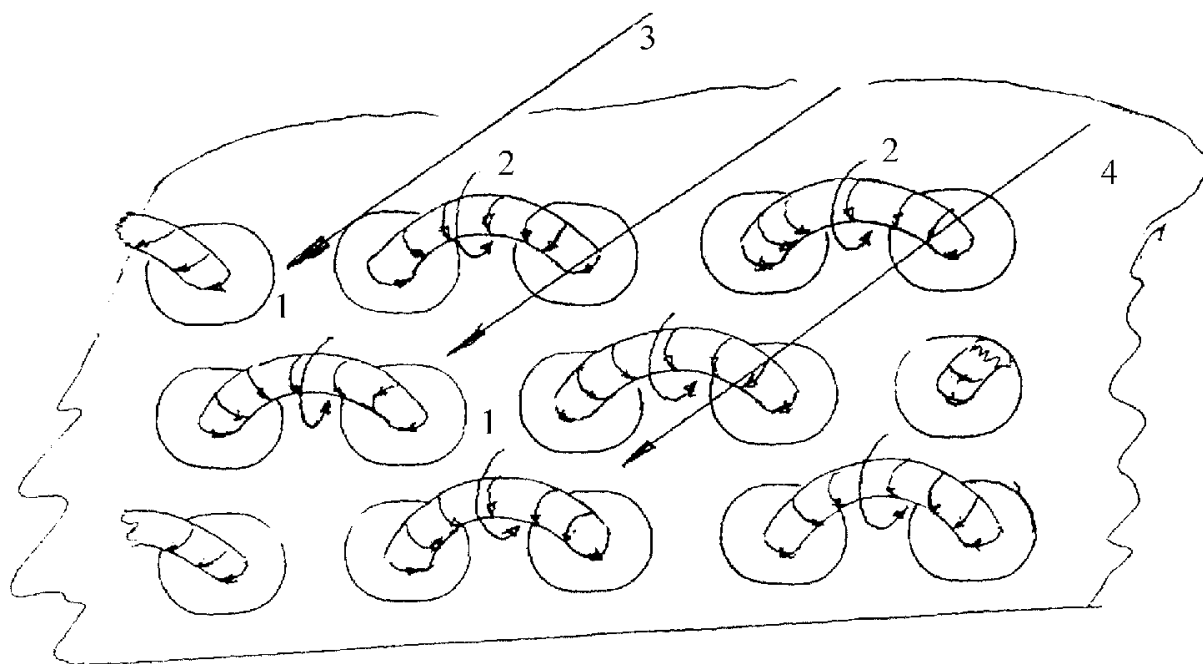
Установка для получения биологически чистой пресной воды при конденсации влаги из атмосферного воздуха, содержащая солнечные батареи, холодильную систему, водосборник, воздуховод, вентиляционную систему и конденсатор, отличающаяся тем, что в качестве конденсатора в нее введена изготовленная из нержавеющей стали изогнутая в змеевик трубка, на внешней стороне которой выдавлены сферические лунки, а прямолинейные участки которой расположены вертикально и сплюснены в направлении, перпендикулярном воздушному потоку.



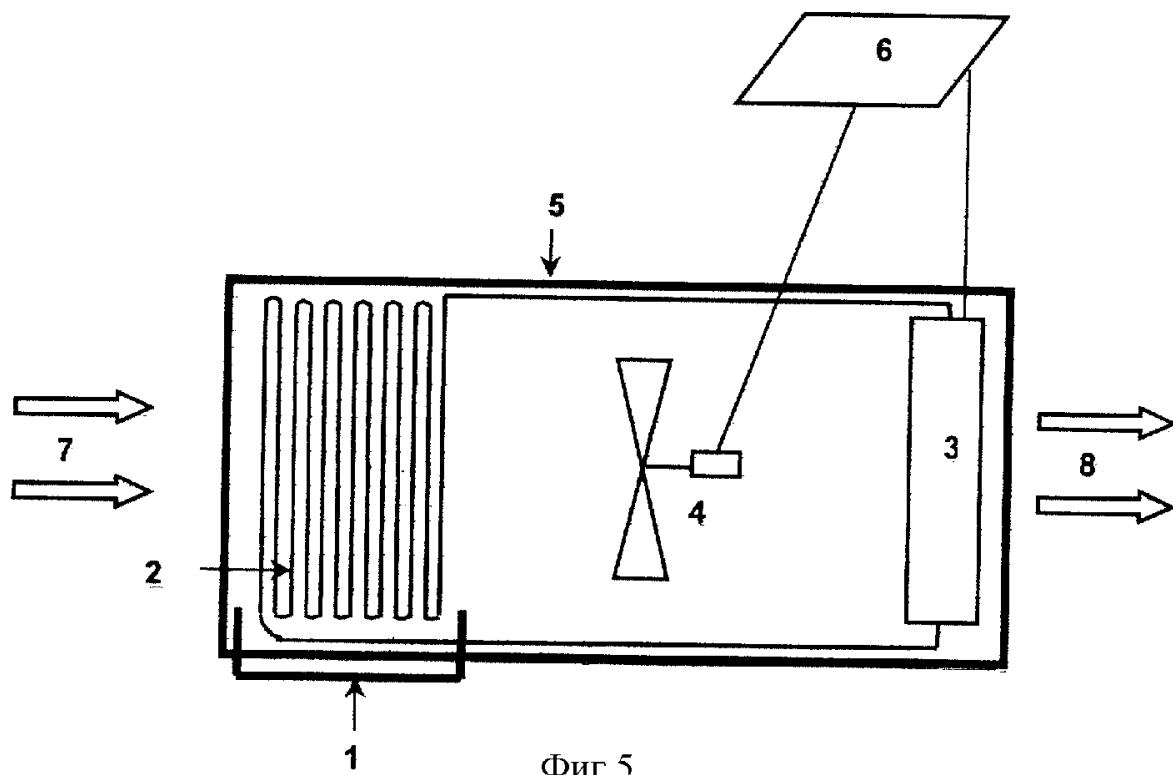
Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5