

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035928**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.02

(21) Номер заявки
201900254

(22) Дата подачи заявки
2019.05.22

(51) Int. Cl. *E03B 3/28* (2006.01)
A01G 25/00 (2006.01)
C02F 1/14 (2006.01)

(54) СОЛНЕЧНО-ВОЗДУШНЫЙ ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ

(43) **2020.09.01**

(96) **2019000048 (RU) 2019.05.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ЮГО-
ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (ЮЗГУ) (RU)**

(56) RU-C2-2185482
RU-U1-160016
RU-U1-63379
KG-C1-1285

(72) Изобретатель:

**Ежов Владимир Сергеевич,
Емельянов Сергей Геннадьевич,
Добросердов Олег Гурьевич,
Семичева Наталья Евгеньевна (RU)**

(57) Предлагаемое изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к водоснабжению, и может быть использовано в районах с жарким климатом с дефицитом воды. Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение надежности и экономической эффективности солнечно-воздушного источника водоснабжения. Технический результат достигается солнечно-воздушным источником водоснабжения, содержащим группу расположенных по окружности, помещенных ниже уровня поверхности грунта вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников (1), коллектор (9), выполненный из коррозионностойкого материала, а также горизонтальную гелиотермоэлектрическую батарею (15), составленную из фотоэлементов (31).

B1**035928****035928****B1**

Предлагаемое изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к водоснабжению, и может быть использовано в районах с жарким климатом с дефицитом воды.

Известно устройство для конденсации влаги из атмосферного воздуха, содержащее конденсатор, герметично соединенный с резервуаром, имеющим отверстия в верхней стенке для стекания конденсата, причем воздуховыводная труба свободно установлена между ребрами, образованными стенками конденсатора, а в верхней ее части имеется горизонтальный дефлектор, а заборная труба насоса опущена в резервуар с пресной водой (конденсатом воздушных водяных паров) через его верхнюю стенку, который с конденсатором погружены в колодец (шахту) с соленой водой на дне (Патент РФ № 2006592, МПК F28 В3/00, 1991).

Недостатками известного устройства являются необходимость обеспечения насоса электроэнергией от постороннего источника и наличия охлаждающей воды для конденсатора, что снижает его эффективность.

Более близким к предлагаемому изобретению является установка для получения биологически чистой пресной воды при конденсации влаги из атмосферного воздуха, содержащая солнечные (гелио) 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 (Патент РФ № 2185485 МПК E03B 3/28, B01D 5/00, C02F 1/00, F28F 1/16, 2000).

Основными недостатками известной установки являются использование для охлаждения воздуха сложной холодильной системы, использующей синтетические хладагенты, конденсатора исполненного в форме змеевика, что усложняет и удорожает конструкцию и, в конечном счете, снижает продолжительность, надежность и эффективность работы установки.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение надежности и экономической эффективности солнечно-воздушного источника водоснабжения.

Технический результат достигается солнечно-воздушным источником водоснабжения, содержащим группу расположенных по окружности, помещенных ниже уровня поверхности грунта, вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников, каждый из которых состоит из вертикальных продольных однорядных перегородок, выполненных из связанных между собой рядов одноканальных стеклоблоков с воздушными каналами, нижние ряды которых уложены на наклонную опорную плиту, перфорированную отверстиями, верхние ряды закрыты соединительной плитой, также перфорированной отверстиями, промежутки между рядами заполнены грунтом, торцы однорядных перегородок с одной стороны соединены воздушными каналами стеклоблоков с входным воздушным коллектором через прямоугольные отверстия, выполненным из коррозионностойкого материала, состоящим из короба с пирамидальной крышкой, соединенной с вертикальной заборной трубой, на входе которой устроен осевой вентилятор, а на ее верхнем торце на опорах закреплена горизонтальная гелиотермоэлектрическая батарея с образованием между ней и верхним торцом заборной трубы заборной щели, причем противоположные торцы вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников соединены воздушными каналами стеклоблоков выходным воздушным коллектором через прямоугольные отверстия, выполненным из коррозионностойкого материала и состоящим из приемного короба с пирамидальным днищем, уклон опорной плиты и, соответственно, щелевых стеклоблочных теплообменников выполнен в сторону приемного короба, а величина его должна быть не меньше величины угла естественного откоса вода, приемные коробы выходных воздушных коллекторов каждого щелевого стеклоблочного теплообменника сверху соединены выхлопными воздуховодами, снабженными отсечными клапанами с центральной вытяжной шахтой, соединенной выше уровня поверхности грунта с вытяжной трубой, снабженной дефлектором, а пирамидальные днища выходных воздушных коллекторов через трубопроводы с запорной арматурой соединены с закрытым конденсатным баком, снабженным вантузом, внутри которого помещен погружной насос, соединенный трубопроводом с запорной арматурой с потребителем; гелиотермоэлектрическая батарея представляет собой горизонтальную панель, составленную из фотоэлементов, присоединенных своей тыльной стороной к верхним торцам термоэлектрических преобразователей, выполненных из прямоугольных пластин диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, в массиве которых помещена контурная арматура, состоящая из термоэлектрических элементов, представляющих собой парные проволочные отрезки, изготовленные из разных металлов М1 и М2, спаянные на концах между собой таким образом, что их спаи согнуты под углом 90° и располагаются вблизи наружной поверхности торца корпуса термоэлектрического преобразователя параллельно ей, сами проволочные отрезки расположены параллельно друг другу, образуя П-образные ряды, крайние проволочные отрезки каждого П-образного ряда, соединены перемычками с коллекторами одноименных электрических зарядов, которые наряду с фотоэлементами соединены через выходные коллекторы с вентиляторами, насосом и другими потребителями.

Предлагаемый солнечно-воздушный источник водоснабжения (СВИВС) представлен на фиг. 1-11 (на фиг. 1-4 - общий вид СВИВС и его разрезы, на фиг. 5 - одноканальный стеклоблок, на фиг. 6, 7 - общий вид гелиотермоэлектрической батареи и ее разрезы, на фиг. 8-11 - общий вид, разрезы и узел термо-

электрического преобразователя.

СВИВС содержит группу расположенных по окружности, помещенных ниже уровня поверхности грунта 1 вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников 2, каждый из которых состоит из вертикальных продольных однорядных перегородок 3, выполненных из связанных между собой рядов одноканальных стеклоблоков 4 с воздушными каналами 5, нижние ряды которых уложены на наклонную опорную плиту 6, перфорированную отверстиями 7, верхние ряды закрыты соединительной плитой 8, также перфорированной отверстиями 7, промежутки между рядами заполнены грунтом 1, торцы однорядных перегородок 3 с одной стороны соединены воздушными каналами 5 стеклоблоков 4 с входным воздушным коллектором 9 через прямоугольные отверстия (на фиг. 1-11 не показаны), выполненным из коррозионностойкого материала, состоящим из короба 10 с пирамидальной крышкой 11, соединенной с вертикальной заборной трубой 12, на входе которой устроен осевой вентилятор 13. На верхнем торце заборной трубы 12 на опорах 14 закреплена горизонтальная гелиотермоэлектрическая батарея (ГТЭБ) 15 с образованием между ней и верхним торцом заборной трубы 11 заборной щели 16. Противоположные торцы вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников 2 соединены воздушными каналами 5 стеклоблоков 4 с выходным воздушным коллектором 17 через прямоугольные отверстия (на фиг. 1-11 не показаны), выполненным из коррозионностойкого материала, состоящим из приемного короба 18 с пирамидальным днищем 19, причем уклон опорной плиты 6 и щелевых стеклоблочных теплообменников 2 выполнен в сторону приемного короба 18, а величина его должна быть не меньше величины угла естественного откоса воды. При этом приемные коробы 18 выходных воздушных коллекторов 17 каждого щелевого стеклоблочного теплообменника 2 сверху соединены выхлопными воздуховодами 20, снабженными отсечными клапанами 21 с центральной вытяжной шахтой 22, соединенной выше уровня поверхности грунта с вытяжной трубой 23, снабженной дефлектором 24, а пирамидальные днища выходных воздушных коллекторов 19 через конденсатные трубопроводы 25 с запорной арматурой 26 соединены с закрытым конденсатным баком 27, снабженным вантузом 28, внутри которого помещен погружной насос 29, соединенный трубопроводом 30 с запорной арматурой 26 с потребителем (на фиг. 1-11 не показаны). ГТЭБ 15 представляет собой горизонтальную панель, составленную из фотоэлементов 31, присоединенных своей тыльной стороной к верхним торцам термоэлектрических преобразователей (ТЭП) 32 (узлы крепления на фиг. 1-11 не показаны), выполненных из прямоугольных пластин диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, в массиве которых помещена контурная арматура, состоящая из термоэлектрических элементов (ТЭЭ) 33, представляющих собой парные проволочные отрезки 34 и 35, изготовленные из разных металлов М1 и М2, спаянные на концах между собой таким образом, что их спаи 36 согнуты под углом 90° и располагаются вблизи наружной поверхности торца корпуса ТЭП 32 параллельно ей, сами проволочные отрезки 34 и 35 расположены параллельно друг другу, образуя П-образные ряды, крайние проволочные отрезки 34 и 35 каждого П-образного ряда ТЭП 32, соединены перемычками 36 с коллекторами одноименных электрических зарядов 37 и 38, которые наряду с фотоэлементами 31 соединены через выходные коллекторы 39 и 40 с вентиляторами 13, насосом 29 и другими потребителями (соединительные электропровода и другие потребители (на фиг. 1-11 не показаны).

В основу работы предлагаемого СВИВС положены: особенности температурного профиля по глубине грунта 1 в жарких регионах, где температура грунта 1 на глубине Н, величина которой выбирается в зависимости от геологических и географических особенностей региона, значительно ниже температуры наружного воздуха, использование в конструкции щелевого стеклоблочного теплообменника 2, работающего как пластинчатый теплообменник и изготовление его из одноканальных стеклоблоков 4, обеспечивающее долговечность его функционирования и обеспечение вентиляторов 13 и насоса 29 электричеством за счет использования солнечной энергии и эффекта термоэлектричества.

Предлагаемый СВИВС работает следующим образом. Во избежание перегрева грунта 1 вокруг теплообменников 2 из них всегда работает только один. В остальных установках отключены вентиляторы 13, закрыты отсечные клапаны 21 выхлопных труб 20 и запорная арматура 26 конденсатных трубопроводов 25. В работающем теплообменнике 2 включен вентилятор 13, открыты отсечный клапан 21 выхлопного воздуховода 20 и запорная арматура 26 конденсатного трубопровода 25. Наружный воздух с температурой t_1 и влагосодержанием d_1 при поступает через заборную щель 16 в заборную трубу 12 и через воздушный коллектор 9 распределяется по каналам 5 стеклоблоков 4 и перемещается по ним в выходной воздушный коллектор 17. В процессе движения воздуха по каналам 5 между ним и грунтом 1, имеющим более низкую температуру t_g , через стенки каналов 5 стеклоблоков 4 происходит теплообмен, в результате чего температура воздуха уменьшается до t_2 , а образующийся при этом водный конденсат стекает за счет уклона каналов 5 в пирамидальное днище 19. Охлажденный и осушенный воздух собирается в выходном воздушном коллекторе 17 и через выхлопной трубопровод 20 поступает в центральную вытяжную шахту 22 и вытяжную трубу 23, снабженную дефлектором 24, откуда выбрасывается в атмосферу. В то же время происходит удаление водного конденсата из пирамидального днища 19 по конденсатному трубопроводу 25 в конденсатный бак 27, снабженный вантузом 28 (вантуз 28 служит для поддержания постоянного атмосферного давления в баке 27, откуда конденсат по мере накопления насосом 29 подается потребителю).

Одновременно верхняя поверхность фотоэлементов 31 ГТЭБ 14 нагревается солнечными лучами,

генерируя электричество, а их нижняя поверхность охлаждается в результате контакта с верхними торцами поверхности ТЭП 32, нагревает ее, отдавая тепло верхним спаям 36, выделившееся в результате генерации электричества. Одновременно торцы нижней поверхности и нижние спаи 36 ТЭЭ 32 рядов ТЭП 32 охлаждаются в результате контакта с потоком наружного воздуха, поступающего в заборную трубу 12. То есть, тепло, выделяющееся в результате работы фотоэлементов 31 от солнечных лучей, тратится на нагрев верхних спаев 36 ТЭЭ 33, а воздух, омывающий нижние торцы ТЭП 32, охлаждает нижние спаи 36 этих же ТЭЭ 33. В результате вышеописанных процессов в противоположных спаях 36 ТЭЭ 33 ТЭП 32 возникает разность температур и происходит генерация термоэлектричества (С.Г. Калашников. Электричество. - М: "Наука", 1970, с. 502-506). Полученное под воздействием солнечных лучей электрическая энергия из фотоэлементов 31 и термоэлектричество из ТЭП 32 через коллекторы 39, 40 поступает в накопительный блок, вентилятор 13, насос 29 и другим потребителям (на фиг. 1-11 не показаны).

При нагреве окружающего грунта 1 значительно выше расчетной температуры t_r , ведущей к снижению производительности теплообменника 2 по конденсату, работающий теплообменник 2 выключают и запускают в работу другой теплообменник 2, температура грунта вокруг которого остыла до расчетной t_r , и вышеописанный процесс повторяется. Количество теплообменников 2 вокруг центральной шахты 22 и их расстояние 1 до нее определяется скоростью нагрева грунта 1 при работе одного из них и технико-экономическим расчетом.

В качестве примера приведен приближенный расчет теплообменника 2 для географического района с температурой наружного воздуха $t_1=40^\circ\text{C}$, относительной влажностью $\phi=40\%$ и температурой на выходе из теплообменника 2 $t_2=15^\circ\text{C}$. Принимаем температуру грунта на глубине $H=(5-10)$ м, t_r равной $(10-12)^\circ\text{C}$. Изменение параметров воздуха и количество конденсата находим по диаграмме I-d (В.Н. Богословский и др. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. - М: "Стройиздат", 1985, с. 35). Количество воды, образующейся при конденсации влаги от $d_1=17$ г/кг до $d_2=10$ г/кг при конечной температуре воздуха после теплообменника 2 $t_{в2}=15^\circ\text{C}$ равно 7 г/кг.

Ориентировочно принимаем производительность теплообменника 2 по охлаждаемому воздуху, $G=10000$ кг/ч или $10000/3600=2,87$ кг/с.

Количество конденсируемых водяных паров в секунду

$$g=7 \times 2,87=20 \text{ г/с или } 0,02 \text{ кг/с}$$

Количество теплоты, снимаемое в теплообменнике 2

$$Q=g \times r \text{ (1)},$$

где

$r=2675$ кДж/кг $\times$ К - теплота конденсации водяного пара при атмосферном давлении;

$Q=0,02 \times 2675=53,5$ кДж/с.

Часовая производительность теплообменника 2 по конденсату

$$7 \times 10000=70000 \text{ г}=70 \text{ кг/ч.}$$

Количество теплоты, которое передается через стенки одного стеклоблока 4 теплообменника 2 в грунт 1 от потока воздуха в канале 5 находим по формуле

$$q=-\lambda \delta \times F(t_{\text{ст}}^1 - t_{\text{ст}}^2) \times \tau \text{ (1)}$$

(В.В. Нашокин. Техническая термодинамика и теплопередача. - М: "Высшая школа", 1975, с. 326), где

$\lambda=1,1$ Вт/(м К) - коэффициент теплопроводности стекла;

$\delta=10$ мм - толщина стенки стеклоблока 4;

$F=0,05$ м² - площадь стенок стеклоблока (принимаем размеры стеклоблока $0,25 \times 0,1 \times 0,1$ при толщине стенок 5 мм);

$t_{\text{ст}}^1=30^\circ\text{C}$ - температура поверхности канала 5 (принимаем средней от входной и выходной температур воздуха $(40^\circ\text{C}+15)/2=27,5^\circ\text{C}$)

$t_{\text{ст}}^2=12^\circ\text{C}$ - температура наружной стенки канала 5 (принимаем равной температуре грунта 1).

Количество теплоты, передаваемое потоком воздуха, проходящим по каналу 5 одного стеклоблока 4 в секунду, в грунт

$$q=1,2/0,005 \times 0,05 \times (27,5-12)=185 \text{ Вт.}$$

Количество стеклоблоков 4 в теплообменнике 2

$$n=Q/q \text{ (3)}$$

$$n=53,5 \times 10^3 / 185=287 \text{ шт.}$$

Принимаем длину ряда теплообменника 2 равной 4 м, высоту - 1 м. При этом количество рядов в одном теплообменнике 2 приближенно равно 3-4.

Производительность установки по конденсату в сутки равна

$$70 \times 24=1680 \text{ кг или } 1,5-2 \text{ м}^3/\text{сутки.}$$

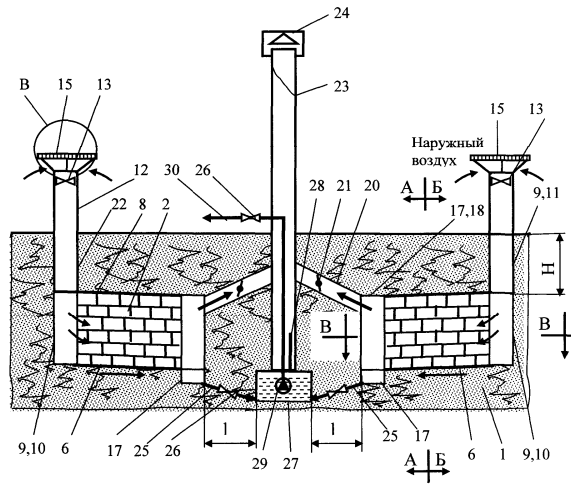
Для установки в заборной трубе 12 принимаем высоконапорный осевой вентилятор ВО 06-30-5 №5, производительность, $V=(9600-1300)$ м³/ч; давление, $P=(213-110)$ Па; мощность, №2=1,1 кВт. Мощность

конденсатного насоса 29 зависит от периодичности его использования и может обеспечиваться аккумулятором, который входит в состав накопительного блока. В ночное время вентилятор работает также за счет аккумулятора. При таких условиях мощность ГТЭБ 15 должна быть (2,5-3,0) кВт. Площадь ГТЭБ 15 такой мощности приблизительно равна (10-15) м², диаметр заборной трубы 12, d₃=0,5 м.

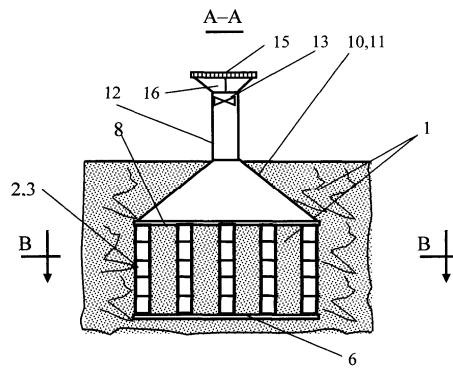
Таким образом, предлагаемый солнечно-воздушный источник водоснабжения обеспечивает получение пресной воды из окружающего воздуха, повышение продолжительности и эффективности работы установки за счет устройства под землей группы стеклоблочных теплообменников, позволяет повысить эффективность работы гелиотермоэлектрической батареи за счет ее оснащения термоэлектрическими преобразователями и, таким образом, увеличить его надежность и экономическую эффективность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

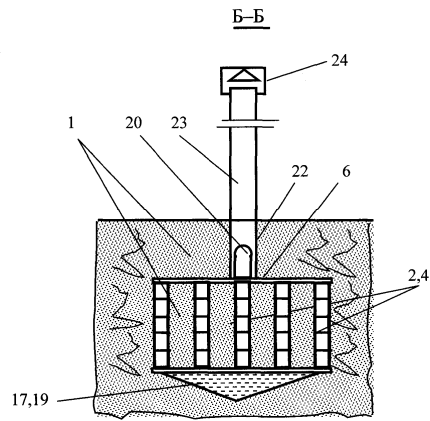
Солнечно-воздушный источник водоснабжения, содержащий гелиобатарею, холодильную систему, шахту, в которой расположен конденсатный бак, воздуховод, вентиляционную систему, конденсатор, вытяжную трубу с дефлектором, отличающийся тем, что конденсатор представляет собой группу расположенных по окружности, помещенных ниже уровня поверхности грунта вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников, каждый из которых состоит из вертикальных продольных однорядных перегородок, выполненных из связанных между собой рядов одноканальных стеклоблоков с воздушными каналами, нижние ряды которых уложены на наклонную опорную плиту, перфорированную отверстиями, верхние ряды закрыты соединительной плитой, также перфорированной отверстиями, промежутки между рядами заполнены грунтом, первые торцы вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников соединены воздушными каналами стеклоблоков через прямоугольные отверстия с входным воздушным коллектором, выполненным из коррозионностойкого материала и состоящим из короба с пирамидальной крышкой, соединенной с вертикальной заборной трубой, на входе которой устроен осевой вентилятор, а на ее верхнем торце на опорах закреплена горизонтальная гелиотермоэлектрическая батарея с образованием между ней и верхним торцом заборной трубы заборной щели, причем вторые торцы вертикальных щелевых стеклоблочных теплообменников, противоположные первым, соединены воздушными каналами стеклоблоков через прямоугольные отверстия с выходным воздушным коллектором, выполненным из коррозионностойкого материала и состоящим из приемного короба с пирамидальным днищем; уклон опорной плиты и соответственно щелевых стеклоблочных теплообменников выполнен в сторону приемного короба, а величина его равна или больше величины угла естественного откоса воды; приемные коробы выходных воздушных коллекторов каждого щелевого стеклоблочного теплообменника сверху соединены выхлопными воздуховодами, снабженными отсечными клапанами с центральной вытяжной шахтой, соединенной выше уровня поверхности грунта с вытяжной трубой, снабженной вертикальным дефлектором, а пирамидальные днища выходных воздушных коллекторов через трубопроводы с запорной арматурой соединены с закрытым конденсатным баком, снабженным вантузом, внутри которого помещен погружной насос, соединенный трубопроводом с запорной арматурой с потребителем; гелиотермоэлектрическая батарея представляет собой горизонтальную панель, составленную из фотоэлементов, присоединенных своей тыльной стороной к верхним торцам термоэлектрических преобразователей, выполненных из прямоугольных пластин диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, в массиве которых помещена контурная арматура, состоящая из термоэлектрических элементов, представляющих собой парные проволочные отрезки, изготовленные из разных металлов М1 и М2 и спаянные на концах между собой таким образом, что их спаи согнуты под углом 90° и располагаются вблизи наружной поверхности торца корпуса термоэлектрического преобразователя параллельно ей, сами проволочные отрезки расположены параллельно друг другу, образуя П-образные ряды, крайние проволочные отрезки каждого П-образного ряда соединены перемычками с коллекторами одноименных электрических зарядов, которые наряду с фотоэлементами соединены через выходные коллекторы с вентиляторами, насосом и другими потребителями.



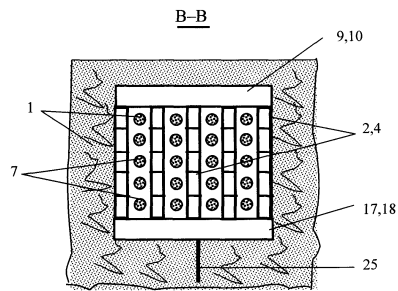
Фиг. 1



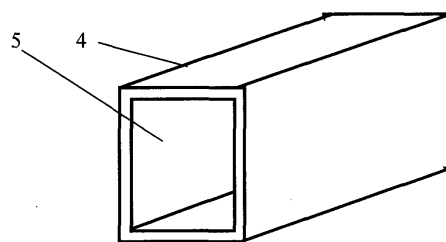
Фиг. 2



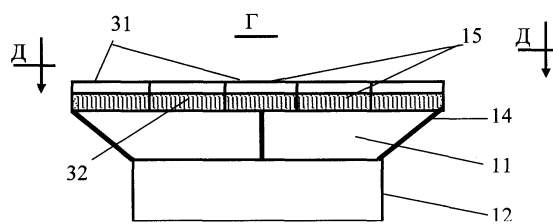
Фиг. 3



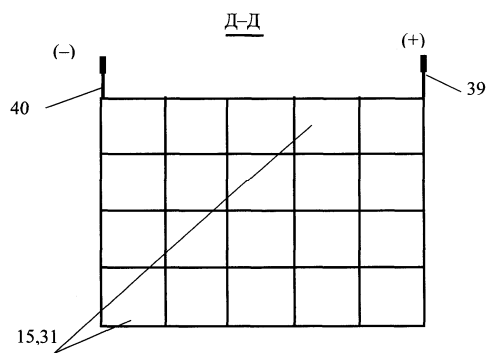
Фиг. 4

Поз. 4

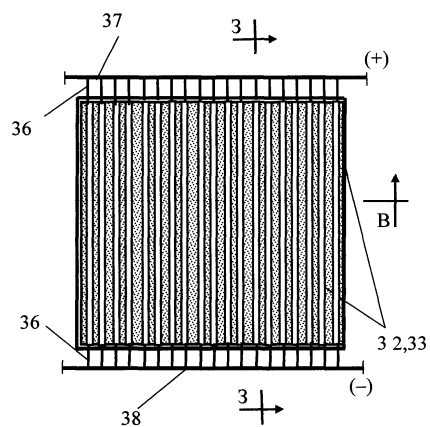
Фиг. 5



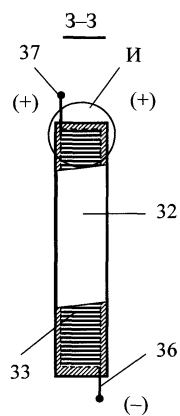
Фиг. 6



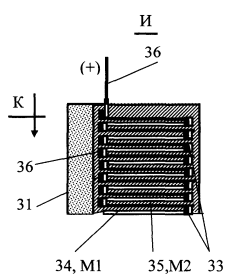
Фиг. 7

Поз. 2

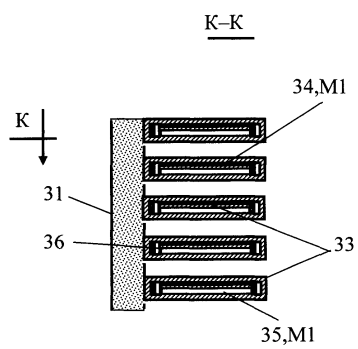
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

