

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035985**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.09

(51) Int. Cl. **C02F 1/14** (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900252

(22) Дата подачи заявки
2019.05.22

(54) АВТОНОМНАЯ ГЕЛИОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА

(43) **2020.09.07**

(56) RU-C1-2622441
RU-C1-2567895
CN-A-102674490
CN-A-104925886
EP-A1-2862842

(96) **2019000050 (RU) 2019.05.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ЮГО-
ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (ЮЗГУ) (RU)**

(72) Изобретатель:
**Ежов Владимир Сергеевич,
Емельянов Сергей Геннадьевич,
Добросердов Олег Гурьевич (RU)**

(57) Изобретение относится к технике опреснения морских и соленых (минерализованных) вод и может быть использовано для получения опресненной воды и попутной генерации электрической энергии. Технической задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности автономной гелиотермоэлектрической опреснительной установки. Техническая задача реализуется тем, что в автономной гелиотермоэлектрической опреснительной установке камера испарения (7) снабжена вантузом (8) с запорным клапаном (9), выпускная щель камеры испарения соединена с гидрозатвором (17), нижняя конденсационная камера состоит из расположенных сверху вниз распределительного парового коллектора (18), представляющего собой полую емкость, соединенную сверху с испарительной камерой (7) вертикальными щелями, а снизу сообщающегося с днищем корпуса (1), выполненным в виде ряда продольных вертикальных камер (19), расположенных с некоторым зазором между собой и соединенных с левого торца снизу с емкостью для сбора конденсата (20), причем уклоны днищ продольных вертикальных камер (19) направлены в сторону выпуска питательной воды и емкости сбора конденсата с уклоном, равным углу естественного откоса воды, а соединения термоэлектрических элементов (23) в П-образных рядах термоэлектрических преобразователей (28) осуществляются через перемычки и коллекторы одноименных зарядов.

B1**035985****035985****B1**

Изобретение относится к технике опреснения морских и соленых (минерализованных) вод и может быть использовано для получения опресненной воды и попутной генерации электрической энергии.

Известен автономный солнечный опреснитель, включающий прямоугольный корпус, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, крыша которого покрыта сверху фотоэлементами, соединенными с накопительным блоком, внутри корпуса размещен наклонный испарительный лоток с бортиками, днище которого снизу покрыто слоем гидротеплоизоляции, делящий полость корпуса на испарительную и конденсационную камеры, сообщающиеся между собой у бортов корпуса через вертикальные щели, внутренняя поверхность конденсационной камеры покрыта решеткой из полос пористого материала, в верхнем торце лотка у правого торца корпуса расположен впускной коллектор, представляющий собой заглушенную на торцах горизонтальную перфорированную трубу, соединенную трубопроводом с погружным питательным насосом, помещенным в водоем с морской (минерализованной, соленой) водой, нижний торец лотка соединен с выпускной горизонтальной щелью, устроенной в левом торце корпуса, днище корпуса в центре соединено с емкостью для сбора конденсата, в которой помещен конденсатный насос, при этом большая часть корпуса, в которой расположена конденсационная камера, погружена в водоем, питательный и конденсатный насосы снабжаются электроэнергией из накопительного блока фотоэлементов, а уклон лотка направлен в сторону выпуска питательной воды с уклоном равным углу естественного откоса воды (патент РФ №2567895, МПК C02F 1/14, 2015).

Основным недостатком известного автономного солнечного опреснителя является недостаточное использование низкопотенциальной энергии воды для генерации электрической энергии, что снижает его эффективность.

Более близким к предлагаемому изобретению является автономный солнечный опреснитель-электрогенератор, включающий прямоугольный корпус, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, крыша которого покрыта сверху фотоэлементами с накопительным блоком, внутри корпуса размещен наклонный испарительный лоток, делящий полость корпуса на испарительную и конденсационную камеры, сообщающиеся между собой у бортов корпуса через вертикальные щели, в торцах корпуса и лотка расположены впускной коллектор, соединенный с погружным питательным насосом, и выпускная горизонтальная щель, днище корпуса соединено с емкостью для сбора конденсата, в которой помещен конденсатный насос, конденсационная камера погружена в водоем, уклон лотка направлен в сторону выпуска питательной воды, внутренняя поверхность торцов, бортов и днища конденсационной камеры выполнена с вертикальными и горизонтальными гофрами, в пазы которых вставлены термоэлектрические преобразователи, в массиве которых помещены термоэмиссионные элементы, представляющие собой парные проволочные отрезки, выполненные из разных металлов M1 и M2, спаянные на концах между собой под углом 90°, образуя П-образные ряды, соединенные между собой перемычками попарно, на противоположном конце каждая пара П-образных рядов соединены между собой через электрические конденсаторы, первый и последний из которых и фотоэлементы соединены с выходными коллекторами, накопительным блоком, питательным и конденсатным насосами и другими потребителями (патент РФ №2622441, МПК C02F 1/14, 2017).

Основными недостатками известного устройства являются невозможность удаления воздуха из испарительной камеры в период запуска установки, опасность проскока пара из испарительной камеры в наружную атмосферу и подсосывания воздуха в нее при колебаниях давления в испарительной камере в процессе работы, недостаточная площадь теплообмена конденсационной камеры и соединение термоэлектрических элементов через электрические конденсаторы, усложняющее и удорожающее конструкцию термоэлектрических преобразователей, что в конечном счете уменьшает производительность опреснителя-электрогенератора по опресненной воде и вырабатываемому термоэлектричеству и, таким образом, снижает его эффективность.

Технической задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности автономной гелиотермоэлектрической опреснительной установки.

Техническая задача реализуется автономной гелиотермоэлектрической опреснительной установкой, содержащей прямоугольный корпус, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, крыша которого покрыта сверху фотоэлементами и снабжена накопительным блоком, внутри корпуса размещен наклонный испарительный лоток с бортиками, днище которого снизу покрыто слоем гидротеплоизоляции, испарительный лоток делит полость корпуса на верхнюю испарительную камеру, снабженную вантузом с запорным клапаном, и нижнюю конденсационную камеру, которые сообщаются между собой у бортов корпуса через вертикальные щели, в верхнем торце наклонного испарительного лотка у правого торца корпуса расположен впускной коллектор, представляющий собой заглушенную на торцах горизонтальную перфорированную трубу, перфорация которой выполнена в направлении движения питательной воды, соединенную трубопроводом с погружным питательным насосом, помещенным в водоем с морской (минерализованной, соленой) водой, нижний торец наклонного испарительного лотка соединен с выпускной горизонтальной щелью, устроенной в левом торце корпуса, соединенной с гидравлическим затвором; нижняя конденсационная камера состоит из расположенных сверху вниз распределительного парового коллектора, представляющего собой полую емкость, соединенную сверху с испарительной камерой через вертикальные щели, снизу сообщаемую с днищем корпуса, выполненным в виде ряда

продольных вертикальных камер, расположенных с некоторым зазором между собой и соединенных с левого торца снизу с емкостью для сбора конденсата, в которой помещен конденсатный насос, конденсационная камера корпуса погружена в водоем, а уклоны наклонного испарительного лотка и днищ продольных вертикальных камер направлены в сторону выпуска питательной воды и емкости сбора конденсата с уклоном, равным углу естественного откоса воды, поверхности торцов, бортов и днищ продольных вертикальных камер нижней конденсационной камеры выполнены с вертикальными и горизонтальными гофрами, во внутренние пазы которых вставлены вертикальные или горизонтальные термоэлектрические преобразователи, выполненные из диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, в массиве которых помещена контурная арматура, состоящая из термоэлектрических элементов, представляющих собой парные проволочные отрезки, выполненные 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 корпуса термоэлектрического преобразователя параллельно ей, не касаясь ее, сами пары проволочных отрезков расположены параллельно друг другу, образуя П-образные ряды, крайние проволочные отрезки каждого П-образного ряда термоэлектрических преобразователей соединены перемычками с одноименными коллекторами электрических зарядов, которые наряду с фотоэлементами соединены с выходными коллекторами, накопительным блоком, питательным и конденсатным насосами и другими потребителями.

Предлагаемая автономная гелиотермоэлектрическая опреснительная установка (АГТЭОУ) изображена на фиг. 1-9 (на фиг. 1 показан общий вид, на фиг. 2-7 основные узлы и их разрезы, на фиг. 8, 9 - узел термоэлектрических элементов).

АГТЭОУ содержит прямоугольный корпус 1, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, крышу 2, покрытую сверху фотоэлементами 3 с накопительным блоком 4, внутри корпуса 1 размещен наклонный испарительный лоток 5 с бортиками, днище которого снизу покрыто слоем гидротеплоизоляции 6, делящим полость корпуса 1 на верхнюю испарительную камеру 7, снабженную вантузом 8 с запорным клапаном 9, и нижнюю конденсационную камеру 10, сообщающиеся между собой у бортов корпуса 1 через вертикальные щели 11, в верхнем торце наклонного испарительного лотка 5 у правого торца корпуса 1 расположен впускной коллектор 12, представляющий собой заглушенную на торцах горизонтальную перфорированную трубу, перфорация которой выполнена в направлении движения питательной воды, соединенную трубопроводом 13 с погружным питательным насосом 14, помещенным в водоем с морской (минерализованной, соленой) водой 15, нижний торец наклонного испарительного лотка 5 соединен с выпускной горизонтальной щелью 16, устроенной в левом торце корпуса 1, соединенной с гидравлическим затвором 17, нижняя конденсационная камера состоит из расположенных сверху вниз распределительного парового коллектора 18, представляющего собой полую емкость, соединенную сверху с испарительной камерой 7 через вертикальные щели 11 и сообщающуюся снизу с днищем корпуса 1, выполненным в виде ряда продольных вертикальных камер 19, расположенных с некоторым зазором между собой и соединенных с левого торца снизу с емкостью для сбора конденсата 20, в которой помещен конденсатный насос 21, при этом конденсационная камера 7 корпуса 1, погружена в водоем 15, а уклоны наклонного испарительного лотка 5 и днищ продольных вертикальных камер 19 направлены в сторону выпуска питательной воды, и емкости сбора конденсата 20 с уклоном, равным углу естественного откоса воды, поверхности торцов, бортов и днища нижней конденсационной камеры 10 корпуса 1 выполнены с вертикальными и горизонтальными гофрами 22, во внутренние пазы которых вставлены вертикальные или горизонтальные термоэлектрические преобразователи (ТЭП) 23, выполненные из диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, в массиве которых помещена контурная арматура, состоящая из термоэлектрических элементов (ТЭЭ) 24, представляющих собой парные проволочные отрезки 25 и 26, изготовленные из разных металлов М1 и М2, спаянные на концах между собой таким образом, что их спаи 27 согнуты под углом 90° и располагаются вблизи наружной поверхности корпуса термоэлектрического преобразователя (ТЭП) 23 параллельно ей, сами проволочные отрезки 25 и 26 расположены параллельно друг другу, образуя П-образные ряды 28, крайние проволочные отрезки 25 и 26 каждого П-образного ряда 28 ТЭП 23 соединены перемычками 29 с одноименными коллекторами электрических зарядов 30 и 31, которые наряду с фотоэлементами 3 соединены с выходными коллекторами (на фиг. 1-9 не показаны), накопительным блоком 4, насосами 14, 21 и другими потребителями (соединительные электропровода и другие потребители на фиг. 1-9 не показаны).

В основу работы предлагаемой АГТЭОУ положено свойство фотоэлементов 3 при воздействии на них солнечных лучей преобразовывать воспринятую солнечную энергию в электрическую и тепловую энергии [А. с. СССР №1603152, МПК F24 J2/32, 1990]. Кроме того, изготовление контурной арматуры ТЭП 23 в виде П-образных рядов 28, состоящих из парных проволочных отрезков 25 и 26, выполненных из разных металлов М1 и М2, спаянных на концах между собой, при нагреве внутренних спаев 27 проволочных отрезков 25 и 26 ТЭЭ 24 ТЭП 23 конденсирующимся паром внутри камер 19 и охлаждении противоположных им спаев 27 снаружи, находящихся в пазах гофр 22, обращенных к холодной воде, на них устанавливаются разные температуры, в результате чего в П-образных рядах 28 появляется термоэлектричество [С.Г. Калашников. Электричество. - М: "Наука", 1970, с. 502-506]. Компоновка АСО-ЭГ (сверху - фотоэлемент 3, снизу - крышка 2) позволяет одновременно производить съем тепла с фотоэлементов

4, увеличивая эффективность их работы, за счет контакта с водяным паром, который образуется за счет этого тепла при нагреве морской воды, текущей по наклонному испарительному лотку 5, причем этот же пар нагревает при своей конденсации спаи 25 ТЭЭ 23, генерируя термоэлектричество. При этом П-образное расположение ТЭЭ 24 в рядах 28 ТЭП 23 позволяет значительно увеличить их удельное количество, приходящееся на единицу поверхности конденсационной камеры 10, и одновременно увеличить площадь теплообмена, увеличивая скорость конденсации пара, а параллельное расположение спаев 27 относительно наружной поверхности ТЭП 23 увеличивает площадь контакта спаев 27 с охлаждаемой (нагреваемой) поверхностями, что интенсифицирует процесс теплообмена между противоположными спаями 27. Кроме того, выполнение днища корпуса 1 в виде параллельных вертикальных камер 19 многократно увеличивает площадь теплообмена и соответственно производительность установки по опресненной воде и количеству вырабатываемого термоэлектричества, а соединение ТЭП 23 вертикальных и горизонтальных рядов 28 между собой через коллекторы с одноименными зарядами 30, 31 значительно упрощает конструкцию и снижает электрическое сопротивление цепи ТЭП при генерировании термоэлектричества.

АГТЭОУ работает следующим образом. Корпус 1 погружается в водоем с морской (минерализованной, соленой) водой 15 таким образом, чтобы большая часть конденсационной камеры 10 корпуса 1 была погружена в водоем 15, выпускная горизонтальная щель 16, соединенная с гидрозатвором 17, находилась над уровнем воды в водоеме 15, а крышка 2 была горизонтальной (для обеспечения равномерного приема солнечных лучей в течение светового дня). Такое положение корпуса 1 обеспечивается или соотношением между его весом и центром тяжести, или установкой его на якоря (поплавки). Далее к впускному коллектору 12 через трубопровод 13 присоединяют погружной питательный насос 14, глубину погружения которого H выбирают из условий отсутствия в воде механических загрязнений, и включают его в работу. При падении солнечных лучей на поверхность фотоэлементов 3 в них осуществляется преобразование воспринятой солнечной энергии в электрическую и тепловую энергии. Устойчивая и эффективная работа фотоэлементов 3 обеспечивается непрерывным отводом тепла от них, который осуществляется тем, что полученная в фотоэлементах 3 в результате трансформации солнечной энергии тепловая энергия совместно с полученным водяным паром непрерывно отводится через стенку крыши 2, выполненную из материала с высокой теплопроводностью, в испарительную камеру 10. При этом в начальный период работы из испарительной камеры 7 через вантуз 8 при открытом запорном клапане 9 стравливается воздух, после чего клапан 9 автоматически закрывается. В испарительной камере 7 поступившее тепло расходуется на нагрев минерализованной питательной воды, движущейся по наклонному испарительному лотку 5 в сторону его нижнего торца самотеком за счет его уклона. Последняя подается в наклонный испарительный лоток 5 питательным насосом 14 через впускной коллектор 12, представляющий собой заглушенную на торцах горизонтальную перфорированную трубу, перфорация которой выполнена в направлении движения питательной нагреваемой воды, что обеспечивает ее равномерное распределение по ширине полотна наклонного испарительного лотка 5. В процессе нагрева минерализованная вода нагревается до температуры большей, чем температура воды в водоеме 15, частично испаряется, а ее неиспарившаяся часть самотеком перемещается по полотну лотка 5 до его нижнего торца и через горизонтальную выпускную щель 16 и гидрозатвор 17 сливается в водоем 15 (гидрозатвор 17 предотвращает выпуск водяного пара в атмосферу при повышении внутреннего давления в испарительной камере 7 и попадание воздуха в нее при снижении внутреннего давления). Полученный в процессе нагрева питательной воды насыщенный водяной пар через вертикальные щели 11 поступает в нижнюю конденсационную камеру 10 через распределительный паровой коллектор 18 и распределяется по продольным вертикальным камерам 19, где конденсируется, в результате чего при выходе на стационарный режим работы опреснителя давление в конденсационной камере 10 всегда меньше, чем в испарительной камере 7. Конденсация водяного пара, полученного в испарительной камере 7, в конденсационной камере 10 осуществляется в результате процесса теплопередачи от пара через стенки поверхность торцов, бортов и днищ продольных вертикальных камер 19, выполненных с вертикальными и горизонтальными гофрами 22, во внутренние пазы которых вставлены вертикальные и горизонтальные ТЭП 23, с массивом более холодной воды в водоеме 15. При этом полученный насыщенный пар с температурой t_1 контактирует с внутренней поверхностью ТЭП 23, нагревая внутренние спаи 27 проволочных отрезков 25 и 26 ТЭЭ 24 до температуры t_1 . Одновременно поверхность ТЭП 23, обращенная к воде, охлаждается в результате контакта гофра 22 с водой. Тепло, выделяющееся в результате работы фотоэлементов 4 от солнечных лучей, в конечном итоге во многом тратится на нагрев внутренних спаев 27 ТЭЭ 24, а холод, поступающий от воды, охлаждает наружные спаи 27 этих же ТЭЭ 24 до температуры t_2 , в результате чего на противоположных спаях 27 возникает разность температур $(t_1 - t_2)$, а в П-образных рядах 28 появляется термоэлектричество, которое поступает в коллекторы одноименных зарядов 30 и 31. Полученная под воздействием солнечных лучей электрическая энергия из фотоэлементов 4 и термоэлектричество из ТЭП 23 через выходные коллекторы (на фиг. 1-9 не показаны) поступают в накопительный блок, где осуществляется трансформация напряжения, силы тока и накопление электрической энергии, часть которой расходуется на привод насосов 14 и 21, а другая часть направляется другим потребителям (на фиг. 1-9 не показаны).

Полученный конденсат самотеком за счет уклона днищ продольных вертикальных камер 19 движется по каналам, образованным рядами ТЭП 23, и стекает в емкость для сбора конденсата 20, соединенную в левом торце с днищами камеры 19, накапливается там и насосом 21 подается потребителю.

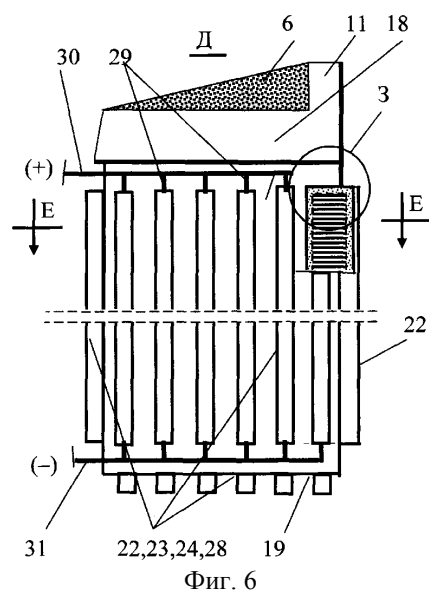
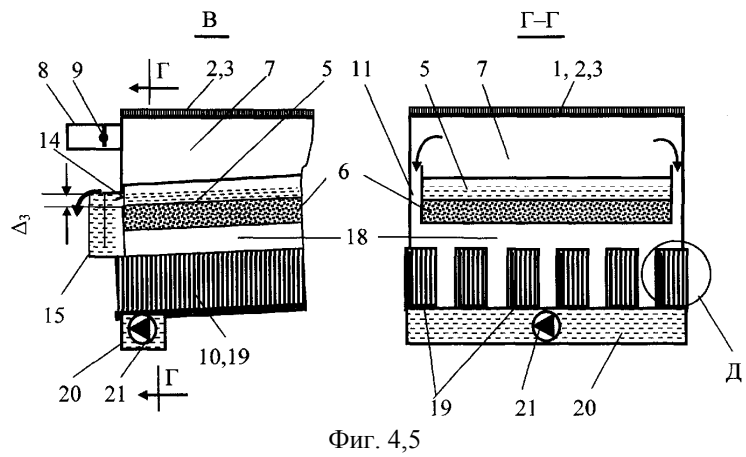
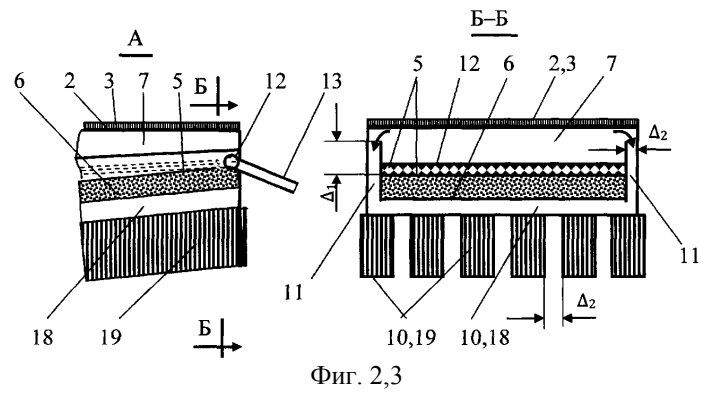
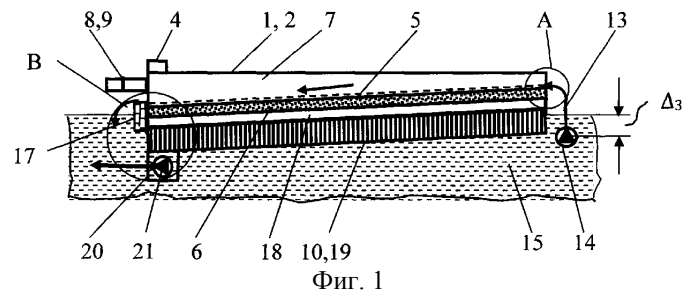
Высота бортиков Δ_1 наклонного испарительного лотка 5, ширина вертикальных щелей 10 Δ_2 выбираются из условия недопущения перелива питательной воды и свободного прохода пара при максимальной нагрузке опреснителя. Ширина горизонтальной выпускной щели Δ_3 должна обеспечивать свободный слив нагретой питательной воды в гидрозатвор 17 и далее в водоем 15, что проверяется аэродинамическим и гидравлическим расчетами. Длина наклонного испарительного лотка 5 выбирается из условия минимального отложения солей на его поверхности, ширина принимается, исходя из условий обеспечения равномерного распределения питательной воды на поверхности по его ширине и длине. Размеры, количество параллельных вертикальных камер и шаг между ними определяются технико-экономическим расчетом. Производительность предлагаемой АГТЭОУ можно увеличить путем размещения параллельно нескольких наклонных испарительных лотков 5 в одном корпусе 1.

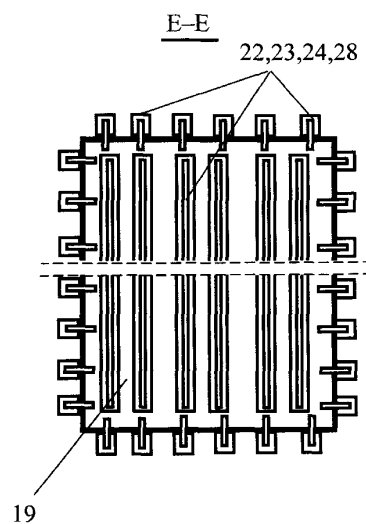
Количество фотоэлементов 3, размеры корпуса 1 и крышки 2, глубина погружения продольных вертикальных камер 19 в воду, размеры и шаг между гофрами 22, их длину определяют в зависимости от наружных условий места установки (температуры наружного воздуха, температуры воды, солнечного освещения) и требуемой мощности. Величина разности электрического потенциала на выходных коллекторах (на фиг. 1-9 не показаны), сила электрического тока зависит от характеристик фотоэлементов 3, продолжительности и интенсивности солнечного облучения, характеристик пар металлов, из которых изготовлены проволочные отрезки 25 и 26, числа ТЭЭ 24 и ТЭП 23 в П-образных рядах 28 и их числа в камерах 19, а также разности температур на противоположных спаях 27 ТЭЭ 24. Полученный электрический ток, помимо обеспечения работы насосов 14 и 21, можно использовать для обслуживания различных технических устройств, а также обогрева и освещения жилых и производственных помещений на берегу водоема.

Предлагаемая АГТЭОУ позволяет одновременно проводить масштабный процесс опреснения морской или минерализованной (соленой) воды непосредственно в самом водоеме, транспортировку ее потребителю и генерировать электричество за счет использования солнечной энергии и низкопотенциальной энергии минерализованной (морской) воды. Конструкция предлагаемой АГТЭОУ в результате устройства вантуза в камере испарения обеспечивает возможность удаления воздуха из нее в период запуска установки, исключает опасность проскока пара из испарительной камеры в наружную атмосферу и подсоса воздуха в нее при колебаниях давления в процессе работы за счет соединения выпускной щели с гидрозатвором, увеличивает производительность установки по дистилляту и термоэлектричеству за счет увеличения площади теплообмена конденсационной камеры и соединения термоэлектрических элементов через коллекторы одноименных зарядов, что в конечном счете увеличивает ее эффективность.

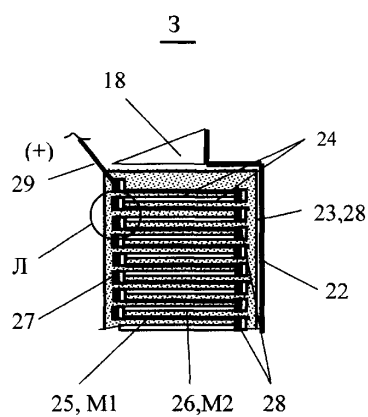
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Автономная гелиотермоэлектрическая опреснительная установка, содержащая прямоугольный корпус, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, крыша которого покрыта сверху фотоэлементами с накопительным блоком, внутри корпуса размещен наклонный испарительный лоток, делящий полость корпуса на испарительную и конденсационную камеры, сообщающиеся между собой у бортов корпуса через вертикальные щели, в торцах корпуса и лотка расположены впускной коллектор, соединенный с погружным питательным насосом, и выпускная горизонтальная щель, днище корпуса соединено с емкостью для сбора конденсата, в которой помещен конденсатный насос, конденсационная камера погружена в водоем, уклон лотка направлен в сторону выпуска питательной воды, внутренняя поверхность торцов, бортов и днища конденсационной камеры выполнена с вертикальными и горизонтальными гофрами, в пазы которых вставлены термоэлектрические преобразователи, в массиве которых помещены термоэлектрические элементы, представляющие собой парные проволочные отрезки, выполненные из разных металлов М1 и М2, спаянные на концах между собой под углом 90°, образуя П-образные ряды, которые совместно с фотоэлементами соединены с выходными коллекторами, накопительным блоком, питательным и конденсатным насосами и другими потребителями, отличающаяся тем, что камера испарения снабжена вантузом с запорным клапаном, выпускная щель камеры испарения соединена с гидрозатвором, нижняя конденсационная камера состоит из расположенных сверху вниз распределительного парового коллектора, представляющего собой полую емкость, соединенную сверху с испарительной камерой вертикальными щелями, а снизу сообщаемого с днищем корпуса, выполненным в виде ряда продольных вертикальных камер, расположенных с некоторым зазором между собой и соединенных с левого торца снизу с емкостью для сбора конденсата, причем уклоны днищ продольных вертикальных камер направлены в сторону выпуска питательной воды и емкости сбора конденсата с уклоном, равным углу естественного откоса воды, а соединения термоэлектрических элементов в П-образных рядах термоэлектрических преобразователей осуществляются через перемычки и коллекторы одноименных зарядов.

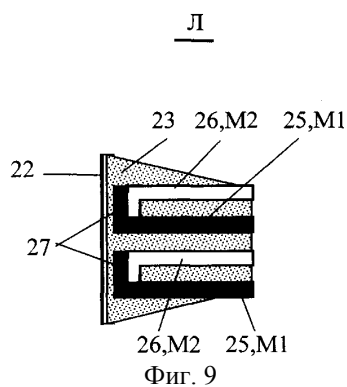




Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

