



(19) KG (11) 2012 (13) C1

(51) F24J 2/42 (2017.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И  
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)**

(21) 20170036.1

(22) 03.04.2017

(46) 31.01.2018, Бюл. № 1

(71) Кыргызско - Узбекский университет (KG)

(72) Исманжанов А. И.; Эрмекова З. К. (KG)

(73) Кыргызско - Узбекский университет (KG)

(56) Патент под ответственность заявителя KG № 1825, C1, кл. F24J 2/42, 2016

**(54) Солнечная опреснительная установка**

(57) Изобретение относится к гелиотехнике, а именно к установкам для получения пресной воды из соленой воды с помощью солнечной энергии.

Задачей предполагаемого изобретения является уменьшение теплоемкости рабочей части солнечной опреснительной установки, чтобы уменьшить количество аккумулируемой основанием установки тепловой энергии и, соответственно, ее доли, теряемую в окружающую среду и, соответственно, увеличение полезной ее доли, идущей на испарение воды.

Поставленная задача решается тем, что солнечная опреснительная установка, содержит бетонное основание для заливки соленой воды, дугообразное стеклянное прозрачное ограждение, патрубки для заливки соленой воды и вывода пресной воды, при этом основание выполнено из последовательно расположенных трех основных слоев - несущего наружного бетонного слоя, пенопластового теплоизолирующего слоя и внутреннего слоя, выполняемого из цементно-песчаного раствора, при этом для прикрепления листов пенопласта к несущему наружному бетонному слою используются крепежные штыри из пластмассы и ввинчены, между пенопластовым теплоизолирующим слоем и внутренним слоем для хорошего их сцепления уложена мелкая металлическая сетка, которая также прикреплена к пенопласту с помощью крепежных пластмассовых штырей.

1 н. п. ф., 2 фиг.

Изобретение относится к гелиотехнике, а именно к установкам для получения пресной воды из соленой воды с помощью солнечной энергии.

Известна солнечная опреснительная установка, состоящая из железобетонного основания в виде корыта с невысоким бортом, покрываемого изнутри тонким слоем битума (для гидроизоляции) и служащая для заливки соленой воды, которая одновременно служит основанием для установления на нем остальных элементов - двухскатного прозрачного ограждения из листового стекла, патрубка для заливки соленой воды, патрубков для вывода опресненной воды и др. (Сейиткурбанов С., Байрамов Р. Б., Ташназаров Б. Результаты испытаний трех конструкций типовых секций солнечной опреснительной установки // Гелиотехника, 1975 г., № 5, с. 30-34).

Недостатком такой установки является наличие массивного, следовательно, теплоемкого железобетонного основания. Оно аккумулирует в своем теле значительную часть тепловой энергии, поступающей в установку через прозрачное покрытие в виде солнечного излучения. Около 70 % этой аккумулированной энергии теряется в окружающую среду и только примерно 30 % после захода солнца возвращается к воде и идет на ее испарение, т. е. на опреснение.

Известна солнечная опреснительная установка, состоящая из эмалированного металлического корпуса (основания) для соленой воды, плоского прозрачного ограждения из листового стекла (Камилов О. С., Умаров Г. Я., Ачилов Б. М., Алимов А. К., Гунер Е. А. Результаты испытаний солнечных дистилляционных установок с эмалированными теплоприемниками (СДУ-Э) // Гелиотехника, 1981 г., № 6, с. 28-31). Корпус в виде корыта размерами 1300x800x80 мм изготавливается из листового кровельного железа толщиной 0,5-0,7 мм. Основание корпуса имеет ряд перегородок, расположенных перпендикулярно основанию.

После изготовления металлический корпус эмалируется неорганической эмалью при температуре около 800 °С в ванне с эмалью по технологии эмалирования металлической посуды (окунается в эмаль). Далее, для уменьшения теплопотерь в окружающую среду наружная поверхность эмалированного основания, включая и боковые стенки, покрываются пенополиуретаном толщиной 3-4 см. Таким образом, не считая защитный эмалевый слой, основание получается двухслойной: первый слой - металлический лист и второй - наружный (теплоизолирующий) - пенополиуретан. Один модуль такой установки весит 11-12 кг.

Устанавливается такая установка под углом 30-35° к горизонту (она - наклонно-ступенчатого типа). При таком расположении перегородки создают ряд своеобразных полок, в которые заливается соленая вода.

Недостатком данной установки является использование металлического материала (железный лист) в качестве корпуса и эмали - тонкого неэластичного (хрупкого) материала в качестве антикоррозионной защиты основания. Из-за относительной тонкости железного листа при переносе, транспортировке и монтаже она искривляется с небольшой остаточной деформацией. При этом в эмалевом покрытии появляются трещины. Соленая вода через имеющиеся в эмалевом покрытии микроскопические поры, а также образующиеся трещины проникает к металлическому основанию и приводит к его коррозии. Ржавчина достаточно быстро (в течение 1-2 месяцев) распространяется под эмалевым покрытием. Таким образом, ржавчина портит эмалевое покрытие: оно вспучивается и отделяется от металлического основания. В целом установка постепенно выходит из строя.

Наиболее близкой по своему техническому решению к предлагаемой установке является солнечная опреснительная установка (Патент под ответственность заявителя КГ № 1825, С1, кл. F24J 2/42, 2016), состоящая из бетонного основания, имеющего в плане прямоугольную форму в виде корыта с невысоким бортом. Прозрачное ограждение имеет полуцилиндрическую форму. Основание данной установки - монолитная, с внутренними размерами 4800x1150 мм и высотой бортов 100 мм. Толщина боковых стенок - 100 мм, а донной части - 50 мм. Оно сделано из однородного материала - бетона и достаточно массивна - имеет вес 1094,40 кг и имеет теплоемкость 1236,67 кДж/град. Эта значительная величина и поэтому большая доля солнечной радиации, проникающей в установку, превращаясь в тепловую энергию, аккумулируется этим основанием. Это, в первую очередь, уменьшает долю тепловой энергии, идущей непосредственно на испарение воды, а во-вторых, ее значительная часть теряется в окружающую среду. Это снижает как КПД, так и производительность установки. Это и является недостатком данной установки.

Наши расчеты, проведенные для рассматриваемой установки с бетонным основанием показали, что самым теплоемким элементом установки является бетонное основание. Теплоемкость всей конструкции этой установки складывается из теплоемкостей его составляющих элементов. В табл. 1 приведены теплоемкости элементов установки и ее

общая теплоемкость (значения коэффициентов удельных теплоемкостей материалов взяты из книги Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1973. - С. 184-185, 294-297).

Таблица 1

## Теплоемкость однослойного модуля опреснительной установки и ее элементов

№ п п	Элемент	Материал	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Кол-во, кг	Удельн. тепоемк. кДж/кг.гр.	Теплоем- кость кДж/град.
1	Основание	Бетон	2400	1094,40	1,13	1236,67
2	Арматура	Сталь	7600	4,65	0,462	2,15
3	Сетка-мак	Сталь	7600	2,59	0,462	1,19
4	Битумное покрытие	Битум	1350	3,37	1,67	5,62
5	Прозрачное покрытие верхнее	Стекло	2500	65,00	0,67	43,55
6	Прозрачное покрытие торцевое	Стекло	2500	4,87	0,67	3,26
7	Патрубки	Полиэтилен		0,43	1,78	0,76
8	Герметик	Композитный	800	3,20	2,09	6,69
9	Опресняемая вода	Вода (5 % солености)	1010	77,87	4,17	325,06
	Суммарная теплоемкость					1624,95

Основными теплоемкими элементами заправленного водой установки являются бетонное основание (76,10 %), сама опресняемая вода (20,00 %). В расчетах толщина воды взята равной 1,5 см.

Вклад стеклянного прозрачного покрытия в общую теплоемкость установки составляет всего 2,88 %.

В случае использования в качестве прозрачного ограждения полиэтиленовой пленки (толщиной 0,2 мм), ее теплоемкость будет составлять (масса 1,10 кг, удельная теплоемкость - 1,780 кДж/кг град) 1,96 кДж. Это составляет 0,12 % от теплоемкости всей установки и 4,18 % от теплоемкости стеклянного покрытия.

Тепловая энергия, аккумулированная основанием теряется в результате кондуктивного, конвективного и лучистого теплообмена с гравийной подстилкой и окружающей средой (атмосферным воздухом).

Задачей изобретения является уменьшение теплоемкости рабочей части солнечной опреснительной установки, чтобы уменьшить количество аккумулируемой основанием установки тепловой энергии и, соответственно, ее доли, теряемую в окружающую среду и, соответственно, увеличение полезной ее доли, идущей на испарение воды.

Поставленная задача решается тем, что солнечная опреснительная установка, содержит бетонное основание для заливки соленой воды, дугообразное стеклянное прозрачное ограждение, патрубки для заливки соленой воды и вывода пресной воды, при этом основание выполнено из последовательно расположенных трех основных слоев - несущего наружного бетонного слоя, пенопластового теплоизолирующего слоя и внутреннего слоя, выполняемого из цементно-песчаного раствора, при этом для прикрепления листов пенопласта к несущему наружному бетонному слою используются крепежные штыри из пластмассы и ввинчены, между пенопластовым теплоизолирующим слоем и внутренним слоем для хорошего их сцепления уложена мелкая металлическая сетка, которая также прикреплена к пенопласту с помощью крепежных пластмассовых штырей.

Устройство предлагаемой солнечной опреснительной установки приведено на фиг. 1 - вид сверху, сбоку и с торцевых сторон, и на фиг. 2 - вид поперечного сечения.

Солнечная опреснительная установка состоит из бетонного основания 1, имеющего в плане форму прямоугольного корыта с невысоким бортом. Ее прозрачное ограждение имеет дугообразную форму и состоит из нескольких модулей 2. Модули получаютсмягчением плоского листового стекла под температурой и приобретением им криволинейной формы (форму поверхности второго порядка, например, часть цилиндра) твердого (чаще всего - чугунного) основания, лежащего под ним. Для этого листовое (оконное) стекло толщиной 4-5 мм ставится на специальную матрицу (основание), имеющей требуемую (в нашем случае дугообразную) форму с требуемым радиусом кривизны. Основание (матрица) и стекло, находящееся на ней, находятся в печи, которая нагревается электрическими нагревателями, установленными внутри печи. При достижении температуры в 600-610 °С стекло размягчается и ложится на поверхность матрицы, приобретая ее форму. Печь постепенно охлаждается и стекло остывает, приобретая форму матрицы.

Модули 2 прозрачного ограждения устанавливаются на боковые ребра бетонного основания 1. Небольшие зазоры (менее 0,5 мм), остающиеся между дугообразными модулями прозрачного ограждения закрываются липкой лентой (на фигуре не показаны). Торцевые стороны прозрачного ограждения закрываются также листовыми стеклами 3, имеющими форму сегмента.

Нижние концы дугообразных модулей 2 прозрачного ограждения, соприкасающиеся с бетонным основанием 1, с наружной стороны герметизируются водостойкой упругой мастикой 4.

На фиг. 2 показано поперечное сечение установки. Ее основание состоит из трех основных слоев: несущего наружного бетонного слоя 5 (толщиной 50-60 мм, второго - пенопластового теплоизолирующего слоя 6 (толщиной 20-30 мм) и третьего - внутреннего слоя 7, выполняемого из цементно-песчаного раствора толщиной не более 5 мм. Для прикрепления листов (плит) пенопласта к несущему бетонному основанию используются крепежные штыри (гвозди) из пластмассы (на фигуре не показаны) и подобно шурупам ввинчены в основание. Между пенопластовым теплоизолирующим слоем 6 и слоем цементно-песчаного раствора 7 для хорошего их сцепления уложена мелкая металлическая сетка, которая также прикреплена к пенопласту с помощью крепежных пластмассовых штырей (на фигуре не показаны). Для гидроизоляции на цементно-песчаный раствор наносится слой битума толщиной 1-2 мм (на фигуре не показан).

Для заливки соленой воды в основание 1, на одной из его торцевых сторон имеется патрубок. На противоположной торцевой стороне основания 1 имеется патрубок 9 для слива воды при промывке дна основания от образующегося со временем рассола.

На длинных боковых ребрах основания 1 сделаны канавки 11 для скапливания и стекания пресной воды 12.

Из основания установки пресная вода 12 вытекает через патрубки 13, нижняя часть которых находится на одном уровне с дном канавок 11.

Принцип работы предлагаемой установки показан схематично на нижнем рисунке фиг. 2.

Соленая вода 10 толщиной 1-2 см находится в основании 1. Солнечные лучи, проникая во внутрь через модули 2 прозрачного ограждения, поглощаются зачерненным (битумированным) дном и боковыми частями основания 1, а также частично и самой водой 10. Температура воды повышается, и вода начинает испаряться. Пары воды, поднимаясь вверх, соприкасаются с относительно холодной внутренней поверхностью модуля 2 прозрачного ограждения и конденсируются. Агрегируя, пары воды превращаются в капли 14 и стекают по наклонной внутренней поверхности вниз к канавкам 11. Скапливающаяся в канавках 11 опресненная вода 12 вытекает наружу через патрубки 13 и далее по коллекторным трубопроводам поступает в бак-аккумулятор для пресной воды (на фигуре не показаны).

При работе установки температура опресняемой воды в летние месяцы достигает 75-85 °С.

В случае использования трехслойного основания расход материалов, следовательно, и его общая масса при тех же габаритных и внутренних размерах основания, будет другой. В табл. 2 приведены расход материалов, теплоемкости отдельных слоев и всего основания предлагаемой установки.

Таблица 2

Теплоемкость трехслойного модуля опреснительной установки и ее элементов

№ п	Основание	Материал	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Кол-во, кг	Удельн. теплоемк. кДж/кг.гр.	Теплоем- кость кДж/град.
1	Несущий слой	Бетон	2400	984,00	1,13	1111,92
2	Теплоизол. слой	Пенополиурет.	80	16,02	1,47	23,55
3	Внутренний слой	Цемен.-песчан. раствор	1800	59,85	0,84	50,27
	Теплоемкость трех слоев					1185,74
	Теплоемкость остальных элементов					387,93
	Суммарная теплоемкость					1573,67

У модуля установки с однослойным основанием теплоемкость равна 1236,67 кДж/град, а у многослойного основания - 1185, 74 кДж/град, что на 4,2 % меньше, чем теплоемкость одно-  
слойного основания.

В данном случае важно не только соотношение теплоемкостей однослойного и много-  
слойного оснований, но и важна их теплопроводность.

Коэффициент теплопередачи однослойной или многослойной стенки определяется выраже-  
нием (Богословский В. Н., Строительная теплофизика, - М.: Высшая школа, 1982. - С. 140):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \left( \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_2}}$$

где  $\alpha_1$  - коэффициент тепловосприятия внутренней стенки основания установки,  $\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи наружной стенки основания установки,  $\delta_i$  - толщина  $i$  - слоя стенки,  $\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности  $i$  - слоя стенки.

Для тепловосприятия внутренней поверхности основания, контактирующего с водой  $\alpha_1 = 100$  Вт/м<sup>2</sup> град, а для теплоотдачи от наружной поверхности основания к воздуху  $\alpha_2 = 20$  Вт/м<sup>2</sup> град (Лариков Н. Н. Теплотехника. Учебник для вузов. - М.: Стройиздат, 1985. - С. 228-229).

Расчеты, проведенные для рассматри-ваемых двух типов стенок основания показывают, что коэффициент теплопередачи однослойного бетонного основания равняется  $k_{\text{осн}} = 5,882$  Вт/м<sup>2</sup> град, а для ребер основания  $k_{\text{реб}} = 5,025$  Вт/м<sup>2</sup> град.

Расчеты для трехслойного основания установки показывают, что  $k_{\text{осн}} = 1,275$  Вт/м<sup>2</sup> град и для ребер основания  $k_{\text{реб}} = 1,230$  Вт/м<sup>2</sup> град.

Следовательно, при использовании трехслойного основания установки коэффициент теп-  
лопередачи его донной части в 4,61 раз меньше, чем у однослойного бетонного основания.

Так же, коэффициент теплопередачи ребра трехслойного основания установки в 4,08 раза  
меньше чем у однослойного бетонного основания.

Коэффициент теплопередачи слоев цементно-песчаного раствора и пенополиуретанового  
теплоизоляционного слоя составляет  $k = 1,338$  Вт/м<sup>2</sup> град.

Слой бетона такой же толщины, что и суммарная толщина цементно-песчаного раствора и  
пенополиуратана - (35 мм) имеет коэффициент теплопередачи  $k = 6,963$  Вт/м<sup>2</sup> град.

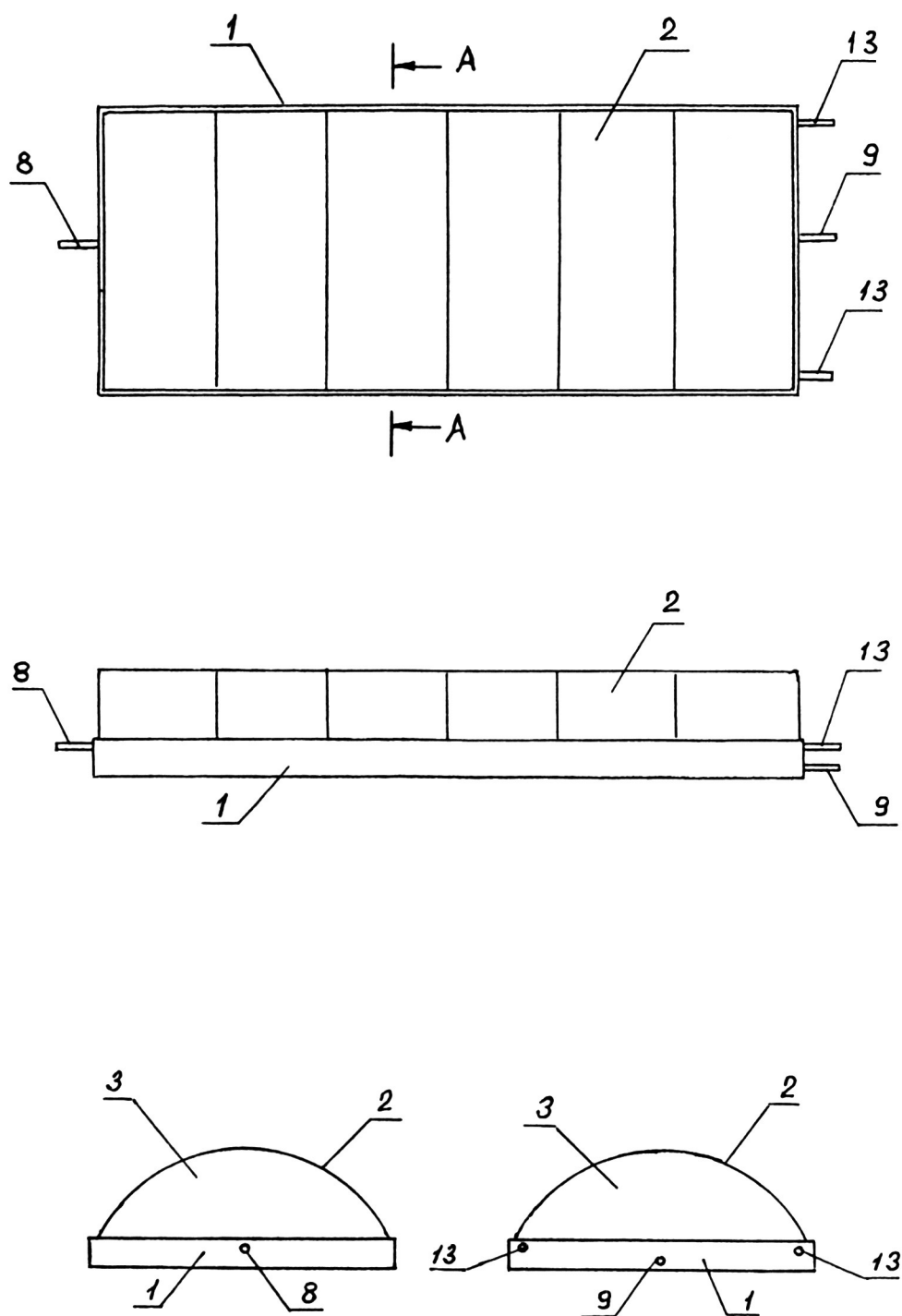
Следовательно, использование многослойного основания, содержащего теплоизоляционный слой, в 5,2 раза меньше передает тепло несущему бетонному слою основания, чем такой же слой бетона, контактирующего с опресняемой водой. Это позволит, в свою очередь, уменьшить долю аккумулируемой основанием количество тепловой энергии при работе установки.

Таким образом, предлагаемая установка имеет большую производительность, чем аналогичные установки с однослойным бетонным основанием. Это, в свою очередь, позволит при одинаковой площади традиционной и предлагаемой установок получать на 25-30 % больше пресной воды или для получения одного и того же количества пресной воды можно строить предлагаемую опреснительную установку с площадью, меньшей на 25-30 %, чем аналогичные установки с однослойным основанием, что даст экономию материальных и трудовых ресурсов.

### **Формула изобретения**

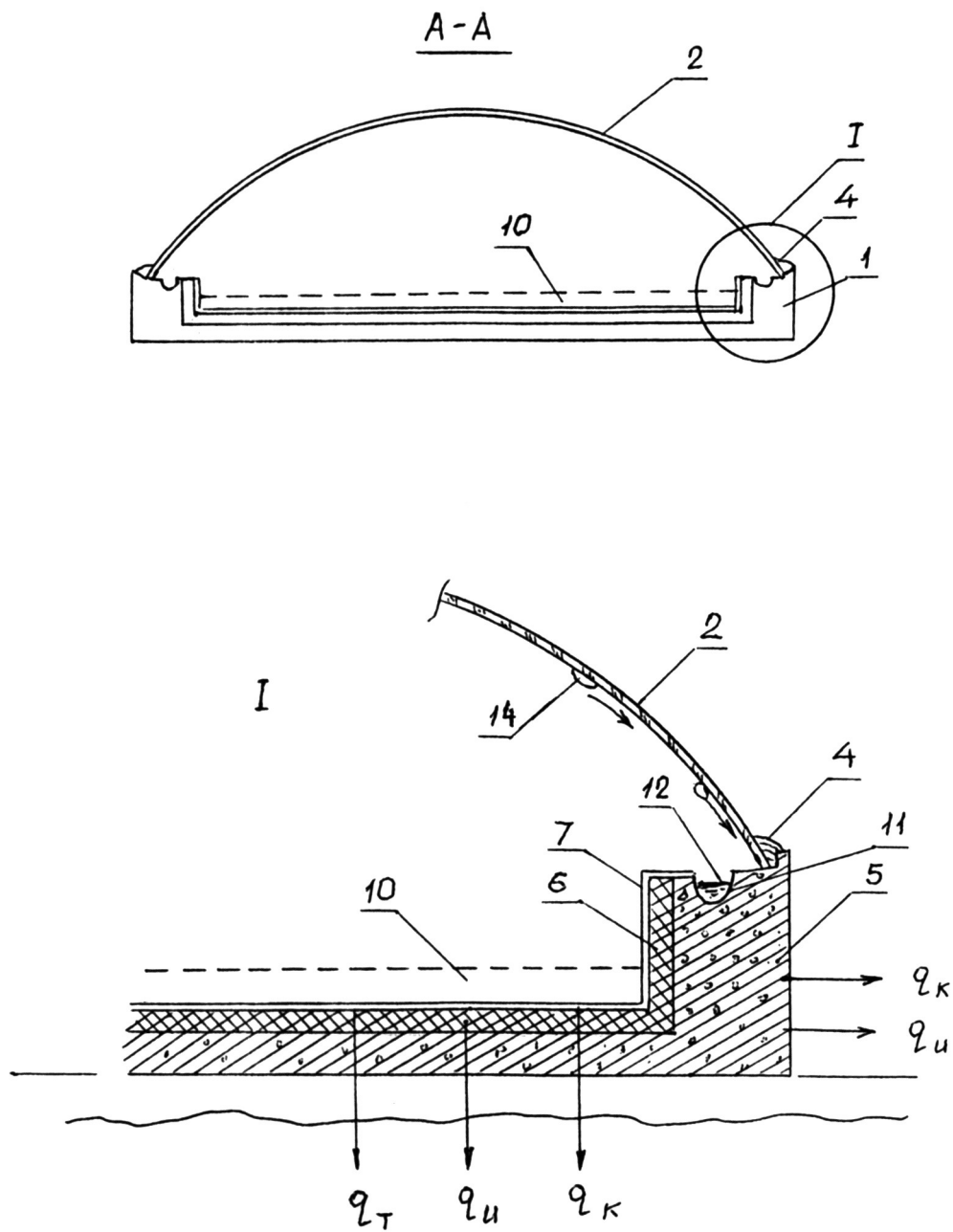
Солнечная опреснительная установка содержит бетонное основание для заливки соленой воды, дугообразное стеклянное прозрачное ограждение, патрубки для заливки соленой воды и вывода пресной воды, отличающаяся тем, что основание выполнено из последовательно расположенных трех основных слоев - несущего наружного бетонного слоя, пенопластового теплоизолирующего слоя и внутреннего слоя, выполняемого из цементно-песчаного раствора, при этом для прикрепления листов пенопласта к несущему наружному бетонному слою используются крепежные штыри из пластмассы и ввинчены, между пенопластовым теплоизолирующим слоем и внутренним слоем для хорошего их сцепления уложена мелкая металлическая сетка, которая также прикреплена к пенопласту с помощью крепежных пластмассовых штырей.

Солнечная опреснительная установка



Фиг. 1

Солнечная опреснительная установка



Фиг. 2

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03