



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ

ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2101587

(22) 25.08.2021

(46) Бюл. 195, 2023

(71) Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана (ТJ).

(72) Шокиров Ф.Ш. (ТJ); Шоёкубов Ш.Ш. (ТJ); Юлдашев З.Ш. (ТJ); Ботуров К. (ТJ).

(73) Шокиров Фарход Шамсидинович (ТJ); Шоёкубов Шоаюб Шосиддинов (ТJ).

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАРЯДКИ СЕЗОННО-ГРУНТОВОГО АККУМУЛЯТОРА СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛА**

(56) Патент РФ №93208 U1, дата приоритета 06.07.2009, дата публикации 27.04.2010, авторы: Галютдинов А.А. и Харитонов П.Т.

Комбинированная система теплоснабжения. Патент RU №85989.

Патент US 5788149, опубликовано 04.08.1998.

L. Mesquita, D. McClenahan1, J. Thornton, J. Carriere, B. Wong. -Drake Landing Solar Community: 10 Years of Operation. ISES Solar World Congress 2017

http://www.efnsk.ru/polykarb_2 (Свойства сотового поликарбоната)<https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossi>. Солнечная инсоляция в городах России и СНГ.

Юркинский В.П. Теплофизика. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2012, 129 с.

Пахалуев В.М., Щеклеин С.Е., Матвеев Ф.В. Ге-лиосистема с сезонным аккумулятором теплоты. - Международный научный журнал “Альтернативная энергетика и экология” (ISJAEE). 2018, (01-03), с.63-72.

(57) Изобретение относится к технологии использования возобновляемых источников энергии. Может быть использовано для энергообеспечения жилых домов, здания различного назначения и теплиц.

2

Устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла, содержащее сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла (СГАСТ), трубопровода, блока контроля климата, электронного блока управления, водяного насоса, вентилятора, датчика температуры, U-образного теплообменника, потребителя тепла, внутри верхней части тепличной конструкции установлен трубопровод, выход которого соединен с входом коаксиального теплообменника, который соединен между собой последовательно-параллельно, через двухпозиционный вентиль, выход коаксиального теплообменника соединен с входом вентилятора, выход которого соединен с входом нижнего трубопровода, выходы датчиков температуры и температуры грунта соединены с соответствующими входами электронного блока управления, выход которого соединен с входом вентилятора, выход U-образного теплообменника соединен с входом накопительной водяной емкостью, выход которого соединен с входом теплообменника через двухстороннего электроклапана, выход которого соединен с входом U-образного теплообменника, другой выход двухстороннего электроклапана соединен с входом U-образного теплообменника, входы двухканального блока контроля климата соединен с выходами датчиков температуры помещения и температуры воды, выход двухканального блока контроля климата соединен с входом водяного насоса, другой выход соединен с входом двухстороннего электроклапана, один из выходов накопительной водяной емкости соединен с входом трубопровода горячей воды, выход водопроводной линии соединен с входом накопительной водяной емкости через гидромеханический клапан. Использование устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла позволяет обеспечить необходимым количеством тепловой энергией, повысить надежность и универсальность энергообеспечения путем использования возобновляемых источников энергии (солнца).

Изобретение относится к технологии использования возобновляемых источников энергии. Может быть использовано для энергообеспечения жилых домов, здания различного назначения и теплиц.

Известна теплица подогревом почвы от энергии солнечной радиации [1], содержащая включенные в систему циркуляции жидкости-теплоносителя циркуляционный насос, тепловой аккумулятор, размещенный внутри теплицы, грунтовой теплообменник и прозрачный защитный купол -солнечный коллектор, выполненный из светопрозрачных пластин ячеистого поликарбоната, снабженный нижними водоподводящими и верхними водоотводящими соединительными патрубками, при помощи которых включен в систему циркуляции.

Недостатком известной теплицы является невозможность обеспечения оптической прозрачности через защитный купол. Наличие теплового аккумулятора внутри теплицы, а также из-за тяжести нижних водоподводящих и верхних водоотводящих соединительных патрубков, требуется массивные усиленные несущие конструкции. При применения подобной теплицы в уже действующих теплицах без изменения их устройства, а также сложность их конструкций невозможно использовать.

Известна также комбинированная система теплоснабжения [2], содержащая солнечную и теплонасосную водонагревательные установки с циркуляционными контурами теплоносителя, оборудованными средствами автоматического управления и замкнутыми на общий бак-аккумулятор тепла, который совмещен с подогревателем и подключен к контуру системы отопления и горячего водоснабжения, при этом контур одной из водонагревательных установок соединен с баком-аккумулятором тепла, а контур теплонасосной установки соединен с контуром источника тепловой энергии Земли. Кроме того, контур солнечной водонагревательной установки соединен через теплообменник с контуром теплонасосной установки и контуром источника тепловой энергии Земли, причем контур теплонасосной установки дополнительно оборудован гидробуферной емкостью для смешивания низкотемпературного теплоносителя, поступающего из контура солнечной водонагревательной установки и/или контура источника тепловой энергии Земли.

Недостатком комбинированной системы теплоснабжения является то, что она зависит от внешнего источника энергии (снабжен тепловым насосом), имеет двойной контур с автоматическими переключателями и малый объем низкотемпературного теплоносителя теплообменников в скважинах и низкая теплопроводность грунта не позволяет восстановить тепловой потенциал окружающего грунта за летний период.

Известна система для снабжения потребителей тепловой энергией [3], которая содержит солнечные коллекторы и тепловой насос с циркуляционными контурами теплоносителя, замкнутыми на распреде-

лители, соединенные подающими трубопроводами с множеством потребителей тепловой энергии различного температурного уровня.

Контур теплового насоса оборудован грунтовым резервуаром и соединен через коллекторные сборники с обратными трубопроводами от потребителей тепловой энергии. Контур теплового насоса также соединен с дополнительными распределителями, которые в свою очередь соединены подающими трубопроводами с потребителями тепловой энергии. На всех распределителях установлены электромеханические регулирующие средства, предназначенные для выборочного подключения или отключения того или иного потребителя, и температурные сенсоры, расположенные на разных участках трубопроводов и подключенные к центральному контрольному аппарату, при помощи которого с использованием программных средств, контролируется работа распределителей и коллекторных сборников. Нагретый в контурах солнечных батарей теплоноситель по внутренним подающим трубопроводам поступает на распределители, откуда при помощи электромеханических регулирующих средств распределяется по подающим трубопроводам между потребителями тепловой энергии различных температурных уровней. Отдав тепло потребителям, низкотемпературный теплоноситель возвращается по обратным трубопроводам на коллекторные сборники, откуда поступает на тепловой насос, где температура теплоносителя снова повышается до заданного уровня и теплоноситель через дополнительно установленные распределители поступает по подающим трубопроводам к потребителям тепловой энергии.

Недостатками известной системы являются наличие теплового насоса, солнечных коллекторов, ее громоздкая компоновочная схема обеспечения потребителей тепловой энергией на разных температурных уровнях, большая материалоемкость трубопроводных контуров и сложность в управлении, что снижает надежность и эффективность работы системы.

В качестве прототипа принята система теплоснабжения солнечная отопительная система с грунтовым аккумулятором в Канаде [4]. Данная энергетическая система введена в эксплуатацию в 2007 году. В городе Окотокс, провинции Альберта, (51.1 с. ш., 114 з. д.) была реализована отопительная солнечная система с сезонным грунтовым аккумулятором без теплового насоса - Drake Landing Solar Community (DLSC). Тепловая система состоит из: 800 солнечных коллекторов с углом наклона 450, которые закреплены на крышах гаражей и перекрытиях между ними по всей территории жилого района, грунтовой аккумулятор 144 скважины глубиной 37 м и расстоянием 2,25 м между ними, диаметр площади поверхности грунтовой аккумулятор 35 м. В качестве нагрузки к энергосистеме подключены 52 частные дома по 150 м² площадью каждого. Гелиоэнергетическая система имеет 2 контура, раствор этиленгликоль летом нагревается в солнечных коллекторах до 900С, по первому

контур циркулируя через теплообменники расположенных в буферных аккумуляторах (2 металлических бака по 120 м³ каждый) тепло передается воде находящейся в буферном аккумуляторе. В грунтовом аккумуляторе в качестве теплообменников использованы U-образные пластиковые трубы 25 мм диаметром. Далее вода, проходя по ним в скважине, тепло передается окружающему грунтовому массиву. Зимой вода нагревается в подземном аккумуляторе и поступает в дома для отопления и горячей водоснабжения.

Недостатки данной системы заключается в том, что в данном регионе из-за малости солнечной инсоляции, наличие течения грунтовых вод (9 м/год), вынуждены использовать для синхронного теплообмена двух контурную систему, где первый контур обеспечивает теплообмен между солнечными коллекторами и буферными накопительными ёмкостями дневное время, второй контур между буферными ёмкостями и грунтовым аккумулятором круглосуточно. В данной системе для обеспечения оптимального режима работы использована сложная цифровая многоканальная система, что усложняет эксплуатацию и снижает надёжность данной системы.

Задача изобретения является повышение надежности и универсальности устройства, простоты в изготовлении и эксплуатации, доступности всем слоям населения для энергообеспечения горячим водоснабжением, отоплением, а также для обогрева теплицы для производства продуктов питания путем использования солнечной инсоляции на основе возобновляемых источников энергии, методом преобразования и аккумуляции в сезонных грунтовых аккумуляторах солнечного тепла (СГАСТ).

С учетом климатическое преимущества Таджикистана имеем следующее:

- 1) длительная продолжительность солнечного дня;
- 2) повышенная солнечная инсоляция;
- 3) положительное среднее значение температуры в зимнее время года;
- 4) повышенная температура изотермического слоя Земли.

Вышеперечисленные преимущества складывается в энергетический потенциал, который позволит нам решать гелиоэнергетическую систему с новым подходом.

Поставленная задача решается за счет того, что устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла, содержащее сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла (СГАСТ), трубопровода, блока контроля климата, электронного блока управления, водяного насоса, вентилятора, датчика температуры, U-образного теплообменника, потребителя тепла, причем внутри верхней части тепличной конструкции установлен трубопровод, выход которого соединен с входом коаксиального теплообменника, который соединен между собой последовательно-параллельно, через двухпозиционный вентиль, выход коаксиального теплообменника соединен с входом вентилятора,

выход которого соединен с входом нижнего трубопровода, выходы

датчиков температуры и температуры грунта соединены с соответствующими входами электронного

блока управления, выход которого соединен с входом вентилятора, выход U-образного теплообменника соединен с входом накопительной водяной емкостью, выход которого соединен с входом теплообменника через двухстороннего электроклапана, выход которого соединен с входом U-образного теплообменника, другой выход двухстороннего электроклапана соединен с входом U-образного теплообменника, входы двухканального блока контроля климата соединен с выходами датчиков температуры помещения и температуры воды, выход двухканального блока контроля климата соединен с входом водяного насоса, другой выход соединен с входом двухстороннего электроклапана, один из выходов накопительной водяной емкости соединен с входом трубопровода горячей воды, выход водопроводной линии соединен с входом накопительной водяной емкостью через гидромеханический клапан.

Технический результат заключается в том, что внутри верхней части тепличной конструкции установлен трубопровод, выход которого соединен с входом коаксиального теплообменника, который соединен между собой последовательно-параллельно, через двухпозиционный вентиль. Это позволяет одноконтурным способом обеспечить, синхронный теплообмен между СГАСТ и ТК. Такой подход даёт возможности в качестве теплоносителя использовать атмосферный воздух, выход коаксиального теплообменника соединен с входом вентилятора, выход которого соединен с входом нижнего трубопровода, выходы датчиков температуры и температуры грунта соединены с соответствующими входами электронного блока управления, выход которого соединен с входом вентилятора. Такая коммуникация позволит при минимальном количестве датчиков и одного электронного блока управления обеспечит полного контроля температурного режима зарядки и разрядки гелиоэнергетическую систему, выход U-образного теплообменника соединен с входом накопительной водяной емкостью, выход которой соединен с входом теплообменника через двухстороннего электроклапана, выход которого соединен с входом U-образного теплообменника, другой выход двухстороннего электроклапана соединен с входом U-образного теплообменника. Такой подход позволит во первых минимизировать коммуникационную систему управлению и контроля и обеспечить минимальную потери тепло за счет оптимизации коммуникационной системе, входы двухканального блока контроля климата соединен с выходами датчиков температуры помещения и температуры воды, выход двухканального блока контроля климата соединен с входом водяного насоса, другой выход соединен с входом двухстороннего электроклапана. Такая коммуникация позволит сократить расход электроэнергии и уменьшить количество деталей в сети управ-

энергии (время закрывания минимальное), один из выходов накопительной водяной емкости соединен с входом трубопровода горячей воды, выход водопроводной линии соединен с входом накопительной водяной емкостью через гидромеханический клапан. Такой подход не требует контроля и управления подачи горячей и холодной воды подачи воды происходит через гидромеханический клапан а горячая вода поступает за счет высотного давление самой воды.

На Фиг. 1 приведена структурная схема устройства для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла, на фиг. 2 приведена таблица зависимости КПД и накапливаемой энергии от разности внешней температуры и внутренней температуры тепличной конструкции (ТК), на фиг. 3 приведена зависимость КПД зарядки грунтового массива от температуры грунтового аккумулятора.

Устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла состоит из: тепличной конструкции (ТК) 1, покрытие которого выполнен из сотового прозрачного поликарбоната, арочного типа, высотой h , длиной дуги L , хордой C , радиусом кривизны R и центральным углом α , плодородного слоя

грунта 2, сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла (СГАСТ) 3, коаксиального теплообменника 4, вентилятора 5, трубопровода 6, двухканальный блок контроля климата 7, электронный блок управления 8, датчика температуры грунта 9, потребителя тепла 10, накопительной водяной ёмкости 11, U-образные теплообменники 12, водяного насоса 13, датчика температуры 14, переключки 15, нижнего трубопровода 16, теплообменника 17, датчика температуры помещения 18, водопроводной линии 19, двухстороннего электроклапана 20, датчика температуры воды 21, гидромеханического клапана 22, трубопровода горячей воды 23, двухпозиционного вентиля 24, нижнего распределительного трубопровода 25.

Устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла работает следующим образом: В режиме зарядки СГАСТ 3 из верхней части ТК 1 в течение весенне-летнего периода, например, четырёх месяцев (май - август) тёплый воздух, который образуется в ТК 1 под действием солнечной инсоляции через трубопровод 6, двухпозиционный вентиль 24 (вручную устанавливается в положение «зарядка») и СГАСТ 3 с помощью вентилятора 5 всасывается и выдувается в нижнюю часть ТК 1 через нижний трубопровод 16. Процесс циркуляции тёплого воздуха сопровождается теплообменом, тепло передается СГАСТ 3. Расстояние между теплообменниками 4 зависит от климата местности и теплофизических параметров грунта и выбирается от 2,5 до 4,0 метров. Количество коаксиальных теплообменников 4 и глубина установки их зависит от тепловой нагрузки (от количества используемого тепла). С помощью электронного блока управления 8 и датчика температуры грунта 9, выставляется режим работы зарядки СГАСТ 3.

Если показание датчика температуры 14, который установлен в ТК 1 будет больше показания датчика температуры грунта 9, электронный блок управления

8 включает вентилятор 5 (режим зарядки). При выравнивании температур, между показаниями датчиков температуры грунта 9 и датчика температуры 14 электронный блок управления 8 (в режиме «зарядка») выключает вентилятор 5, теплообмен прекращается в СГАСТ 3. Количество тепла, накапливаемое в СГАСТ 3, определяется количеством тепла преобразуемый в ТК 1 в период зарядки с учетом частичной ее потери (например, потери в коммуникационных элементах).

Такое устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла при соблюдении условия синхронного теплообмена между ТК 1 и СГАСТ 3 не требует двойного контура и двойного контроля для достижения эффективной работы теплообменников. В ночное время и облачные дни в результате снижения показания датчика температуры 14 в ТК 1 относительно датчика температуры грунта 9 циркуляция теплоносителя (воздуха) прекращается, то есть вентилятор 5 не работает.

В зимние время электронный блок управления 8 переключается в режим «разрядка». Разрядка происходит в реверсивном режиме (то есть вентилятор 5 включается в режиме реверса), то есть, воздух всасывается из нижнего трубопровода 16 при помощи вентилятора 5 и подается в периферийную часть СГАСТ 3 проходя центральные теплообменники 4 через двухпозиционного вентиля 24 (вручную устанавливается в режим «разрядка») и нижнего распределительного трубопровода 25 выдувается в нижнюю часть ТК 1. Циркуляция воды, через U-образные теплообменники 12, соединенные между собой переключками 15 имеет стабильное направление, от периферии к центру. Эти U-образные теплообменники 12 обеспечивают потребителя 10 (помещение) горячей водой (круглый год) и теплом (в отопительный сезон). В зимнее время года через теплообменник 17, который установлен под полом помещения потребителя 10. Циркуляция горячей воды и воды для отопления помещения контролируется отдельным двухканальным блоком контроля климата 7. Горячая вода сохраняется в накопительной водяной ёмкости 11, при снижении показания датчика температуры 21 от заданного включается водяной насос 13 для циркуляции воды через U-образных теплообменников 12. Циркуляция воды продолжается до тех пор, пока не достигнет заданной температуры воды и помещения (потребитель 10). Водяной насос 13 работает до тех пор, пока показания датчиков температуры 21 и 18 не будет меньше установленной температуры воды и помещения (потребитель 10).

При снижении уровня воды в водяной ёмкости 11 открывается гидромеханический клапан 22 и через водопроводную линию 19 вода поступает в накопительную водяную ёмкость 11. При достижении заданного уровня воды в накопительной водяной ёмкости 11 гидромеханический клапан 22 закрывается,

подача воды прекращается. Для бытовых нужд горячая вода из водяной ёмкости 11 поступает через трубопровод горячей воды 23.

В случае отключения электричества в холодное время года, в ТК 1 за счет теплопроводности двухметрового плодородного слоя грунта 2 поддерживается положительная температура (5...70С), при котором обеспечивается сохранность выращиваемых сельхозкультур (обеспечивается не замерзание).

В устройстве для зарядки СГАС 3 вместо дорогостоящих солнечных коллекторов используется тепличное устройство ангарной конструкции ТК 1 с покрытием из сотового (ячеистого) прозрачного поликарбоната.

При использовании предлагаемого устройства имеем:

- установка ТК 1 над СГАС 3 уменьшает потерь тепла из нее на 10-15%.

- данное устройство для зарядки СГАС 3 совместно с ТК 1 позволит дополнительно заниматься растениеводством и в зимнее время. Такой подход избавит от использования известных многочисленных опорных конструкций и коммуникационных систем.

Главным теплофизическим свойством ТК 1 при зарядке СГАС 3 является его эффективное пропускание и удержание солнечного излучения в виде тепла. Количество тепло, накапливаемое в СГАС 3, определяется количеством тепла получаемый из ТК 1 в период зарядки.

Такая система для синхронного обеспечения теплообмена между ТК 1 и СГАС 3 не требует двойного контура и двойного контроля для достижения эффективной работы теплообменников.

Дневную теплофизическую характеристику можно выразить с помощью уравнения теплового баланса ТК 1:

$$Q = S_{\Sigma\Phi} \left[A_c I_s - \frac{12S_{\Phi}}{S_{\Sigma\Phi}} (k_1 + k_2) \Delta t \right],$$

(1)

где Q – полезная тепловая энергия накапливаемая в течение дня внутри ТК 1; A_c – суммарная дневная солнечная инсоляция; I_s – оптическая проницаемость

покрытия; $S_{\Phi} = LM + 2SB = R[\alpha M + R(\alpha - \sin \alpha)]$ – физическая площадь покрытия ТК; $S_{\Sigma\Phi} = CM = 2MR \sin(\alpha/2)$ – эффективная площадь теплицы.

Отсюда: $C = 2R \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{(1 - \cos \frac{\alpha}{2})}$ – хорда сектора; $h = R$ – высота сектора; $L = R \alpha$ – длина дуги

$\alpha = 2 \arccos d$ – центральный угол дуги, где $d = R - h$,

k_1 – коэффициент теплопотери материала покрытия [5].

k_2 – коэффициент инфильтрация и теплопотери излучением и другие незначительные теплопотери; Δt –

разность внутренней и наружной температур. Формулу (1) для конкретно выбранных параметров ТК 1 ангарного типа можно написать в универсальном виде:

$$Q = 2RM \sin \frac{\alpha}{2} \left(A_c I_s - \frac{6[\alpha M + R(\alpha - \sin \alpha)]}{M \sin \frac{\alpha}{2}} (k_1 - k_2) \Delta t \right).$$

(2)

После соответствующей постановки и преобразования формулы (2), получим уравнение теплового баланса для устройства для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла с выбранными и рассчитанными геометрическими данными, например: для вычисления среднечасовой накапливаемой тепловой мощности в объеме конкретного ТК 1 для примера выбраны следующие параметры: $R=13,5$ м, $\alpha=95,5^\circ=1.66$ рад., $h=4.43$ м, $C=20$ м, $L=22.42$ м, боковая площадь $2SB = 122.29$ м², $I_s = 0.85$ и $M = 20$ м.

$$Q = 400 [A_c I_s - 17,18(k_1 + k_2) \Delta t].$$

(3)

Коэффициент теплопотери согласно ГОСТ (ISO) и данным производителя, равняется $k_1=3,9$ Вт/м²°С (сотовый 4 мм прозрачный поликарбонат), коэффициент инфильтрация и теплопотери излучением и другие незначительные теплопотери $k_2=2$ Вт/м²°С.

Таким образом, аналитическим путем можно вычислить среднечасовую тепловую эффективность данной конструкции в разных стадиях зарядки СГАС 3. При отрицательных значениях разность внутренней и наружной температур Δt , оба коэффициента работают в сторону накопления тепловой энергии внутри ТК. Температура внутри ТК 1 зависит от солнечной инсоляции и от скорости потока теплообмена во время зарядки СГАС 3.

При зарядке СГАС 3 наблюдается медленный рост температуры внутри ТК 1, это объясняется тем что, температура СГАС 3 составляет около 17-18°С и такая низкая температура способствует ТК 1 работать с максимальным КПД. Только в конце цикла зарядки СГАС 3, наблюдается повышение температуры ТК 1 и СГАС 3, что приводит к снижению КПД ТК 1.

Максимальная внутренняя температура ТК 1 в конце зарядки наступает в середине без облачного дня при достижении термодинамического равновесия, то есть, тепло собранное и потерянное через покрытия ТК 1 и СГАС 3 будет одинаковы.

Выше указанный температурный режим приведен на фиг. 2, наблюдается лишь при соблюдении соотношения $S_{\Phi}/S_{\Sigma\Phi} = 570,69/400=1,42$, с увеличением результата этого соотношения температурный режим снизится.

Вычисление проводились среднечасовыми данными температуры и солнечной инсоляцией, характерных, например, для г. Душанбе на май – август месяцы, при значениях $t_n=34.5^\circ\text{C}$ и $AC=6975.4$ Вт*ч/м². Для

вий облачности измерения проводились в течение 30 лет [6].

Расчетами установлено, что зарядка до 80°C в течение четырех месяца СГАСТ 3 вышеуказанными параметрами и глубиной 20 м, способен накопить тепловую энергию 167000 МВт*ч.

СГАСТ 3 имеет кубическую форму со сторонами 20 м и объемом 8000 м³. Удельная тепловая мощность СГАСТ в течение четырехмесячной заряд при с-теплоемкость грунта (1кДж/кг°C), ρ-плотность грунта (1500кг/м³),

$\Delta t = t_i - t_p$ - результативна рабочая температура.

Максимальная количества тепловой энергии, которая может извлекаться из СГАСТ 3, зависит от максимальной и минимальной температур СГАСТ 3 на протяжении сезонного цикла. Если извлекаемая тепловая энергия из СГАСТ 3 происходит в диапазоне температур 80°C - 30°C, то извлекаемая тепловая энергия без учета потери тепла из объема СГАСТ 3 будет равна $Q_p = c_p V \Delta t = 167,000 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$ ($\Delta t = 80^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$).

Для оценки количества тепловой энергии, накапливаемое в СГАСТ 3 достаточно использовать усредненное значения среднедневной накапливаемой тепловой энергии (1318.26 кВт*ч) ТК 1. Если, период зарядки СГАСТ 3 4 месяца, то при усреднённом значении тепловой эффективности ТК 1, аккумулируемое тепло в СГАСТ 3 без учета потери составит:

$$Q_{\text{СГАСТ}} = 123Q_{\text{ср}} = 162146.14 \text{ кВт}$$

(4)

Вычисление проведено среднедневными данными температуры и солнечной инсоляции, характерных для г. Душанбе на май – август месяцы, при значениях $t_n = 34.5^\circ\text{C}$ и $AC = 6975.4 \text{ Вт/м}^2$, которые измерялись для прямой и рассеянной суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность с учетом условий облачности [https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-ossi..(Солнечная инсоляция в городах России и СНГ)] (Фиг. 2).

Из фиг. 2 видно, что при внутренней температуре (тв) ТК 1 20°C, дневная тепловая вырабатываемая энергия ($Q_{\text{пол}}$) достигает 2203.8 кВт*ч, при КПД 0.875, а при 80°C количество полезной энергии снизится до 445.1 кВт*ч, а количество потерь энергии ($Q_{\text{пот}}$) составит 1333.6 кВт*ч, соответственно КПД уменьшится до 0.212.

Коэффициент теплопотери грунтового аккумулятора, имеющего форму куба, зависит от термических сопротивлений окружающей грунтовой среды и изоляции, применяемой для покрытия СГАСТ [8]. При значении коэффициента теплопроводности грунта 0.8 Вт/м°C и условной толщины 2 м, коэффициент теплопотери грунтового массива будет: $k = (R_{\text{гр}})^{-1}$

$= \left(\frac{\delta_{\text{г}}}{\lambda_{\text{г}}} \right)^{-1} = 0.4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$, где $\delta_{\text{г}}$ – условная толщина слоя $\lambda_{\text{г}}$ -коэффициент теплопроводности грунта, Потеря тепла через верхнюю площадь СГАСТ под покрытием не учитывается, так как тепловая энергия уходящий с этой поверхности остается внутри ТК во время ее работы.

С помощью температуропроводности грунта ($a = 0.003 \text{ м}^2/\text{час}$), темпа охлаждения

$$\left(m = \frac{a}{k_{\text{ф}}} \right), \text{ и ко-}$$

$$\left(k_{\text{ф}} = \frac{1}{\left(\frac{\pi}{L_1} \right)^2 + \left(\frac{\pi}{L_2} \right)^2 + \left(\frac{\pi}{L_3} \right)^2} \right),$$

эффициента формы

для СГАСТ 3 имеющего форму параллелепипеда определенного объема, находим время охлаждения СГАСТ 3 без учета тепловой нагрузки при понижении температуры до 30°C [7]:

$$t = \frac{1}{m} \ln \frac{t_{\text{max}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{min}} - t_{\text{п}}} = \frac{1}{2.64 \times 10^{-4}} \ln 4.84 = 7113 \text{ час}$$

. (5)

Продолжительность работы СГАСТ 3 при известной нагрузке (горячее водоснабжение, отопление жилища и обогрев теплицы) можно вычислить с помощью формул:

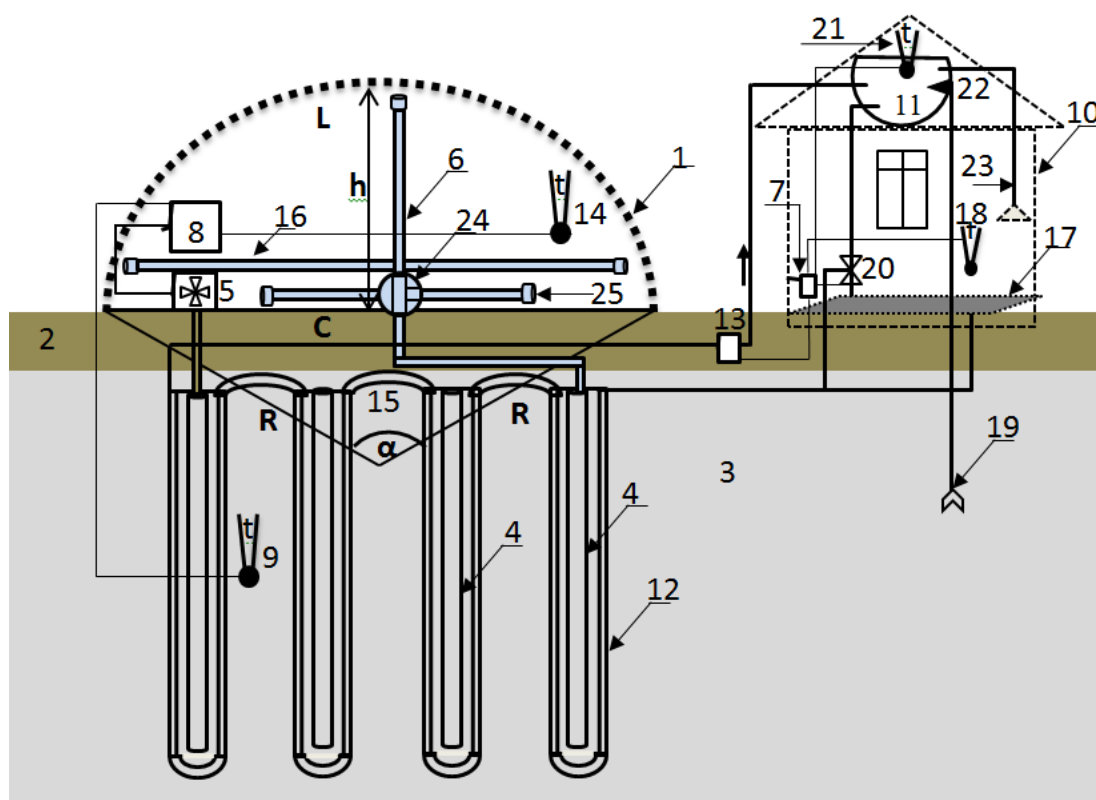
$$\tau = c_p k \cdot 1 \left(\frac{V}{V} \right)^{-1} \ln \left(\frac{t_{\text{min}}}{t_{\text{max}}} + a \right), \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{Q_o + Q_v + Q_t}{t_{\text{max}}} k (S_{\text{сат}})^{-1},$$

где $Q_o + Q_v + Q_t$ – суммарная тепловая нагрузка, $S_{\text{сат}}$ – площадь сезонного аккумулятора тепла. При суммарной тепловой нагрузке 75347 кВт*ч (ежедневно 300 литров воды нагретой до температуры 50°C, отопительная нагрузка мощностью 4.2 кВт для 50 м² жилой площади в течение 150 суток и сезонная нагрузка самой теплицы 55296 кВт*ч) с учетом коммуникационных потерь, продолжительность работы СГАСТ 3 составит 152 суток.

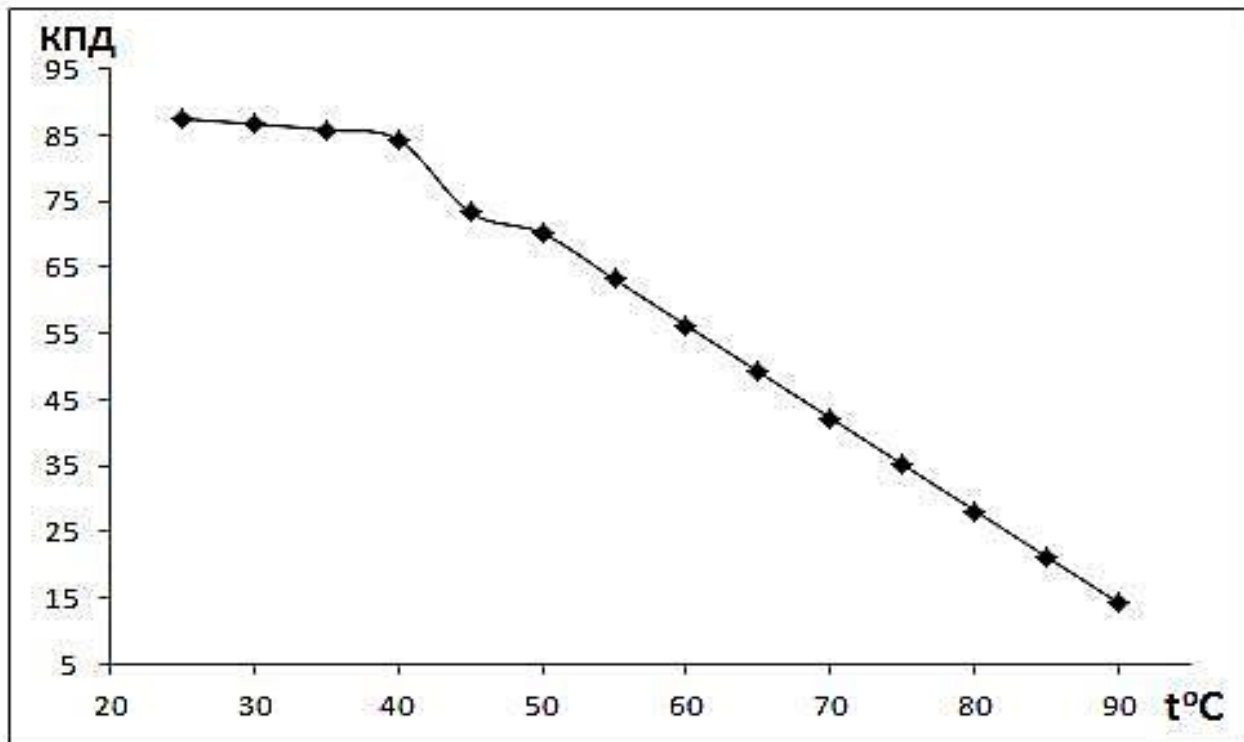
Таким образом, устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла также позволяет в гелиоэнергосистемы без вторичного контура, отсутствует буферный теплообмен, в качестве солнечного коллектора используется тепличная конструкция, а в качестве теплоносителя атмосферный воздух, а также одновременно энергосистема может обеспечить горячим водоснабжением, отоплением и теплицей (триплекс).

Устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла



Фиг. 1.

Q _{пол} кВт	Q _{пот} кВт	t _в (°C)	Δt (°C)	КПД ТК
2203.8	+425.0	20	-14.5	0.875
2057.2	+278.4	25	-9.5	0.867
1910.7	+131.9	30	-4.5	0.858
1764.2	-14.6	35	0.5	0.843
1535.2	-161.2	40	5.5	0.733
1471.0	-307.7	45	10.5	0.702
1324.4	-454.3	50	15.5	0.632
1177.9	-600.8	55	20.5	0.562
1031.3	-747.4	60	25.5	0.492
884.8	-893.9	65	30.5	0.422
738.2	-1040.5	70	35.5	0.352
591.6	-1187.1	75	40.5	0.282
445.1	-1333.6	80	45.5	0.212
289.5	-1480.2	85	50.5	0.142
152.0	-1626.7	90	55.5	0.072



Фиг. 3.

Формула изобретения

Устройство для зарядки сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла, содержащее сезонного грунтового аккумулятора солнечного тепла (СГАСТ), трубопровода, блока контроля климата, электронного блока управления, водяного насоса, вентилятора, датчика температуры, U-образного теплообменника, потребителя тепла, отличающееся тем, что внутри верхней части тепличной конструкции установлен трубопровод, выход которого соединен с входом коаксиального теплообменника, который соединен между собой последовательно-параллельно, через двухпозиционный вентиль, выход коаксиального теплообменника соединен с входом вентилятора, выход которого соединен с входом нижнего трубопровода, выходы датчиков температуры и температуры грунта соединены с соответствующими входами электронного блока управления, выход которого соединен с входом вентилятора, вы-

ход U-образного теплообменника соединен с входом накопительной водяной емкостью, выход которого соединен с входом теплообменника через двухстороннего электроклапана, выход которого соединен с входом U-образного теплообменника, другой выход двухстороннего электроклапана соединен с входом U-образного теплообменника, входы двухканального блока контроля климата соединен с выходами датчиков температуры помещения и температуры воды, выход двухканального блока контроля климата соединен с входом водяного насоса, другой выход соединен с входом двухстороннего электроклапана, один из выходов накопительной водяной емкости соединен с входом трубопровода горячей воды, выход водопроводной линии соединен с входом накопительной водяной емкости через гидромеханический клапан.

