

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034432**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.02.07

(21) Номер заявки
201590510

(22) Дата подачи заявки
2013.09.05

(51) Int. Cl. **F24J 2/12** (2006.01)
F24J 2/42 (2006.01)
F03G 6/06 (2006.01)
F24J 2/05 (2006.01)
F24J 2/10 (2006.01)

(54) НЕДОРОГАЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГОУСТАНОВКА

(31) **2769/DEL/2012**

(32) **2012.09.06**

(33) **IN**

(43) **2015.06.30**

(86) **PCT/IB2013/058302**

(87) **WO 2014/037892 2014.03.13**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
ВЕРМА СУБОДХ (IN)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) **WO-A2-2011130695**
WO-A2-2008109746
WO-A1-7901003
WO-A2-2010029411
US-A1-2012073567
WO-A1-2011149554
WO-A1-2011047231
US-A1-2011259422
EP-A1-2256428
US-A1-2011247679
WO-A2-2010088632
US-A1-2011226780
DE-A1-102010038858
WO-A1-2012004435
DE-U1-202010004116
DE-U1-202010007564
WO-A2-9506846
WO-A1-2012073665
US-A1-2013298897

(57) Настоящее изобретение относится к системе для генерирования электрической энергии и аккумулирования тепла при высоких температурах в диапазоне 700-1000 К или более, при этом указанная энергия генерируется из солнечной энергии. Система содержит первичный контур, содержащий по меньшей мере одну солнечную панель и по меньшей мере один блок аккумулирования тепла. Система дополнительно содержит вторичный контур, функционально соединенный с указанным первичным контуром. Солнечная панель содержит несколько узлов отражающих тарелок, содержащих отражающие тарелки, при этом указанные тарелки расположены в непосредственной близости друг от друга без промежутка между ними, при этом расстояние от фокальной точки тарелки до центра тарелки равно или меньше одной четверти диаметра тарелки, при этом указанная тарелка содержит несколько гибких съемных частей для улучшения эффективности преобразования тепла в электричество, и причем указанная тарелка является таковой, что достигается высокий показатель концентрации солнечного света с незначительными потерями на повторное излучение для обеспечения высокой эффективности преобразования тепла в электричество.

B1**034432****034432****B1**

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к очень недорогой, но высокоэффективной системе для генерирования электрической энергии и аккумуляирования тепла при высоких температурах в диапазоне 700-1000 К или более, при этом указанная энергия генерируется из солнечной энергии. Вторичный контур, использующий воду в качестве теплоносителя, извлекает тепло из блока аккумуляирования тепла и используется для запуска турбины для генерирования электричества. Избыточное тепло от вторичного контура может быть дополнительно использовано для запуска опреснительной установки или просто выpuщено в окружающую среду.

Предпосылки изобретения

В настоящее время существует несколько систем, которые были разработаны или находятся в разработке, для преобразования солнечного света в электричество. Краткое описание этих систем вместе с их преимуществами и недостатками приведено далее с целью предоставления лучшего понимания солнечной энергии.

1) Параболоцилиндр. Это одна из первых систем, которая была разработана и которая до сих пор является одним из предпочтительных средств, рассматриваемых в некоторых странах. В этой системе параболоцилиндр имеет трубку, проходящую через фокальную точку. Эта трубка имеет покрытие, которое эффективно поглощает свет. Высокотемпературное масло проходит через эту трубку и нагревается посредством концентрированного солнечного света. Это нагретое масло затем используется для нагрева воды в перегретый пар, который используется для запуска паровой турбины, которая в свою очередь запускает генератор для производства электричества. Система слежения за солнцем используется для отслеживания положения солнца, и двигательная система используется для вращения всей параболической тарелки и связанных трубок. Преимущества этой системы в том, что для следования за солнцем достаточно одноосного слежения. Она имеет значительное ограничение, которое заключается в том, что максимальная температура, которая может быть достигнута, достаточно низкая, поскольку длинные трубки повторно излучают энергию. Поскольку излучение пропорционально четвертой степени абсолютной температуры, то вне определенной температуры приемные трубки начинают излучать столько энергии, сколько они получили. Таким образом, такая система оказывается недостаточно эффективной.

2) Гелиоэнергетическая установка башенного типа. В этой системе используются плоские зеркала вместо параболических. Приемник размещен на вершине высокой центральной башни и все зеркала расположены таким образом, что они отражают солнечный свет на этот приемник центральной башни. Преимущество системы заключается в том, что можно достичь более высоких температур, чем возможны в параболоцилиндрической системе, и, следовательно, более высокой эффективности. Эта система также имеет преимущество, которое заключается в меньшем количестве труб. Недостатки заключаются в том, что каждое зеркало должно следовать за солнцем определенным образом для фокусировки света на приемнике на вершине центральной башни. Высота башни также увеличивается с размером солнечной панели, что увеличивает стоимость. Наибольшим недостатком является то, что множество зеркал будет наклонено под углом во время пиковых часов солнечного света и, следовательно, не максимизирует накопление энергии во время поступления максимального солнечного света. Приемник также имеет большую площадь поверхности, которая повторно излучает очень большие количества энергии, что ограничивает максимальную температуру работы.

3) Параболическая тарелка. Текущая конструкция систем параболической тарелки состоит из большой параболической тарелки, которая фокусирует солнечный свет на двигателе Стирлинга, который используется для непосредственного преобразования тепла в электричество. Эта конструкция предусматривает очень высокие температуры и, следовательно, более высокую эффективность, чем параболоцилиндрическая система. Проблема с системами текущих конструкций заключается в том, что они очень дорогие и имеют множество отдельных частей, что приводит к необходимости высоких эксплуатационных расходов.

4) Фотогальванические системы. Эти системы непосредственно преобразовывают свет в электричество с использованием фотогальванического эффекта. Недостатком этих систем является высокая начальная стоимость наряду с низкой эффективностью. Еще одной проблемой является аккумуляирование электричества, которое является более сложным, дорогостоящим и загрязняющим, чем аккумуляирование тепла.

5) В документе WO/2012/128877 описан корпус, такой как теплица, который охватывает систему концентрированной солнечной энергии, имеющую концентраторы солнечной энергии с линейным фокусом. Концентраторы солнечной энергии с линейным фокусом имеют отражающий передний слой, внутренний слой и задний слой. Внутренний и задний слои при соединении с отражающим передним слоем позволяют концентратору солнечной энергии с линейным фокусом в некоторых вариантах осуществления сохранять определенную форму без дополнительных укрепляющих элементов. В некоторых вариантах осуществления внутренний слой является ячеистым слоем. В некоторых вариантах осуществления внутренний слой и/или задний слой сформированы посредством удаления материала с отдельной части материала.

6) Другие системы. Существуют различные другие системы, находящиеся на стадиях испытания,

которые вряд ли достигнут большого успеха по техническим причинам и, следовательно, не будут обсуждаться в настоящей заявке.

Наибольшей проблемой, с которой в наши дни столкнулось человечество, является непрерывное сжигание ископаемого топлива для производства энергии.

Это привело к ситуации, при которой содержание углекислого газа в атмосфере постоянно увеличивается в геометрической прогрессии. Это приводит к глобальному потеплению, которое будет очень пагубным, если немедленно не прекратится сжигание ископаемого топлива. В отсутствие дешевого альтернативного источника энергии этого не произойдет. Единственным источником энергии, который может обеспечить все энергетические потребности планеты, является солнечная энергия. Настоящей целью является не только предоставление альтернативы генерированию электричества, но также обеспечение того, чтобы все автомобили и другие машины, отопление домов зимой и любые другие энергетические потребности снабжались только посредством возобновляемых источников, таких как солнечные. Вкратце, люди не будут производить абсолютно никакого последующего загрязнения атмосферы этой планеты углекислым газом. Только тогда мы сможем гарантировать, что эта планета сможет поддерживать жизнь до тех пор, пока Солнце не станет сверхновой звездой. Единственный способ, при котором это произойдет, обеспечивается при помощи конструкции, которая является дешевой, простой для серийного производства, имеет низкие эксплуатационные расходы, высокую эффективность, является высокомеханизированной, требующей незначительного вмешательства человека, и имеет срок службы установки от 30 до 50 лет.

Наиболее важным фактором для успеха или неудачи любого проекта является цена конечного изделия. Независимо от того, сколько преимуществ солнечная энергия может иметь над ископаемым топливом или другими технологиями, мало шансов на успех, если цена солнечной энергии превышает цену других источников энергии. Следовательно, необходимо сконструировать солнечную энергоустановку, которая может предоставить бездотационную энергию с расходами, которые меньше или равны расходам любого ископаемого топлива.

Цель изобретения

Основной целью настоящего изобретения является преодоление недостатков/изъянов известного уровня техники.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление эффективной системы для генерирования электрической энергии и аккумуляирования тепла.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление установки для генерирования электричества из солнечной энергии эффективным образом.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление простого и экономически эффективного устройства в системе и установке, как описано выше.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление эффективного и дешевого блока аккумуляирования тепла.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление простой и экономически эффективной структуры для получения солнечного света.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление подходящей изоляции для системы для сведения к минимуму потери тепла.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление автоматической системы удаления пыли и очистки.

Еще одной целью настоящего изобретения является сведение к минимуму водопотребления почти до нуля, поскольку вода редко имеется в избытке в большинстве пустынь.

Эти и другие преимущества настоящего изобретения станут очевидны при прочтении следующего подробного описания в сочетании с прилагаемыми графическими материалами.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к системе для генерирования электрической энергии и аккумуляирования тепла при высоких температурах в диапазоне 700-1000 К или более, при этом указанная энергия генерируется из солнечной энергии, при этом указанная система содержит

первичный контур, при этом указанный первичный контур содержит по меньшей мере одну солнечную панель и по меньшей мере один блок аккумуляирования тепла, при этом указанный блок аккумуляирования тепла выполнен с возможностью получения и аккумуляирования тепловой энергии от указанной солнечной панели;

вторичный контур, функционально соединенный с указанным первичным контуром;

при этом указанная солнечная панель содержит несколько узлов отражающих тарелок, содержащих отражающие тарелки, имеющие отражающие поверхности, при этом указанная тарелка содержит приемник, расположенный внутри, по существу, прозрачного корпуса, при этом пространство между указанным приемником и прозрачным корпусом заполнено вакуумом, при этом указанный приемник герметически защищен внутри указанного корпуса и выполнен с возможностью получения и поглощения практически всего солнечного света, отраженного указанной тарелкой, при этом указанные тарелки расположены в непосредственной близости друг от друга без промежутка между ними, при этом расстояние от

фокальной точки тарелки до центра тарелки равно или меньше одной четверти диаметра тарелки;

при этом указанная тарелка содержит несколько гибких съемных частей для улучшения эффективности преобразования тепла в электричество, и причем указанная тарелка является таковой, что достигается высокий показатель концентрации солнечного света с незначительными потерями на повторное излучение для обеспечения высокой эффективности преобразования тепла в электричество.

Согласно одному варианту осуществления представлена система, где указанный узел отражающих тарелок дополнительно содержит

один или несколько трубчатых структурных элементов с двумя трубами для поддержки указанной тарелки;

при этом указанные структурные элементы содержат

две трубчатые опоры, расположенные, по существу, вертикально и расположенные на расстоянии друг от друга, так что указанная тарелка выполнена с возможностью перемещения в соответствии с положением солнца; указанные трубчатые опоры являются, по существу, полыми;

горизонтальную внешнюю трубчатую конструкцию, удерживающуюся с обоих ее концов посредством указанных двух трубчатых опор;

при этом каждая из указанных трубчатых опор содержит несколько труб, главным образом концентрически расположенных внутри указанных трубчатых опор, при этом указанные трубы соединены последовательно для обеспечения возможности прохождения горячей воды через трубчатые опоры, обеспечивая рассеивание избыточного тепла и поддерживая температуру воздуха вокруг тарелок выше точки конденсации воды;

при этом указанная горизонтальная внешняя трубчатая конструкция содержит внутреннюю трубу, герметически расположенную внутри горизонтальной внешней трубчатой конструкции, при этом между внутренней трубой и горизонтальной внешней трубчатой конструкцией имеется вакуумное пространство, при этом указанная горизонтальная трубчатая конструкция соединена с приемником, расположенным внутри, по существу, прозрачного корпуса, при этом указанный приемник герметически защищен внутри указанного корпуса и выполнен с возможностью получения и поглощения практически всего солнечного света, отраженного указанной тарелкой;

при этом указанная внутренняя труба имеет средство многослойной вакуумной изоляции по всей длине и вокруг вакуумного пространства, доступного между внешней поверхностью указанной внутренней трубы и внутренней поверхностью горизонтальной внешней трубчатой конструкции, и

при этом указанная внутренняя труба содержит угловые изгибы для предоставления возможности расширения или сжатия, тем самым устраняя необходимость в расширительных или подвижных соединениях, в то же время обеспечивая возможность использования одной непрерывной трубы посредством всех сварных соединений во всей солнечной панели с двумя трубами и определяет проход для протекания инертного газа через указанный приемник, тем самым обеспечивая возможность осуществления отвода тепла, собранного на приемнике, на внутреннюю трубу следующей тарелки узла до тех пор, пока указанный инертный газ не достигнет необходимой температуры, при которой указанный инертный горячий газ направляется на блок аккумулялирования тепла и теплообменники вторичного контура.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанная тарелка представляет собой композитный лист, имеющий толщину менее 1 мм, содержащий тонкий материал с гладкой поверхностью, присоединенный для прочности к тонкому опорному металлическому листу и не имеющий дополнительной опорной конструкции для прочности.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный лист с гладкой поверхностью содержит зеркало с передней стороной, защищенной микроскопически тонким покрытием из диоксида кремния.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный трубчатый структурный элемент дополнительно содержит трубу, по существу, перпендикулярную указанной горизонтальной внешней трубчатой конструкции и расположенную главным образом в центре указанной горизонтальной внешней трубчатой конструкции.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный приемник расположен в фиксированной фокальной точке указанной отражающей тарелки.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где вся двойная система труб и приемник зафиксированы во всех направлениях и не могут перемещаться или вращаться.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный приемник представляет собой сферическое металлическое абсолютно черное тело, соединенное с внутренними трубами в первичном контуре и окруженное прозрачным корпусом, при этом пространство между приемником и прозрачным корпусом заполнено вакуумом.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, дополнительно содержащая многослойный экран для указанной внутренней трубы, при этом многослойный экран обеспечивает двойную функцию, заключающуюся в предоставлении теплоизоляции и опоры для системы внутренних труб, в то же время предотвращая контакт между внутренней и внешней трубами.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный узел отражающих

тарелок дополнительно содержит

один или несколько электроприводов, расположенных на вертикальной опоре для труб над приемником и выполненных с возможностью управления перемещением указанной отражающей тарелки вокруг различных осей; и

схему, управляемую микропроцессором, выполненную с возможностью управления указанными электроприводами для перемещения отражающей тарелки в соответствии с положением солнца так, что солнечный свет попадает на приемник в течение максимального периода времени.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный узел отражающих тарелок содержит опорные диски, расположенные внутри горизонтальной внешней трубчатой конструкции, для поддержки внутренних труб.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный узел отражающих тарелок дополнительно содержит несколько тонких дисков для предоставления опоры для внутренних труб, расположенных в горизонтальной внешней трубчатой конструкции.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный тонкий диск содержит двенаправленные запорные клапаны с низкой теплопроводностью для обеспечения сохранности вакуума в первичном контуре в случае повреждения какой-либо небольшой секции первичного контура.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанное средство многослойной изоляции теплового излучения содержит тонкий лист металла, имеющий слабую теплопроводность и хорошую отражаемость, свернутый с образованием рулона, имеющего несколько слоев из металлического листа, так что между двумя слоями поддерживается соответствующий промежуток/зазор.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный тонкий лист металла содержит несколько выступов или разделительный элемент любой другой формы, предотвращающий вхождение слоев в какой-либо значительный контакт друг с другом.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, которая состоит из нескольких полых цилиндров, имеющих различные диаметры, расположенных один внутри другого, выполненных из тонколистового металла с выступами или разделительным элементом любой другой формы, предназначенным для предотвращения соприкосновения отдельных цилиндров.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, которая дополнительно содержит устройства для предохранения системы от пыли, при этом указанное устройство содержит

вертикальный позитивно заряженный фильтр вокруг указанного узла тарелок, так что отсутствует препятствие для поступающего солнечного излучения, в то время как он эффективен в улавливании большинства частиц пыли и снижении скорости ветра почти до нуля; и

ионизатор воздуха, содержащий несколько ионизирующих стержней, при этом указанный ионизатор расположен на указанной, по существу, вертикальной трубчатой опоре.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где отражающие тарелки негативно заряжены для отталкивания негативно заряженной пыли.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, которая дополнительно содержит механизмы сухой очистки, при этом каждый из указанных механизмов сухой очистки предусмотрен в указанном узле тарелок, при этом указанный очистительный механизм содержит

один или несколько скребков, закрепленных на тарелке и имеющих такой же профиль, как и форма тарелки, при этом указанные скребки оснащены одним или несколькими очистительными материалами;

один или несколько двигателей, функционально соединенных с указанными скребками для запуска указанных скребков.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный механизм содержит рукав для воздуха, при этом указанный рукав для воздуха функционально прикреплен к указанному скребку, так что поддерживается регулируемое давление воздуха во время вращения скребка.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный блок аккумуляции тепла выполнен с возможностью работы при атмосферном давлении, при этом указанный блок аккумуляции тепла содержит

первую цилиндрическую основную часть;

вторую цилиндрическую основную часть большего размера, чем указанная первая цилиндрическая основная часть, при этом указанная вторая цилиндрическая основная часть, по существу, концентрически охватывает указанную первую цилиндрическую основную часть, при этом между ними остается заданное пространство;

несколько металлических труб, каждая из которых соединена с другой посредством ребер, при этом указанные несколько труб расположены внутри указанной первой цилиндрической основной части таким образом, что образуется множество сегментов с использованием указанных ребер для осуществления передачи тепла от среды аккумуляции или к ней.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный блок аккумуляции тепла дополнительно содержит высокотемпературную многослойную изоляцию в пространстве между указанными первой и второй цилиндрическими основными частями.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанная среда аккумуляции

вания тепла в блоке аккумулирования тепла является песком.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный блок аккумулирования тепла заполнен инертными газами, такими как аргон или гелий, для снижения вероятности окисления труб.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, где указанный блок аккумулирования тепла дополнительно содержит многослойную изоляцию на своих верхней и нижней сторонах.

Согласно другому варианту осуществления представлена система, которая дополнительно содержит второй блок аккумулирования тепла передачи энергии, выполненный из сплошного цилиндра из железа/мягкой стали с каналами для обеспечения возможности протекания теплоносителя, при этом указанный блок аккумулирования тепла имеет полость под давлением, заполненную волокнистой высокотемпературной изоляцией для изолирования верхней и нижней частей, и железную/стальную сердцевину для аккумулирования тепловой энергии.

Далее представлено упрощенное изложение изобретения с целью предоставления базового понимания некоторых аспектов изобретения. Это изложение не является широким обзором настоящего изобретения. Оно не предназначено для определения ключевых/критических элементов изобретения или для ограничения объема изобретения. Его единственной целью является представление некоторого понятия изобретения в упрощенной форме в качестве вступления к более подробному описанию изобретения, представленному далее.

Основная компоновка установки показана на фиг. 1. Секция, содержащая вторичный контур, состоящий из турбины, генератора и конденсаторного блока, такая же, как любая другая энергоустановка, например ядерная, газовая, угольная, и, следовательно, не будет обсуждаться. Заявляемая конструкция полностью сфокусирована на секции первичного контура, состоящего из солнечной панели и блока аккумулирования тепла. Основным приоритетом при конструировании солнечной панели был выбор конструкции, которая может достичь высокой эффективности, легко изготавливается с использованием недорогих материалов, имеет длительный срок службы, требует низких эксплуатационных расходов и может работать в течение всего срока службы установки с незначительным вмешательством человека. Поскольку солнечные установки будут всегда устанавливаться в пустынях, где окружающая среда очень пыльная и имеет высокие скорости ветра вследствие плоского открытого ландшафта, то любая успешная конструкция не должна зависеть от воздействия этих условий.

Не менее важным является конструирование эффективного и дешевого блока аккумулирования тепла, который гарантирует, что установка может работать на полную мощность в течение года независимо от окружающих условий. В настоящее время большинство существующих солнечных установок выполнены с блоками аккумулирования, которые могут обеспечить лишь несколько часов резервной работы, что неприемлемо даже отдаленно. Следует признать, что даже в пустыне всегда могут возникнуть периоды, которые могут продолжаться в течение нескольких дней, когда солнечный свет не будет доступен вследствие облаков, пыльных бурь или по техническим причинам. Поскольку целью настоящего изобретения является обеспечение того, что все формы энергетических потребностей удовлетворены посредством лишь солнечной энергии или других возобновляемых средств, то они могут не поддерживаться с использованием ископаемого топлива. Следовательно, любой блок аккумулирования тепла солнечной установки должен быть в состоянии обеспечить полную мощность даже в том случае, если солнечный свет отсутствует в течение нескольких дней или дольше.

Еще одной технической трудностью, с которой сталкиваются солнечные энергоустановки, является большая разница в энергии, которая доступна летом по сравнению с зимой. Потребление энергии зимой может быть довольно значительным, особенно в странах, которые обладают суровыми зимами. В случае если город находится достаточно близко к солнечной энергоустановке (например, несколько сотен километров), тепловая энергия может быть непосредственно взята из избыточного тепла от вторичного контура. Преимуществом этого будет то, что она является небольшой потерей энергии. Однако, по всей вероятности, большинство городов будет находиться намного дальше от солнечной энергоустановки и, следовательно, должно будет использовать электричество для обогрева и приготовления пищи. Учитывая, что полезная энергия, доступная от солнца зимой, может составлять лишь 50% или меньше от доступной энергии летом, в этих местах, которые находятся далеко от экватора, единственными доступными возможностями будет постройка блока аккумулирования тепла значительной избыточной мощности или постройка достаточно большого блока аккумулирования тепла для покрытия любого дефицита вследствие отсутствия солнечного света зимой. Это экономически непрактично. Простым решением будет постройка всех установок достаточно близко к экватору, например в пределах 40° к северу или югу от экватора, и передача электричества через высоковольтные провода в другие области.

Также вероятно, что большинство солнечных установок будет расположено вдали от океанов и будет иметь ограниченный доступ к любому типу воды. Следовательно, большинство установок будет иметь воздушное охлаждение. За исключением того факта, что охлаждающие башни используют очень большие количества воды, которые просто не будут доступны, также необходимо учесть, что солнечная панель очень большого размера значительно снизит температуры в этой области. Поэтому воздушное охлаждение будет достаточно эффективным, поскольку температура воздуха может поддерживаться в

необходимом диапазоне. Это приведет к немного более высоким начальным инвестициям и немного более низкой эффективности, но в большинстве случаев выбора нет.

Последним фактором, который также очень важен, является то, что вся установка и блок аккумуляции тепла должны быть сконструированы таким образом, чтобы являться более чем экологически чистыми. Другими словами, для изготовления всех компонентов установки должно быть необходимо минимальное количество энергии, не должны быть использованы токсичные химикаты, и все компоненты установки должны быть выполнены с возможностью полного биоразложения или повторного использования в конце срока службы. В любой момент в будущем, если установка больше не является необходимой, земля должна остаться в том же или лучшем состоянии, чем было до постройки установки. Учитывая все вышеупомянутые проблемы, был разработан описанный далее план.

Другие аспекты, преимущества и характерные особенности изобретения станут понятны специалистам в данной области техники из следующего подробного описания, в котором при рассмотрении совместно с приложенными графическими материалами раскрываются приведенные в качестве примера варианты осуществления изобретения.

Важные пункты конструкций солнечной панели и аккумулятора тепла

Существует несколько важных характерных особенностей, которые упомянуты в списке ниже, которые дают краткое представление о конструкции установки.

1) Параболическая тарелка относительно небольшого размера используется и формируется посредством штамповки или под вакуумом из тонкого композитного листа металла или акрила, стекла, ПВХ или пластика.

2) Тарелка является сверхлегким зеркалом, весом предпочтительно менее 1 кг.

3) Каждая тарелка сформирована в форме параболической тарелки и покрыта алюминием или серебром.

4) Зеркала с передней стороной будут использованы с тонким защитным покрытием двуокиси кремния. Зеркала с задней стороной, изготовленные из стекла или другого материала, могут быть также использованы с более низкой эффективностью.

5) Между тарелками практически нет пространства.

6) Каждая тарелка имеет квадратную форму, если позволяют условия.

7) 2 двигателя управляют положением каждой тарелки, и все они управляются с главного компьютера.

8) Самая низкая точка любой тарелки находится на 1,5-2 м над землей и совсем не соприкасается с землей. Это свободное пространство используется в служебных целях.

9) Даже если некоторые тарелки работают неправильно, они не препятствуют свободному перемещению других тарелок, даже в том случае, если между тарелками отсутствует пространство.

10) Фокальная точка тарелок фиксирована и никогда не перемещается. Тарелки перемещаются вокруг этого фиксированного фокуса и подвешены в воздухе посредством опорных стержней.

11) В первичном контуре отсутствуют подвижные соединения.

12) Первичный контур имеет 2 трубы, внутреннюю трубу и внешнюю трубу.

13) Стальные трубы диаметром 1-2 см формируют внутреннюю трубу первичного контура.

14) Внешняя труба используется для поддержки внутренней трубы, а также тарелок.

15) В первичном контуре используется газовый теплоноситель, такой как гелий, который не вступает в реакцию с внутренними стенками первичного контура даже при высоких температурах в течение всего срока службы установки.

16) Пространство между внутренней и внешней трубой заполнено вакуумом.

17) Многослойная тонколистовая изоляция теплового излучения с высоким показателем отражения в вакууме используется во всем первичном и вторичном контурах для снижения потерь тепла почти до нуля.

18) Все соединения сварены для низких эксплуатационных расходов и долгого срока службы.

19) Средства обеспечения осуществлены в рамках конструкции для обеспечения теплового расширения и сжатия.

20) Если в первичном контуре происходит какой-либо сбой, то самоуплотняющаяся конструкция обеспечивает то, что лишь небольшая секция контура будет работать неправильно, и установка продолжит работу практически на полной мощности.

21) Возможны очень высокие температуры, ограниченные лишь техническими ограничениями материалов, доступных при современных технологиях.

22) Конструкция солнечной панели обеспечивает то, что тарелкам потребуется минимальная очистка в течение всего срока службы установки, что было бы затруднительно при современной конструкции.

23) В случае если тарелке потребуется влажная очистка, она будет заменена другой тарелкой и отправлена на местную очистительную установку.

24) Ионизаторы воздуха используются для зарядки частиц пыли для обеспечения того, что пыль извлечена из воздуха и направлена в сторону от отражающей поверхности тарелки.

25) Воздушные фильтры типа podobного тем, что используются в кондиционерах воздуха, но не ограничиваясь ими, размещены в вертикальных положениях на всех четырех сторонах тарелок. Эти филь-

ры дешевы, очень эффективны при улавливании пыли и очень эффективны при снижении скорости воздуха, следовательно, обеспечивая защиту от ветра и пыли тарелкам и двигателям слежения.

26) Любая пыль, которая не попадает в систему удаления пыли и оседает на отражающей поверхности тарелки, удаляется посредством вращающегося роботизированного скребка, оснащенного микроволоконистой тканью и средством снабжения сжатым воздухом.

27) Для тех областей, где часто идет дождь, тарелки могут быть также заключены в отдельный воздухо-непроницаемый, пыленепроницаемый и водонепроницаемый корпус, который так же эффективен, как очень большая "теплица". Корпус полностью изготовлен из очень дешевого прозрачного тонкого чистого небьющегося гибкого материала с низким показателем рефракции и высокой прочностью на растяжение.

28) Поверхность защитного материала может быть покрыта противоотражающим покрытием для улучшения эффективности.

29) Внутри защитного корпуса находится очищенная от пыли контролируемая среда с низкой влажностью для снижения коррозионных эффектов до незначительных.

30) Защитный корпус также способствует защите тарелок от ветра.

31) Давление внутри защитного корпуса может быть увеличено или снижено в случае высоких скоростей ветра для защиты структуры.

32) Опорная структура труб первичного контура также является опорой защитного корпуса.

33) Автоматические очистительные машины непрерывно перемещаются по небольшим направляющим, предоставленным над опорной структурой, для очистки внешней поверхности защитного корпуса.

34) Конструкция является таковой, что может быть изготовлена установка любого необходимого размера.

35) Теплоноситель первичного контура сначала поступает в блок аккумуляции тепла.

36) В блоке аккумуляции тепла используется сочетание железа и песка в качестве среды аккумуляции энергии.

37) Трубы с ребрами проходят через песок, которые используются для добавления или извлечения тепла из песка.

38) Блок аккумуляции тепла имеет форму цилиндра или любую другую соответствующую форму.

39) Стороны цилиндра и верхняя поверхность изолированы посредством толстой высокотемпературной изоляции.

40) Нижняя поверхность цилиндра не изолирована. Сам песок действует в качестве изолятора.

41) Некоторое количество избыточного тепла от установки рассеивается внутри солнечной панели. Вертикальные опоры для труб для первичного контура являются полыми и соединены последовательно посредством труб, и через эти трубы проходит горячая вода. Ребра могут быть использованы для увеличения потери тепла в этих опорах для труб при необходимости. Это обеспечивает, что температура воздуха над и под солнечной панелью поддерживается в допустимых диапазонах.

Описание прилагаемых графических материалов

Вышеизложенные и другие аспекты, особенности и преимущества нескольких приведенных в качестве примера вариантов осуществления настоящего изобретения станут более очевидны из следующего описания в сочетании с прилагаемыми графическими материалами, на которых:

на фиг. 1 показана схематическая компоновка всей энергоустановки;

на фиг. 2 показана структура отдельной тарелки вместе с внешней и внутренней трубой, установленными вместе с многослойной изоляцией и автоматическим скребком для сухой очистки; также показан приемник концентрированного света вместе с двумя приводными двигателями;

на фиг. 3 показана схема внутренней компоновки трубы, как было бы видно, если разрезать фиг. 2 на две части по центру вдоль сечения AA, показанного на фиг. 2;

на фиг. 4 показано, как тарелки будут соединены вместе, а также опорные структуры;

на фиг. 5 показано положение вертикально размещенных фильтров, предназначенных для улавливания и удаления пыли и обеспечения защиты от ветра, а также размещение наконечников ионизаторов воздуха;

на фиг. 6 показан вид сверху нескольких тарелок со всеми опорными структурами за исключением фильтров и роботизированного скребка (и защитного корпуса и направляющих для очистки и технического обслуживания в случае установок, расположенных в дождливых областях);

на фиг. 7 показано, как установлены защитный корпус и направляющие;

на фиг. 8 показан вид сверху с угла установки, на котором показана панель сбора солнечного света с защитным корпусом, а также служебными направляющими; несмотря на то, что защитный корпус является прозрачным и внутренний механизм и тарелки будут четко видны, они специально не были показаны для лучшего представления о том, какие форму и внешний вид будет иметь внешний защитный корпус;

на фиг. 9 показано, как будет выглядеть установка при рассмотрении небольшой секции сверху под прямым углом;

на фиг. 10 показана секция теплового экрана, использованного в вакуумной изоляции горячих внутренних труб;

на фиг. 11 показана одна из опор, использованных для обеспечения того, что внутренняя труба находится на своем месте;

на фиг. 12 показана опора, использованная в месте, где стеклянная или пластиковая емкость соединяется с внешней трубой; она имеет двунаправленный запорный клапан для обеспечения сохранности вакуума в случае, если стекло разобьется;

на фиг. 13 показан основной внешний вид блока аккумуляирования тепла;

на фиг. 14 показан вид сверху блока аккумуляирования тепла при рассмотрении сверху, если верхняя часть была срезана вдоль сечения ВВ, на котором четко показано, как расположены трубы, ребра теплоотвода и песок;

на фиг. 15 снова показан трехмерный вид блока аккумуляирования тепла с вырезанной секцией СС;

на фиг. 16 показан блок аккумуляирования тепла, в котором используется сплошная цилиндрическая сердцевина из железа в качестве среды аккумуляирования тепла.

Специалистам в данной области техники будет понятно, что элементы на фигурах проиллюстрированы для простоты и ясности и могут быть изображены не в масштабе. Например, размеры некоторых элементов на фигуре могут быть преувеличены относительно других элементов для улучшения понимания различных приведенных в качестве примера вариантов осуществления настоящего изобретения. Следует отметить, что на всех графических материалах одинаковые ссылочные позиции использованы для изображения одних и тех же или подобных элементов, особенностей и структур.

Подробное описание изобретения

Следующее описание со ссылкой на прилагаемые графические материалы предоставлено для содействия полному пониманию приведенных в качестве примера вариантов осуществления изобретения, как определено пунктами формулы изобретения и их эквивалентами. Оно включает различные конкретные подробности для содействия этому пониманию, но они должны рассматриваться лишь в качестве примера.

Соответственно специалистам в данной области техники будет понятно, что различные изменения и модификации вариантов осуществления, описанных в настоящей заявке, могут быть осуществлены без отступления от объема и сущности изобретения. Кроме того, описания широко известных функций и конструкций пропущены для простоты и удобства.

Термины и слова, использованные в следующем описании и пунктах формулы изобретения, не ограничены библиографическими значениями, но использованы автором изобретения лишь для предоставления четкого и целостного понимания изобретения. Соответственно специалистам в данной области техники будет понятно, что следующее описание приведенных в качестве примера вариантов осуществления настоящего изобретения предоставлено лишь с целью иллюстрации, а не с целью ограничения изобретения, как определено прилагаемыми пунктами формулы изобретения и их эквивалентами.

Следует понимать, что формы единственного числа включают ссылочные значения множественного числа, если в контексте четко не указано иное.

Термин "по существу" означает, что упомянутая характеристика, параметр или значение не должны быть в точности достигнуты, а именно, что отклонения или вариации, включающие, например, допуски, погрешности измерения, ограничения точности измерения и другие факторы, известные специалистам в данной области техники, могут возникать в величинах, которые не исключают эффект, который должна была обеспечить характеристика.

Особенности, которые описаны и/или проиллюстрированы в отношении одного варианта осуществления, могут быть использованы таким же образом или подобным образом в одном или нескольких других вариантах осуществления и/или в сочетании с или вместо особенностей других вариантов осуществления.

Следует подчеркнуть, что термин "содержит/содержащий" при использовании в этом описании указывает на наличие изложенных особенностей, целых, этапов или компонентов, но не исключает наличие или добавление одной или нескольких других особенностей, целых, этапов, компонентов или их групп.

Система настоящего изобретения содержит параболическую тарелку, как показано на фиг. 2 (четыре угловых элемента 22 не были показаны на этой фигуре, так что другие особенности более заметны), для получения очень высокого показателя концентрации солнечного света, который обеспечивает возможность работы при высоких температурах. Причиной этого является то, что чем выше рабочая температура, тем выше будет эффективность преобразования тепла в электричество. Размер тарелки относительно небольшой, порядка 1-2 м диаметром, так что она может быть изготовлена из одного тонкого листа металла и тонкого листа ПВХ, акрилового или любого другого подходящего материала с использованием таких процессов как штамповка или вакуумное формование и т.д. После придания металлическим и огнестойким полимерным листам с гладкой поверхностью необходимой параболической формы, они соединяются вместе. Передняя сторона этой тарелки из композитного материала затем покрывается алюминием или серебром и защищается посредством тонкого слоя двуокиси кремния. Это обеспечивает очень точную высокую скорость производства при низкой стоимости, что является существенным для

любой солнечной установки. Если солнечная энергия будет использована в каком-либо значительном масштабе, тогда понадобится несколько миллиардов отражателей каждый год. Естественно, необходимо, чтобы использовался простой процесс для производства в таком масштабе. Следует понимать, что в настоящем варианте осуществления изобретение было описано при наличии параболической тарелки такого размера, как изложено в настоящей заявке выше. Однако такие размеры могут изменяться на практике и в соответствии с требованием/мощностью установки. Тем не менее, такое изменение будет рассматриваться как находящееся в пределах объема настоящего изобретения.

Металлопластиковый композитный лист 10, использованный в отражающей тарелке, имеет несколько преимуществ над отражателями на основе стекла. Стоимость его изготовления намного ниже, и его легче изготовить в крупном масштабе, он не сломается и будет иметь более легкий вес. Еще одно преимущество использования металлического композитного листа в форме параболической тарелки относительно небольшого размера заключается в том, что очень тонкий лист металла имеет достаточную прочность для поддержания своей формы без какой-либо структурной опоры. Металлический лист обеспечивает прочность, и тонкий огнестойкий гибкий лист обеспечивает гладкую отражающую поверхность с покрытием из алюминия или серебра на одной поверхности. Результатом является очень легкая тарелка, что является существенным для заявляемой конструкции, поскольку, как показано на фиг. 2, приводные двигатели 13 и 14 являются значительным механическим недостатком.

Зеркала, передняя часть которых покрыта защитным покрытием из очень тонкого слоя двуокиси кремния, будут предпочтительным выбором (зеркала с задней стороной могут быть также использованы при необходимости). На это есть несколько очень важных причин. Зеркало с передним покрытием имеет более высокую отражаемость, чем зеркало с задним покрытием, поскольку свету не потребуется дважды проходить через основной материал. Наиболее прозрачное стекло имеет пропускную способность, составляющую приблизительно 90%, так что использование стеклянного зеркала с задним покрытием приведет приблизительно к 20% снижению эффективности. Еще одной важной причиной является способность пыли прилипать к различным материалам. Автором настоящего изобретения было замечено, что зеркало с передней стороной с защитной пленкой из двуокиси кремния является поверхностью, на которую пыль очень слабо прилипает. Большая часть пыли просто спадает с поверхности, которая удерживается в вертикальном положении, и оставшееся количество может быть легко удалено посредством сжатого воздуха низкого давления, или микроволокнистой ткани, или пылеочистителя без царапин на основном материале. Даже после нескольких сотен раз оседания пыли на отражателе и его очистки посредством микроволокнистой ткани не возникло никаких значительных царапин на отражающей поверхности. Все зеркала с задней стороной, будь то стеклянные, акриловые, пластиковые или из ПВХ, показали по меньшей мере в 10-100 раз большую склонность к накоплению пыли, и удалить пыль было намного сложнее. Это может происходить вследствие статических зарядов или по другим причинам, что приводит к явному предпочтению зеркал с передней стороной с точки зрения пыли.

Следовательно, небольшого вращающегося скребка 48, прикрепленного в центре каждой тарелки, с микроволокнистой тканью, прикрепленной между нижней поверхностью скребка и отражающей поверхностью, или средством снабжения сжатым воздухом, достаточно для автоматической очистки отражающих поверхностей. Вращающийся скребок 48 может быть активирован посредством приводного двигателя 49 каждый раз, когда будет определено, что отражающей поверхности необходима очистка. Использование этой автоматической системы сухой очистки является необходимым в окружающей среде, в которой имеется большое количество пыли и отсутствует вода.

В сухих окружающих средах легко удалить пыль с зеркала с передней стороной посредством микроволокнистой ткани, но в сочетании с дождем или росой пыль прилипает к поверхности с намного большим сцеплением. Вода будет также оставлять пятна воды на поверхности, и это снизит отражаемость поверхности. Будут случаи, когда тарелкам 10 может понадобиться процесс влажной очистки, например после дождя. В таких случаях тарелки 10, которые должны быть очищены, будут сняты, заменены другими и отправлены на местную установку для влажной очистки. Эта установка повторно использует всю воду, так что отсутствует расход воды.

Существует одна важная причина, по которой было выбрано воздушное охлаждение избыточного тепла от конденсатора (другой причиной, очевидно, является нехватка воды в пустынях). Если большая часть энергии извлекается из области, в которой расположена солнечная панель, то может возникнуть ситуация, при которой сильно снизится температура воздуха. Это может привести к значительной конденсации воды в виде росы, особенно ночью и рано утром, что приведет к необходимости очень частой влажной очистки отражателей 10. Затраты на оплату труда и материалы будут настолько высокими, что приведут к экономической нецелесообразности установки. Ребристые вертикальные опоры 23, которые поддерживают солнечную панель и трубы 19, рассеивают все избыточное тепло в этой области и обеспечивают, что температура воздуха не снизится до точки, при которой возможно образование росы. Эти опоры 23 являются полыми, и в них закачивается горячая вода через трубу 51 (см. фиг. 3), обеспечивая рассеивание избыточного тепла и поддерживая температуру воздуха вокруг тарелок выше точки конденсации воды. Опоры 23 для труб и трубы 51 последовательно соединены, так что горячая вода протекает от первой опоры 23 к другой опоре и после того, как температура достаточным образом снизилась, воз-

вращается на теплообменник установки для повторного нагрева.

Одним из главных недостатков существующих конструкций является то, что впустую тратится большое количество земли, поскольку в большинстве случаев лишь приблизительно 25% или меньше текущей земли, занятой установкой, покрыто отражателями 10. В наши дни это не является проблемой, но, если солнечная энергия экономически эффективна и имеет широкий глобальный масштаб, то возникают очевидные проблемы, такие как стоимость и доступность земли и т.д. Поэтому система согласно настоящему изобретению была изготовлена таким образом, что тарелки 10 практически касаются друг друга (см. фиг. 6), когда солнце непосредственно перпендикулярно Земле. Кроме того, параболические тарелки имеют квадратную форму, а не круглую, как показано на фиг. 6, так что собирается практически 100% солнечного света. Очевидным преимуществом этого является то, что приблизительно 25% дополнительной энергии собрано фактически без дополнительных начальных инвестиций. Единственной затратой является добавление четырех гибких "угловых элементов" 22 к круглой параболе, так что она охватывает квадратную область. При необходимости установка может быть также использована без добавления этих четырех "угловых элементов" 22 к круглой тарелке, единственным результатом чего будет более низкая эффективность. Это может быть необходимо в некоторых случаях, когда температура области может сильно снизиться вследствие извлечения слишком большого количества солнечного света из этой области.

Каждая тарелка имеет два двигателя 13 и 14, которые независимо управляют положениями осей X и Y, как показано на фиг. 3. Двигатель 13 использует передаточный механизм 24 для вращения кронштейна 16, тогда как двигатель 14 вращает цилиндрическую втулку 26. Использован очень тонкий лист металла, что приводит к очень дешевой и легкой тарелке. Вследствие очень легкого веса тарелок очень небольших двигателей будет достаточно для перемещения тарелки, что обеспечит возможность использования дешевых двигателей даже несмотря на то, что двигатели будут являться механическим недостатком. Для каждой тарелки 10 назначаются уникальные координаты X и Y, где первая тарелка имеет координату 1,1, а координата всех остальных тарелок определяется посредством их расположения на сетке координат X и Y. Каждая тарелка 10 имеет схему управления с микропроцессором, в память которого встроено уникальное расположение этих тарелок. Задачей схемы является управление двигателями 13 и 14 так, что тарелка 10 будет следовать за солнцем, и обеспечение того, что солнечный свет постоянно сфокусирован на приемнике 12. Управление положением всех тарелок в любой момент времени осуществляется с помощью главного компьютера, который математически вычисляет положение солнца, а также постоянно осуществляет перекрестную проверку своих математических вычислений посредством датчика слежения за солнцем. Дополнительное ручное управление может быть также выполнено при необходимости. Каждый раз, когда центральному компьютеру необходимо переместить какую-либо тарелку, он сперва отправляет координаты тарелки, которую необходимо переместить, с последующей величиной, на которую необходимо переместить тарелку. Тарелка перемещается только в том случае, если координата X,Y, отправленная компьютером, совпадает с сохраненными в памяти микропроцессора координатами этой конкретной тарелки.

Каждая тарелка соединена с приводными двигателями посредством кронштейнов 16, которые являются единственной опорой, которую получает тарелка 10. Самая низкая точка любой тарелки находится приблизительно в двух метрах над землей (см. фиг. 4). Поскольку отсутствуют пространства между какими-либо тарелками, это пространство будет являться единственным способом для обеспечения ремонта и технического обслуживания для всей панели отражающих тарелок 10, механизированных приводов 13 и 14 и труб (трубчатых структурных элементов) 17, 19 и 20 первичного контура. Функцией трубы 20 (еще одного трубчатого структурного элемента), которая, по существу, перпендикулярна относительно трубчатого структурного элемента, является обеспечение свободного перемещения к тарелкам в зимнее время, когда солнце будет находиться под углом. Длина трубы 20 будет становиться тем длиннее, чем дальше от экватора расположена установка. Поскольку размеры установки будут очень большими, возможно, несколько километров в обоих направлениях, то специально оборудованные работающие от аккумулятора моторные средства передвижения будут использовать это пространство для эксплуатационных потребностей. Стратегически расположенные камеры, датчики температуры, тепловые датчики, датчики вибрации, а также другие датчики и обратная связь от отдельных схем каждой тарелки способствуют нахождению источника любой проблемы для непосредственного техобслуживания.

С таким большим количеством перемещающихся тарелок всегда будет существовать вероятность того, что несколько тарелок либо не будет перемещаться, либо будет находиться в неправильном положении по каким-либо причинам. Необходимо, чтобы эти неправильно работающие тарелки никак не препятствовали или затрудняли свободное перемещение правильно функционирующих тарелок, и, поскольку тарелки практически касаются друг друга, когда солнце находится непосредственно в зените, то может возникнуть каскадный эффект. Это может даже привести к непригодности установки в течение большей части времени. Следовательно, необходимо, чтобы неправильно работающие тарелки совсем не оказывали воздействие на какую-либо другую тарелку. Чтобы это обеспечить, расстояние от фокальной точки тарелки до центра тарелки должно равняться или быть меньше $D/4$, где D - диаметр тарелки. Четыре угловых элемента 22 тарелки, которые придают тарелке квадратную форму (см. фиг. 5), являются

гибкими и просто сгибаются при соприкосновении с чем-либо.

Как показано на фиг. 2 и фиг. 3 и 4, на которых показан вид в поперечном сечении АА, тарелки вращаются вокруг фиксированной фокальной точки 12, которая никогда не перемещается. Одним из главных преимуществ соблюдения фиксированной фокальной точки 12 является отсутствие необходимости в дорогих и потенциально ненадежных высокотемпературных подвижных соединениях. Все трубы остаются в фиксированном положении и тарелки 10 являются единственными подвижными частями. Весь солнечный свет концентрируется на небольшом сферическом абсолютно черном приемнике 12 после прохождения через стеклянную или пластиковую емкость 11. Приемник 12 окружен вакуумом для предотвращения потери тепла вследствие проводимости и конвекции. Этот небольшой сферический приемник 12 является единственной частью трубы, несущей теплоноситель первичного контура, которая не защищена многослойной изоляцией 21 и, следовательно, единственным местом, где осуществляется потеря какого-либо значительного количества энергии вследствие повторного излучения. Однако небольшая площадь поверхности приемника 12 обеспечивает, что количество потерянной энергии вследствие повторного излучения сведено к минимуму. Поскольку количество излучения пропорционально четвертой степени температуры, то даже небольшая область может излучать значительные количества энергии, если температура достаточно высокая. В действительности, это именно та потеря энергии вследствие излучения, которая серьезно ограничивает максимальную рабочую температуру, которая может быть достигнута во многих конструкциях солнечной энергоустановки (например, солнечной технологии с цилиндрическим отражателем, гелиоэнергетической установке башенного типа и т.д.), где область повторного излучения имеет большую площадь. Приемник 12 главным образом является сферой с полый оболочкой с покрытием, которое очень эффективно поглощает все длины волн света, а именно абсолютно черным телом. Он соединен посредством двух труб 17, впускной и выпускной, через которые инертный газ протекает под высоким давлением и отводит тепло, собранное приемником 12.

Внутренние трубы 17 соединены последовательно (см. фиг. 4), так что нагретый газ одной тарелки будет являться впускным газом приемника следующей тарелки до тех пор, пока газ не достигнет необходимой температуры, в результате чего горячий газ отправится на блок аккумуляирования тепла и теплообменники. После потери энергии и температуры этот охлажденный газ затем отправляется обратно внутрь первичного контура для повторного нагрева. Труба, по которой проходит газовый теплоноситель первичного контура, является отдельной непрерывной трубой, у которой сварены все соединения, так что останется меньше возможностей для сбоя. Это очень важно, поскольку из-за конструкции будет очень сложно получить доступ к этой трубе при возникновении какого-либо типа сбоя, и, следовательно, было бы предпочтительно, чтобы эта труба работала в течение всего срока службы установки без необходимости какого-либо технического обслуживания. Эта внутренняя труба 17 окружена вторичной трубой 19 и пространство между двумя трубами поддерживает вакуум для снижения потери тепла. Внешняя поверхность внутренней трубы 17 из нержавеющей стали хорошо отполирована для предоставления зеркальной поверхности для снижения излучения, а затем защищена очень тонким хорошо отполированным до зеркального блеска многослойным экраном 21 из нержавеющей стали (см. фиг. 2 и 10). Позолота может быть использована на многослойном экране 21 для улучшения эффективности экрана, но высокая стоимость золота делает его слишком дорогим. Подобная эффективность может быть достигнута посредством простого использования большего количества слоев хорошо отполированной стали. Вакуум между внутренними трубами 17 и внешними трубами 19 и многослойным экраном 21 обеспечивает поддержание практически нулевой потери тепла вследствие излучения от всех секций первичного контура за исключением небольшого сферического приемника 12.

Изгибы во внутренней трубе 17 (см. фиг. 3) обеспечивают возможность теплового расширения в трубах, которое может быть достаточно значительным между полуднем (временем максимального солнечного излучения) и ночным временем, когда трубы 17 могут иметь температуру окружающего воздуха. Следовательно, следует предположить, что трубы каждый день будут проходить через температурный цикл в диапазоне 700-1000 К, и предоставление свободного движения и расширения является существенным для внутренних труб 17. С таким широким температурным диапазоном тепловое расширение составляет приблизительно 2% для нержавеющей стали, и эта конструкция легко обеспечивает это движение. Опоры для внутренних труб 17, по существу, предоставлены многослойным тепловым экраном 21 (см. фиг. 10), а также дополнены сочетанием тонких проволок, соединяющих внутренние и внешние трубы, опорных дисков 25 (см. фиг. 3) типа, показанного на фиг. 11, и очень тонких дисков 34 с двусторонними запорными клапанами 33 (см. фиг. 12) из металлов с низкой теплопроводностью, такого как титан и т.д. Точные сочетание и расположение каждого типа опоры для оптимальной производительности будут экспериментально определены. Проволоки, как и следовало ожидать, обеспечивают наиболее низкую форму потери тепла вследствие малой площади поперечного сечения, но сами по себе не смогут обеспечить полную стабильность внутренней трубы 17 вследствие вибраций, вызванных внутренним потоком газа высокого давления. Перфорированные диски 25 обеспечивают большую поддержку, однако ограничивают тепловой поток вследствие небольшой площади поперечного сечения и большого расстояния, которое должно будет пройти тепло. Третьим типом опоры является очень тонкий лист из титана, который, по существу, является просто тонким листом 34 (см. фиг. 12) с небольшим встроенным за-

порным клапаном 33, который соединяет внешние и внутренние трубы. Они размещены лишь в некоторых местах, и в дополнение к тому, что они являются опорой, они действуют в качестве уплотнения любой секции, которая имеет свой вакуумного уплотнения, так что другие секции не будут подвержены воздействию локализованной проблемы. Например, они размещены в месте, где стекло 11 емкости соединяется с внешней трубой 20 (фиг. 3). Следовательно, если емкость 11 была разбита по каким-либо причинам, то вакуумное уплотнение во всей этой трубной секции продолжит работу без каких-либо проблем. Значительная часть опоры также обеспечена посредством уникальной конструкции теплового экрана 21, которая окружает всю внутреннюю трубу 17. Сочетание всех этих типов опор обеспечивает потерю тепла менее 10 Вт на метр длины трубы 17. При условии, что падающее излучение составляет 1000 Вт/м², эта потеря также находится в рамках требований. Если была использована десятислойная многослойная изоляция, то может быть понесена еще одна максимальная потеря в 5 Вт/м длины трубы. Эта потеря составляет лишь 1-2% от падающего излучения и является незначительной.

Многослойная изоляция (MLI) 21 показана на фиг. 10. Она состоит из очень тонкого листа (менее 0,1 мм толщиной) из материала с низкой теплопроводностью, такого как нержавеющая сталь, которая имеет высокую температуру плавления и хорошо отполирована до зеркального блеска с обеих сторон. MLI, используемая в спутниках, состоит из множества слоев из тонких листов, покрытых золотом и разделенных тканым материалом с низкой проводимостью в форме фаты. Эта конструкция будет иметь проблемы в температурном диапазоне в 1000 К, поскольку сложно будет изготовить подходящую эффективную изоляцию в форме фаты, и ее нелегко будет изготовить при крупномасштабном производстве или обеспечить структурную прочность для поддержания внутренней трубы 17, будет более дорогостоящей, поскольку позолота на обеих сторонах сделает ее чрезмерно дорогой, и ее будет сложнее установить в необходимой форме.

Многослойная изоляция, как проиллюстрировано на фиг. 10, может быть дополнительно сконструирована для замены опорных штифтов многочисленными небольшими выступами 47 в виде углублений, которые предотвращают прогиб и возможное соприкосновение между различными слоями вследствие деформации. Экран 21 предположительно будет работать при очень высоких температурах, ежедневно нагреваться и охлаждаться и предположительно проработает в течение всего срока службы без какого-либо технического обслуживания и, следовательно, эта модификация рассматривается в качестве необходимой. Это всего лишь длинный очень тонкий лист из металла (приблизительно 0,1 мм или тоньше), такого как нержавеющая сталь или любой другой соответствующий металл с низкой теплопроводностью, отполированный с обеих сторон до зеркального блеска. После полировки лист пропускают через вал, оснащенный большим количеством острых штифтов небольшого диаметра, расположенных приблизительно на расстоянии 1 см друг от друга, которые создают углубления на листе. Углубления 47 могут быть расположены на большем расстоянии друг от друга, чем 1 см, для снижения площади соприкосновения, но, поскольку система труб должна быть сконструирована таким образом, чтобы проработать по меньшей мере от 20 до 30 лет, поскольку техническое обслуживание было бы крайне затруднительным и дорогим, вероятнее всего будет использовано расстояние, равное приблизительно 1 см. Кроме того, отсутствуют известные данные о том, как будет происходить деформация металла в такой конструкции, так что лучше быть немного более осторожными, поскольку следует избегать ситуации, при которой листы соприкасаются друг с другом вследствие деформации, вызванной очень высокими температурами. Однако вследствие очень небольшой площади соприкосновения углублений 47 величина потери тепла вследствие проводимости будет составлять лишь несколько Вт/м длины. Острые штифты создают небольшое углубление (0,25-0,5 мм глубиной) на листе, которое предотвращает соприкосновение друг с другом различных слоев листа при свертывании листа в рулон. Если углубление 47 менее, например 0,25 мм глубиной, то лист не рвется и углубление имеет гладкое округлое дно. Если углубление сделано немного глубже к точке, где лист рвется лишь в нижней части углубления, то можно получить поверхность, которая имеет очень острые и жесткие края 53 (см. фиг. 10), которая создает крайне небольшую область соприкосновения при свертывании листа в рулон. Любой тип углубления может быть использован, но для снижения теплопроводности до минимума необходимо иметь наименьшую область соприкосновения между двумя слоями для минимизации проводимости, следовательно, предпочтительным является углубление 47, которое рвется лишь на верхней части 53.

В идеале каждое кольцо MLI 21 не должно соприкасаться со следующим кольцом, но заявляемая конструкция достигнет почти таких же изолирующих свойств, поскольку лист очень тонкий. Если толщина листа менее 0,1 мм, то потеря тепла вследствие проводимости может поддерживаться на уровне лишь нескольких Вт/м длины внутренней трубы 17. Однако важно, чтобы два слоя физически не соприкасались, поскольку это снизит изолирующие свойства экрана. Зазор между двумя слоями не является важным, они лишь не должны физически соприкасаться. Зазор в несколько мкм будет иметь такой же изоляционный эффект, как и промежуток в 1 м. Однако из практических соображений стоит поддерживать зазор, равный приблизительно 0,5 мм или около того, для того, чтобы учесть тот факт, что листы могут прогнуться или согнуться в течение срока службы установки. Необходимость ремонта или замены какого-либо экрана является громоздкой и дорогой процедурой, которая является весьма нежелательной.

Вторым способом изготовления теплового экрана 21 (см. фиг. 10) является использование полиро-

ванного листа, создание углублений 47, а затем разрезание листов на листы заданных размеров, так что посредством сварки могут быть изготовлены цилиндры увеличивающихся диаметров. Эти цилиндры затем будут располагаться внутри друг друга до тех пор, пока не будет образовано необходимое количество слоев экрана. Углубления 47 предотвращают соприкосновение друг с другом отдельных слоев цилиндров какой-либо значительной областью соприкосновения. Этот способ изготовления экрана имеет немного лучшие изоляционные свойства, поскольку снижается теплопроводность, но имеет немного более высокую стоимость производства и меньшую скорость производства вследствие необходимости сварки. Процесс сварки также немного снижает отражаемость в местах сварных соединений, так что чистое преимущество этого процесса может быть незначительным.

Какой бы метод не применялся, эта форма теплового экрана 21 имеет множество преимуществ, которые являются существенными для успеха этой конструкции. Крайне простая конструкция и использование соответствующих металлов обеспечивают чрезвычайно высокий уровень производства при вполне разумной стоимости. При нескольких миллиметрах пространства могут быть достигнуты такие же изоляционные свойства, как и при нескольких метрах традиционных высокотемпературных теплоизоляторов при очень небольшой доли стоимости. Вследствие изогнутой цилиндрической формы и предотвращающих небольшие соприкосновения углублений 47 тепловой экран согласно настоящему изобретению имеет значительную механическую прочность, даже при очень высоких температурах, и обеспечивает значительную поддержку внутренней трубы 17, при этом изолируя ее от внешней трубы 19. В секциях, где внутренняя труба 17 прямая, достаточно одного длинного цилиндра экрана 21. Там, где внутренняя труба 17 изогнута, тепловой экран 21 будет соответствовать кривой с использованием небольших секций со срезанными концами под соответствующим углом. Эти секции являются независимыми и не приварены друг к другу, следовательно, предоставляя внутренней трубе 17 пространство для расширения или сжатия во время изменений температуры. Эта конструкция экрана обеспечивает превосходную поддержку внутренней трубы 17 для предотвращения ее сгибания или прогиба, которая почти не имеет никакой другой поддержки (которая так необходима), в то же время не оказывая никакого сопротивления тепловому расширению или сжатию внутренней трубы 17. Поскольку экран всегда находится в вакууме, то нет никаких причин, по которым бы он не проработал даже в течение сотни лет, несмотря на очень неблагоприятные условия работы.

Внешние трубы 19 обеспечивают структурную поддержку и прочность всего первичного контура в дополнение к другим важным функциям. Внутренние трубы являются непрочными без жесткой опоры, предоставленной внешними трубами, и внешние трубы также необходимы для предоставления вакуумной защиты вокруг горячих внутренних труб для сведения потерь тепла к минимуму.

Если бы не превосходные изоляционные свойства вакуума в сочетании с MLI экраном 21, то потеря тепла была бы настолько высокой, что это сделало бы проект гораздо менее целесообразным. Всего лишь посредством увеличения количества слоев MLI экрана 21 потеря тепла может быть снижена до любой необходимой величины, и при этом не занимая много места.

Внешние трубы 19 и 20 также обеспечивают общую поддержку тарелок, которые подвешены в воздухе, единственной опорой которых являются внешние трубы. Все двигатели, электроника и приводные механизмы также зафиксированы на внешней трубе 20. Две вертикальные опорные трубы 23, вмонтированные в землю с обеих сторон тарелок 10, являются единственной опорой, предоставленной внешней трубой 19. Все соединения во внешних трубах также сварены для обеспечения длительного периода безотказной работы и сохранности вакуума между внутренними и внешними трубами. Внешние трубы работают в температурном диапазоне, равном приблизительно лишь 50 К или менее, и, следовательно, тепловое расширение составляет менее 1 мм/м длины трубы 19. Однако средство обеспечения для расширения и сжатия все еще необходимо и предоставляется посредством гибкого соединения 18, как показано на фиг. 2 и 3. Поскольку внешние трубы не работают в экстремальных условиях, то дешевая мягкая сталь может быть использована вместо высококачественной и дорогой низкоуглеродистой нержавеющей стали.

Вышеизложенная конструкция очень чувствительна к сильным ветрам вследствие значительного механического недостатка, который заключается в двигательном соединении. Одним из нежелательных решений этого недостатка было бы использование сверхпрочных частей и двигателей, которые могут сильно увеличить стоимость. Кроме того, вследствие очень пыльной и ветреной природы пустынь значительное количество пыли будет оседать на всех отражающих поверхностях. Это приведет к снижению эффективности, если не будет проводиться частая очистка. Однако вследствие параболических поверхностей очистка не всегда будет легкой, будет также потреблять большое количество воды и будет требовать много рабочей силы, что приводит к значительным расходам. Кроме того, частое удаление пыли и очистка значительно сократят срок службы отражающей поверхности, которая является очень чувствительной, что приводит к еще большим расходам.

Эта проблема решается посредством использования сочетания ионизаторов 52 воздуха, размещенных наверху опорной колонны 23, и фильтров 50 для пыли (см. фиг. 5), размещенных, по существу, в вертикальных положениях на всех четырех сторонах тарелок 10. Ионизаторы 52 воздуха заряжают частицы пыли, так что они прилипают к любой заземленной или противоположно заряженной поверхности. Тарелка 10 также поддерживает умеренный заряд такой же полярности, что и пыль, так что пыль оттал-

кивается от отражающей поверхности. Несмотря на то, что ионизаторы воздуха были разработаны для внутреннего использования, нет никаких оснований, чтобы эта технология не могла быть также использована на открытом воздухе. Наконечник ионизирующего стержня 52 размещается наверху опорных колонн 23 и это равномерное расположение на расстоянии друг от друга обеспечивает сравнительно равномерное распределение заряда и полный охват солнечной панели. Энергия, потребляемая ионизаторами воздуха, составляет очень небольшую долю от конечной энергии, выделяемой каждой тарелкой, так что их использование никак не повлияет на эффективность установки.

Вертикально размещенные фильтры 50 для пыли имеют две функции. Первой функцией очевидно является улавливание пыли в воздухе и ее всасывание. Второй функцией является предотвращение какой-либо прилагаемой ветром силы в отношении тарелки 10 для сбора солнечной энергии. Фильтры 50 размещены вертикально на всех четырех сторонах всех тарелок солнечной панели (см. фиг. 5). Эти фильтры никоим образом не препятствуют падающему солнечному излучению вследствие их расположения, и они очень эффективны при улавливании большинства частиц пыли и снижении скорости ветра вокруг тарелок практически до нуля, даже в условиях очень сильного атмосферного ветра. Это обеспечивает возможность работы в течение многих непрерывных недель или месяцев без необходимости влажной очистки тарелок 10, которая в этой конструкции является трудоемким и дорогим процессом. Если бы очистка тарелок 10 должна была осуществляться ежедневно, тогда бы сильно увеличались расходы на оплату труда и установка не была бы целесообразной при очень низкой и бездотационной стоимости электричества.

Фильтры 50 имеют низкую стоимость и очень простую конструкцию и немного похожи на те, что находятся в кондиционерах воздуха, или любого другого подобного типа. Целью является фильтр 50, который имеет очень небольшую массу или стоимость производства, но при этом способен эффективно улавливать частицы пыли и должен быть моющимся. Умеренно положительный заряд поддерживается на фильтрах 50, так что частицы пыли, которые были отрицательно заряжены посредством ионизаторов 52 воздуха, сильно притягиваются к фильтрам 50 и прикрепляются к ним. Каждый раз, когда фильтры 50 собирают достаточное количество пыли, их извлекают для процесса влажной очистки, подобного тому, которому подвергаются тарелки 10. В зависимости от условий эти фильтры 50 должны быть способны проработать в течение недель без очистки.

Третьей защитой от грязи является небольшой очень легкий роботизированный скребок 48 (см. фиг. 2), который имеет такую же профильную форму, как и отражающая поверхность 10 тарелки, с микроволокнистой тканью между ней и отражающей поверхностью. Небольшой двигатель 49, установленный ниже центра тарелки 10, вращает этот скребок раз в день или при необходимости для удаления пыли на постоянной основе. Был проведен тест, при котором пыль оседала на зеркале с передней стороной с защитным покрытием из двуокиси кремния, толщиной в несколько мкм. Затем пыль была удалена с использованием микроволокнистой ткани с приложением очень небольшого давления (давление на ткань с большей силой привело бы к появлению царапин на поверхности при накоплении некоторого количества пыли на ткани), и даже после 100 циклов очистки с использованием одной и той же ткани без промывки не появилось никаких значительных царапин на поверхности. К зеркалам с задней стороной грязь прилипает с гораздо большей силой, если основным материалом является стекло, акрил или любой другой полимер, что приводит к тому, что на поверхности остается некоторое количество пыли. Использование большего давления относительно микроволокнистой ткани улучшит очистку, но после нескольких циклов очистки при накоплении пыли на ткани она начнет оставлять значительные царапины на поверхности. Каждый раз, когда тарелки отправляются на влажную очистку, микроволокнистая ткань на роботизированном скребке 48 будет также отправлена на промывку.

Роботизированный скребок 48 может быть также установлен на рукаве для сжатого воздуха и может удалять пыль посредством давления воздуха при вращении. При использовании сжатого воздуха необходимо, чтобы сжатый воздух не содержал никакой влаги, иначе капли воды будут способствовать прилипанию пыли к поверхности, так что затем ее удалит лишь влажная очистка. Каждый раз, когда необходима очистка, открывается небольшой соленоидный клапан, обеспечивая возможность протекания сжатого воздуха внутрь роботизированного очистительного скребка, который затем выходит из скребка через небольшие отверстия вдоль всей длины скребка. Небольшой двигатель 49 вращает скребок 48 так, что может быть очищена вся поверхность тарелки.

Дождь является одним из аспектов, который представляет некоторую незначительную проблему, поскольку пыль утрачивает свой заряд и прилипает к отражающей поверхности. Кроме того, дождь также оставляет пятна от воды на отражающей поверхности, которые могут быть должным образом удалены лишь посредством влажной очистки. К счастью, в большинстве пустынь дождь идет лишь несколько дней в году, так что это не должно быть главной проблемой, а скорее незначительной помехой.

Еще одним решением, которое может быть использовано в случаях, если окружающая среда действительно слишком пыльная, или очень часто идет дождь, или распространены ветра ураганной силы, является обычное устранение пыли и ветра в целом посредством заключения всего первичного контура установки в том, что эффективно будет являться огромным стеклянным корпусом 29, как показано на фиг. 8. Этот защитный корпус приводит к значительному снижению эффективности установки, но также

имеет несколько важных преимуществ в предрасположенных к дождю окружающих средах. Все стены "стеклянного" корпуса зафиксированы и не перемещаются ни в каком направлении. Только вместо стекла предпочтительным материалом является огнестойкий пластичный полимер или тефлон. Стекло является слишком дорогим, намного более толстым и тяжелым, более предрасположенным к разрушению и обеспечивает меньшую передачу света, чем другие материалы. Естественно, использование прозрачного корпуса приводит к небольшому снижению эффективности вследствие поглощения и отражения материала корпуса. Величина поглощения может быть достаточно небольшой для некоторых материалов и, следовательно, может быть проигнорирована. Однако количество отраженного света зависит от угла падения света, и отражение может быть неприемлемо высоким при большом угле падения.

Угол падения света зависит от трех вещей. Во-первых, времени суток, во-вторых, расположения на планете относительно экватора и, в-третьих, времени года (зима или лето). Управление первым и третьим факторами невозможно, но проблемы, вызванные вторым фактором, могут быть взяты под контроль и устранены посредством простого обеспечения того, что установки расположены как можно ближе к экватору. К несчастью, не так много земли находится рядом с экватором, и то небольшое, что остается, это, как правило, тропический дождевой лес. Следовательно, следующим наилучшим расположением для установок будут тропики, где имеется избыточное количество земли в виде пустынь и где в течение года имеется достаточное количество солнечного света. Предположим, что установка была построена в тропике Рака. Летом в полдень солнце находится непосредственно в зените, и можно получить превосходную эффективность установки. Однако зимой вследствие наклона Земли на своей оси лучший угол падения в полдень будет равняться приблизительно 46° и хуже в любое другое время. Обычно для большинства материалов количество отраженного света в зависимости от угла падения составляет менее 10% в соответствии с углом падения падающего света, равняющимся приблизительно 60° , что полностью находится в рамках допустимых значений и быстро увеличивается за его пределами. Следовательно, любая установка в идеале должна быть расположена на экваторе и эффективность установки снижается при перемещении дальше на север или на юг от экватора. Фактически за пределами приблизительно 30° от экватора зимой эффективность очень сильно снизится, и установка будет неэффективной. Эта проблема может быть решена посредством наклона в направлении солнца верхней поверхности защитного корпуса вместо горизонтального положения. Однако снижение инсоляции при перемещении дальше от экватора снизит экономическую эффективность установки. К счастью, более чем достаточно пустыни, доступной рядом с тропиками. В этом аспекте Индия, Африка, Средний Восток, США, Южная Америка, Китай и Австралия хорошо расположены. Энергия для Северной Европы может быть легко предоставлена из Африки или Среднего Востока.

Затем при условии, что установка расположена достаточно близко к экватору, приблизительно 50% используемого солнечного света, полученного в любой день, находится в рамках 3-4 ч в течение полудня. В это время угол падения является большим и эффективность установки не нарушена. В ранние утренние часы и поздними вечерами, когда угол падения является очень высоким, в любом случае не так много доступной энергии, так что общая потеря не представляет большой проблемы. В общем, использование закрытой установки может привести к общему 15-25% снижению общей эффективности установки летом и 25-40% снижению зимой. Это приведет к среднегодовой потере, равной приблизительно 20-30%. Эти цифровые данные, конечно же, будут зависеть от расположения относительно экватора и могут быть выше при большем отдалении от экватора. Эта потеря может быть снижена приблизительно на 50% посредством использования противоотражающих покрытий на поверхности защитных листов 29. Однако текущая стоимость противоотражающих покрытий достаточно высока, поскольку оно выполнено в небольшом масштабе, и, следовательно, это не может быть использовано в начальной стадии. Весьма вероятно, что стоимость очень сильно снизится после использования в таком крупном масштабе.

Однако следует учитывать преимущества повышения эффективности и снижения расходов при использовании защитного корпуса 29. Во-первых, тарелки будут всегда защищены от пыли и, следовательно, это приведет к более высокой эффективности, чем те установки, которые не заключены в защитный корпус. Сложно дать точное значение преимущества, полученного вследствие защищенных от пыли тарелок, поскольку это будет зависеть от того, насколько часто будут очищаться тарелки и насколько пыльная конкретная среда, среди прочего, но численное значение, равное 10% минимального повышения эффективности, кажется вполне достижимым. Конечно, на защитном корпусе также будет оседать пыль, но очистить плоскую непрерывную поверхность намного легче, в отличие от прерывистой параболической формы. Защитный корпус 29 имеет установленные на нем направляющие 30, которые используются безоператорными автоматическими очистительными машинами, которые непрерывно проходят сверху с высокими скоростями для обеспечения оптимальных рабочих условий. Опоры для направляющих предоставлены такими же вертикальными колонными опорами 23 в месте 27 установки, которые использованы для предоставления опоры для внешних труб 19. Эти машины могут также осуществлять очистку в дневное время без какого-либо воздействия на работу установки.

Верхняя поверхность не является полностью плоской поверхностью. Там находятся слегка наклоненные встроенные секции. Самая низкая точка каждой секции имеет дренажную трубу для обеспечения дренирования избыточной воды, которая может остаться вследствие дождя или очистки. Даже если в

пустыне не предполагается большое количество дождей, установкам огромного размера потребуется какое-то средство удаления воды.

Защитный корпус 29 полностью воздухонепроницаемо герметизирован, и воздух внутри является контролируемой средой практически без пыли или влаги. Поскольку тарелки 10 не должны противостоять постоянным ударам ветра, то могут быть использованы более дешевые и легкие материалы для приводных механизмов 13 и 14 и опорных структур. Кроме того, поскольку весь воздух внутри защитного корпуса совсем не содержит пыли и поддерживаются низкие уровни влаги, то срок службы всех железных и стальных изделий значительно увеличивается, поскольку устраняется образование ржавчины. При отсутствии пыли будет отсутствовать необходимость в очистке очень чувствительной и сложной в очистке отражающей поверхности зеркала в течение всего срока службы установки. Все эти преимущества имеют значительное влияние на общую эффективность и начальные и эксплуатационные расходы установки.

Начальные инвестиции защитного корпуса 29 очень низки. Все, что необходимо, это квадратный ограничительный элемент 31 (см. фиг. 7), на котором находятся прозрачные листы 32 для предоставления воздухонепроницаемой опоры. Каждая квадратная секция защитного листа использует свою опору на четырех своих краях в точке 27 вертикальных колонн 23, которые поддерживают трубы 19 первичного контура. Действительный защитный лист 32 корпуса будет таким же тонким или тоньше листа бумаги и, следовательно, стоимость квадратного метра будет очень низкой. Преимущества защитного корпуса 29 намного значительнее, чем его начальные инвестиции. На фиг. 8 показано, как выглядит небольшая секция установки с защитным корпусом при рассмотрении сверху.

Конечной секцией первичного контура является блок аккумуляирования тепла. Необходимо иметь систему аккумуляирования, которая может обеспечить несколько дней резервной работы в случае отключения установки, длительной облачности или технического обслуживания. Лишь несколько часов резервной работы являются неприемлемыми, что, к сожалению, в наши дни является приемлемым стандартом. Основная конструкция блока аккумуляирования тепла показана на фиг. 13, 14, 15 и 16. На фиг. 13 показан основной внешний вид блока аккумуляирования тепла. Горячий газ поступает в блок аккумуляирования тепла и выпускается после выделения некоторого количества своей энергии внутрь находящегося внутри песка 39. Предполагается, что температура внутри блока аккумуляирования тепла изменяется между максимумом в 1000 К и минимумом в 800 К. На фиг. 14 верхняя часть аккумулятора тепла срезана вдоль сечения ВВ, чтобы лучше показать внутренние устройства. Верхняя часть блока аккумуляирования тепла, которая не показана, является частью, где трубы обычно соединяются друг с другом, и впускная и выпускная трубы соединяются с первичным контуром. Средой аккумуляирования тепла является песок 39. Существуют значительные преимущества использования песка в качестве среды аккумуляирования тепла. Во-первых, конечно же, рентабельность. С использованием среды, которая является практически бесплатной, общая стоимость блока аккумуляирования легко поддерживается в допустимых пределах. Поскольку песок является чрезвычайно устойчивым даже при повышенных температурах, то безопасность, естественно, улучшается. Отсутствует вероятность какой-либо нежелательной неконтролируемой химической реакции, которая может быть катастрофической, если среда имеется в большом количестве и уже нагрета до температуры 1000°K. Кроме того, вследствие твердого состояния намного легче предотвратить его распространение в случае какой-либо непредвиденной аварии. Также отсутствует какой-либо тип загрязнения или токсичного материала даже после многих лет при повышенных температурах.

Теплоаккумулирующая способность песка может быть не так высока, как у большинства других материалов относительно веса, но вследствие достаточно высокой плотности песка она является весьма приемлемой, если сравнивать его теплоемкость относительно объема. Кроме того, большинство материалов, которые имеют лучшую объемную теплоаккумулирующую способность, чем песок, подвергается фазовому изменению или тепловому разложению задолго до необходимой температуры в 1000 К и, следовательно, не может быть использовано. Количество энергии, сохраненное в каком-либо материале, будет пропорционально температуре. Чем выше температура, тем больше сохраненной энергии. Следовательно, 1 м³ песка при 1000° может сохранить очень значительное количество энергии (приблизительно 1 млрд Дж). Следовательно, даже небольшой блок аккумуляирования, размером, например, 100 м × 100 м × 100 м, сможет сохранить достаточно энергии для питания большого города в течение дня.

Использование плотного порошка в качестве среды аккумуляирования тепла имеет свои преимущества и недостатки, но любые из таких недостатков были использованы в качестве преимущества в настоящем изобретении. Любой горячий объект теряет тепло только от поверхности и, следовательно, лучше иметь один большой блок аккумуляирования, чем несколько меньших блоков с такой же общей емкостью, поскольку потери тепла будут меньшими. Другими словами, в идеале необходимо наименьшее возможное соотношение площади поверхности и объема, способное свести к минимуму потери тепла. Также всегда намного дешевле построить один отдельный блок, чем иметь десять меньших блоков с такой же общей емкостью, как и отдельный блок. Большой блок аккумуляирования тепла должен быть хорошо изолирован для сведения потерь энергии до минимума. Большинство изоляторов состоит из волокнистых материалов, которые имеют плохую проводимость, содержат воздух в небольших ячейках и

имеют очень низкую плотность. Они не способны выдержать большие нагрузки при сжатии. Боковые стенки и верхнюю часть легко изолировать, но нижнюю часть не так легко изолировать вследствие большого веса песка. И вследствие вовлечения высоких температур постройка любой опорной структуры будет очень дорогой. В данном случае плохая теплопроводность песка становится преимуществом. Блок аккумуляирования тепла обычно имеет толстый слой буфера из песка 46 на дне, который выполняет функцию изолятора. Это обеспечивает возможность постройки блоков аккумуляирования тепла любого размера, что невозможно в текущих конструкциях. Кроме того, стоимость будет также намного ниже, чем в любой существующей конструкции. В случае небольших блоков аккумуляирования тепла (например, несколько тысяч кубических метров) необходимо изолировать стороны для поддержания потерь тепла в допустимых пределах. Однако, если блок аккумуляирования тепла находится в диапазоне миллиона кубических метров или более, изоляция не требуется, поскольку песок вокруг блока аккумуляирования тепла очень хорошо его изолирует.

Основная конструкция блока аккумуляирования тепла показана на фиг. 13, 14, 15 и 16. Это всего лишь вертикальный цилиндр 38 с соединенными вместе трубами 37 с ребрами 40 внутри и пустым пространством, заполненным песком 39. Второй больший цилиндр 36 охватывает весь блок аккумуляирования тепла, и пустое пространство между двумя цилиндрами 36 и 38 заполнено высокотемпературной изоляцией 35. Небольшие песчинки неправильных форм означают, что лишь небольшая часть действительной площади поверхности ребер 40 соприкасается с песком, таким образом, ограничивая теплопередачу посредством проводимости. Однако это не будет проблемой вследствие высокой рабочей температуры. Преимуществом работы при температурах приблизительно 1000 К является теплопередача вследствие того, что излучение становится очень сильным, и даже температурный перепад в 50 К приводит к значительной передаче энергии. Еще одним преимуществом использования песка является очень высокий коэффициент излучения, который обеспечивает возможность эффективной передачи излучения в обоих направлениях (от ребер 40 песку 39 днем и от песка 39 ребрам 40 ночью). Однако слабая теплопроводность песка снижает скорость, с которой энергия передается через песок, и поэтому ребра 40 имеют намного больший размер, чем должны иметь при хорошей теплопроводности. В связи с этим графит был бы намного лучшей средой, чем песок, однако очень высокая стоимость графита исключает его.

Блок аккумуляирования тепла не является герметичным сосудом, и он работает при атмосферном давлении. Это является очевидным преимуществом использования твердого вещества в качестве среды аккумуляирования тепла, поскольку негерметичный сосуд может иметь любой размер. Фактически, при необходимости он может также поддерживаться на уровне немного ниже атмосферного давления для возмещения давления, которое песок оказывает на внешние стенки 38 стального защитного блока. Воздух внутри блока аккумуляирования тепла является инертным газом, таким как аргон или гелий, для снижения вероятности окисления металлических труб 37 и ребер 40. Стороны и верхняя часть цилиндра аккумуляирования тепла изолированы толстым слоем высокотемпературной изоляции 35 для сведения потерь энергии до минимума. Толстый слой буфера 46 из песка на дне способствует обеспечению минимальных потерь тепла с нижней поверхности. Внешняя поверхность 38 цилиндра аккумуляирования тепла покрыта золотом для снижения потерь тепла вследствие излучения. Она окружена вертикальными прямоугольными трубами, изолированными с обоих концов, с вакуумом и многослойной изоляцией внутри труб. Поскольку прямоугольные трубы касаются друг друга, то единственная потеря тепла через трубы осуществляется вследствие проводимости в стенках труб.

Однако могут существовать короткие периоды, когда количество потребляемой энергии очень высоко, и для этого существует второй меньший блок аккумуляирования тепла, который изготовлен из твердого цилиндра мягкой стали (фиг. 16). Мягкая сталь имеет достаточную теплоемкость, может работать при очень высоких температурах, достаточно дешевая и имеет намного лучшую теплопроводность, чем песок. Следовательно, каждый раз, когда появляется внезапная потребность в большом скачке мощности в течение коротких периодов, эта стальная сердцевина сможет ее предоставить. Это всего лишь твердый блок железа 42 в форме цилиндра или любой другой подходящей формы, окруженный высокотемпературной изоляцией 43 сверху и со сторон с проходящими через нее каналами для обеспечения потока 41 теплоносителя. Нижняя изоляция предоставлена посредством наличия полости 44, которая заполнена волокнистой высокотемпературной изоляцией. Если полость 44 находится под давлением газообразного аргона, тогда общий вес блока аккумуляирования тепла с железной сердцевиной поддерживается этой полостью со сжатым газом. Давление в полости 44 обеспечивает точный баланс всего блока аккумуляирования тепла с железной сердцевиной над ней, так что он эффективно размещен в слое воздуха. Полукруглый изгиб 45 обеспечивает небольшие перемещения вследствие какого-либо нарушения баланса. Это обеспечивает превосходную изоляцию при очень низкой стоимости.

Днем горячий гелий от солнечной панели сначала проходит через блок аккумуляирования тепла и оставляет там некоторое количество своей энергии. После выхода из блока аккумуляирования тепла гелий затем поступает на теплообменник, где он нагревает воду для турбин. Охлажденный гелий затем возвращается на солнечную панель, где снова нагревается. Ночью запорный клапан предотвращает возврат гелия на солнечную панель, и тот циркулирует для накопления энергии от блока аккумуляирования тепла и передает ее на теплообменник вторичного контура. Все контуры теплоносителя являются закрытыми

контурами, и отсутствует смешивание каких-либо теплоносителей на любом этапе.

Вышеизложенное описание солнечной энергоустановки направлено на предоставление основных идей, которые должны быть использованы. Следует понимать, что могут существовать незначительные модификации и изменения без отступления от вышеописанных основных идей. Превращение теоретической идеи в работающую на практике машину всегда требует некоторого количества незначительных регулировок и нововведений.

Преимущества

- 1) Очень небольшой зафиксированный приемник концентрированного солнечного света, который не перемещается.
- 2) Очень небольшой солнечный приемник заключен в вакууме для обеспечения минимальных потерь повторного излучения.
- 3) Гелиевый теплоноситель в первичном контуре для отсутствия коррозии и высокотемпературной работы.
- 4) Поднятые тарелки для обеспечения обслуживания снизу.
- 5) Тарелки, которые практически касаются друг друга, для получения максимального накопления солнечного света на единицу площади.
- 6) Вся труба первичного контура, заключенная в вакууме, окружена специально сконструированной многослойной отражающей изоляцией для обеспечения минимальных потерь излучения.
- 7) Все сварные соединения имеют средство обеспечения теплового расширения и сжатия.
- 8) Легкое зеркало с передней стороной из композитного листа, в котором используется тонкий лист из материала, такого как акрил, ПВХ, или другого подходящего материала с тонким листом из металла для структурной прочности, которая может быть сформирована в любую форму, обеспечивая дешевое, быстрое и крупномасштабное производство.
- 9) Параболические тарелки квадратной формы для охвата максимальной площади.
- 10) Средство предотвращения столкновения, предусмотренное при перемещении тарелки.
- 11) Первичная система труб с теплоносителем предоставляет единственную опору, которую имеют параболические тарелки.
- 12) Если происходит какой-либо сбой в первичном контуре, то самоуплотняющаяся конструкция обеспечивает то, что лишь небольшая секция контура будет работать неправильно, и установка продолжит работу практически на полной мощности.
- 13) Автоматическая система удаления пыли для сведения к минимуму оседания пыли на тарелках, использующая ионизацию воздуха и фильтры для улавливания пыли.
- 14) Автоматическая очистка тарелки, использующая автоматическую систему сухой очистки, следовательно, сохраняющая воду и снижающая расходы на оплату труда.
- 15) Защита от ветра посредством использования стратегически расположенных фильтров для пыли.
- 16) Система охлаждения воздуха с естественной конвекцией для удаления избыточного тепла, следовательно, устранено огромное потребление воды всеми энергоустановками.
- 17) Поддержание температуры окружающего воздуха в необходимом диапазоне, несмотря на отвод значительного количества энергии.
- 18) Вся установка не потребляет воды, следовательно, позволяя устанавливать установки в наиболее сухих и наиболее суровых и удаленных пустынях.
- 19) Закрытый прозрачный воздухонепроницаемый корпус для областей, где часто идет дождь.
- 20) Система очистки, перемещающаяся по направляющим, для очистки защитного корпуса.
- 21) Конструкция установки обеспечивает, что тарелкам потребуется меньший объем очистки в течение всего срока службы установки.
- 22) Блок аккумуляирования тепла из песка и стали, обеспечивающий возможность осуществления очень недорогой конструкции аккумуляирования тепла.
- 23) Может быть построен отдельный блок аккумуляирования тепла любого размера и емкости.
- 24) Блок аккумуляирования тепла, который может работать при сверхвысоких температурах.
- 25) Вторичный блок аккумуляирования тепла со стальной сердцевиной, который может предоставить значительный набор мощности в течение очень короткого периода времени.
- 26) Способность генерировать энергию 24 ч в сутки, 365 дней в году.
- 27) Отсутствует необходимость в резервной работе энергоустановки на ископаемом топливе.
- 28) Аккумуляирование достаточного количества тепла для работы в течение дней в случае непрерывной облачности или другого природного неконтролируемого явления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для генерирования электрической энергии и аккумуляирования тепла при высоких температурах в диапазоне 700-1000 К или более, при этом указанная энергия генерируется из солнечной энергии, при этом указанная система содержит
первичный контур, при этом указанный первичный контур содержит по меньшей мере одну сол-

нечную панель и по меньшей мере один блок аккумуляирования тепла, при этом указанный блок аккумуляирования тепла выполнен с возможностью получения и аккумуляирования тепловой энергии от указанной солнечной панели;

вторичный контур, функционально соединенный с указанным первичным контуром;

при этом указанная солнечная панель содержит несколько узлов отражающих тарелок, содержащих отражающие тарелки (10), имеющие отражающие поверхности, при этом указанная тарелка (10) содержит приемник (12), расположенный внутри, по существу, прозрачного корпуса (29), при этом пространство между указанным приемником (12) и прозрачным корпусом (29) заполнено вакуумом, при этом указанный приемник (12) герметически защищен внутри указанного корпуса (29) и выполнен с возможностью получения и поглощения практически всего солнечного света, отраженного указанной тарелкой (10), при этом указанные тарелки (10) расположены в непосредственной близости друг от друга без промежутка между ними, при этом расстояние от фокальной точки тарелки (10) до центра тарелки (10) равно или меньше одной четверти диаметра тарелки (10);

при этом указанная тарелка (10) содержит несколько гибких съемных частей (22) для улучшения эффективности преобразования тепла в электричество и причем указанная тарелка (10) является таковой, что достигается высокий показатель концентрации солнечного света с незначительными потерями на повторное излучение для обеспечения высокой эффективности преобразования тепла в электричество.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный узел отражающих тарелок дополнительно содержит

один или несколько трубчатых структурных элементов с двумя трубами для поддержки указанной тарелки (10);

при этом указанные структурные элементы содержат

две трубчатых опоры (23), расположенные, по существу, вертикально и расположенные на расстоянии друг от друга, так что указанная тарелка (10) выполнена с возможностью перемещения в соответствии с положением солнца; указанные трубчатые опоры (23) являются, по существу, полыми;

горизонтальную внешнюю трубчатую конструкцию, удерживающуюся с обоих ее концов посредством указанных двух трубчатых опор (23);

при этом каждая из указанных трубчатых опор (23) содержит несколько труб (51), главным образом концентрически расположенных внутри указанных трубчатых опор (23), при этом указанные трубы (51) соединены последовательно для обеспечения возможности прохождения горячей воды через трубчатые опоры (23), обеспечивая рассеивание избыточного тепла и поддерживая температуру воздуха вокруг тарелок выше точки конденсации воды;

при этом указанная горизонтальная внешняя трубчатая конструкция содержит внутреннюю трубу (17), герметически расположенную внутри горизонтальной внешней трубчатой конструкции, при этом между внутренней трубой (17) и горизонтальной внешней трубчатой конструкцией имеется вакуумное пространство, при этом указанная горизонтальная трубчатая конструкция соединена с приемником (12), расположенным внутри, по существу, прозрачного корпуса (29), при этом указанный приемник (12) герметически защищен внутри указанного корпуса (29) и выполнен с возможностью получения и поглощения практически всего солнечного света, отраженного указанной тарелкой (10);

при этом указанная внутренняя труба (17) имеет средство многослойной вакуумной изоляции (21) по всей длине и вокруг вакуумного пространства, доступного между внешней поверхностью указанной внутренней трубы (17) и внутренней поверхностью горизонтальной внешней трубчатой конструкции, и

при этом указанная внутренняя труба (17) содержит угловые изгибы для предоставления возможности расширения или сжатия, тем самым устраняя необходимость в расширительных или подвижных соединениях, в то же время обеспечивая возможность использования одной непрерывной трубы посредством всех сварных соединений во всей солнечной панели с двумя трубами и определяет проход для протекания инертного газа через указанный приемник (12), тем самым обеспечивая возможность осуществления отвода тепла, собранного на приемнике (12), на внутреннюю трубу (17) следующей тарелки (10) узла до тех пор, пока указанный инертный газ не достигнет необходимой температуры, при которой указанный инертный горячий газ направляется на блок аккумуляирования тепла и теплообменники вторичного контура.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанная тарелка (10) представляет собой композитный лист, имеющий толщину менее 1 мм, содержащий тонкий материал с гладкой поверхностью, присоединенный для прочности к тонкому опорному металлическому листу и не имеющий дополнительной опорной конструкции для прочности.

4. Система по п.3, отличающаяся тем, что указанный лист с гладкой поверхностью содержит зеркало с передней стороной, защищенной микроскопически тонким покрытием из диоксида кремния.

5. Система по п.2, отличающаяся тем, что указанный трубчатый структурный элемент дополнительно содержит трубу (20), по существу, перпендикулярную указанной горизонтальной внешней трубчатой конструкции и расположенную главным образом в центре указанной горизонтальной внешней трубчатой конструкции.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный приемник (12) расположен в фиксированной

фокальной точке указанной отражающей тарелки (10).

7. Система по п.2, отличающаяся тем, что вся двойная система труб и приемник (12) зафиксированы во всех направлениях и не могут перемещаться или вращаться.

8. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный приемник (12) представляет собой сферическое металлическое абсолютно черное тело, соединенное с внутренними трубами (17) в первичном контуре и окруженное прозрачным корпусом (29), при этом пространство между приемником (12) и прозрачным корпусом (29) заполнено вакуумом.

9. Система по п.2, отличающаяся тем, что дополнительно содержит многослойный экран для указанной внутренней трубы (17), при этом многослойный экран обеспечивает двойную функцию, заключающуюся в предоставлении теплоизоляции и опоры для системы внутренних труб (17), в то же время предотвращая контакт между внутренней и внешней трубами (17, 19).

10. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный узел отражающих тарелок дополнительно содержит

один или несколько электроприводов, расположенных на вертикальной опоре (23) для труб над приемником (12) и выполненных с возможностью управления перемещением указанной отражающей тарелки (10) вокруг различных осей; и

схему, управляемую микропроцессором, выполненную с возможностью управления указанными электроприводами для перемещения отражающей тарелки (10) в соответствии с положением солнца, так что солнечный свет попадает на приемник (12) в течение максимального периода времени.

11. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный узел отражающих тарелок содержит опорные диски (25), расположенные внутри горизонтальной внешней трубчатой конструкции, для поддержки внутренних труб (17).

12. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный узел отражающих тарелок дополнительно содержит несколько тонких дисков (34) для предоставления опоры для внутренних труб (17), расположенных в горизонтальной внешней трубчатой конструкции.

13. Система по п.12, отличающаяся тем, что указанный тонкий диск (34) содержит двенаправленные запорные клапаны (33) с низкой теплопроводностью для обеспечения сохранности вакуума в первичном контуре в случае повреждения какой-либо небольшой секции первичного контура.

14. Система по п.2, отличающаяся тем, что указанное средство многослойной изоляции (21) теплового излучения содержит тонкий лист (34) металла, имеющий слабую теплопроводность и хорошую отражаемость, свернутый с образованием рулона, имеющего несколько слоев из металлического листа, так что между двумя слоями поддерживается соответствующий промежуток/зазор.

15. Система по п.14, отличающаяся тем, что указанный тонкий лист (34) металла содержит несколько выступов (47) или разделительный элемент любой другой формы, предотвращающий вхождение слоев в какой-либо значительный контакт друг с другом.

16. Система по п.14, отличающаяся тем, что состоит из нескольких полых цилиндров, имеющих различные диаметры, расположенных один внутри другого, выполненных из тонколистового металла с выступами (47) или разделительным элементом любой другой формы, предназначенным для предотвращения соприкосновения отдельных цилиндров.

17. Система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит устройства для предохранения системы от пыли, при этом указанное устройство содержит

вертикальный позитивно заряженный фильтр (50) вокруг указанного узла тарелок, так что отсутствует препятствие для поступающего солнечного излучения, в то время как он эффективен в улавливании большинства частиц пыли и снижении скорости ветра почти до нуля; и

ионизатор (52) воздуха, содержащий несколько ионизирующих стержней, при этом указанный ионизатор (52) расположен на указанной, по существу, вертикальной трубчатой опоре (23).

18. Система по п.17, отличающаяся тем, что отражающие тарелки (10) негативно заряжены для отталкивания негативно заряженной пыли.

19. Система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит механизмы сухой очистки, при этом каждый из указанных механизмов сухой очистки предусмотрен в указанном узле тарелок, при этом указанный очистительный механизм содержит

один или несколько скребков (48), закрепленных на тарелке (10) и имеющих такой же профиль, как и форма тарелки (10), при этом указанные скребки (48) оснащены одним или несколькими очистительными материалами; и

один или несколько двигателей (49), функционально соединенных с указанными скребками (48) для запуска указанных скребков (48).

20. Система по п.19, отличающаяся тем, что указанный механизм содержит рукав для воздуха, при этом указанный рукав для воздуха функционально прикреплен к указанному скребку (48), так что поддерживается регулируемое давление воздуха во время вращения скребка (48).

21. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанный блок аккумуляирования тепла выполнен с возможностью работы при атмосферном давлении, при этом указанный блок аккумуляирования тепла содержит

первую цилиндрическую основную часть;

вторую цилиндрическую основную часть большего размера, чем указанная первая цилиндрическая основная часть, при этом указанная вторая цилиндрическая основная часть, по существу, концентрически охватывает указанную первую цилиндрическую основную часть, при этом между ними остается заданное пространство;

несколько металлических труб (37), каждая из которых соединена с другой посредством ребер (40), при этом указанные несколько труб (37) расположены внутри указанной первой цилиндрической основной части таким образом, что образуется множество сегментов с использованием указанных ребер (40) для осуществления передачи тепла от среды аккумулирования или к ней.

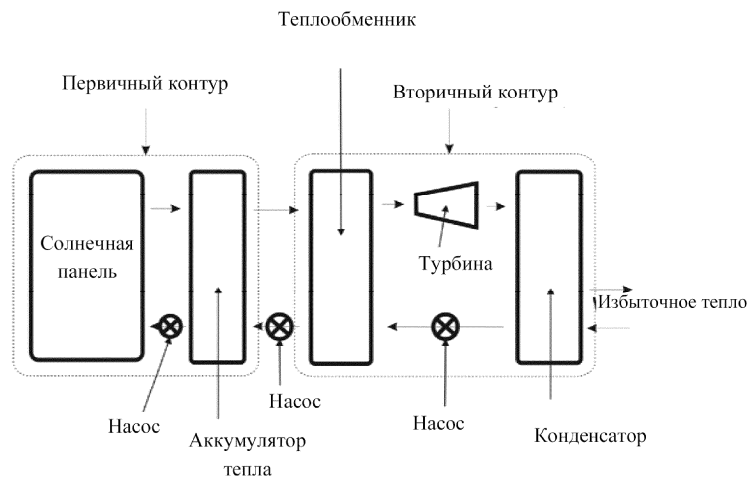
22. Система по п.21, отличающаяся тем, что указанный блок аккумулирования тепла дополнительно содержит высокотемпературную многослойную изоляцию (21) в пространстве между указанными первой и второй цилиндрическими основными частями.

23. Система по п.21, отличающаяся тем, что указанная среда аккумулирования тепла в блоке аккумулирования тепла является песком.

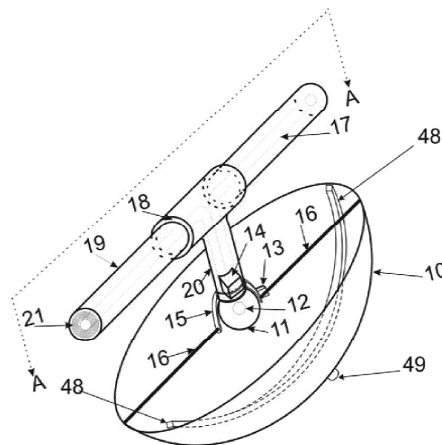
24. Система по п.21, отличающаяся тем, что указанный блок аккумулирования тепла заполнен инертными газами, такими как аргон или гелий, для снижения вероятности окисления труб.

25. Система по п.20, отличающаяся тем, что указанный блок аккумулирования тепла дополнительно содержит многослойную изоляцию (21) на своих верхней и нижней сторонах.

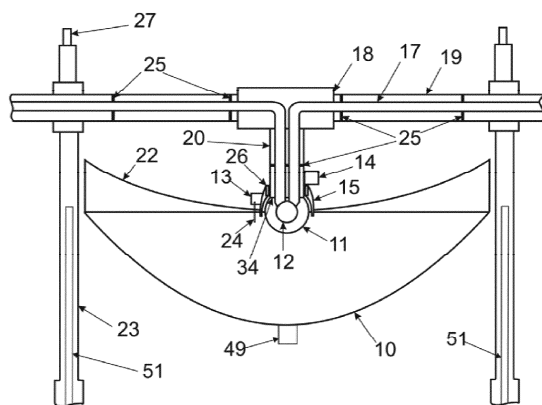
26. Система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит второй блок аккумулирования тепла передачи энергии, выполненный из сплошного цилиндра из железа/мягкой стали с каналами для обеспечения возможности протекания теплоносителя, при этом указанный блок аккумулирования тепла имеет полость под давлением, заполненную волокнистой высокотемпературной изоляцией (21) для изолирования верхней и нижней частей, и железную/стальную сердцевину для аккумулирования тепловой энергии.



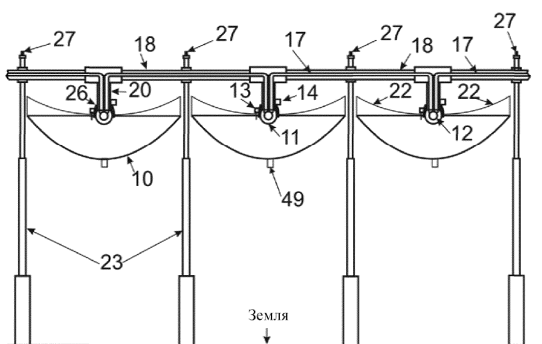
Фиг. 1



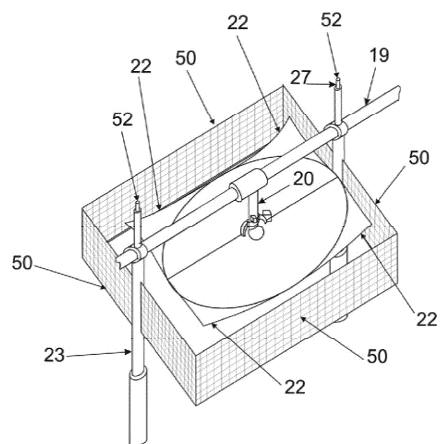
Фиг. 2



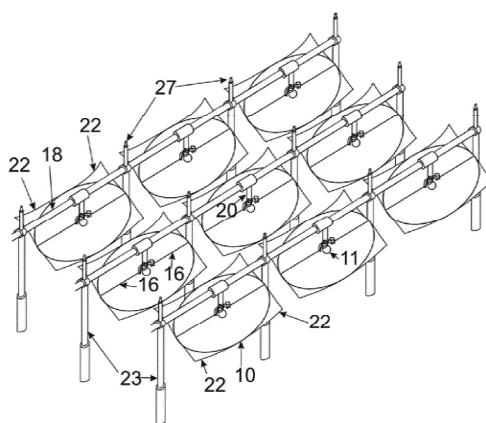
Фиг. 3



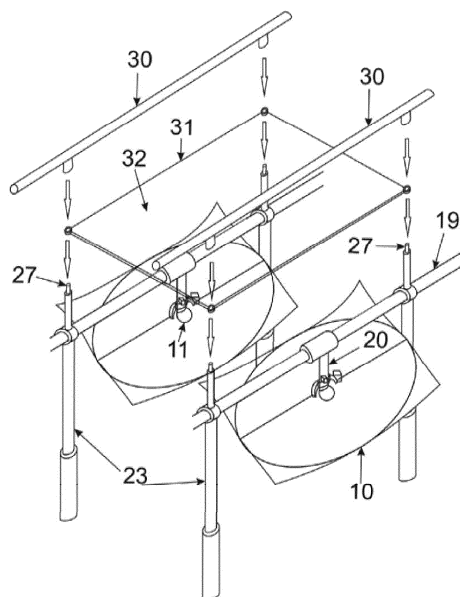
Фиг. 4



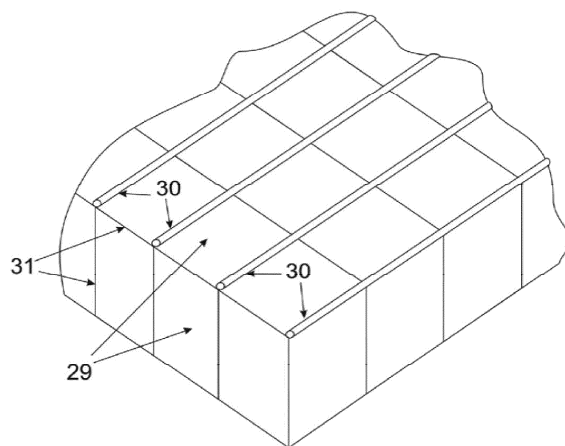
Фиг. 5



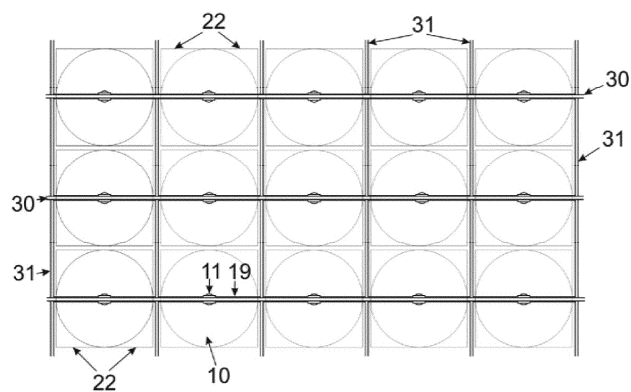
Фиг. 6



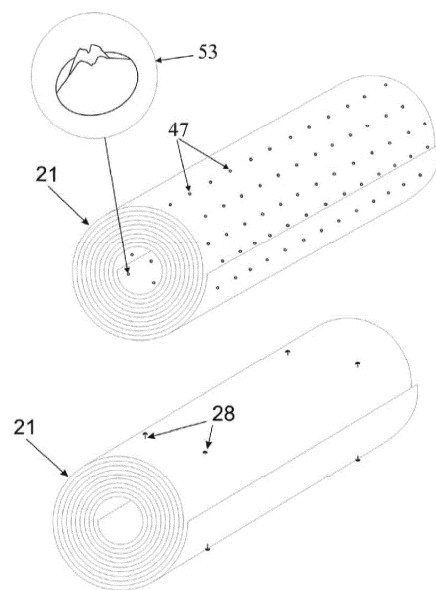
Фиг. 7



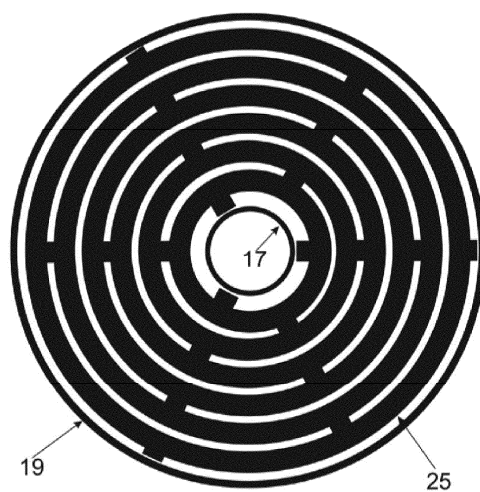
Фиг. 8



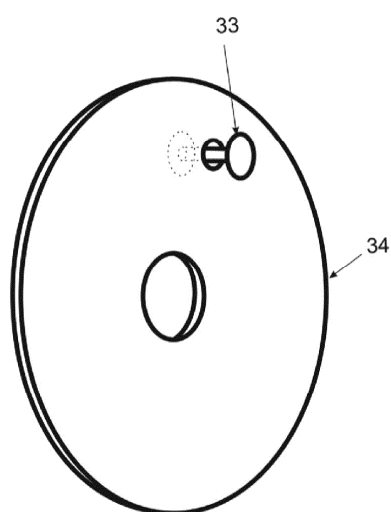
Фиг. 9



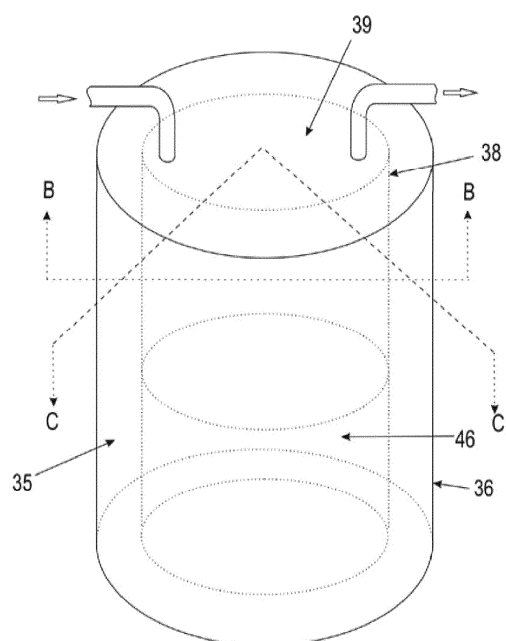
Фиг. 10



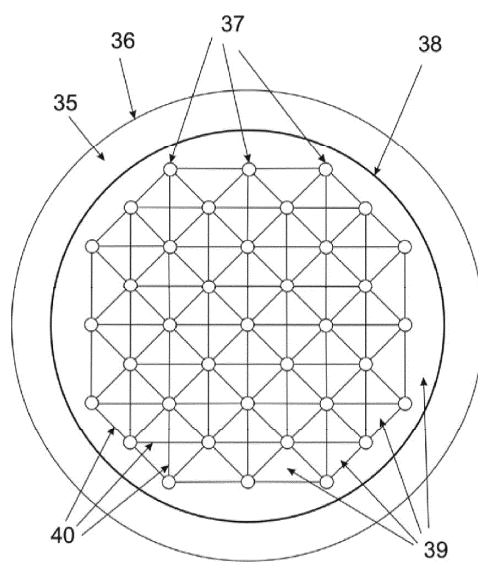
Фиг. 11



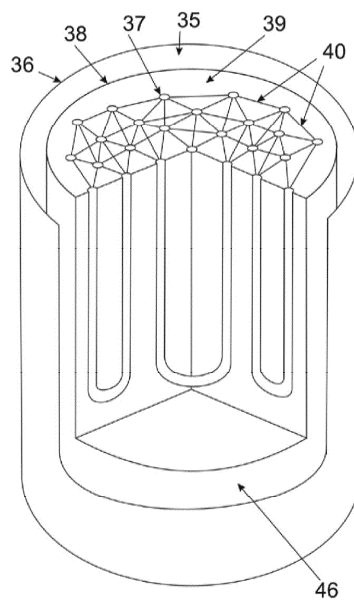
Фиг. 12



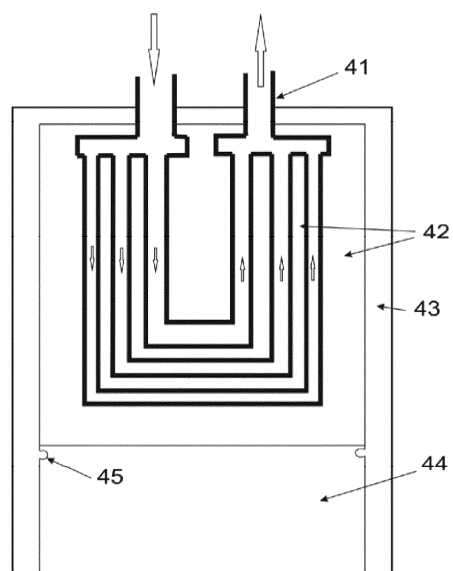
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

