



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2015/0384.1

(22) 18.03.2015

(45) 16.05.2016, бюл. №5

(72) Нестеренков Петр Александрович;
Нестеренкова Лариса Алексеевна; Нестеренков
Александр Геннадьевич

(73) Нестеренков Петр Александрович

(56) WO №2009045141 A1, 2009

(54) **СОЛНЕЧНАЯ ГИБРИДНАЯ
КОНЦЕНТРАТОРНАЯ УСТАНОВКА**

(57) Рассматривается гибридная концентраторная солнечная установка с несущей платформой из осевой и нескольких симметрично состыкованных к ней поперечных ферм, установленных на вертикальных стойках на земле через соосные опорные подшипники со сквозными каналами циркуляционного контура с теплоносителем. Нижний опорный подшипник закреплен на горизонтальной раме с торцовыми соосными подшипниками, закрепленными на вертикальных стойках, а верхний закреплен на фланце V - образной рамы, скользящей с помощью колес на торцах вдоль пазов верхних вертикальных стоек под действием актуатора. Вес несущей платформы снижается противовесами с помощью тросов и роликов поперечной балки вертикальных опор. По обе стороны осевой фермы соосно установлены модульные линейные фотопанели со своими модульными концентраторами излучения, а между ними на стойках осевой фермы плоские двусторонние коллекторы, на которые сфокусированы периферийные концентраторы, подвешенные через гибкие тросы и ролики на стойках осевой фермы к устройству натяжения.

Изобретение обеспечило устойчивость от воздействия ветра, дало возможность наращивать производительность увеличением количества одинаковых модульных концентраторов, линейных фотомодулей и коллекторов вдоль механически прочной фермовой конструкции, и значительно снизить себестоимость гибридной установки.

Плоские зеркала концентраторов ориентированы с севера на юг, а их длина L удовлетворяет условию $\Delta L/L \leq 0,06$, где ΔL - размер тени на них в утренние и вечерние часы.

Длина и размещение каналов низкотемпературных контуров оптимизированы для снижения гидравлического напора и сопротивления. Температура теплоносителя на выходе гибридной установки выше 100°C при температуре фотопанелей не выше 55°C, что позволило использовать высокопотенциальную тепловую энергию в технологических приложениях, например, для опреснения морской воды, или кондиционирования воздуха. Исключены малонадежные технологические петли рукавов с теплоносителем, что повысило надежность транспортировки теплоносителей.

К блоку получения и хранения электрической энергии гибридной солнечной установки подключен ветрогенератор, при этом его конструкция крепится к вертикальным стойкам несущей платформы, а ось ветроколеса лежит в плоскости осевой фермы несущей платформы так, что зеркала концентрируют ветровой поток на лопастях ветрогенератора.

Изобретение относится к возобновляемым источникам энергии и может быть использовано для энергообеспечения удаленных от тепловых и электрических сетей жилых и промышленных объектов.

Известна комбинированная солнечно-энергетическая станция (Патент РФ №2111422, кл. F24J 2/42, опубл. 1998.05.), содержащая несущую платформу, оснащенную системой слежения за солнцем, модульные зеркальные концентраторы, солнечные фотобатареи с арсенид-галлиевыми фотопреобразователями, низкотемпературный циркуляционный контур с теплоносителем для охлаждения фотопреобразователей, высокотемпературный циркуляционный контур для коллектора. Недостатками аналога являются использование дорогих арсенид-галлиевых фотоэлементов, сложность и высокая себестоимость системы прецизионного слежения за солнцем.

Известна комбинированная солнечно-энергетическая станция (Патент RU 2382953 F24J2/42, 2006.01.), содержащая несущую конструкцию (платформу), оснащенную системой слежения за солнцем, зеркальные модульные концентраторы солнечной энергии, фокусирующие излучение в плоскости симметрии на поверхностях двусторонних фотоэлементов, охлаждаемых в канале первого циркуляционного контура специальным прозрачным теплоносителем, который передает тепло второму циркуляционному контуру. Передача тепла осуществляется в теплообменнике. Над двусторонними фотоэлементами установлены работающие с однократной концентрацией не охлаждаемые планарные фотоэлементы. Недостатком комбинированной солнечно-энергетической станции является нарушение прозрачности теплоносителя в процессе длительной эксплуатации, низкая надежность передачи тепла от подвижных элементов несущей платформы к неподвижным приемным элементам на земле и высокая себестоимость.

Известна солнечная энергетическая установка (Патент РФ №2406043 F24J 2/16), содержащая следящую за солнцем несущую платформу (трекер в виде трубы) с параболическим концентратором солнечной энергии из набора плоских отражающих пластин, установленный в фокальной плоскости фотомодуль с двусторонней чувствительностью, причем, как показано на фигуре к описанию изобретения, длина отражающих пластин равна длине фотомодуля. Это приводит к тому, что утром и вечером из-за более низкого положения солнца относительно горизонта часть фотомодуля оказывается неосвещенной, что является недостатком.

Проблема решается путем увеличения длины отражающих пластин по отношению к длине фотомодуля, как сделано в устройстве трекера чешских изобретателей (Поулек В., Либра М., Стребков Д., Харченко В. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии. Теория и практика использования солнечной энергии. Монография. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013. - 324 с.)

Однако это техническое решение увеличивает габариты концентратора, расход материалов и себестоимость. При этом в самый «солнцеобильный» период прохождения солнца через зенит отраженное от концевых участков поверхности концентратора излучение не поступает на фотомодули, т.е. снижается эффективность концентратора. Недостатком установки является отсутствие утилизации тепла, выделяемого фотоэлементами.

Известна гибридная солнечно-ветровая установка, в которой часть опорной поддерживающей конструкции является общей для солнечных фотомодулей и ветрогенераторов (Патент США 4119863 В2.). Недостатком установки является относительно высокое расположение фотопанелей над поверхностью земли, что затрудняет их периодическое обслуживание (чистку). Недостатком является перегрев фотоэлементов при высокой солнечной концентрации из-за слабого конвективного охлаждения воздухом и отсутствие утилизации выделяемого фотоэлементами тепла.

Известна солнечная установка американской фирмы SunPower с однокоординатным слежением за солнцем (Патенты США №8304644 В2, 8336539 В2), включающая несущую платформу (трекер) с параллельно разнесенными по ее поверхности вогнутыми отражателями, фокусирующими отраженное солнечное излучение на закрепленных с тыльной стороны отражателей фотоэлементах. Последние установлены на ребристых радиаторах для снятия излишнего тепла с применением воздушной конвекции. Разбиение общей площади апертуры солнечной установки на несколько площадей, каждая со своим рядом отражателей и фотоэлементов является вынужденной мерой, цель которой практически реализовать работу фотоэлементов Махеоп Е при малой концентрации солнечного излучения. Однако это техническое решение привело американских изобретателей к созданию механического монстра - трекеру, себестоимость которого из-за требований к механической прочности очень высока. Недостатком также являются повышенные «косинусные потери» из-за близости расположения отражателей и фотоэлементов. Недостатками является перегрев фотоэлементов даже при малой концентрации из-за слабого конвективного охлаждения воздухом и отсутствие утилизации выделяемого фотоэлементами тепла.

Известна солнечная установка (Инновационный патент РК №26293 F24J 2/02), содержащая вертикальную опору, на которой закреплены ветрогенераторы типа Савониуса и следящая за солнцем несущая платформа, на которой установлены линейные фотомодули с концентраторами из плоских зеркал (фацет), между фотомодулями в плоскости симметрии установлен двусторонний коллектор, на который сфокусированы зеркала периферийных концентраторов. Ветрогенератор подключается к блоку заряда линейных фотомодулей. Недостатком

аналога является применение мало надежной технологической петли из гибких рукавов с теплоносителем, необходимых для осуществления транспортировки теплоносителя от подвижной несущей платформы к неподвижным приемникам тепла на земле. Зимой при снегопаде наблюдалось примерзание отходящих от несущей платформы гибких рукавов к неподвижным элементам установки. Недостатком является малая мощность ветрогенераторов Савониуса из-за слабого ветра у поверхности земли.

Известна солнечная концентраторная установка с несущей платформой, вдоль которой размещены плоские зеркала (фацеты), в области симметрии несущей платформы установлен фотомодуль, фотоэлементы которого ориентированы параллельно плоскости платформы и охлаждаются жидким теплоносителем (В.С. Антошенко и др. Одноэлементный C-PV/T модуль на основе кремниевое солнечного элемента большой площади. Вестник КазНУ. Серия физическая. №2 (41).2012). Недостатками аналога являются: из-за ограничения температуры охлаждаемых фотоэлементов температура теплоносителей еще меньше, поэтому интенсивность процессов последующей передачи тепла в бойлерах низкая; ориентировка плоскости зеркал вдоль горизонта является не оптимальной, поскольку каждое азимутальное смещение концентратора требует обязательного смещения по высоте солнца; недостатком является низкая надежность транспортировки теплоносителей от неподвижных элементов к подвижным с применением петли из гибких рукавов; недостатком является малая мощность без перспектив ее увеличения, что не дает возможности по дополнять ее ветрогенераторами, и тем самым, повышать коэффициент загрузки дорогого оборудования - блока заряда аккумуляторов.

Известна солнечная установка Matarenki Light 5.3 (Патент WO 2009045141 A1 F42J 2/18, www.gsesweden.com, а также статья «Performamse Evaluation of New Two Axes Tracking PV-Termal Concentrator», Journal of Civil Engineering and Architecture, ISSN 1934-7359, USA. Dec.2013, Volume 7, (Serial No. 73), pp. 1485-1493), выбранная в качестве прототипа, состоящая из вертикальной опоры, установленном на ней блоке слежения за солнцем, включающем азимутальный трекер, актуатор и горизонтальный вал, к которому закреплена несущая платформа (стрела) с размещенными на ней концентраторами из плоских зеркал, напротив которых установлены фотопанели и между ними параболический отражатель с коллектором в виде вакуумной трубки, к несущей платформе закреплён циркуляционный контур, включающий каналы фотомодулей, патрубки на подвижной несущей платформе и неподвижной вертикальной опоре, а также гибкие рукава между ними с технологическими петлями для осуществления транспортировки теплоносителей от подвижных элементов к неподвижным.

Недостатками прототипа являются:

- низкая производительность получения электрической и тепловой энергии и существенное нарушение балансировки несущей платформы относительно горизонтальной оси при наличии ветра вследствие большого различия в величине площадей фотомодулей с параболическим отражателем и концентраторов;

- возникновение тени на зеркалах от фотопанелей и необходимость постоянной корректировки несущей платформы по высоте солнца при каждом включении азимутального трекера, а также большие косинусные потери солнечного излучения;

- высокие гидравлическое сопротивление и давление первичного циркуляционного контура из-за его большой длины, а также необходимость использования ненадежных технологических петель из гибких рукавов для транспортировки жидкого теплоносителя от неподвижных к подвижным элементам установки;

- низкая температура теплоносителя на выходе установки снижает интенсивность передачи тепла в бойлере, что увеличивает поверхность змеевиков и его себестоимость;

- отсутствие использования (утилизации) тепла, получаемого зеркалами концентраторов в процессе отражения солнечного излучения, величина которого достигает $\approx 10\%$ от поступающей солнечной энергии;

- в ночной период времени (в отсутствие солнца) не работает система заряда аккумуляторов, что снижает коэффициент использования дорогого оборудования и увеличивает срок окупаемости капитальных вложений.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков прототипа и создание солнечной гибридной концентраторной установки значительно большей производительности, повышенной надежности, с более высокой интенсивностью теплообмена в бойлерах и возможностью получения высокопотенциальной тепловой энергии на выходе для технологических приложений.

Техническим результатом изобретения является:

1. повышение производительности по теплу и электричеству при одновременном снижении капитальных и эксплуатационных затрат, а также повышение устойчивости от ветровых нагрузок;

2. снижение косинусных потерь в процессе отражения солнечного излучения зеркалами концентраторов и себестоимости концентраторов;

3. снижение гидравлического сопротивления и давления в первичном циркуляционном контуре и повышение надежности транспортировки жидкого теплоносителя от перемещаемой за солнцем несущей платформы к неподвижно установленным на земле приемникам (бойлерам);

4. повышение уровня потенциальной тепловой энергии теплоносителей на выходе установки и повышение интенсивности теплообменных процессов при передаче тепла вторичному циркуляционному контуру;

5. использование блока заряда аккумуляторов гибридной установки в отсутствие солнца с целью повышения коэффициента загрузки оборудования и снижение срока окупаемости капитальных вложений;

Технический результат изобретения по пункту 1 достигается тем, что несущая платформа выполнена из металлического профиля в виде осевой и симметрично состыкованных к ней поперечных ферм и закреплена на двух вертикальных опорах через соосные полые валы двухрядных подшипников, при этом нижний двухрядный подшипник закреплен на фланце в центре горизонтальной рамы, содержащей зафиксированные на вертикальных опорах соосные подшипники, а верхний двухрядный подшипник закреплен на фланце V - образной рамы с колесами на торцах, вставленными в направляющие пазы верхних вертикальных опор, горизонтальная балка которых снабжена роликом с тросом, один конец которого закреплен к перекладине V - образной рамы, а второй к противовесу силу тяжести несущей платформы. На стойках поперечных ферм соосно установлены модульные линейные фотопанели и под ними под углом друг к другу закреплены модульные концентраторы, а вдоль осевой фермы между линейными фотопанелями установлены плоские двусторонние коллекторы и на торцах поперечных ферм закреплены, работающие на них периферийные модульные концентраторы, закрепленные дополнительно с помощью гибких тросов через ролики к устройствам натяжения, размещаемым на осевой ферме.

Симметричное распределение веса линейных фотопанелей и концентраторов относительно осевой фермы и базирование последней на четырех вертикальных стойках на земле с применением не менее двух соосных двухрядных подшипников обеспечило ее устойчивость от воздействия любого ветра. Благодаря тому, что концентраторы фотопанелей установлены в нижней области поперечных ферм, а периферийные концентраторы закреплены к торцам поперечных ферм и дополнительно к устройству натяжения, установленному на осевой ферме через ролики и гибкий трос, имеется возможность оперативно опускать концентраторы вертикально к поверхности земли для удобного технического обслуживания зеркал (их периодической чистке), а также монтажа защитных ограждений над зеркалами при приближении пылевоздушных бурь.

Появилась возможность наращивать производительность гибридной установки простым увеличением количества одинаковых модульных концентраторов, линейных фотомодулей и коллекторов вдоль механически прочной, легкой и относительно дешевой фермовой конструкции, что значительно снизило себестоимость и упростило монтаж. Кроме того, появилась возможность увеличить выход более «качественной» электрической энергии по сравнению с тепловой за счет размещения под коллекторами неохлаждаемых

фотопанелей, на которые сфокусирована часть зеркал периферийных концентраторов.

Технический результат изобретения по пункту 2 достигается тем, что плоские зеркала концентраторов ориентированы с севера на юг, их длина L удовлетворяет условию $\Delta L/L \leq 0,06$, где ΔL - размер тени на концах линейных фотопанелей в утренние и вечерние часы, а количество удовлетворяет условию $0,5B/H \leq 0,5$ и $B \geq 6b$, где b , H и B - соответственно, полуширина линейных фотопанелей, их расстояние до зеркал и ширина модульных концентраторов. Это техническое решение снижает косинусные потери и дает возможность значительно реже, чем включение сервопривода вращения несущей платформы, корректировать положение по высоте. Эксплуатационные расходы на работу актуатора снижены за счет движения колес V - образной рамы в направляющих пазах вертикальных стоек в режиме постоянной компенсации веса несущей платформы противовесом с помощью троса через ролик горизонтальной балки вертикальных стоек.

Технический результат изобретения по пункту 3 достигается тем, что несущая платформа установлена на двух вертикальных опорах через двухрядные подшипники с соосными полыми валами и впрессованными в них патрубками с эластичными кольцевыми уплотнениями для осуществления относительного перемещения подвижных и неподвижных элементов циркуляционного контура. Исключены длинные и ненадежные технологические гибкие петли рукавов с теплоносителем, снизились гидравлическое сопротивление и себестоимость циркуляционных контуров.

Технический результат изобретения по пункту 4 достигается тем, что первичные циркуляционные контуры фотомодулей зафиксированы в пределах несущей платформы, имеют относительно небольшую длину и перепад по высоте и включают змеевики, установленные в объеме линейных теплообменников вторичного контура, закрепленных вдоль осевой фермы. При этом входы теплообменников через канал в полом вале нижнего двухрядного подшипника и циркуляционный насос соединены с выходом змеевика бойлера на земле, а выходы теплообменников соединены с коллектором, выход которого через канал в полом вале верхнего двухрядного подшипника соединен с входом змеевика бойлера. Эта совокупность технических решений позволила интенсифицировать процесс передачи тепла от фотоэлементов и снизить их температуру, и одновременно поднять температуру (выше 100°C) и расход теплоносителя на выходе гибридной установки, а также снизить гидравлическое сопротивление и напор теплоносителя, что повысило надежность герметизации каналов линейных фотопанелей и работу циркуляционных насосов с низкой стоимостью.

Появилась возможность возложить на линейные теплообменники дополнительные функции балансировки несущей платформы относительно

продольной оси вращения, перемещая их в процессе монтажа гибридной установки вдоль направляющих реек.

Технический результат изобретения по пункту 5 достигается тем, что к верхним вертикальным стойкам несущей платформы крепится основание ветрогенератора, ветроколесо которого установлено в плоскости осевой фермы несущей платформы под углом к зеркалам модульных концентраторов, что дает возможность направлять ветровой поток на его лопасти и увеличивать выработку электроэнергии, которую направляют в блок хранения электрической энергии гибридной солнечной установки (аккумуляторам). Это техническое решение дает возможность задействовать блок заряда аккумуляторов и в отсутствие солнца, когда есть только ветер.

Суммируя выше приведенные технические решения, получаем следующую формулировку сущности изобретения. Технический результат достигается тем, что солнечная установка, включающая вертикальную опору, закрепленную на ней следящую за солнцем несущую платформу, на которой установлены концентраторы солнечного излучения из плоских зеркал, а напротив - охлаждаемые теплоносителем фотопанели, включающая также закрепленный между фотопанелями коллектор с собственным отражателем солнечного излучения, первичный циркуляционный контур с каналами охлаждения в фотопанелях и трубопроводами для транспортировки теплоносителя от подвижной несущей платформы к неподвижным приемным устройствам на земле, актуаторы для осуществления перемещения несущей платформы, в соответствии с изобретением несущая платформа выполнена из осевой и состыкованных к ней поперечных ферм и опирается на не менее двух вертикальных опор на земле через соосные двухрядные подшипники с полыми валами, в которых впрессованы патрубки подвижного циркуляционного контура с эластичными кольцевыми уплотнениями, при этом нижний двухрядный подшипник закреплен в центре горизонтально ориентированной рамы, имеющей на торцах соосные втулки с подшипниками, установленными на вертикальных опорах, а верхний двухрядный подшипник закреплен на фланце V - образной рамы, имеющей на торцах колеса, вставленные в направляющие пазы вертикальных опор, имеющих горизонтальную балку с роликом и гибким тросом, один конец которого присоединен к перекладине V - образной рамы, а второй к противовесу силу тяжести несущей платформы. На поперечных фермах симметрично и соосно друг другу на вертикальных стойках установлены модульные линейные фотопанели, а под ними под углом друг к другу установлены их модульные концентраторы с ориентированными с севера на юг плоскими зеркалами длиной L, удовлетворяющей условию $\Delta L/L \leq 0,06$, где ΔL - размер тени на них в утренние и вечерние часы и количеством, удовлетворяющим условию $B \geq 6b$ и $0,5B/H \leq 0,5$, где b, B и H - соответственно полуширина линейных

фотопанелей, ширина модульных концентраторов и расстояние от зеркал до фотопанелей, при этом вдоль осевой фермы установлены плоские двусторонние коллекторы и под ними неохлаждаемые фотопанели, и на них сфокусированы зеркала периферийных модульных концентраторов, установленных на торцах поперечных ферм и дополнительно закрепленных через гибкие тросы и ролики к устройству натяжения, размещаемому на осевой ферме с возможностью оперативного перемещения концентраторов к поверхности земли для удобного технического обслуживания зеркал (периодической чистке), а также созданию защитных ограждений над зеркалами при приближении пылевоздушных бурь. Дополнительно к этому первичные циркуляционные контуры размещены на несущей платформе и включают каналы охлаждения фотомодулей, трубопроводы, циркуляционные насосы, змеевики внутри объема линейных теплообменников, а вторичный циркуляционный контур включает циркуляционный насос, трубопроводы, сквозные каналы нижнего и верхнего двухрядных подшипников, теплообменники, закрепленные на осевой ферме с возможностью корректировки положения для балансировки несущей платформы, коллектор и неподвижный змеевик бойлера на земле. К блоку хранения электрической энергии гибридной солнечной установки (аккумуляторам) подключен ветрогенератор, при этом его основание крепится к вертикальным опорам несущей платформы, а ось ветроколеса лежит в плоскости осевой фермы несущей платформы так, что зеркала модульных концентраторов периодически концентрируют ветровой поток на лопастях ветрогенератора;

Совокупность вышеуказанных технических признаков, посредством которых достигаются заявленные положительные качества, удовлетворяет критерию изобретения по «новизне». Некоторые конструктивные особенности гибридной установки являются know-how и поэтому не обсуждаются в данной заявке.

Совокупность технических признаков, включающих несущую платформу, выполненную из осевой и состыкованных к ней поперечных ферм с фотопанелями, коллекторами и модульными концентраторами, фиксация платформы на вертикальных опорах на не менее двух двухрядных подшипниках с соосными полыми валами, из которых нижний фиксируется на фланце в центре горизонтальной рамы с установленными на торцах подшипниками, закрепленными на нижних вертикальных опорах, а верхний на фланце V - образной рамы с колесами, размещаемыми в направляющих пазах вертикальных опор, имеющих поперечную балку с роликом и тросом, один конец которого соединен с противовесом силы тяжести несущей платформы, а второй с перекладиной V - образной рамы, позволяет получить технический результат, ранее не была известна, поэтому заявляемое изобретение удовлетворяет критерию «существенные отличия».

Совокупность технических признаков, включающих соосные полые валы несущей платформы, снабженные впрессованными патрубками из теплоизолятора с проточками для размещения эластичных кольцевых уплотнений между относительно перемещаемыми поверхностями каналов, транспортирующими жидкий теплоноситель, а также включающих не менее трех циркуляционных контуров, их которых низкотемпературные со своими циркуляционными насосами и змеевиками в линейных теплообменниках размещены в пределах несущей платформы, а высокотемпературный выходит за ее пределы и содержит циркуляционный насос и змеевик в бойлере на земле, позволила достичь ранее неизвестные, ранее была неизвестна, поэтому заявляемое изобретение удовлетворяет критерию «существенные отличия».

Совокупность технических признаков, включающих размещение на поперечных фермах симметрично осевой ферме и соосно друг другу модульных линейных фотопанелей, а напротив размещения отражающих зеркал длиной L , удовлетворяющей условию $\Delta L/L \leq 0,06$, где ΔL - размер тени на концах фотопанелей в утренние и вечерние часы, и количеством, удовлетворяющим условию $B \geq 6b$ и $0,5B/H \leq 0,5$, где b , B и H - соответственно полуширина линейных фотопанелей, ширина модульных концентраторов и расстояние от зеркал до фотопанелей, позволяет получить технический результат, ранее была неизвестна, поэтому заявляемое изобретение удовлетворяет критерию «существенные отличия».

Сущность изобретения поясняется фигурами. На фиг.1 изображена установка в разрезе, на фиг.2 вариант установки слева и на фиг.3 - вариант установки в изометрии. Некоторые рабочие элементы гибридной установки не показаны на фигурах, поскольку являются know-how.

Гибридная солнечная установка состоит из несущей платформы, выполненной из металлического профиля в виде сборной конструкции из осевой плоской фермы 1, на которой крепятся поперечные фермы 2 треугольной формы. Длина несущей платформы и количество поперечных ферм выбираются из условия получения заданной производительности по электричеству и теплу. Несущая платформа из указанных плоских ферм 1 и 2 включает соосно установленные с двух сторон опорные подшипники 3 и 4, на которых она подвешена к вертикальным опорам на земле (на фиг.1 не показаны). В нижней области поперечных ферм 2 с применением специальных устройств (не показаны) закреплены под углом друг к другу концентраторы 5 и 6, а на торцах закреплены концентраторы 7. Напротив концентраторов 5 и 6 на стойках 8 соосно друг другу установлены линейные фотопанели 9, на которых сверху закреплены планарные фотопанели 10, работающие без концентрации солнца и служащие для обеспечения собственных нужд гибридной установки. Над осевой фермой 1 установлен двусторонний плоский коллектор 11, а

под ним размещены фотопанели 12, работающие с малой концентрацией излучения солнца и без охлаждения. Концентраторы 7 закреплены к устройству натяжения (не показано), размещаемому на осевой ферме 1, через ролики 13 на стойках осевой фермы 1 с помощью гибких тросов 14. Несущая платформа из плоских ферм 1 и 2 подвешена с нижней стороны к вертикальным опорам на земле 15 на опорном подшипнике 3 через горизонтально ориентированную раму и втулки (не показаны). С верхней стороны несущая платформа подвешена на опорном подшипнике 4 через V - образную раму 16 и колесную пару 17 к вертикальным опорам на земле 18.

На плоской осевой ферме 1 закреплены линейные теплообменники 19, входы которых соединены со сквозным каналом в нижнем подшипнике 3, а выходы с входом коллектора 11, выход которого через сквозной канал верхнего опорного подшипника 4 соединен с змеевиком 20 бойлера 21, установленного на земле. Выход змеевика 20 бойлера 21 соединен через циркуляционный насос 22 с входным каналом в нижнем опорном подшипнике узле 3. Каналы охлаждения линейных фотопанелей 9 через трубопроводы, закрепленные на стойках 8 соединены с входами линейных змеевиков 23, проходящим внутри линейных теплообменников 19.

Вертикальные опоры на земле 18 содержат горизонтальную балку (не показана), на которой установлен ролик 24, через который перекинут гибкий трос 25, один конец которого закреплен на перекладине V - образной рамы, а второй на противовесе, при этом актуатор 26 неподвижным концом соединен с вертикальными опорами 18, а подвижным с перекладиной V - образной рамы.

К вертикальным опорам 18 сверху крепится основание 27 ветрогенератора 28, при этом ось ветроколеса 29 установлена в плоскости осевой фермы 1, а выходы ветрогенератора подключены к блоку хранения электрической энергии гибридной солнечной установки (аккумуляторам).

Гибридная концентраторная солнечная установка с ветрогенератором работает следующим образом. Контроллер системы управления с помощью актуаторов 26 и (второй актуатор на фигурах не показан) ориентирует несущую платформу так, чтобы плоскость осевой фермы 1 была параллельна солнечному излучению, а плоскости зеркал концентраторов 5 и 6 перпендикулярны. На фиг.1 буквами а, б и в обозначен поток солнечного излучения, фокусируемого при отражении зеркалами на рабочих поверхностях коллектора 11, фотопанелях 12 и линейных фотопанелях 9. Оптимальное взаиморасположение концентраторов 5, 6, 7 и фотопанелей 9, 12 и коллектора коллектора 11 позволяет практически 95% падающего на апертуру солнечного излучения вовлечь в процесс фотопреобразования - такого показателя нет ни в одной гибридной установке за рубежом. Несущая платформа в процессе дневного слежения за солнцем вращается с востока на запад на опорных

подшипниках 3 и 4, установленных на вертикальных опорах на земле 15 и 16. В вечерние и утренние часы на нижних концах линейных фотомодулей длиной L и коллектора образуется небольшой участок тени длиной ΔL из-за смещения плоскости вращения солнца по высоте. Для устранения тени по команде контроллера несущая платформа благодаря наличию горизонтальных втулок на нижних вертикальных опорах 15, и колес 17 скользит в пазах вертикальных опор 18 под действием актуатора 26, выставляя зеркала концентраторов всегда перпендикулярно солнечному излучению. Для облегчения работы актуатора, часть веса несущей платформы компенсируется за счет противовеса, закрепленного к ролику 24 с помощью гибкого троса 25. При частом включении актуатора 26 тень на конце фотопанелей не успевает возникать, но это увеличивает затраты на эксплуатацию, поэтому предложено решение, заключающееся в выполнении оптимального соотношения $\Delta L/L \leq 0,06$, когда и образуемая тень мало влияет на выход получаемой энергии, и эксплуатационные затраты на перемещение несущей платформы незначительны. Для фотоэлементов шириной b с заданной не менее шестикратной геометрической концентрацией число зеркал равно семи и ширина концентратора $B > 7 \cdot b$, тогда для ограничения суммарного косинуса потерь в пределах $\cos \varphi > 0,95$ (что лучше, чем a в аналогах и прототипе) требуется выполнение условия $0,5B/H \leq 0,07$. Выдерживание конструктивных параметров в вышеуказанных пределах дает возможность реализовать максимальную среди известных аналогов оптическую эффективность концентраторов, соответственно получать максимальную производительность по теплу и электричеству на единицу площади апертуры.

Для поддержания температуры фотоэлементов фотопанелей 9 на уровне не более 55°C вдоль них прокачивается с помощью циркуляционных насосов теплоноситель низкотемпературных контуров, сбрасывающих полученное тепло в линейных теплообменниках 19 через поверхность змеевиков 23. Первичные циркуляционные контуры размещаются в пределах несущей платформы, поэтому имеют небольшое термическое сопротивление и давление, позволяющие использовать недорогие и надежные циркуляционные насосы. Малое давление в каналах линейных фотопанелей упростило технологию их герметизации и соответственно себестоимость. Холодный теплоноситель поступает через сквозной канал полого вала двухрядного подшипника 3 в объем теплообменников 19, где в режиме противотока нагревается до некоторой температуры от змеевика 23 первичного контура и затем поступает в коллектор 11, где нагревается до более высокой температуры (выше 100°C). С выхода коллектора 11 горячий теплоноситель (уже высокопотенциальный) направляется через сквозной канал в полой вале верхнего двухрядного подшипника 4 в змеевик 20 бойлера 21, установленного на земле, где отдает тепло технической воде. Вместо ненадежных наружных

технологических петель из гибких рукавов для передачи движения применяется надежное сопряжение впрессованных в полые валы патрубков через эластичные кольцевые уплотнения. Высокая выходная температура теплоносителя вторичного контура значительно интенсифицирует процессы теплообмена в бойлере 21, поэтому его габариты уменьшены при сохранении производительности. В процессе слежения за солнцем несущая платформа вращается на двухрядных подшипниках 3 и 4 и одновременно скользит на колесах вдоль пазов верхних вертикальных стоек. Противовес, подвешенный на тросике 25 через ролик 24 на поперечной балке вертикальных стоек, компенсирует силу тяжести гибридной установки, поэтому используется актуатор малой мощности.

Периферийные концентраторы 7 подвешены через ролики 13 и гибкие тросы 14 к устройству натяжения, установленному на осевой ферме 1, поэтому часть тяжести их переносится в плоскость симметрии, что улучшает балансировку несущей платформы. Устройство натяжения при необходимости опускает периферийные концентраторы 7 вертикально вниз для очистки зеркал и затем поднимает их в исходное положение.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Солнечная гибридная концентраторная установка, включающая вертикальную опору, закрепленную на ней следящую за солнцем несущую платформу, установленные на ней симметрично концентраторы солнечного излучения из плоских зеркал и напротив них охлаждаемые жидким теплоносителем фотопанели с установленным между ними коллектором, а также циркуляционный контур с жидким теплоносителем и актуатор для перемещения несущей платформы по высоте, *отличающаяся* тем, что несущая платформа выполнена из осевой и состыкованных к ней симметрично поперечных ферм и опирается концами осевой фермы на не менее двух вертикальных опорах через соосные полые валы двухрядных подшипников, при этом нижний двухрядный подшипник закреплен на фланце в центре горизонтальной рамы, опирающейся через соосные подшипники по краям на вертикальных опорах, а верхний двухрядный подшипник закреплен на фланце V - образной рамы, опирающейся через колеса на торцах в направляющие пазы вертикальных опор, на поперечных фермах несущей платформы соосно на вертикальных стойках размещены модульные линейные фотопанели с плоскостями, установленными под углом друг к другу, а под ними закреплены модульные концентраторы с ориентированными с севера на юг плоскими зеркалами длиной L , удовлетворяющей условию $\Delta L/L < 0,06$, где ΔL - размер тени на концах линейных фотопанелей в утренние и вечерние часы, и количеством, удовлетворяющим условию $0,5B/H < 0,5$ и $B > 6b$, где b , H и B - соответственно, полуширина линейных фотопанелей, их расстояние

до зеркал и ширина модульных концентраторов, при этом между линейными фотопанелями вдоль осевой фермы установлены двусторонние коллекторы и под ними закреплены неохлаждаемые фотопанели, а на торцах поперечным ферм установлены периферийные модульные концентраторы, дополнительно закрепленные через гибкие тросы и ролики на стойках осевой фермы к устройствам натяжения, размещаемым на осевой ферме, кроме того, в пределах несущей платформы размещено не менее двух первичных циркуляционных контуров, включающих каналы охлаждения линейных фотомодулей, трубопроводы, циркуляционные насосы, змеевики, проходящие в объеме линейных теплообменников вторичного циркуляционного контура, частично закрепленного на несущей платформе и включающего также циркуляционный насос, трубопроводы, сквозные патрубки нижнего и верхнего двухрядных подшипников, коллектор и неподвижный змеевик бойлера на земле, дополнительно к верхним вертикальным стойкам несущей платформы крепится основание ветрогенератора, ветроколесо которого установлено в плоскости осевой фермы несущей платформы и под углом к зеркалам модульных концентраторов с возможностью концентрации ветрового потока на его лопастях, а выход ветрогенератора подключен к блоку заряда аккумуляторов гибридной солнечной установки.

2. Солнечная гибридная концентраторная установка по п.1, *отличающаяся* тем, что верхние вертикальные опоры содержат горизонтальную балку с роликом, через который перекинут гибкий трос, один конец которого присоединен к перекладине V-образной рамы, а другой к противовесу силы тяжести несущей платформы, при этом актуатор одним концом соединен с нижней

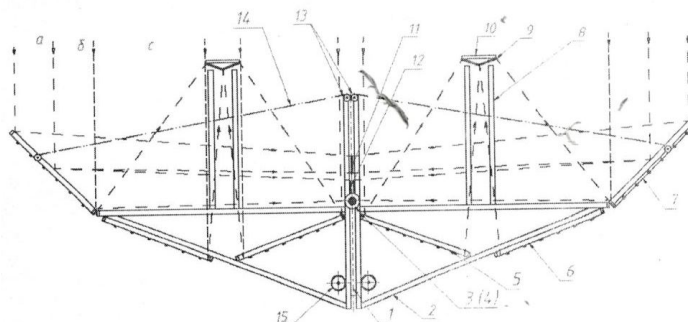
горизонтальной балкой вертикальных опор, а другим с перекладиной V - образной рамы.

3. Солнечная гибридная концентраторная установка по п.1, *отличающаяся* тем, что периферийные концентраторы снабжены устройствами крепления к торцам поперечных ферм и лебедкам, установленным на осевой ферме с возможностью периодического оперативного перемещения их к поверхности земли для удобного технического обслуживания (периодической чистке зеркал), а также формированию защитных ограждений над ними при приближении пылевоздушных бурь.

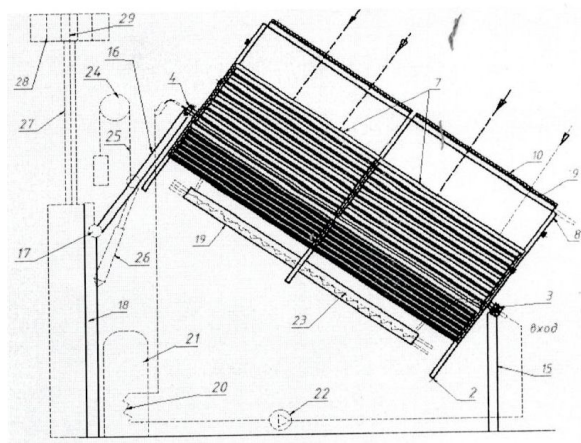
4. Солнечная гибридная концентраторная установка по п.1, *отличающаяся* тем, что линейные теплообменники вторичного контура на осевой ферме закреплены с возможностью менять расстояние до оси вращения несущей платформы, а в них вдоль оси размещены змеевики первичных контуров, соединенных через трубопроводы с каналами линейных фотопанелей, на выходе которых установлены циркуляционные насосы.

5. Солнечная гибридная концентраторная установка по п.1, *отличающаяся* тем, что полые валы верхнего и нижнего двухрядных подшипников содержат соответственно фланец с отверстиями крепления к V - образной раме и фланец с отверстиями крепления к горизонтальной раме, а также впрессованные соосно теплоизоляционные патрубки с пазами для размещения эластичных кольцевых уплотнений.

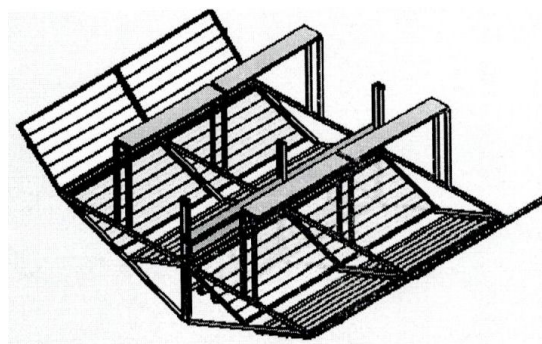
6. Солнечная гибридная концентраторная установка по п.4, *отличающаяся* тем, что линейные теплообменники дополнительно выполняют функции противовеса распределенных в пространстве линейных фотомодулей и коллектора в системе балансировки несущей платформы и содержат рейки смещения по высоте осевой фермы.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



(19) **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ**

ӨНЕРТАБЫСҚА

(11) **№ 31758**

(12) **ПАТЕНТ**

(54) **АТАУЫ:** Күн сәулесін топтастырғышы бар дербес тұзсыздандырғыш

(73) **ПАТЕНТ ИЕЛЕНУШІСІ:** Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(72) **АВТОР (АВТОРЛАР):** Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренкова Лариса Алексеевна (KZ); Нестеренков Александр Геннадьевич (KZ)

(21) **Өтінім №** 2015/0970.1

(22) **Өтінім берілген күн:** 26.08.2015

22.12.2016 Қазақстан Республикасы Өнертабыстардың мемлекеттік тізілімінде тіркелді.

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда, патенттің күші Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

**Қазақстан Республикасы
Әділет министрінің орынбасары**

Э. Әзімова

Өзгерістер енгізу туралы мәліметтер осы патентке қосымша түрінде жеке паракта келтіріледі

002373



(19) **МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

(12) **ПАТЕНТ**

(11) **№ 31758**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(54) **НАЗВАНИЕ:** Автономный опреснитель с концентратором солнечного излучения

(73) **ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ:** Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(72) **АВТОР (АВТОРЫ):** Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренкова Лариса Алексеевна (KZ); Нестеренков Александр Геннадьевич (KZ)

(21) **Заявка №** 2015/0970.1

(22) **Дата подачи заявки:** 26.08.2015

Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан
22.12.2016.

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

**Заместитель министра юстиции
Республики Казахстан**

Э. Азимова

Сведения о внесении изменений приводятся на отдельном листе в виде приложения к настоящему патенту



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

УДОСТОВЕРЕНИЕ АВТОРА

№ 96049

Настоящим удостоверяется, что Нестеренкова Лариса Алексеевна (KZ)

и Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренков Александр Геннадьевич (KZ)

является(ются) автором(ами) изобретения

(11) 31758

(54) Автономный опреснитель с концентратором солнечного излучения

(73) *Патентообладатель:* Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(21) 2015/0970.1

(22) 26.08.2015

Заместитель министра юстиции
Республики Казахстан

Э. Азимова



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

№ 96049

АВТОРДЫҢ КУӘЛІГІ

Нестеренкова Лариса Алексеевна (KZ)

және Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренков Александр Геннадьевич (KZ)

*өнертабыс авторы(лары) болып табылатындығы осымен
қуәландырылады*

(11) 31758

(54) Күн сәулесін топтастырғышы бар дербес тұзсыздандырғыш

(73) Патент иеленушісі: Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(21) 2015/0970.1

(22) 26.08.2015

Қазақстан Республикасы
Әділет министрінің орынбасары

Э. Әзімова



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

УДОСТОВЕРЕНИЕ АВТОРА

№ 96050

*Настоящим удостоверяется, что Нестеренков Александр
Геннадьевич (KZ)*

*и Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренкова Лариса
Алексеевна (KZ)*

является(ются) автором(ами) изобретения

(11) 31758

(54) Автономный опреснитель с концентратором солнечного излучения

(73) *Патентообладатель:* Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(21) 2015/0970.1

(22) 26.08.2015

Заместитель министра юстиции
Республики Казахстан

Э. Азимова



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

№ 96050

АВТОРДЫҢ КУӘЛІГІ

Нестеренков Александр Геннадьевич (KZ)

және Нестеренков Петр Александрович (KZ); Нестеренкова Лариса Алексеевна (KZ)

өнертабыс авторы(лары) болып табылатындығы осымен куәландырылады

(11) 31758

(54) Күн сәулесін топтастырғышы бар дербес тұзсыздандырғыш

(73) *Патент иеленушісі:* Нестеренков Петр Александрович (KZ)

(21) 2015/0970.1

(22) 26.08.2015

Қазақстан Республикасы
Әділет министрінің орынбасары

Э. Әзімова



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 31758

(51) C02F 1/14 (2006.01)

F24J 2/04 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2015/0970.1

(22) 26.08.2015

(45) 30.12.2016, бюл. №18

(72) Нестеренков Петр Александрович;
Нестеренкова Лариса Алексеевна; Нестеренков
Александр Геннадьевич

(73) Нестеренков Петр Александрович

(56) RU 2165890 C1, 27.04.2001;

RU 81953 U1, 10.04.2009;

US 6391162 B1, 21.05.2002;

JP 3964069 B2, 22.08.2007

(54) **АВТОНОМНЫЙ ОПРЕСНИТЕЛЬ С
КОНЦЕНТРАТОРОМ СОЛНЕЧНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ**

(57) Представлен автономный опреснитель с камерой испарения, стенки которой являются одновременно селективными стенками коллектора солнечного излучения, установленного в фокальной области концентратора солнечного излучения на следящей за солнцем несущей платформе. Вдоль камеры испарения равномерно распределены вакуумные патрубки диаметром примерно равным расстоянию между противоположными стенками камеры испарения и соединяющие с ней установленную в солнечной тени камеру конденсации. Для интенсификации процессов испарения соленой воды при изменении ориентации камеры испарения в течение дня при перемещении солнца, внутренняя поверхность стенок камеры, испарения содержит технологические выступы, которые создают тонкую пленку соленой воды и

микрокапли. Увеличенная многократно за счет концентрации солнца удельная тепловая мощность поступает на увеличенную также многократно поверхность массообмена испаряемой соленой воды. Скорость эвакуации пара из камеры испарения увеличена за счет большого сечения выходных торцевых отверстий вакуумных патрубков, а также дополнительных отверстий на ее обечайках. Струи пара, выходящие из вакуумных патрубков, перпендикулярно шахматным рядам этих трубок интенсивно охлаждаются и конденсируются в капли дистиллята, стекающего к торцу камеры конденсации, а теплота конденсации используется для нагрева проходящей внутри трубок соленой воды. Вакуумный и циркуляционный насосы питаются от фотомодулей, потому опреснитель является полностью автономным.

Камеры испарения и конденсации наклонены под углом к горизонту, что позволяет накапливать рассол и дистиллят на их торцах и в змеевиках бойлера в течение дня, а затем сливать их после захода солнца.

Изобретение обеспечило: снижение материалоемкости опреснителя, увеличение производительности получения дистиллята, повышение надежности работы при суточном изменении солнечного излучения, поступающего на коллектор, полную автономность работы за счет питания насосов от солнечных фотомодулей; более полное использование теплосодержания дистиллята и рассола.

(19) KZ (13) B (11) 31758