



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **995**
(51) **МПК H01L35/00;**
H01L37/04

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1801239

(22) 27.09.2018

(46) Бюл.148, 2019

(71) Центр инновационного развития науки и новых технологий Академии Наук Республики Таджикистан (ТJ).

(72) Каримов Х.С. (ТJ); Ахмедов Х.М. (ТJ); Абид Мухаммад (РК); Чани Мухаммад Саид Тарик (РК); Юмаев Н.Р. (ТJ).

(73)) Центр инновационного развития науки и новых технологий Академии Наук Республики Таджикистан (ТJ).

(54) **СОЛНЕЧНЫЙ
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР.**

(56) 1. Т.А. Исмаилов, К.М.Давыдова, С.К.Акимова, Х.М.Гаджиев, З.А.Исмаилова, Концентратор лучей для солнечной батареи с веерным расположением зеркальных отражающих электродов. Патент 2615041 России, 12 апреля, 2017г.

2. А.Б.Согаконов. Зачем нужен концентратор солнечной энергии? Или на что способен солнечный концентратор? Научно-практическая конференция «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий». Институт теплофизики им.С.С.Кутателадзе СО РАН, 19-20 марта 2013г.

3. Katie Shanks, S.Senthilarasu, Tapas K.Mallick, Optic for concentrating photovoltaic: Trends, limits and opportunities for materials and design. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 60, July 2016, pp.394-407.

4. Хасан Сангинович Каримов, Хаким Мунаварович Ахмедов, Дуре Зехра Байг, Адам

Хан, Тахсин Амин Хан Касурия, Ношин Фатима, Мухаммад Али, Умайр Рао, Саид Абдул Моиз. Гибридный солнечный термоэлектрический коллектор. Малый патент Республики Таджикистан, №887, 17 апреля, 2018г.

(57) Изобретение относится к энергетике и может быть применено для получения электрической энергии за счёт преобразования солнечных лучей в электрическую в фотоэлектрических и/или термоэлектрических генераторах. Солнечный термоэлектрический генератор содержит концентратор света, термоэлектрический генератор, который с лицевой стороны покрыт поглотителем света, изготовленным из композита, а с тыльной стороны в термоэлектрический генератор встроены теплоотводы, изготовленные из композита. На термоэлектрическом генераторе установлен составной концентратор, состоящий из пирамидального и конического концентраторов, при этом малое основание пирамидального концентратора выполнено в виде квадрата, совпадающего с размерами термоэлектрического генератора, большее основание выполнено в виде прямоугольника, при этом одна из сторон прямоугольника в два раза больше другого, прямоугольное основание пирамидального концентратора плавно переходит в меньшее основание конического концентратора в виде эллипсоида, при этом большее основание конического концентратора выполнено также в виде эллипсоида, на поверхности концентраторов выполнены поперечные щели для снижения парусности концентраторов, составной концентратор может поворачиваться вокруг своей оси.

Изобретение относится к энергетике и может использоваться для получения электрической энергии за счёт преобразования солнечной энергии в бытовых условиях, а также в демонстрационных целях в учебных заведениях. Солнечный термоэлектрический генератор содержит концентратор света, термоэлектрический генератор, который с лицевой стороны покрыт поглотителем света, изготовленным из композита, а с тыльной стороны в термоэлектрический генератор встроены теплоотводы, изготовленные из композита. На термоэлектрическом генераторе установлен составной концентратор, состоящий из пирамидального и конического концентраторов, при этом малое основание пирамидального концентратора выполнено в виде квадрата, совпадающего с размерами термоэлектрического генератора, большее основание выполнено в виде прямоугольника, при этом одна из сторон прямоугольника в два раза больше другого, прямоугольное основание пирамидального концентратора плавно переходит в меньшее основание конического концентратора в виде эллипсоида, при этом большее основание конического концентратора выполнено также в виде эллипсоида, на поверхности концентраторов выполнены поперечные щели для снижения парусности концентраторов, составной концентратор может поворачиваться вокруг своей оси.

Известен концентратор лучей для солнечной батареи с веерным расположением зеркальных отражающих электродов [1]. Концентратор выполнен в форме полуцилиндра с веерным расположением зеркальных отражающих электродов и прозрачных полупроводниковых солнечных батарей. В сравнении с известными и используемыми на практике концентраторами данное устройство является сложным и может применяться только с прозрачными солнечными элементами и батареями.

Известны сегментированные концентраторы [2] для концентрации солнечного излучения и использования в солнечных термоэлектрических генераторах. Данные концентраторы обеспечивают высокую концентрацию солнечной энергии, но в то же время являются сложными в изготовлении и сравнительно дорогими.

Известен концентратор Френеля, используемый для концентрации солнечной энергии [3] в термоэлектрических генераторах. Для изготовления концентратора используется специальная технология, которая может отсутствовать в обычных мастерских.

Наиболее близким аналогом к заявленному изобретению является гибридный солнечный термоэлектрический коллектор [4], содержащий термоэлектрические генераторы (ТЕС1-12706) покрытые с лицевой стороны поглотителем света, изготовленные из композита, состоящего из углеродных нано-трубок (50 вес. %) и силиконового связующего (адгезива) (50 вес. %), а с тыльной стороны в термоэлектрические

генераторы встроены теплоотводы, изготовленные из композита, состоящего из графитового порошка (50 вес. %) и силиконового связующего (адгезива) (50 вес. %), на термоэлектрических генераторах установлены пирамидальные концентраторы. В гибридном солнечном термоэлектрическом коллекторе под термоэлектрическими генераторами установлен воздушный коллектор и присоединён к баку с водой посредством теплообменника. Гибридный солнечный термоэлектрический коллектор содержит устройство для регулировки угла наклона коллектора к горизонтальной плоскости в зависимости от времени (сезона) года. Термоэлектрический генератор устанавливается неподвижно в направлении солнца в полдень.

Прототип имеет следующие недостатки: пирамидальные концентраторы, во-первых, не обеспечивают достаточно высокой концентрации энергии солнечных лучей. Во-вторых, видимый угол движения солнца в горизонтальной плоскости в течение дня значительно выше угла движения в вертикальной плоскости. Т.к. форма пирамидального концентратора является квадратом, это существенно ограничивает приток солнечной энергии к термоэлектрическому генератору.

Целью изобретения является повышение эффективности солнечного термоэлектрического генератора (СТГ) и снижение стоимости произведённой солнечной энергии.

Технический результат достигается тем, что на термоэлектрическом генераторе (ТЕС1-12706) установлен составной концентратор, состоящий из пирамидального и конического концентраторов, при этом малое основание пирамидального концентратора выполнено в виде квадрата, совпадающего с размерами термоэлектрического генератора, большее основание выполнено в виде прямоугольника, при этом одна из сторон прямоугольника в два раза больше другого, прямоугольное основание пирамидального концентратора плавно переходит в меньшее основание конического концентратора в виде эллипсоида, при этом большее основание конического концентратора выполнено также в виде эллипсоида. Кроме того установлено устройство для поворота концентраторов вокруг своей оси.

Солнечный термоэлектрический генератор с лицевой стороны покрыт поглотителем света, изготовленного из композита, состоящего из углеродных нано-трубок и силиконового связующего (адгезива), а с тыльной стороны в термоэлектрический генератор встроены теплоотводы, изготовленные из композита, состоящего из графитового порошка и силиконового связующего (адгезива), а также устройство для фиксации положения концентраторов.

Коэффициент концентрации пирамидального и конического концентраторов составляет 5-10. Устройство для изменения угла наклона данного генератора к горизонту позволяет изменять

данный угол в пределах $\pm 11^\circ$ к широте местности (в зависимости от времени года), что позволяет увеличить мощность и энергию солнечного термоэлектрического генератора в среднем на (25-35)%.

Заявленное изобретение поясняется следующими графическими изображениями, где приведены:

на Фиг.1 - схематическая конструкция СТГ (вид сбоку в вертикальной плоскости) : опора (1) термоэлектрический генератор (2), светопоглощающее покрытие (поглотитель света) (3), пирамидальный концентратор (4), конический концентратор (5), теплоотвод (6), устройство для поворота концентраторов вокруг оси (7), механизм для изменения угла наклона СТГ к горизонтальной плоскости (8);

на Фиг.2 - схематическая конструкция пирамидального и конического концентраторов (вид спереди, в плоскости нормальной к световым лучам): светопоглощающее покрытие (поглотитель света) (3), пирамидальный концентратор (4), конический концентратор (5);

на Фиг.3 - схематическая конструкция пирамидального и конического концентраторов (вид сбоку, в горизонтальной плоскости): пирамидальный концентратор (4), конический концентратор (5), поперечные щели (9);

Фиг.4 - схематическая конструкция пирамидального и конического концентраторов (вид сбоку, в вертикальной плоскости): пирамидальный концентратор (4), конический концентратор (5), поперечные щели (9);

Фиг.5 –прохождение и отражение световых лучей внутри пирамидального и конического концентраторов: отражающая часть концентратора (1), щель (2), световые лучи (3 и 4).

СТГ (Фиг.1) содержит опору (1) термоэлектрического генератора (2), светопоглощающее покрытие (поглотитель света) (3), пирамидальный концентратор (4), конический концентратор (5), теплоотвод (6), устройство для поворота концентраторов вокруг оси (7) и механизм для изменения угла наклона СТГ к горизонтальной плоскости (8). Термоэлектрический генератор (2) с лицевой стороны покрыт поглотителем света (3), изготовленным из композита, состоящего из углеродных нано-трубок и силиконового связующего, в соотношении 50 вес. % к 50 вес. %, которые тщательно перемешиваются и наносятся на соответствующую поверхность термоэлектрического генератора. Суспензия поглотителя света наносится однородным слоем, тогда как суспензия теплоотвода наносится 2-3 раза с перерывом в 1-2 часа, чтобы предыдущие слои затвердевали, и сделать слой волнистым с развитой поверхностью.

Малое основание пирамидального концентратора (4) выполнено в виде квадрата, совпадающего с размерами термоэлектрического генератора, большее основание выполнено в виде прямоугольника, при этом одна из сторон прямоугольника в два раза больше другого,

прямоугольное основание пирамидального концентратора плавно переходит в меньшее основание конического концентратора (5) в виде эллипсоида, при этом большее основание конического концентратора выполнено также в виде эллипсоида.

Концентраторы света (4 и 5) изготавливают из алюминиевой фольги. Размеры пирамидального концентратора составляет: высота -6 см, горловина $8 \times 6 \text{ см}^2$, дно $4 \times 4 \text{ см}^2$ соответственно. Размеры конического концентратора составляет: высота - 6 см, горловина $12 \times 8 \text{ см}^2$, дно $8 \times 6 \text{ см}^2$ соответственно. Суммарный коэффициент концентрации данного составного концентратора равен 5. Соответствующее изменение размеров концентраторов позволяет сделать суммарный коэффициент концентрации равным от 5 до 10. Размеры термоэлектрического генератора составляет: $4:4:0.4 \text{ см}^3$. Теплоотвод (6) служит для создания градиента температуры в термоэлектрическом генераторе путём рассеивания части тепловой энергии в окружающее пространство. Устройство для поворота концентраторов вокруг оси (7) позволяет поворачивать концентраторы, чтобы установить и зафиксировать их в положении максимальной электрической мощности на выходе термоэлектрического генератора (2). Механизм для изменения угла наклона СТГ к горизонтальной плоскости (8) позволяет изменять угол наклона, который равен широте местности, весной и осенью, плюс 11° зимой и минус 11° летом. На поверхности концентраторов выполнены поперечные щели (9) для снижения парусности концентраторов (площади поверхности на которую действует ветер). Размеры поперечных щелей следующие: $10:1 \text{ мм}^2$, расстояние между щелями в поперечном и продольном по отношению к оси концентраторов направлениях равны 10мм.

Отражающие поверхности концентратора были выполнены таким образом чтобы максимально снизить, потери световых лучей из-за наличия щелей на боковых поверхностях концентраторов (Фиг.5) путём соответствующего смещения отражающих поверхностей внутри концентраторов на величину (0.3-0.5) высоты щели в направлении перпендикулярном направлению световых лучей.

Экспериментально было установлено, наличие щелей снижает парусность на (20-30)%, тогда как коэффициент концентрации снижался всего на (4-6)%, что связано с тем, что ветер оказывает максимальное давление под прямым углом к поверхности концентраторов, а солнечные лучи падают под острым углом. При этом в конструкции концентраторов имеет место смещение отражающих поверхностей внутри концентраторов в направлении перпендикулярном движению световых лучей.

СТГ работает следующим образом. Солнечные лучи концентрируются составным концентратором, состоящим из пирамидального и конического концентраторов, на поверхность тер-

моэлектрического генератора 2 (Фиг.1). Поверхность термоэлектрического генератора 2 нагревается и создается разность (градиент) температуры между нагреваемой стороной термоэлектрического генератора и противоположной стороной генератора. Вследствие эффекта Зеебека между противоположными сторонами термоэлектрического генератора возникает разность потенциалов. Для повышения напряжения термоэлектрические генераторы соединяются последовательно в виде модуля. Вследствие этого на выходе модуля создается достаточно высокое для практических целей напряжение пропорциональное разности температур «горячего» и «холодного» спаев генераторов или интенсивности света.

Установлено, что при сравнении данного солнечного термоэлектрического генератора с составным концентратором с прототипом -

солнечным генератором с пирамидальным концентратором в естественных условиях в течение нескольких дней предлагаемый солнечный термоэлектрический генератор вырабатывал электрическую энергию на (10-20)% больше в зависимости от средней интенсивности солнечного излучения. При интенсивности солнечного излучения равном 445 Вт/м^2 напряжение холостого хода одного генератора равно 0.4 В. При этом ток короткого замыкания составлял 18 мА, фил-фактор вольт-амперной характеристики был равен 0.24. Стоимость одного солнечного термоэлектрического генератора составляет 8 долл. США.

Солнечный термоэлектрический генератор может быть использован для демонстрационных целей и в обучении, а также бытовых условиях при установке достаточного количества термоэлектрических генераторов в модуле.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Солнечный термоэлектрический генератор, содержащий концентратор, термоэлектрический генератор, который с лицевой стороны покрыт поглотителем света, изготовленным из композита, состоящего из углеродных нано-трубок (50 вес. %) и силиконового связующего (адгезива) (50 вес. %), а с тыльной стороны в термоэлектрический генератор встроены теплоотводы, изготовленные из композита, состоящего из графитового порошка (50 вес. %) и силиконового связующего (адгезива) (50 вес. %), пирамидальный концентратор, устройство для регулировки угла наклона термоэлектрического генератора к горизонтальной плоскости в зависимости от времени (сезона) года, **отличающийся тем, что** на термоэлектрическом генераторе установлен составной концентратор, состоящий из пирамидального и конического концентраторов, при этом малое основание пирамидального концентратора выполнено в виде квадрата, совпадающего с размерами термоэлектрического

генератора, большее основание выполнено в виде прямоугольника, причём одна из сторон прямоугольника в два раза больше другого, прямоугольное основание пирамидального концентратора плавно переходит в меньшее основание конического концентратора в виде эллипсоида, при этом большее основание конического концентратора выполнено также в виде эллипсоида, на поверхности концентраторов выполнены поперечные щели для снижения парусности концентраторов на 20-30 %, в конструкции концентраторов имеет место смещение отражающих поверхностей внутри концентраторов в направлении перпендикулярном направлению световых лучей, что позволяет снизить потери световой энергии всего на 4-6 % из-за наличия щелей, составной концентратор может поворачиваться вокруг своей оси, что позволяет зафиксировать его в положении когда электрическая мощность на выходе устройства будет максимальной.

Компьютерный набор: Фатхуллаева М.С.

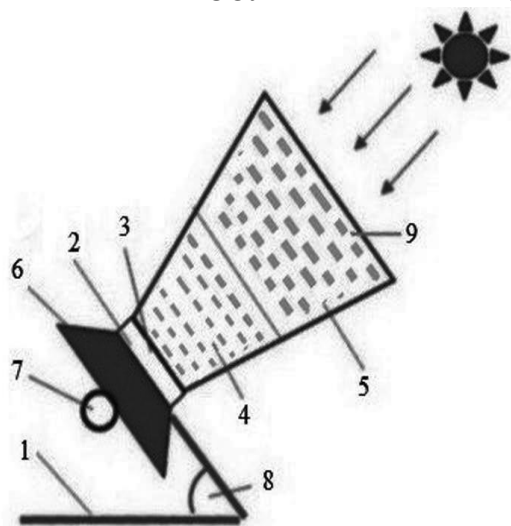
Заказ

Тираж

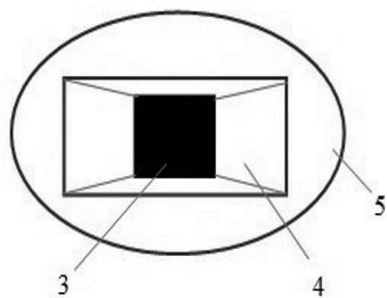
Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ734042, г. Душанбе,
ул. Айни, 14а

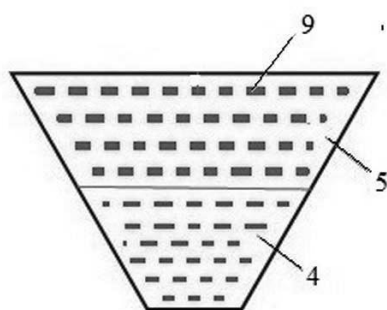
СОЛНЕЧНЫЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР



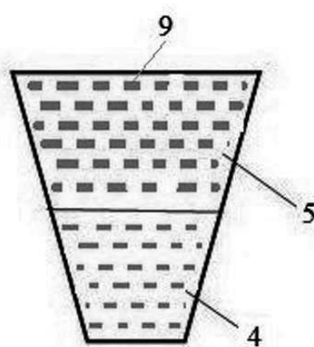
Фиг.1



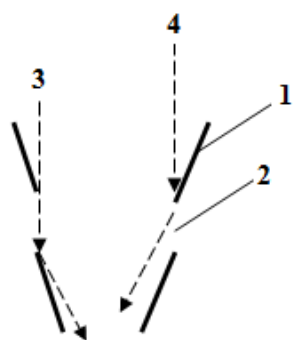
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5