Панченко В.А.

Прототипирование складного концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с двусторонним фотоприёмником*Российский университет транспорта
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-61

Аннотация

В статье предложена конструкция складного концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с двусторонним фотоприёмником и произведено быстрое прототипирование разработанного модуля с помощью аддитивных технологий. Разработанный солнечный модуль позволит потребителям получать наряду с электрической энергией ещё и тепловую энергию в виде нагретого теплоносителя.

Ключевые слова: солнечная энергия, теплофотоэлектрический модуль, концентратор солнечного излучения, фотоэлектрические преобразователи, энергоснабжение.

Abstract

The article proposes the design of a folding concentrator photovoltaic thermal solar module with a two-sided photoreceiver and made rapid prototyping of the developed module using additive technologies. The developed solar module will allow consumers to receive, along with electrical energy, heat energy in the form of a heated coolant.

Keywords: solar energy, photovoltaic thermal module, solar radiation concentrator, photovoltaic converters, power supply.

В удалённых регионах от централизованных энергетических сетей остро встаёт вопрос получения источника электрической и тепловой энергии. Подобного рода источники должны быть мобильны и автономны и найдут своё применение у туристов, фермеров и местных жителей. Планарные солнечные модули имеют небольшую удельную мощность и позволяют вырабатывать только электрическую энергию [1]. Увеличение электрической эффективности и одновременное получение нагретого теплоносителя могут обеспечить концентраторные солнечные модули с матричными высоковольтными фотоэлектрическими преобразователями [2]. К концентраторам подобного рода модулям предъявляется ряд требований и специфических задач ещё на стадии проектирования [3 - 5]. С целью создания такого мобильного концентраторного теплофотоэлектрического модуля предложена конструкция складного концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с двусторонним фотоприёмником (рисунок 1).

Рисунок 1. Складной концентраторный теплофотоэлектрический солнечный модуль с двусторонним фотоприёмником (слева) и поперечный разрез двустороннего фотоприёмника (справа)

С целью проведения быстрого прототипирования разработанного солнечного модуля подготовлена методика изготовления компонентов солнечных модулей с помощью аддитивных технологий (рисунок 2).

Рисунок 2. Методика изготовления компонентов солнечных модулей с помощью аддитивных технологий

Для изготовления деталей концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля использована методика изготовления компонентов концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с помощью аддитивных технологий, реализуемая с помощью слайсера и 3D принтера на основе подготовленных с помощью системы автоматизированного проектирования трёхмерных моделей деталей.

С помощью разработанной технологической инструкции произведена сборка фотоприёмника концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля. В результате выполнения разработанной технологической инструкции изготовлен фотоприёмник концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля (рисунок 3). В состав фотоприёмника входят 2 кремниевых двусторонних монокристаллических фотоэлектрических преобразователя с размерами 72,5 мм × 125 мм каждый, соединённых последовательно, двухкомпонентный полисилоксановый компаунд [6], защитная прозрачная тонкая лицевая плёнка, зазор для теплоносителя (вода) и прозрачная плёнка для его герметизации.

Рисунок 3. Трёхмерная модель фотоприёмника концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля (слева) и изготовленный фотоприёмник (справа)

С помощью разработанной технологической инструкции произведена сборка направляющих с концентратором солнечного излучения, стоек и упоров модуля (рисунок 4) с фотоприёмником концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля.

Рисунок 4. Трёхмерная модель направляющих с концентратором солнечного излучения со стойками и упорами (слева), изготовленные и собранные компоненты (посередине) и концентраторный теплофотоэлектрический солнечный модуль в сборе (справа)

В качестве светоотражающего материала концентратора солнечного излучения может быть использована светоотражающая фольга или плёнка в виде образующего профиля параболического типа или фасетного типа. Для возможности складывания и вращения направляющих концентратора использованы шпильки с крепёжными гайками (отвинчивающиеся от руки – барашки).

В качестве дополнительного фотоэлектрического приёмника может быть добавлен второй приёмник в установочное отверстие поверх первого для увеличения мощности и оптимальной работы кремниевых элементов.

Следует отметить, что при изготовлении образца концентраторного мобильного теплофотоэлектрического солнечного модуля применялись рядовые двусторонние кремниевые монокристаллические фотоэлектрические преобразователи с невысоким коэффициентом полезного действия ввиду отработки технологии изготовления. В дальнейшем в качестве электрогенерирующих элементов планируется применять двусторонние высоковольтные матричные кремниевые фотоэлектрические преобразователи с более высоким коэффициентом полезного действия (24 – 28 %) и соответственно большей электрической мощностью [2] (рисунок 5).

Рисунок 5. Двусторонние высоковольтные матричные кремниевые фотоэлектрические преобразователи

Двусторонние высоковольтные матричные кремниевые фотоэлектрические преобразователи сохраняют высокую электрическую эффективность при концентрированном солнечном излучении и, соответственно, электрическая мощность одного модуля вырастет, а увеличенного срока службы фотоэлектрической части концентраторного теплофотоэлектрического модуля позволит добиться использование

двухкомпонентного полисилоксанового компаунда в процессе герметизации фотоэлектрических преобразователей [6].

В результате сборки складного концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с двусторонним фотоприёмником получен прототип модуля, готовый к натурным испытаниям (рисунок 6).

Рисунок 6. Прототип складного концентраторного теплофотоэлектрического солнечного модуля с двусторонним фотоприёмником

Разработанный складной концентраторный теплофотоэлектрический солнечный модуль с двусторонним фотоприёмником позволит потребителям получать наряду с электрической энергией ещё и тепловую энергию в виде нагретого теплоносителя.

1. Panchenko V. The development and testing of folding, sectional and flexible solar modules. Research in Agricultural Electric Engineering. 2015. № 3. С. 90-97.
2. Стребков Д.С., Поляков В.И., Панченко В.А. Высоковольтные кремниевые модули для преобразования концентрированного солнечного излучения. Малая энергетика. 2014. № 1-2. С. 116-122.
3. Силицын С.А. Задача паркетирования сферической защитной оболочки плоскими элементами с требуемой точностью. Современные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник трудов по результатам международной интернет-конференции. 2019. С. 265-270.
4. Силицын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
5. Силицын С.А. Информационная методика управления качеством поверхности солнечного концентратора, заданной дискретным множеством точек. E-Scio. 2020. № 1 (40). С. 421-427.
6. Стребков Д.С., Персиц И.С., Панченко В.А. Солнечные модули с увеличенным сроком службы. Инновации в сельском хозяйстве. 2014. № 3 (8). С. 154-158.

Панченко В.А.¹, Чирский С.П.²

Моделирование теплового состояния фотоприёмника с полостным металлическим радиатором с волновой поверхностью теплофотоэлектрического концентраторного солнечного модуля

¹Российский университет транспорта

²МГТУ им. Н.Э. Баумана

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-11-2021-62

Аннотация

В статье рассмотрено трёхмерное моделирование в системе конечно-элементного анализа фотоприёмника с полостным металлическим радиатором с волновой поверхностью, который входит в состав концентраторного теплофотоэлектрического модуля. Рассмотрены различные конструкции радиаторов фотоприёмника и получены значения тепловых полей и