4. Синицын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
5. Синицын С.А. Информационная методика управления качеством поверхности солнечного концентратора, заданной дискретным множеством точек. E-Scio. 2020. № 1 (40). С. 421-427.
6. Ansys, сайт. – URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 19.09.2021). – Текст: электронный.

Панченко В.А.¹, Чирский С.П.²

Трёхмерное моделирование фотоприёмника ω -образного вторичного концентратора солнечного теплофотоэлектрического модуля в системе конечно-элементного анализа

¹Российский университет транспорта

²МГТУ им. Н.Э. Баумана

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-52

Аннотация

В статье рассмотрено трёхмерное моделирование фотоприёмника концентраторного теплофотоэлектрического модуля с ω -образным вторичным концентратором с целью получения его теплового режима работы. Благодаря визуализации теплового режима работы фотоприёмника появляется возможность оптимизации конструкции фотоприёмника с целью получения высокой эффективности его работы.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотоприёмник, система конечно-элементного анализа, концентратор солнечного излучения, теплофотоэлектрический модуль, тепловое состояние.

Abstract

The article discusses three-dimensional modeling of a photoreceiver of a concentrator photovoltaic thermal module with an ω -shaped secondary concentrator in order to obtain its thermal mode of operation. Due to the visualization of the thermal mode of the photoreceiver operation, it becomes possible to optimize the design of the photoreceiver in order to obtain high efficiency of its operation.

Keywords: solar energy, photoreceiver, finite element analysis system, solar radiation concentrator, photovoltaic thermal module, thermal state.

Увеличение эффективности солнечных модулей является важной и актуальной задачей, которая может быть решена как на технологическом уровне, так и с помощью применения новых конструкций солнечных модулей [1 - 2]. Теплофотоэлектрическая конструкция солнечных модулей [3] позволяет увеличивать общую эффективность солнечного модуля благодаря когенерационному принципу работы – выработке одновременно электрической и тепловой энергии. Наряду с когенерацией перспективным способом увеличения эффективности является применение концентраторов солнечного излучения различных типов, которые наряду с возможностью увеличения электрической эффективности фотоэлектрических преобразователей позволяют также уменьшить стоимость установленной мощности, что в свою очередь ускорит срок окупаемости солнечной установки. Однако наряду с задачей расчёта профиля концентраторов солнечного излучения [4 - 6] другой немаловажной задачей является расчёт теплового режима работы фотоприёмников подобного рода солнечных модулей. Ниже предложен пример трёхмерного моделирования в системе конечно-элементного анализа Ansys двустороннего теплофотоэлектрического фотоприёмника ω -образного вторичного солнечного концентратора, находящегося в фокусе первичного параболоцилиндрического концентратора солнечного излучения (рисунок 1).

Рисунок 3. Трёхмерная модель ω -образного вторичного концентратора с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями

Для определения теплового состояния фотоприёмника и теплоносителя трёхмерная модель подверглась трёхмерному моделированию в системе конечно-элементного анализа Ansys [7], после чего представляется возможность судить о целесообразности применения разработанной конструкции модуля и проводить оптимизацию режима работы охлаждающего агента.

В результате моделирования вторичного ω -образного концентратора с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями (рисунок 4) приемлемые значения температуры фотоэлектрических преобразователей возможно достичь либо за счет создания значительного вихревого течения теплоносителя в системе, либо за счет увеличения скорости течения и, следовательно, расхода, либо заменой типа теплоносителя.

ANSYS

Рисунок 4. Пример вихревого течения и соответствующего теплового поля

Нормальная скорость на входе модуля при трёхмерном моделировании была принята равной 2 м/с, что соответствует расходу $G_v = 4,87$ л/с/. Таким образом, трёхмерное моделирование в системе конечно-элементного анализа позволяет проводить исследования тепловых режимов работы фотоприёмников солнечных теплофотоэлектрических модулей и

оптимизировать конструкцию модуля согласно полученным значениям и требуемой эффективности солнечного модуля.

1. Панченко В.А. Новые российские разработки в солнечной энергетике. Окружающая среда и энерговедение. 2021. № 1 (9). С. 42-51.
2. Панченко В.А. Солнечные модули Федерального Научного Агроинженерного Центра ВИМ различных типов и конструкций для автономного энергоснабжения. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2017. Сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 1030-1033.
3. Панченко В.А. Солнечные теплофотоэлектрические модули стационарной и мобильной конструкции. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2020. № 31-33 (353-355). С. 20-33.
4. Сеницын С.А. Задача синтеза геометрической информации при оптимальном моделировании гладких дифференциальных поверхностей. Инновации и инвестиции. 2018. № 10. С. 211-214.
5. Сеницын 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.
6. Сеницын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
7. Ansys, сайт. – URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 19.09.2021). – Текст: электронный.