

УДК 620.97

Анализ гибридного воздушного солнечного коллектора

Матвеев Сергей Фёдорович, магистрант

Толстой Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, профессор
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Аннотация. В данной работе демонстрируется попытка проанализировать гибридный солнечный коллектор с использованием компьютерного моделирования для лучшего понимания возможностей теплопередачи в системах такого типа. В настоящей работе теплообмен изучаются с использованием программного обеспечения ANSYS14. Передача тепла солнечным излучением не моделируется, однако эффекты излучения принимаются для рассмотрения при расчетных условиях теплового потока.

Ключевые слова: гибридный солнечный коллектор, альтернативная энергетика, воздушный солнечный коллектор, моделирование теплопередачи.

1. Введение

Гибридная энергетическая система - это система, которая использует два или более источника питания, чтобы максимизировать общую эффективность. Типичная гибридная система в здании - фотогальваническая/тепловая. Обычные фотоэлектрические системы (солнечные панели) используют фотоны от света для генерации тока, но тепло поступающее от солнечной радиации имеет тенденцию повышать температуру фотоэлектрических модулей, тем самым снижая их эффективность. Гибридная солнечная система использует не только световую, но и тепловую энергию, которая поглощается теплоносителем, что позволяет охлаждать фотогальванические панели и повышать их производительность [1].

В этом исследовании мы сосредоточимся на воздушных гибридных энергетических системах; эти системы используют воздух в качестве хладагента.

Гибридный воздушный коллектор состоит в основном из монокристаллических кремниевых фотоэлектрических модулей и устройства для поглощения тепла, образующегося при поглощении солнечной радиации модулями, воздушным потоком. Воздушный поток служит для охлаждения модулей и, следовательно, увеличения их электрических характеристик.

2. Параметры моделирования

Для разработки геометрии модели (рисунок 1) и для выполнения всех симуляций использовалось программное обеспечение ANSYS.

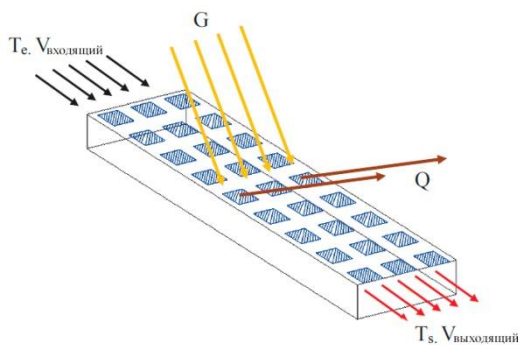


Рис. 1. Модель гибридной солнечной системы с обозначением основных параметров

В области над ячейкой, левая зона поля определяется входной скоростью потока и при приближении к правой стороне была определена как давление на выходе при

нулевом относительном давлении. Толщина стенок ячейки 0,0003 м. Нижняя часть полости определяется как воздух (были использованы термофизические параметры для несжимаемого реального газа) с заданной скоростью. Левая и правая стороны полости определяли как адиабатические стенки. Граничное условие симметрии использовалось для всех других сторон. Были заданы следующие размеры ячейки: толщина – 0,15 м, ширина – 0,3 м, длина – 1,3 м.

Моделирование производится для определения температурного поля самих фотоэлектрических элементов, а также для определения температурного поля воздушной среды внутри ячейки при условии сохранения постоянного объема и неизменном расходе воздушного потока. Сходимость выполняется, когда все остатки в расчетной области, как правило, ниже 1.0E-6.

Поскольку поток турбулентный, для более тщательного анализа выбрана k-ε турбулентная модель. На всех «стенках» не применяется условие скольжения. Физические аспекты потока определяются фундаментальными принципами: уравнение непрерывности (сохранение массы), уравнение сохранения энергии.

Для решения этих уравнений используются следующие показатели:

- Массовый расход потока, соответствующий 0,025 кг/с;
- Температура воздуха на входе $T_e = 298,15$ К;
- Выходное давление: $P_s = P_{atm}$;

Материал, используемый для пластины поглотителя, представляет собой медь; Входные параметры, используемые в анализе, отражены в таблице 1.

Таблица 1. Значения, используемые во время моделирования

Наименование параметра	Воздушная среда	Кремниевые пластины
Плотность, кг/м ³	1,225	2330
Теплопроводность, Вт/м·К	0,02	131
Теплоёмкость, Дж/(кг·К)	1006,43	700

3. Результаты моделирования

Симуляция выполняется на прямоугольной области, состоящей из фотогальванических элементов снаружи и воздуха в качестве теплоносителя. В этом случае значение температуры солнечных элементов уменьшается из-за теп-

лопередачи путем конвекции между ними и теплоносителем.

Данные радиации от кремниевых пластин и температура окружающей среды, полученные при моделировании, представлены на рисунках 2, 3.

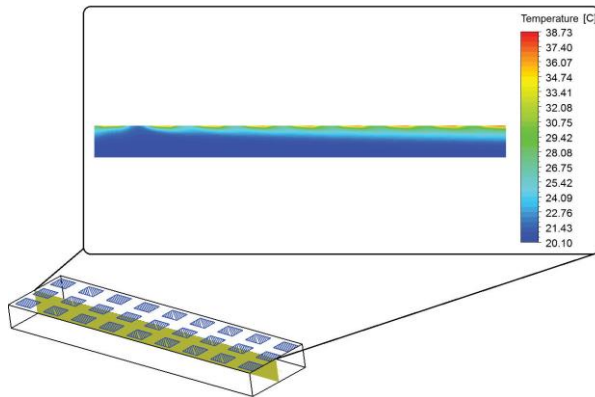


Рис. 2. Распределение температуры по длине в гибридном солнечном коллекторе

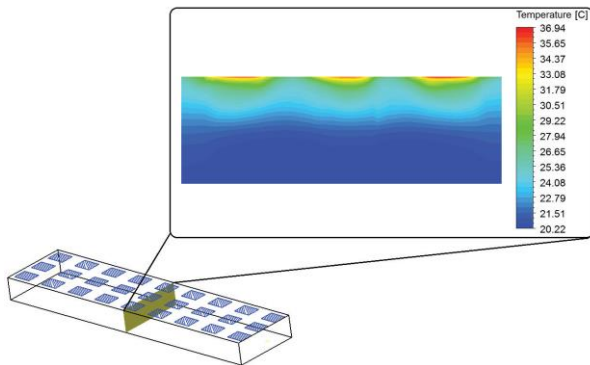


Рис. 3. Распределение температуры по ширине в гибридном солнечном коллекторе

Стоит обратить внимание, что температура нижних слоёв фотоэлементов на рисунке 2 постепенно повышается от начала к концу, это связано с тем, что воздушный поток на входе имеет наименьшую температуру, а к концу он нагревается и хуже охлаждает кремниевые пластины. Изменение температуры воздушного потока отражено в рисунке 4

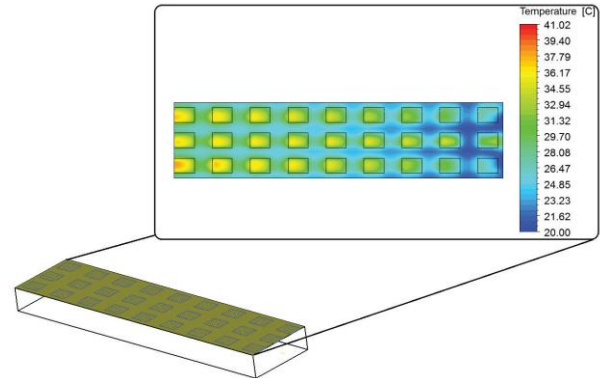


Рис. 4. Распределение температур верхнего сечения

4. Заключение

Из-за растущего спроса на электроэнергию и тепло, возрастает спрос на возобновляемые источники энергии, при этом, большое внимание уделяется их производительности и эффективности. В связи с этим увеличивается количество исследований в этой сфере.

В данном исследовании были представлены результаты исследования по изменению теплопередачи в гибридном фотоэлектрическом тепловом солнечном коллекторе с воздушным теплоносителем. В ходе компьютерного моделирования было определено, что за счёт воздушного охлаждения, температура фотоэлементов снижается, что приводит к значительному увеличению производительности и повышению КПД солнечных элементов.