

Вертикально ориентированная солнечная батарея

Есман А. К., Зыков Г. Л., Потачиц В. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Солнечные батареи могут стать отличной заменой традиционным источникам энергии, таким как ископаемые топлива. Вертикально ориентированные солнечные батареи – это один из новых подходов к генерации солнечной энергии. Вертикальное расположение солнечных панелей обеспечивает максимальное поглощение солнечного света на протяжении всего дня. В данной работе предложена трехмерная модель вертикально ориентированной солнечной батареи, а также выполнен расчет и произведена оценка ее температурных характеристик.

Одним из путей увеличения генерации электричества и стабилизации его производства является выбор географического месторасположения и угла наклона солнечных панелей. Исследования показали, что выработка энергии увеличится, если ставить панели под углом 90° [1]. Вертикально ориентированные солнечные батареи представляют собой инновационное решение, которое может иметь значительные преимущества в сравнении с традиционными горизонтально ориентированными панелями. Они помогают уменьшить или даже полностью исключить необходимость использования ископаемых топлив в энергосистемах, что особенно важно в часы пик спроса на электроэнергию, такие как утро и вечер. Это способствует экологической устойчивости и содействует переходу к более чистым источникам энергии. Кроме того, вертикально ориентированные солнечные батареи экономят ценное земельное пространство, так как они могут быть установлены на стенах зданий или столбах. Это делает возможным использование ограниченных территорий более эффективно и эстетично. Гибкая конструкция таких батарей позволяет размещать их на различных поверхностях, что открывает новые возможности для их применения в городской среде и других местах [2; 3].

Целью работы является разработка трехмерной модели и оценка основных параметров солнечной батареи с вертикальной ориентацией ее модулей в условиях изменения температуры окружающей среды и мощности концентрированного солнечного излучения.

Конструкция предлагаемой солнечной батареи с вертикальной ориентацией ее модулей приведена на рис. 1. Солнечная батарея включает в себя радиатор 8 с вертикальными пазами, термически связанный с тыльной

стороной фотоэлектрического преобразователя 4 через вертикальные электродные слои 5 и 7, между которыми находится термоэлектрический преобразователь 6. Фронтальная сторона фотоэлектрического преобразователя 4 соединена с корпусом 2 из силикатного стекла посредством герметика 3. На внешней вертикальной поверхности корпуса 2 расположена нанопленка окиси кремния 1. Для увеличения интенсивности проникающего солнечного света и уменьшения потерь энергии коэффициент преломления герметика должен быть равен (или близок) коэффициенту преломления силикатного стекла. Это позволит повысить эффективность преобразования солнечной энергии.

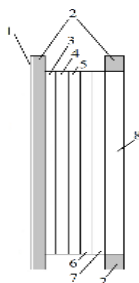


Рис. 1. Структура вертикально ориентированной солнечной батареи:

1 – наноплёнка окиси кремния; 2 – корпус из силикатного стекла, 3 – герметик; 4 – фотоэлектрический преобразователь на основе CuInSe_2 ; 5 и 7 – электродные слои; 6 – термоэлектрический преобразователь на основе CuInSe_2 ; 8 – радиатор

Трехмерная модель вертикально ориентированной солнечной батареи была разработана и оптимизирована в программной среде COMSOL Multiphysics [5; 6]. Используя модуль Heat Transfer (Теплопередача) исследовано функционирование солнечной батареи в течении определенного дня (например, 15 января и 15 июля) в заданном месте (например, г. Минск). Кроме того, в разработанной модели солнечной батареи учтена радиационная теплопередача между ее элементами.

В условиях изменения температуры окружающей среды и плотности мощности солнечного излучения (максимальное значение P_{max} - от 1 до 10 кВт/м^2) солнечная батарея нагревается равномерно, за исключением торцевых сторон, температура которых в полдень значительно больше температуры остальных поверхностей батареи (рис. 2).

Увеличение мощности концентрированного солнечного излучения приводит к увеличению рабочей температуры солнечной батареи и гради-

ента температуры внутри нее (рис. 3). Кроме того, градиент температуры в январе достигает больших значений, чем в июле.

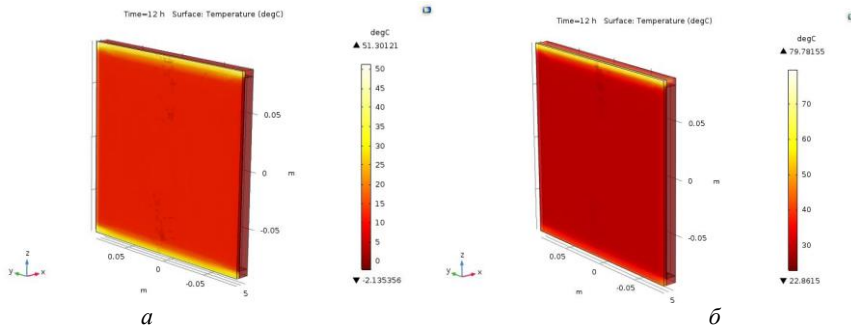


Рис. 2. Распределение максимальных значений температуры поверхности солнечной батареи при воздействии солнечного излучения с $P_{\max} = 10 \text{ кВт/м}^2$:
a – в полдень 15 января; *б* – в полдень 15 июля

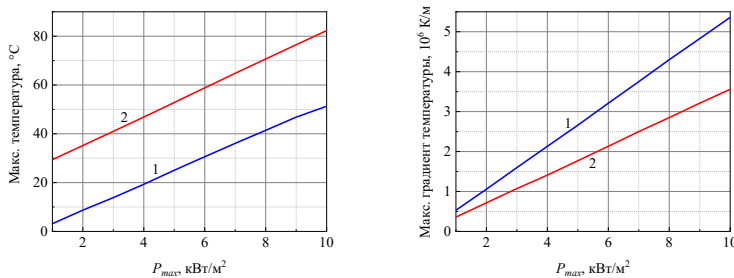


Рис. 3. Зависимости максимальных значений:
a – температуры; *б* – градиента температуры внутри солнечной батареи в серединах января (кривая 1) и июля (кривая 2) от плотности мощности солнечного излучения с P_{\max} от 1 до 10 кВт/м^2

Рассчитанные температурные характеристики трехмерной модели, предложенной вертикально ориентированной солнечной батареей, позволили оценить возможности ее работы в условиях изменения температуры окружающей среды и плотности мощности солнечного излучения.

Использование вертикально ориентированных солнечных батарей позволит повысить эффективность производства электроэнергии и сократить расходы, связанные с обслуживанием таких батарей, за счет снижения оседания на них пыли, капель дождя и налипания снега,

уменьшения периодичности их очистки и замены, а также уменьшения или полного отказа от использования ископаемого топлива.

Литература

1. Reker, S. Investigation of vertical solar power plants into a future German energy system / S. Reker, J. Schneider, C. Gerhards // Smart Energy. – 2022. – Vol.7. – P. 100083-1–100083-12.

2. Fang, H. Radiative cooling for vertical solar panels / H. Fang [et al.] // eScience. –2024. –Vol. 27, Iss. 2. – P. 108806-1–14.

3. Есман, А. К. Исследование вертикально ориентированной солнечной батареи при воздействии концентрированного солнечного излучения / А.К. Есман, Г.Л. Зыков, В.А. Потачиц, В.К. Кулешов // Наука и техника. – 2023. – Т.22, № 5. – С. 405–410.

4. Heat Transfer Module. Analyze Thermal Effects with Advanced Simulation Software. COMSOL, Inc. USA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.comsol.com/heat-transfer-module>. –Дата доступа: 03.03.2024.

5. Есман, А. К. Моделирование тонкопленочных солнечных элементов со структурой халькопирита CuInSe_2 / А.К. Есман, В.К. Кулешов, В.А. Потачиц, Г.Л. Зыков // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2020. – Т. 63, № 1. – С. 5–13.

УДК 621.396:535.8

Продольные домены в ЖК пикселях матричных устройств, не имеющие флексоэлектрической природы

Есман А. К., Зыков Г. Л., Потачиц В. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Жидкие кристаллы обладают ориентационной упорядоченностью и высокой подвижностью, что приводит к их широкому применению в различных сферах жизнедеятельности. Исследования показали, что в слое жидкого кристалла формируется новый тип продольных доменов, связанных с начальным азимутальным отклонением молекул кристалла от планарной ориентации на подложках ЖК-устройств.

В 1888 году были открыты некоторые органические вещества, обладающие свойствами текучести и анизотропии, получившие название в 1904 г. «жидкие кристаллы» (ЖК). Долгое время научная общественность не признавала ЖК. Только после того, как Дж. Фергюсон использовал в 1963 г. их для обнаружения невидимых невооруженным глазом тепловых полей,