

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук

Самойленко Владислава Олеговича на диссертацию Сипаны Правинкумара «Development and experimental Investigation for the improvement efficiency of solar photovoltaic power plants in high ambient temperatures (observation of the Republic of India)» (Разработка и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды (на примере Республики Индия), представленную на соискание учений степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы

В настоящее время солнечное излучение считается наиболее технологически доступным первичным энергоносителем в странах, чье географическое положение обеспечивает высокий уровень солнечной инсоляции. Географическое расположение Индии – приэкваториальные территории, что позволяет широко использовать солнечную энергию. Индия занимает третье место в мире по установленной мощности электростанций (450 ГВт) и по выработке энергии на основе возобновляемых источников энергии - ВИЭ (около 38%). Правительство Индии в 2003 г. приняло Закон об электроэнергии, который определяет, что к 2070 году использование ВИЭ в Индии должно составить около 100%.

Наиболее универсальной формой использования солнечной энергии является преобразование ее в электрическую энергию с помощью солнечных фотоэлектрических станций. Помимо уровня солнечной инсоляции, одним из внешних погодных факторов, существенно влияющих на эффективность фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), является температура окружающего воздуха. Повышение температуры окружающей среды на 1°C выше 25°C приводит к снижению КПД фотоэлектрических ячеек и модулей на 0,5%, а при нагреве их поверхности до 70°C мощность снижается на 20-25%.

Настоящая работа направлена на разработку и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических и термодинамических процессов солнечных электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды. Задача разработки способов поддержания и снижения температуры фотоэлектрических систем является вдвойне актуальной для стран с жарким климатом, к которым относится Индия.

Содержание и структура диссертации

Рассматриваемая работа содержит 175 страниц, 218 источников и пять приложений. Материал диссертации размещен в пяти главах, включает 97 рисунков и 41 таблицу.

Во введении обоснована актуальность диссертации; определены объект и предмет исследований; сформулирована цель работы; обозначены научная новизна, теоретическая и практическая значимость представляемых материалов; сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит обзор существующих в настоящее время источников энергии в Индии и доля (по установленной мощности) каждого вида электростанций.

Вторая глава содержит описание экспериментальной методики по оценке эффективности различных активных и пассивных способов снижения температуры фотоэлектрических преобразователей, дана таблица погрешностей для различных экспериментов.

В третьей главе приведено расчетно-теоретическое обоснование наиболее эффективных территорий для размещения фотоэлектрических станций с учетом муссонов, которые являются отличительной особенностью Индии - наличие сезона дождей в период с июля по август.

В четвертой и пятой главах рассмотрены экспериментальные исследования способов **активного и пассивного** воздействия на ФЭП для

снижения температуры и повышения эффективности фотоэлектрических панелей.

В заключении приведены итоги и выводы по диссертации.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы базируется на использовании теоретических методов исследования с применением современных программных средств и на постановке натурных экспериментов с использованием полевого оборудования.

Научная новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

1. Разработана конструкция пяти экспериментальных стендов для исследования эффективности активных и пассивных способов охлаждения ФЭП;

2. Предложены и апробированы пассивные методы охлаждения ФЭП с использованием ребер из алюминия, повысивших КПД ФЭП на 4%, а также с использованием алюминиевого отражателя и парафинового воска, позволившего повысить КПД ФЭП на 14%;

3. Реализованы и испытаны активные методы охлаждения ФЭП с применением тепловой трубы для охлаждения, позволившей повысить КПД ФЭП на 3%, с использованием термоэлектрического генератора (ТЭГ), повысившего КПД ФЭП на 5%, а также комбинированный метод с комплектом змеевика-теплообменника, порошка Al_2O_3 и термоэлектрического охлаждения, повысившего КПД ФЭП на 8,5 %.

Практическая значимость диссертации

1. Применение результатов работы на практике позволяет повысить КПД, мощность и выработку фотоэлектрических систем в странах с жарким климатом;

2. Получен важный вывод о том, что в рассматриваемых условиях пассивные методы охлаждения эффективнее активных с учетом затрат на собственные нужды систем охлаждения.

Апробация результатов работы и публикации

Результаты работы представлены в 23-х публикациях, в том числе в 22-х публикациях в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, из которых 21-на статья опубликована в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science.

Замечания и вопросы

1. В работе не представлены энергетический и тепловой балансы фотоэлектрического модуля, показывающие доленой вклад в нагрев модуля от действия прямого, рассеянного и отраженного видов солнечного излучения, а также от дождливых потерь при протекании генерируемого электрического тока по ячейкам и меж ячейковым токопроводящим частям внутри модуля. Без анализа указанных балансов эффективность выбранных в работе подходов к охлаждению фотоэлектрических модулей не очевидна;

2. Прямое сопоставление результатов испытаний, полученных на экспериментальных установках с различными моделями и размерами фотоэлектрических модулей, требует нормирования и статистической оценки результатов;

3. Учет зависимости мощности конвективного теплообмена от скорости ветра в виде полинома первого порядка (стр. 29 диссертации) видится не очень точной аппроксимацией;

4. С учетом сезонных колебаний относительной влажности воздуха, превышающих 50 % при тропическом муссонном климате, в работе целесообразна поправка на влажность воздуха и плотность воздуха в целом. Данные параметры, оказывающие существенное влияние на тепловой режим фотоэлектрических модулей и эффективность их систем охлаждения;

5. В описании и расчетах технико-экономической активных систем охлаждения не представлены закон управления активными системами охлаждения (по температуре, по току, по времени суток, иной) и доля отбора электроэнергии на собственные нужды для данных систем.

Общая оценка диссертации – положительная. Поставленная цель исследования достигнута. Обозначенные задачи решены. Научные и практические результаты исследования представляют несомненный интерес для научных, проектных и конструкторских организаций, специализирующихся в области методов и технологий увеличения эффективности ФЭП. Замечания не снижают значимость диссертации и не подвергают сомнению её новизну и практическую значимость.

Заключение

Диссертация «Development and experimental Investigation for the improvement efficiency of solar photovoltaic power plants in high ambient temperatures (observation of the Republic of India)» (Разработка и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды (на примере Республики Индия) является научно-квалификационной работой, в которой излагаются научно обоснованные результаты теоретических исследований по определению подходящих мест для строительства крупномасштабных солнечных электростанций, а также экспериментальное применение пяти различных методов охлаждения модулей фотоэлектрических станций. Работа имеет достаточную новизну и дополняет существующую литературу по представленному исследованию. Предложенный подход к выявлению

оптимальных мест для развития ВИЭ может быть использован в глобальном масштабе, экспериментальный участок также может быть использован в странах с жарким температурным режимом для повышения эффективности электростанций на основе фотоэлектрических преобразователей.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых ученой степени в УрФУ, а её автор Сипана Правинкумар заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент

кандидат технических наук.

доцент кафедры «Автоматизированные

электрические системы

Самойленко Владислав Олегович

«10» 03 2023 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.

Тел.р. +7 (343) 375-48-75, +7 (343) 375-95-78

e-mail: v.o.samoylenko@urfu.ru

Я, Самойленко Владислав Олегович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сипана Правинкумар, и их дальнейшую обработку.

Самойленко Владислав Олегович /

«10» 03 2023 г.

Подпись Самойленко В.О.

В.А. Морозова

