

Отзыв

официального оппонента Кирпичниковой И. М, д.т.н., профессора, на диссертационную работу Сипана Правинкумар «Разработка и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды (на примере Республики Индия)» (Development and experimental Investigation for the improvement efficiency of solar photovoltaic power plants in high ambient temperatures (observation of the Republic of India), представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы

Развитие возобновляемой энергетики в мире приняло устойчивый характер и имеет в развитых и развивающихся странах 10-20 % ежегодной выработки электроэнергии за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Географическое расположение Индии –приэкваториальные территории, позволяет эффективно использовать наиболее доступный в этом регионе возобновляемый источник - солнечную энергию. Однако, помимо неоспоримых достоинств, у солнечной фотоэлектрической технологии имеется один существенный недостаток: при температуре выше 25°C повышение окружающей среды на 1°C, КПД ФЭП падает на 0,5%. Так, при нагреве поверхности ФЭП до 70°C эффективность выработки снижается на 20-25%.

Настоящая работа направлена на разработку и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических и термодинамических солнечных электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды.

Индия занимает третье место в мире по установленной мощности всех генерирующих станций (450 ГВт). Страна является седьмой по величине территории и самой густонаселенной в мире, опередив по населению в 2022 году Китай.

По выработке энергии за счет ВИЭ Индия является третьей страной (около 38%).

Индия в области выработки энергии за счет солнца имеет пока значительное отставание от развитых стран, находящихся в более северных широтах (США и Китай). Правительство Индии в 2003 г. приняло Закон об электроэнергии, который определяет, что к 2070 году использование ВИЭ в Индии должно составить около 100%. Поэтому увеличение доли выработки за счет солнечной энергии представляет научный интерес, а задача разработки способов поддержания и снижения температуры ФЭП является актуальной.

Структура и объем дипломной работы.

Диссертация содержит введение, 5 глав, заключение, список литературы из **218** наименований и приложения. Всего в диссертации **175** страниц, **97** рисунков и **41** таблица.

В разделе «**введение**» представлена актуальность темы диссертации и цель диссертационного исследования.

В первой главе освещаются существующие в настоящее время источники энергии в Индии и доля (по установленной мощности) каждого вида электростанций.

Во второй главе рассмотрены методы исследований и расчет погрешностей. Основной метод исследований, который представлен в главах 4 и 5, – метод натурного эксперимента.

В третьей главе приведено расчетно-теоретическое обоснование наиболее эффективных территорий для размещения солнечных станций с

учетом явления муссонов. Важная климатическая особенность Индии - наличие сезона дождей в период с июля по август. Именно этот временной промежуток называется периодом муссонов.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям способов **активного** воздействия на ФЭП по снижению температуры и одновременному повышению эффективности фотоэлектрических панелей.

В пятой главе представлены экспериментальные исследования по снижению температуры ФЭП с использованием **пассивных** способов охлаждения.

В заключении сформулированы результаты и выводы по диссертации.

Научная новизна диссертационного исследования

1. Выполнен расчет прихода солнечной энергии для территории Республики Индия с учетом влияния муссонов.
2. Разработаны конструкции пяти экспериментальных стендов для исследований повышения эффективности ФЭП с разными (активные и пассивные) способами охлаждения.
3. Представлены результаты экспериментального исследования повышения производительности ФЭП с применением тепловой трубы для охлаждения конструкции, позволившее повысить КПД ФЭП на 3%
4. Исследован способ термоэлектрического охлаждения ФЭП с использованием термоэлектродгенератора (ТЭГ), что позволило повысить КПД ФЭП на 5%.
5. Выполнено экспериментальное исследование активного способа повышения производительности ФЭП с применением теплообменного змеевика, наночастиц из порошка Al_2O_3 и ТЭГ-охлаждения, что позволило повысить КПД ФЭП на 8,5 %.

6. Пассивное охлаждение ФЭП с использованием ребер из алюминия, что позволило повысить КПД на 4%.
7. Пассивное охлаждение ФЭП, использующего алюминиевые отражатели и парафиновый воск, позволившие повысить КПД ФЭП на 14%.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов, выводов и положений

Достоверность результатов работы обеспечивается использованием известных, зарекомендовавших себя методов расчета, многократно апробированного программного обеспечения, а также сравнением полученных данных с экспериментальными исследованиями других авторов.

По теме диссертации опубликованы 23 научные статьи, в том числе 22 статьи – в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, из них 20 статей – в журналах, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science

Вопросы и замечания:

1. По главе 2 диссертации: каким образом в программе SAM автором определялись весовые значения для всех переменных при выборе площадок солнечных электростанций в Индии?
2. По главе 2 (таблица 4): в чем отличия между номинальной $LCOE_{\text{реальной}}$ $LCOE_{\text{номинальный}}$, и почему автор предложил выбрать реальную $LCOE$ для настоящего исследования в Индии?
3. На рис. 26 (стр.49), рис.28 (стр.52) диссертации и рис.7 автореферата, минимумы выработки энергии приходятся на июнь, июль и август для нескольких территорий Индии. Как это можно объяснить?

4. В главе 4 представлены результаты экспериментального исследования солнечных фотоэлектрических установок с охлаждением от бассейна. Существуют ли в Индии в настоящее время планы внедрения таких солнечных станций?

5. В главе 4 рассмотрено активное охлаждение ФЭП (3-й эксперимент). Для повышения устойчивости наножидкости предусматривалось поддержание рН и/или применение поверхностно-активных веществ. Какой метод использовал автор?

6. В главе 4 представлено активное охлаждение (3-й эксперимент) с использованием насоса. Учитывалась ли мощность насоса и потребляемая им энергия при расчете КПД установки?

7. Глава 5: как учитывался коэффициент отражения алюминия при использовании метода пассивного охлаждения с алюминиевыми отражателями/парафином/ ZnO порошком?

Выводы и рекомендации, выполненные в работе, достаточно обоснованы и соответствуют представленному в диссертации материалу. Результаты исследования были опубликованы в печатных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК РФ и в зарубежных журналах, доложены и обсуждены на Всероссийских и Международных конференциях.

Диссертационная работа Сипаны Правинкумара «Разработка и экспериментальное исследование способов повышения эффективности фотоэлектрических электростанций, работающих в условиях высоких температур окружающей среды (на примере Республики Индия)» (Development and experimental Investigation for the improvement efficiency of solar photovoltaic power plants in high ambient temperatures (observation of the Republic of India) является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной по важной и актуальной теме, соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней УрФУ, а ее

автор, Сипана Правинкумар заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент



Кирпичникова
Ирина Михайловна

Доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
электрических станций, сетей и
систем электроснабжения ФГАОУ
ВО «Южно-Уральский
государственный университет
(национальный исследовательский
университет)» г. Челябинск
454080, Россия, г. Челябинск, пр-т им.
В.И.Ленина, 76.

Email: kirpichnikovaim@susu.ru

Рабочий телефон: 8 (351) 267-99-16

«02» 03 2023 г.

Подпись Кирпичникова И. М. заверяю.

Подпись

Печать

«02» 03 2023 г.



ИРИНА МИХАЙЛОВНА КИРПИЧНИКОВА
Начальник службы
делопроизводства