

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

Қоңырбаева Нұрайым Ғалымқызы

Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры
поликристаллических панелей

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В07101– Энергетика

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой «Энергетика»
PhD, ассоциированный профессор
Е. А. Сарсенбаев
«12» 06 20__ г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические
параметры поликристаллических панелей»

6B07101– Энергетика

Выполнила:

Қоңырбаева Н.Ғ.

Рецензент
к.т.н., доцент АУЭС им. Г. Даукеева
К.О.Ғали
«18» 06 2024 г.

Научный руководитель
к.т.н., ассоциированный профессор
Е.Хидолда
«15» 06 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

6B07101 – Энергетика

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Энергетика»
PhD, ассоциированный профессор


Е. А. Сарсенбаев

«23» 05 2024г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Қоңырбаева Нұрайым Ғалымқызы

Тема: Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам №548-П от "04" декабря 2024г.

Срок сдачи законченной работы «23» мая 2024г.

Исходные данные к дипломной работе: Виды солнечных панелей, энергетические характеристики солнечных панелей, лабораторный блок по измерению энергетической характеристики солнечной панели, солнечные панели мощностью $P=10\text{Вт}$, $n=2\text{шт}$.

Краткое содержание дипломной работы:

а) Виды солнечных панелей;

б) Влияние окружающей среды на поликристаллическую панель;

в) Эксперимент по влиянию окружающей среды на поликристаллическую панель;

Представлены 15 слайдов презентации работы.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Виды солнечных панелей	05.02.2024	—
Влияние окружающей среды на солнечную панель	22.04.2024	—
Эксперимент по влиянию окружающей среды на поликристаллическую панель	14.06.2024	—

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Виды солнечных панелей	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	15.05.2024	
Влияние окружающей среды на солнечную панель	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	07.06.2024	
Эксперимент по влиянию окружающей среды на поликристаллическую панель	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	10.06.2024	
Нормоконтролер	А.О. Бердибеков, магистр, ст. преподаватель	10.06.2024	

Научный руководитель

Е. Хидолда

Задание принял к исполнению обучающийся

Н. Ф. Қоңырбаева

Дата

" 15 " 02 20 24 г.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста поликристалды панельдердің энергетикалық параметрлеріне қоршаған ортаның әсері қарастырылады.

Бұл дипломдық жұмыста күн модульдерінің түрлері ұсынылған, жаңбырлы күн, бұлтты күн, бұлтсыз ашық күн және әртүрлі ауа райы жағдайлары сияқты қоршаған ортаның күн панельдеріне әсерін зерттеу, сонымен қатар екі панель салыстырылатын эксперимент жүргізілді, біреуі шаң мен кірден тазартылған және екіншісі тазартылмаған, графиктер мен деректер көрсеткіштерімен қамтамасыз етілді. Қорытынды мәліметтермен деректерді жинау процесінде бақылау негізінде жасалған.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе исследуется влияние окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей.

В работе приведены виды солнечных модулей, исследования влияния окружающей среды на солнечные панели таких как дождь, облачность, солнечности и различных погодных условий, также проведен эксперимент где сравниваются две панели, один очищенный от пыли и грязи, а другой не очищенный, привели графики и данные показателей. Сделаны выводы по показаниям данных и наблюдений в процессе снятия данных.

ANNOTATION

The thesis examines the influence of the environment on the energy parameters of polycrystalline panels.

The work presents types of solar modules, studies of the influence of the environment on solar panels such as rain, cloudiness, sunshine and various weather conditions, an experiment was also conducted where two panels are compared, one cleaned of dust and dirt, and the other not cleaned, graphs and data were provided indicators. Conclusions are drawn based on data readings and observations during the data collection process.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	
1	Солнечные панели	8
1.1	Поликристаллические панели	10
1.2	Монокристаллические панели	11
1.3	Аморфные солнечные панели	12
1.4	Современные перспективные панели	13
1.5	Энергетические параметры солнечных панелей	15
2	Влияние окружающей среды на солнечную панель	17
2.1	Влияние температуры на панели	17
2.2	Влияние пыли и грязи на панели	18
2.3	Влияние дождя на панели	19
2.4	Влияние снега на панели	20
2.5	Влияние атмосферного давления на панели	21
2.6	Влияние облачности на панели	22
2.7	Влияние ветра на панели	23
3	Эксперимент по влиянию окружающей среды на поликристаллическую панель	24
3.1	Данные за дождливый день	28
3.2	Данные за облачный день	29
3.3	Данные за солнечный день	30
3.4	Данные за день с умеренным постоянным дождем	31
3.5	Данные за день с переменной облачностью	32
	Заключение	37
	Список использованной литературы	38

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни человечество использует огромное количество энергии, но чтобы получить эту энергию мы прибегаем к традиционным источникам энергии, которое со временем приводит к таким проблемам как исчерпание ресурсов, загрязнение окружающей среды и изменению климата. Именно по этим причинам нам нужны альтернативные источники энергии как солнечные, ветровые электростанции. В этой дипломной работе рассматривается влияние окружающей среды на поликристаллическую панель. Чтобы изучить влияние погоды и условий окружающей среды, проводится множество исследований воздействия погоды на фотоэлектрические модули в определенном географическом месте.

Излучение является наиболее важным фактором для поликристаллических или любых солнечных элементов. Эффективность прямо пропорциональна уровню освещенности. Чем выше уровень освещенности, тем выше выходная эффективность, но при более высокой освещенности температура солнечных элементов увеличивается, что может привести к диффузии солнечных элементов.

Исследования приводит к выводу, что увеличение температуры и влажности вместе оказывает негативное влияние на эффективность, тогда как увеличение освещенности и скорости ветра приводит к улучшению выходной мощности поликристаллических солнечных элементов. Зимой с низкой температурой выходная мощность и эффективность постепенно снижаются с понижением температуры, главным образом из-за короткого времени пребывания на солнце и более слабых солнечных лучей по сравнению с летом.

1 Солнечные панели

Солнечные панели - это устройства, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую энергию с помощью фотоэлектрического эффекта. Они состоят из солнечных фотоэлементов, обычно сделанных из кремния, который является полупроводниковым материалом. Когда солнечный свет падает на эти фотоэлементы, они генерируют постоянный электрический ток.

Солнечные панели широко используются для генерации чистой и возобновляемой энергии. Они могут устанавливаться на крышах зданий, на земле в больших солнечных фермах или на специальных конструкциях, таких как солнечные столбы. Эта энергия может использоваться для питания домашних электроприборов, заводов, офисов и даже автомобилей.

Преимущества солнечных панелей включают в себя экологическую чистоту (они не выделяют вредные выбросы), независимость от традиционных источников энергии (например, угля или нефти), а также потенциальную экономию на электроэнергии в долгосрочной перспективе.

Однако есть и некоторые ограничения. Например, солнечные панели требуют солнечного света для генерации энергии, поэтому их производительность может быть снижена в пасмурные дни или в ночное время. Кроме того, установка солнечных панелей может требовать значительных инвестиций в начале, хотя с течением времени они могут окупиться за счет сэкономленных на энергии средств.

Солнечная энергия на данный момент является одним из самых перспективных видов альтернативной энергии. Во многих странах мира строятся огромные солнечные электростанции, солнечные панели покрывают крыши здания, домов и частных секторов.

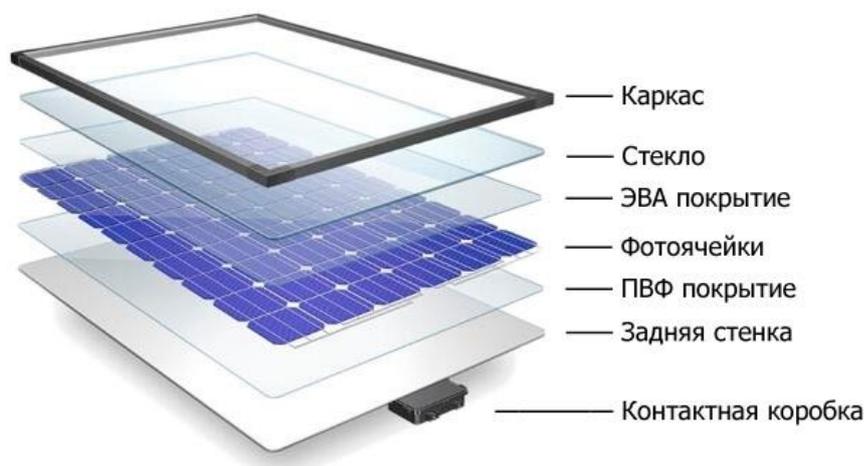


Рисунок 1.1 – Устройство солнечной панели

Солнечные панели состоят из фотоэлектрических ячеек запакованных в общую рамку, каждый из них сделан из полупроводникового материала, кремния. Когда лучи падают на отрицательно заряженный панель,

полупроводник нагревается, частично поглощая их энергию. Приток энергии высвобождает отрицательно заряженные частицы электроны внутри полупроводника, дополнительной энергии оказывается достаточно чтобы оторвать электроны от соответствующих атомов. В результате на их месте остаются дырки, а освободившиеся электроны начинают блуждать по кристаллической решетке. Под воздействием электрического поля происходит разделения положительно и отрицательно заряженных частиц и таким образом появляется разность потенциалов или постоянное напряжение. Свободные электроны начинают двигаться в определенном направлении и этот поток и образует электрический ток. Если приложить металлические контакты к верху и низу фотоэлемента то полученный ток направится по проводам и его можно будет использовать для работы различных устройств. Сила тока вместе с напряжением ячейки определяет мощность электроэнергии проводимой фотоэлементом, стоит отметить что в чистом кремнии свободных электронов слишком мало из-за крепких связей атомов в кристаллической решетке, поэтому в солнечных панелях используется кремний с примесью фосфора, для высвобождения несвязанных электронов в атомах фосфора требуется приложить значительно меньшее количество энергии. Чтобы уменьшить потери от отражения света фотоэлементы покрывают антибликовым покрытием, а для защиты солнечной батареи от дождей и ветра ее также принято покрывать стеклом. Толщина солнечных панелей как правило составляет десятые доли мм, панели объединяются в фотоэлектрические модули и восстанавливаются с ориентацией на солнце. Также применяются тонкопленочные или гибкие солнечные панели, их преимуществом является малая толщина, а недостатком сниженный КПД, такие модели часто используются в портативных зарядчиков для гаджетов. КПД современных солнечных батареи невысок, большинство из них эффективно перерабатывают от 12-18% попадающего на них солнечного света, лучшие же показатели КПД равняется 40%.

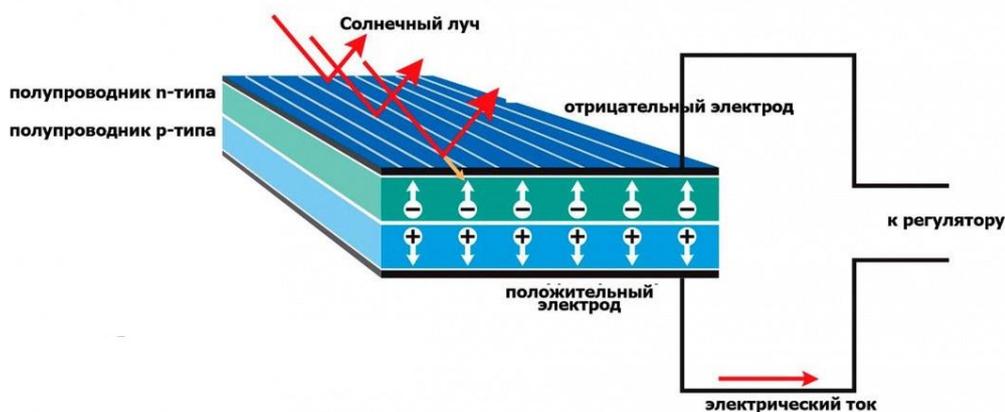


Рисунок 1.2 – Поперечное сечение солнечного элемента

1.1 Поликристаллические панели

Поликристаллические солнечные панели изготавливаются путем плавления кремниевого кристалла и затем отливки его в блоки или слитки. Затем эти блоки режутся на пластины, которые используются для создания отдельных солнечных элементов. Кристаллическая структура этого материала неоднородна, что создает границы между различными кристаллическими зёрнами.

Производство поликристаллических солнечных панелей обычно более экономически эффективно по сравнению с монокристаллическими панелями, частично из-за процесса обработки кремния, который менее затратен.

Обычно эффективность поликристаллических солнечных панелей немного ниже, чем у монокристаллических. Это связано с тем, что границы между кристаллическими зёрнами могут затруднять движение электронов, уменьшая общую производительность панели.

Поликристаллические солнечные панели могут быть более устойчивы к процессам производства, так как они менее чувствительны к небольшим дефектам или неоднородностям в кристаллической структуре.

Поликристаллические солнечные панели обычно имеют более синеватый оттенок из-за их кристаллической структуры и методов производства.

В целом, выбор между поликристаллическими и монокристаллическими солнечными панелями зависит от конкретных требований проекта, бюджета и желаемого уровня эффективности.

Поликристаллические солнечные панели:

Изготавливаются из кусков кремния, состоящих из множества кристаллических структур.

Этот процесс дешевле, чем производство монокристаллических панелей.

Поликристаллические панели обычно имеют немного меньшую эффективность преобразования по сравнению с монокристаллическими, но разница не всегда значительна.

Они обычно менее дорогие для потребителя из-за более низких затрат на производство.

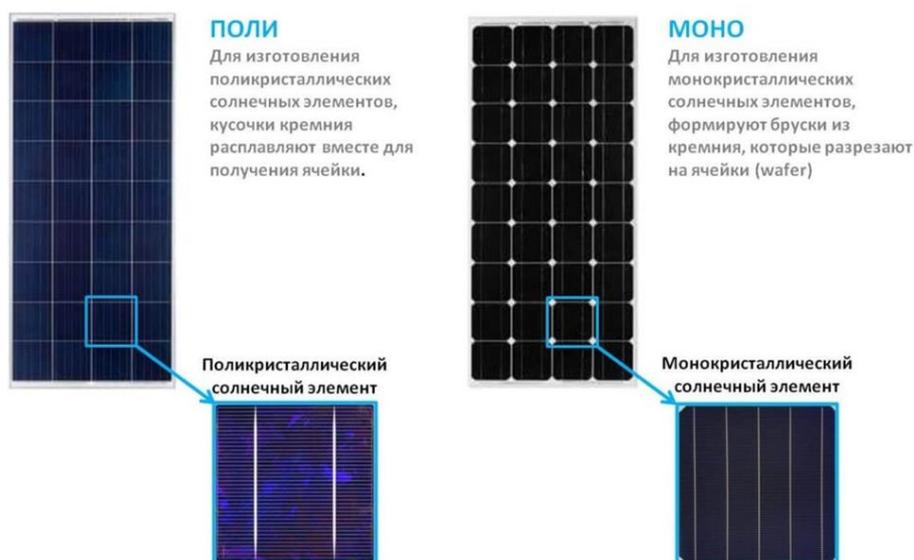


Рисунок 1.3 – Поликристаллические и монокристаллические солнечные панели

1.2 Монокристаллические панели

Монокристаллические солнечные панели изготавливаются из монокристаллического кремния, который получается путем выращивания кремниевого кристалла из одного чистого кристаллического зерна. Этот процесс создает кристаллы с однородной структурой, что обеспечивает более высокую эффективность преобразования солнечного света в электрическую энергию.

Монокристаллические солнечные панели обычно имеют более высокий коэффициент преобразования солнечной энергии в электрическую по сравнению с поликристаллическими панелями. Это означает, что они могут производить больше энергии на единицу площади.

Изготовление монокристаллических солнечных панелей требует использования чистого кремния и более сложного процесса производства, поэтому они часто более дорогие по сравнению с поликристаллическими панелями.

Монокристаллические панели обычно имеют более однородный внешний вид с гладкой и равномерной текстурой.

Они также могут быть более эффективными в условиях низкой освещенности, таких как рассеянный свет или облачная погода, чем поликристаллические панели.

В целом, монокристаллические солнечные панели обычно являются предпочтительным выбором там, где доступна высокая эффективность и пространственная эффективность, и бюджет позволяет их использовать.

Монокристаллические солнечные панели:
Изготавливаются из монокристаллических кремниевых слитков.

Этот процесс создает более чистый кремний, что обеспечивает более высокую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую.

Монокристаллические панели обычно имеют более высокие коэффициенты преобразования, что означает, что они могут производить больше энергии на единицу площади по сравнению с поликристаллическими панелями.

Они обычно более дорогие в производстве.

1.3 Аморфные солнечные панели

Аморфные солнечные панели (также известные как тонкопленочные или неорганические солнечные панели) - это тип солнечных панелей, изготовленных из аморфного кремния или других аморфных полупроводников. В отличие от монокристаллических и поликристаллических солнечных панелей, которые используют кристаллические структуры, аморфные солнечные панели создаются путем нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку, обычно стеклянную или пластиковую.

Аморфные панели обладают гибкими свойствами, что позволяет использовать их в различных приложениях, включая гибкие крыши, фасады зданий, автономные устройства и т. д.

Производство аморфных солнечных панелей обычно дешевле по сравнению с производством кристаллических солнечных панелей из-за процессов нанесения тонких пленок.

Хотя аморфные солнечные панели обычно имеют меньшую эффективность по сравнению с кристаллическими панелями, они могут быть более эффективными в условиях низкой освещенности или при ненаправленном солнечном свете.

Благодаря своей гибкости и тонкости, аморфные солнечные панели могут использоваться в сложных формах и на различных поверхностях.

Аморфные солнечные панели обладают более высокой устойчивостью к высоким температурам, что делает их подходящими для приложений в жарких климатических условиях.

Хотя аморфные солнечные панели имеют свои преимущества, их эффективность все еще часто ниже, чем у кристаллических солнечных панелей. Однако развитие технологий производства и исследования в этой области может привести к увеличению эффективности и расширению применения аморфных солнечных панелей в будущем.



Рисунок 1.4 – Аморфные солнечные панели

1.4 Современные перспективные панели

Гибкие солнечные панели представляют собой сочетание монокристаллических ячеек и ламината, что позволяет этим панелям подстраиваться под неровные, закругленные поверхности. Такие панели хорошо использовать на яхтах, в домах на колесах и на крышах, которые имеют неровную поверхность. Тем не менее, главный недостаток гибких панелей в том, что они менее прочные и износостойкие.

Преимущества гибких солнечных панелей:

Легковесные. Они примерно в 2-4 раза легче жестких моделей, а значит подойдут для тех поверхностей, которые могут не выдержать вес жестких солнечных панелей. И если у гибкой панели вес обычно составляет 2-3 кг, вы вряд ли найдете жесткую панель легче 4-5 кг. Для таких мест, как фургон для путешествий, гибкая солнечная панель кажется просто незаменимой, ведь небольшой вес конструкции не увеличит расход топлива в поездке.

Гибкие. Большинство пользователей выбирают такие солнечные панели именно по этой причине. Конструкцию можно сгибать под разными углами, если того требуют условия эксплуатации. Например, гибкая солнечная панель на 100 Вт от EcoFlow может с легкостью сгибаться на 258 градусов, и это не влияет на ее способность поглощения солнечных лучей.

Простота установки. Небольшой вес и гибкость конструкции упрощают ее установку. И совсем необязательно использовать дрель для крепежа - достаточно надежной адгезивной основы.

Недостатки гибких солнечных панелей:

Требуют надежной установки. Располагая гибкую солнечную панель в месте, где может дуть сильный ветер, убедитесь, что эта легковесная конструкция не улетит с места установки.

Меньшая эффективность. Если панель крепится к поверхности на клеевом материале, отсутствие пространства между панелью и крышей может привести к тому, что панель будет излишне нагреваться и терять до 0-25% в своей мощности.

Более короткий срок эксплуатации. Более тонкая силиконовая конструкция делает гибкие солнечные панели не такими прочными. Фотоэлектрические элементы крепятся на гибкий ламинированный слой, а это дополнительная нагрузка в процессе производства, что в итоге сказывается на более коротком сроке эксплуатации.

«Heterojunction with intrinsic thin-layer technology» - буквально «технология гетероперехода с внутренними тонкими пленками». Под упомянутыми «тонкими пленками» подразумеваются тонкие пленки аморфного кремния. Остановимся подробнее на истории разработки и выхода на рынок HIT-технологии от пионера в области разработки солнечных батарей на основе аморфных пленок - компании SANYO, которая начала этот путь еще в далеком 1975 году. Отметим, что гетероструктурные солнечные модули SANYO HIT изготовлены из монокристаллических кремниевых пластин с нанесенными на них с обеих сторон чрезвычайно тонкими слоями аморфного кремния. Благодаря покрытию пластин кристаллического кремния тонкими пленками аморфного кремния, в кристалле, вследствие снижения рекомбинационных центров на поверхности, ощутимо возрастает продолжительность жизни зарядов; как результат, повышается эффективность преобразования солнечного света, так как именно потерями носителей заряда на поверхности кремниевой пластины ограничен КПД традиционных солнечных элементов.

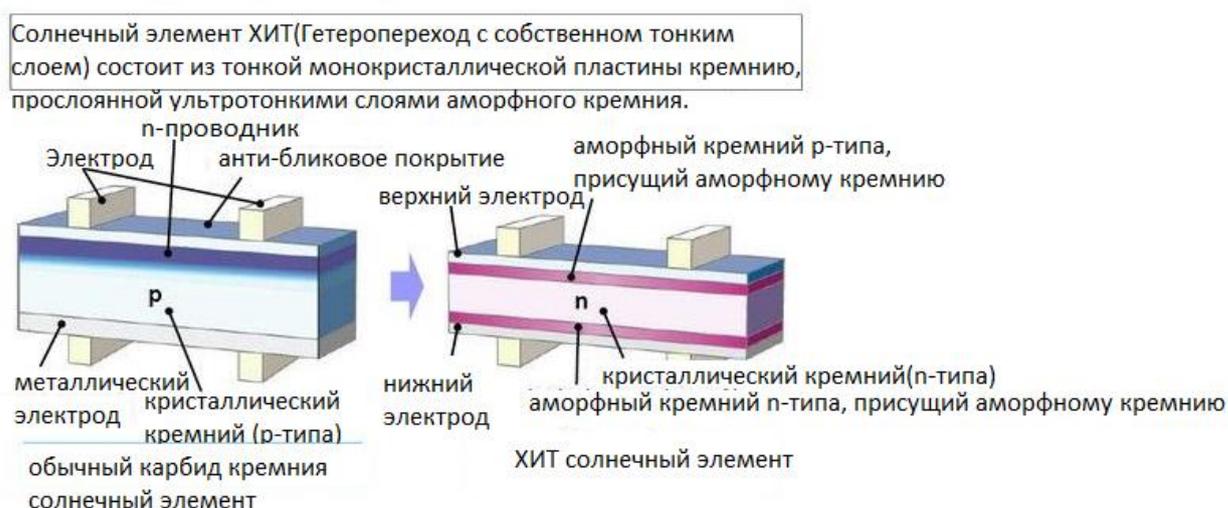


Рисунок 1.5 – Гетероструктурные солнечные панели

Как нам уже известно, гетероструктурная технология представляет собой гибрид кристаллического и тонкопленочного типов кремниевых солнечных элементов. В результате данной комбинации удается объединить основные плюсы кристаллических и тонкопленочных аморфных модулей, что выражается в получении следующих ключевых преимуществ:

- более высокий КПД, чем у того или иного типа солнечных панелей в отдельности;
- медленная световая деградация с течением времени;
- более высокая эффективность при повышенных температурах эксплуатации, низкий температурный коэффициент мощности;
- лучшее восприятие рассеянного света, выше производительность в отсутствие прямых солнечных лучей;
- устойчивость к частичному затенению.

1.5 Энергетические характеристики солнечных панелей

Стандартные условия испытаний (STC) — это широко используемый отраслевой стандарт для испытаний. У поликристаллических и монокристаллических и других панелей есть характеристики.:

Таблица 1.1 – Техническая характеристика поликристаллической солнечной панели SVC PC-170

Тип панели	Поликристаллический
Мощность (Вт)	170 Вт
Тип подключения панелей	Коннекторы стандарта MC4
Габариты (ШхГхВ)	1480x670x30
Габариты коробки	0x0x0
Тип подключения	Коннекторы стандарта MC4
Рабочий диапазон температур	от -40 до +80 °С
Степень пылевлагозащиты	IP65

Таблица 1.2 – Техническая характеристика монокристаллической солнечной панели SilaSolar 30Вт

Модель	SIM30-12
Тип	Монокристаллический
Мощность	30 Ватт
Количество и размер элементов	36шт (156x55,72)
Вольтаж без нагрузки	22,87 В
Рабочий вольтаж	18,67 В
Ток короткого замыкания	1,76 А
Рабочий ток	1,61 А

Продолжение таблицы

Максимальный вольтаж, В	1000
Эффективность модуля, %	15,8

Эффективность модуля (%) связана с тем, сколько поглощенного излучения может быть преобразовано в электричество в STC. Для солнечных панелей количество произведенной электроэнергии зависит от значения эффективности и условий окружающей среды, которые влияют на количество полученного излучения. Тем не менее, более эффективная панель будет обеспечивать такое же количество энергии при уменьшении размера панели.

$$N_e = \frac{P_{po}}{P_{ps}}$$

где, N_e = эффективность, %

P_{po} = выходная электрическая мощность, Вт

P_{ps} = попадающая солнечная мощность, Вт

Между тем, температурный коэффициент (%/°C) описывает процент пиковых потерь мощности на 1°C повышения температуры от STC. Температурный коэффициент и можно использовать для оценки потерь мощности в рабочих условиях по следующему уравнению:

$$L_p = k_t * 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

где, L_p = потеря мощности, %

k_t = коэффициент температуры

Это уравнение показывает разницу в производительности операций в реальных условиях по сравнению с идеальными условиями.

Как КПД, так и температурный коэффициент зависят от материала модуля, типа ячейки и производственного процесса. Кроме того, эти значения тесно связаны с рабочей температурой. Температурный коэффициент, как указывалось ранее, определяет величину потерь мощности, пропорциональную повышению температуры. Потеря мощности будет означать снижение выходной мощности, что приведет к снижению процента эффективности. В заключение, температурный коэффициент определяет эффективность панели с точки зрения того, сколько электроэнергии теряется при ее рабочей температуре.

2 Влияние окружающей среды на солнечную панель

2.1 Влияние температуры на панели

Температура оказывает влияние на производительность солнечных панелей, и это важный фактор, который нужно учитывать при проектировании и использовании солнечных энергетических систем.

Коэффициент температурного напряжения (Temperature Coefficient): Каждая солнечная панель имеет коэффициент температурного напряжения, который показывает, как изменение температуры влияет на производительность панели. Обычно, с увеличением температуры, эффективность солнечных панелей снижается. Это происходит потому, что увеличение температуры приводит к увеличению сопротивления внутренних электрических контактов в панели, что затрудняет поток электронов и уменьшает выходную мощность.

Использовались зависимость температуры поверхности солнечной панели от температуры окружающей среды:

$$T_{pi} = T_{\text{возд}} + \frac{E_i}{800} (T_{\text{н.экс}} - 20^{\circ}\text{C})$$

где, T_{pi} - температура поверхности солнечной панели, $^{\circ}\text{C}$;

E_i - приход солнечного излучения, Вт/кв.м.;

$T_{\text{возд}}$ - температура окружающей среды в расчетной точке, градус $^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{н.экс}}$ - нормальная температура эксплуатации солнечной панели.

Высокие температуры могут вызвать потери электроэнергии в солнечной панели из-за явления, известного как "проведение" (conduction losses). Это происходит из-за увеличения тепловой энергии в солнечной панели, что повышает проводимость материала и может вызвать утечку части энергии.

Эффективное охлаждение солнечных панелей может помочь снизить их температуру и улучшить их производительность. Например, установка панелей с воздушным потоком под ними, использование вентиляторов или систем охлаждения, или расположение панелей с небольшим пространством между ними для увеличения циркуляции воздуха.

Некоторые материалы, используемые в производстве солнечных панелей, могут быть более устойчивы к высоким температурам и иметь более низкие потери энергии при повышенной температуре. Развитие новых материалов и технологий может помочь уменьшить влияние температуры на производительность солнечных панелей.

Учитывая эти факторы, важно обеспечить правильное проектирование и управление системой охлаждения для солнечных панелей, особенно в условиях высоких температур или в жарких климатических условиях.

2.2 Влияние пыли и грязи на панели

Пыль и грязь могут оказывать негативное влияние на производительность солнечных панелей.

Накопление пыли на поверхности солнечных панелей может привести к снижению пропускания солнечного света через панель, что снижает ее производительность. Пыль может действовать как препятствие для падающего света, блокируя его и уменьшая количество света, попадающего на фотоэлементы.

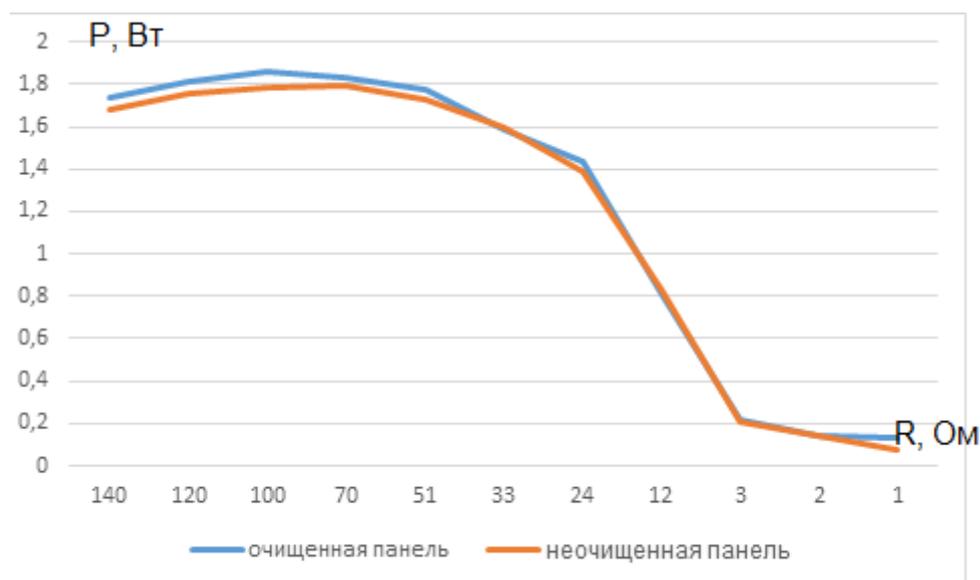


Рисунок 2.1 – Разность мощностей очищенной и неочищенной панели

Если пыль остается на поверхности солнечных панелей на протяжении длительного времени, она может создать слой, который снижает эффективность панели даже после того, как пыль удалена. Это может привести к потере потенциала генерации электроэнергии на продолжительное время.

КПД солнечной панели определяется согласно зависимости:

$$\eta_{pi} = \eta_0 (1 - 0,0045 \cdot (T_{pi} - 25))$$

где, η_{pi} - КПД солнечной панели, %,

η_0 —КПД солнечной панели при температуре 25⁰С, %.

Грубая пыль, особенно при сильных ветрах, может вызвать царапины или повреждения поверхности солнечных панелей. Это также может уменьшить эффективность панели и увеличить вероятность необходимости ее ремонта или замены.

Чем чаще необходимо чистить солнечные панели от пыли, тем выше эксплуатационные расходы. В регионах с высоким уровнем пыли или в

местах, где пыль обычно накапливается быстрее, это может стать значительной проблемой.

Для минимизации негативного влияния пыли на солнечные панели рекомендуется регулярно проводить их чистку. Это может быть сделано с использованием воды и мягкой щетки или специализированных средств для чистки солнечных панелей. Также можно рассмотреть возможность установки солнечных панелей под углом, что позволит естественно смывать пыль дождем.

2.3 Влияние дождя на панели

Дождь может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на солнечные панели.

Одним из основных положительных аспектов дождя для солнечных панелей является его способность очищать их от пыли, грязи и других загрязнений. Это помогает восстановить производительность панелей, улучшая пропускание солнечного света и, следовательно, их эффективность.

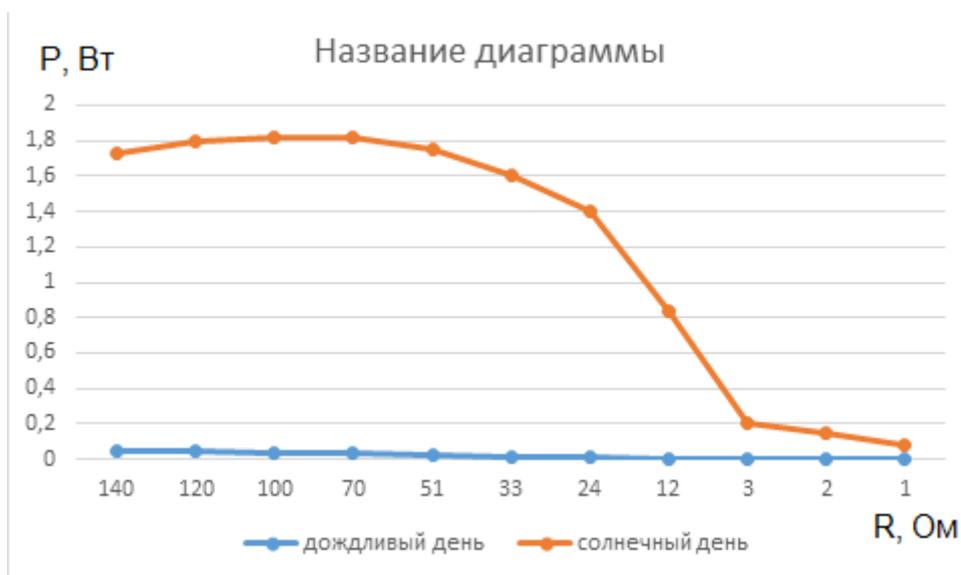


Рисунок 2.2 – Различие мощностей дождливого дня с солнечным днем

Дождь также может помочь охладить солнечные панели, что может быть полезным в жарких климатических условиях. Охлаждение позволяет снизить температуру панелей и, следовательно, улучшить их производительность, так как более холодные панели эффективнее работают.

Однако, в случае если солнечные панели не защищены должным образом, дождь может привести к риску коррозии и повреждений. Это особенно верно для компонентов, таких как электрические соединения и рама панели. Неправильная установка или длительное воздействие воды на

металлические части панели может привести к их повреждению или коррозии.

В долгосрочной перспективе дождь может увеличить производство энергии солнечными панелями за счет увеличения эффективности очистки и охлаждения, особенно если это происходит в периоды, когда они находятся в состоянии максимальной экспозиции к солнечному свету после очищения.

Таким образом, влияние дождя на солнечные панели зависит от множества факторов, включая климатические условия, качество панелей и правильность их установки. В целом, дождь в большинстве случаев оказывает положительное воздействие на работу солнечных панелей, помогая поддерживать их производительность и долговечность.

2.4 Влияние снега на панели

Снег может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на солнечные панели, в зависимости от различных факторов.

Когда снег покрывает поверхность солнечных панелей, он блокирует доступ солнечного света к фотоэлементам, что снижает их производительность. Это особенно заметно, если снеговое покрытие длится длительное время или если на панели образуется толстый слой снега.

Таблица 2.1 – Данные напряжения и тока панелей, одна очищена, а другая заснежена

26/02/2024		E=3530лк		
16:47		обл. 75%	Пасмурно, предыдущий день был снег	
-	U1	I1	U2	I2
U _{хх}	18,38		20,9	
51	0,223	3,76	1,835	30,83
33	0,157	3,75	1,287	30,72
24	0,125	3,76	1,018	30,59
12	0,078	3,77	0,653	31,16
3	0,045	3,82	0,38	31,57
2	0,042	3,87	0,349	31,9
1	0,039	3,89	0,315	32,05

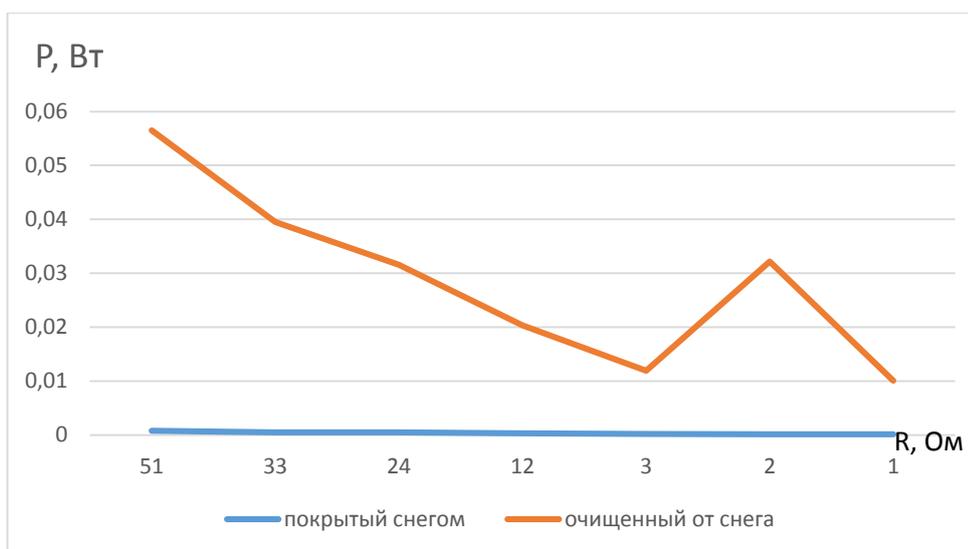


Рисунок 2.3 – Различие мощностей панелей один покрыт снегом другой очищен от снега

Из таблицы с данными можно сделать вывод что очищенная панель от снега имеет лучший энергетический показатель по сравнению с панелью который покрыт снегом . Первая панель неочищенна, вторая панель очищенна.

Покрытие снегом снижает производство энергии солнечными панелями до тех пор, пока снег не растает или не будет удален. В это время панели не могут использовать солнечный свет для генерации электричества.

Наоборот, снег может помочь охладить солнечные панели в случае высоких температур. Расплавление снега может помочь снизить температуру панелей и, следовательно, улучшить их производительность.

2.5 Влияние атмосферного давления на панели

Атмосферное давление оказывает незначительное влияние на производительность солнечных панелей, поскольку они работают на основе преобразования солнечного света в электрическую энергию.

Атмосферное давление влияет на пропускание солнечного света через атмосферу Земли. Однако этот эффект связан преимущественно с изменениями интенсивности света, а не с изменением состава света. Поэтому атмосферное давление не оказывает прямого влияния на спектральный состав солнечного света, который в конечном итоге попадает на фотоэлементы солнечной панели.

Более высокое атмосферное давление обычно связано с менее плотной атмосферой, что может улучшить прозрачность воздуха и, следовательно, увеличить количество солнечного света, достигающего поверхности солнечной панели. Это может незначительно повысить производительность панели

2.6 Влияние облачности на панели

Облачность имеет значительное влияние на производство энергии солнечными панелями, поскольку количество света, падающего на панели, зависит от облачности.

Облака могут блокировать солнечное излучение, снижая его интенсивность, достигающую поверхности солнечных панелей. Это приводит к снижению производства энергии, поскольку фотоэлементы на солнечных панелях получают меньше солнечного света для преобразования в электрическую энергию.

Даже если облака не блокируют солнечное излучение полностью, они могут изменять интенсивность и направление света, падающего на солнечные панели. Это может вызвать изменения в эффективности солнечных панелей, особенно если они находятся под углом к солнечному свету.

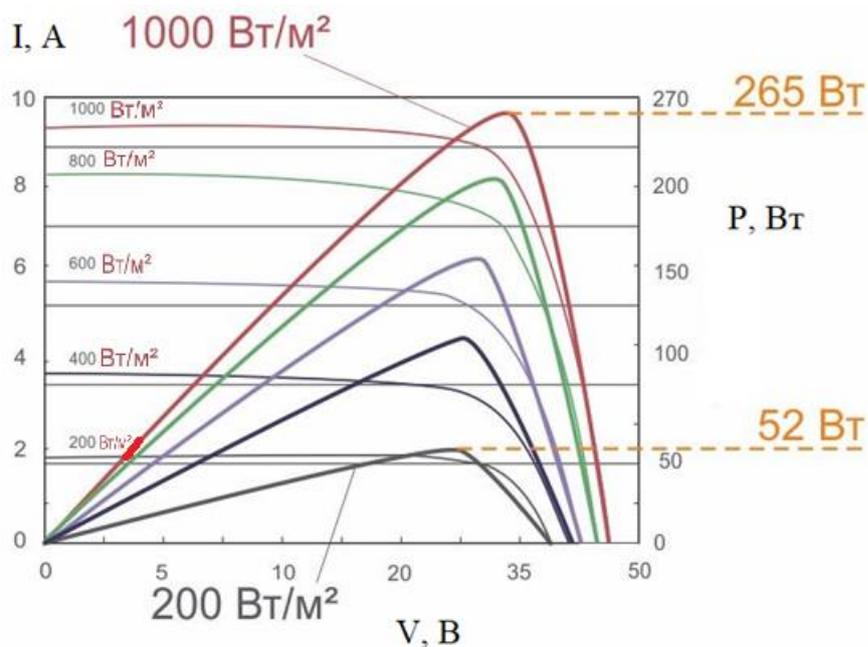


Рисунок 2.4 – График зависимости мощности солнечной панели от освещенности

Чтобы рассчитать относительное изменение эффективности солнечной панели в пасмурную погоду следует воспользоваться формулой:

$$\frac{(\eta_{200} - \eta_{1000})}{\eta_{1000}} = L_{\text{эф}}$$

где, $L_{\text{эф}}$ = потеря эффективности в %,

Соответственно для выбранного ранее образца:

$$\frac{|52 \cdot 200 - 265 \cdot 1000|}{265 \cdot 1000} = 1.8 \%$$

Значение оказалось отрицательным, а значит данная солнечная панель имеет высокое качество и обладает даже немного большим КПД при пасмурной погоде. Таким образом КПД панели при испытании в хорошей освещенности = 16,19 %, а в пасмурную погоду (200 Вт) = 16,48 %.

В целом, облачность оказывает существенное влияние на производство энергии солнечными панелями, и ее изменчивость может приводить к колебаниям в производстве энергии в течение дня или времени года.

2.7 Влияние ветра на панели

Ветер может оказывать как прямое, так и косвенное влияние на солнечные панели.

Ветер может помогать в охлаждении солнечных панелей, удаляя тепло, накапливающееся на их поверхности в результате солнечного излучения. Это может помочь поддерживать оптимальную температуру работы панелей и улучшить их производительность.

Ветер может снизить температурное напряжение в солнечных панелях, что является основной причиной снижения эффективности панелей при повышенной температуре. Уменьшение температурного напряжения помогает сохранить стабильность работы и повысить выходную мощность.

Ветер может помочь снизить нагрев проводов и других компонентов солнечных панелей, что может помочь предотвратить перегрев и повреждение электрических элементов.

$$F_w = p_d A = 1/2 \rho v^2 A$$

где, F_w = сила ветра (Н)

p_d = динамическое давление (Па)

A = площадь поверхности (m^2)

ρ = плотность воздуха (kg/m^3)

v^2 = скорость ветра (m/s)

1) плотность воздуха 1,2 kg/m^3

1 m/s = 3,6 km/h = 196,85 футов/мин = 2,237 миль в час

1 Па = 1 N/m^2 = 1,4504x10⁻⁴ фунтов на квадратный дюйм (фунт/дюйм)

В целом, ветер может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на работу солнечных панелей, и его влияние зависит от множества факторов, таких как скорость ветра, климатические условия, качество установки и конструкция самих панелей.

3 Эксперимент по влиянию окружающей среды на поликристаллическую панель

Производительность поликристаллической солнечной панели анализируется на основе данных за апрель месяц, в которых подчеркивается температура, значение тока и напряжения полученная от солнечной электростанции, установленной на кафедре «Энергетика» КазНУ имени К.И.Сатпаева (Satbayev University), Алматы, состоящей из 2 фотоэлектрических панелей с максимальной мощностью 10 Вт по 2 штуки. Результаты наших практических исследований показывают, что поликристаллические солнечные элементы в солнечный день дают лучший результат. По сравнению с дождливым днем и облачным днем эффективность снижается. Следовательно, это исследование приводит к выводу, что увеличение температуры и влажности вместе оказывает негативное влияние на эффективность, тогда как увеличение освещенности и скорости ветра приводит к улучшению выходной мощности поликристаллических солнечных элементов.



Рисунок 3 – Поликристаллические панели использованный для эксперимента

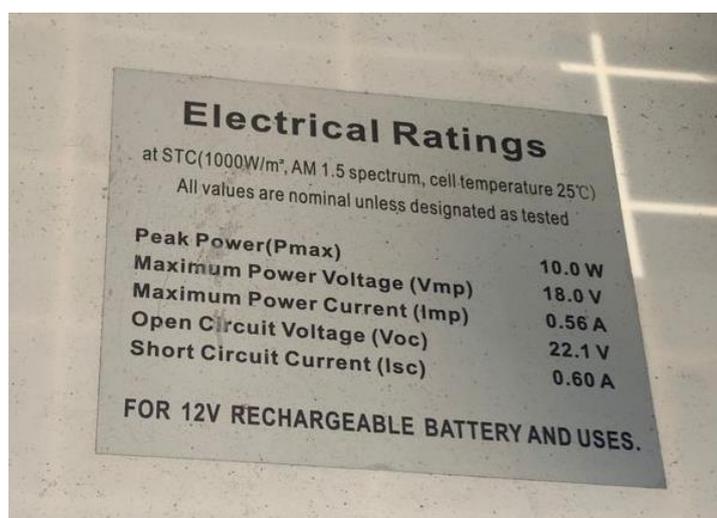


Рисунок 3.1 – Характеристики панелей

Таблица 3 – Характеристики «Chinaland Solar Energy 10W»

Марка солнечной панели	Chinaland Solar Energy
Электрические характеристики	Номинальная мощность, макс. Ватт – 10 Оптимальное рабочее напряжение, макс. Вольт – 18 Напряжение холостого хода, Вольт – 22,1 Оптимальный рабочий ток, Ампер – 0,56 Ток короткого замыкания, Ампер – 0,6
Температурные параметры	25 °С

Условия окружающей среды, такие как ветер, температура и влажность, влияют на количество солнечного излучения, получаемого фотоэлектрическими элементами, и таким образом оказывают значительное влияние на эффективность фотоэлектрической энергии.

Для снятия данных о напряжениях, тока в работе использовались мультиметры, блоки резисторов и мультиметров.



Рисунок 3.2 – Блок резисторов и мультиметров



Рисунок 3.3 – Автоматические выключатели



Рисунок 3.4 – Мультиметр показывающий значение тока, mA

С помощью мультиметра мы определяем характеристики такие как: $U_{XX}, I_{KЗ}$. Блок резисторов и мультиметров имеет следующие нагрузки сопротивления: 51; 33; 24; 12; 3; 2; 1 Ом. Так же он может работать в режиме холостого хода.

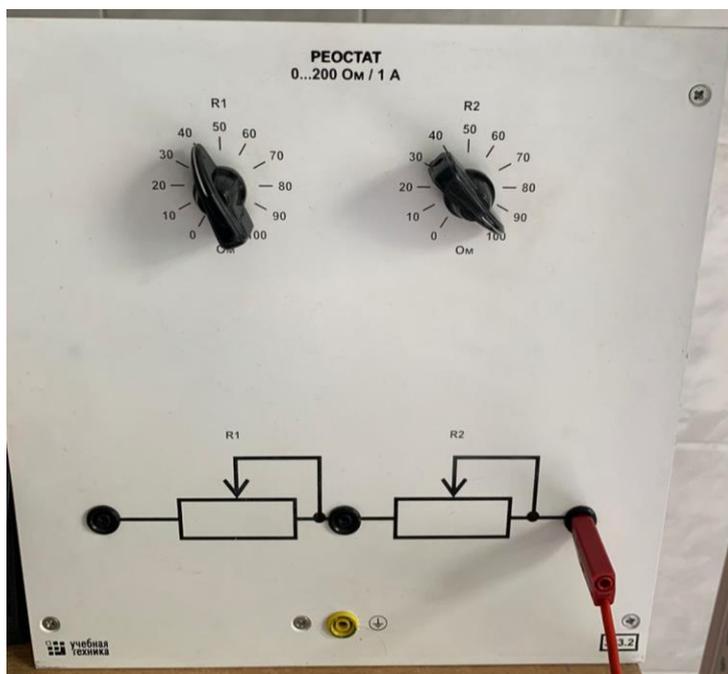


Рисунок 3.5 – Реостат

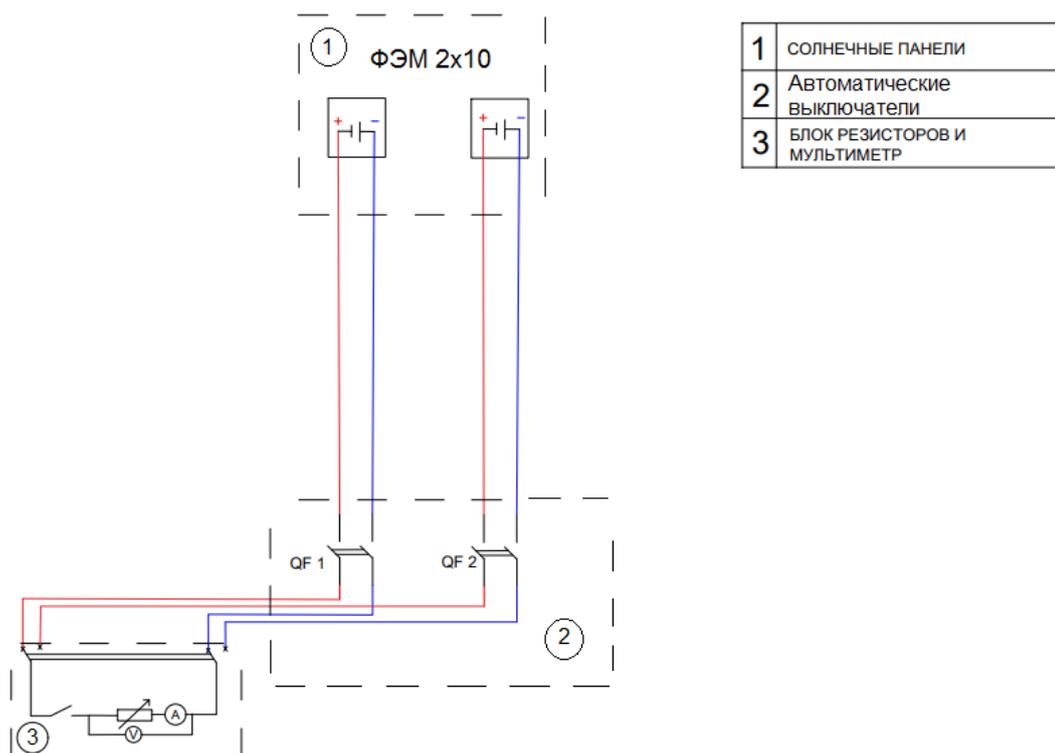


Рисунок 3.6 – Электрическая схема соединения

3.1 Данные за дождливый день

Ниже стоящий рисунок 3.7 представляет график сравнения двух панелей составленный по данным за 09.04.2024г., по вертикали значения вырабатываемой мощности, а по горизонтали обозначено время, по данным таблицы в этот день шел сильный дождь, в 15:00 значение мощности составил максимальный 0,0068 Вт. В 13:00 освещенность составил 1300 лк, 14:00 было 760 лк во время сильного дождя, 15:00 показывало 1250 лк когда шел дождь. А температура в среднем за день была 8,8 градусов по Цельсию.

Таблица 3.1 – Данные за дождливый день

Нагрузка	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)		
	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА	P2,Вт
R _{хх}	19,52			19,19		
140	4,51	32,42	0,1462	4,81	34,51	0,1660
120	4,35	35,79	0,1557	4,33	35,64	0,1543
100	3,589	35,53	0,1275	3,568	35,37	0,1262
70	2,58	36	0,0929	2,55	35,59	0,0908
51	1,675	33,41	0,0560	1,665	33,28	0,0554

Продолжение таблицы

Нагрузка	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)		
	R, Ом	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА
33	1,125	34,56	0,0389	1,145	35,16	0,0403
24	0,862	35,8	0,0309	0,877	36,56	0,0321
12	0,455	38,19	0,0174	0,47	39,55	0,0186
3	0,121	40,68	0,0049	0,12	40,43	0,0049
2	0,079	39,83	0,0031	0,078	39,52	0,0031
1	0,04	39,21	0,0016	0,04	39,03	0,0016

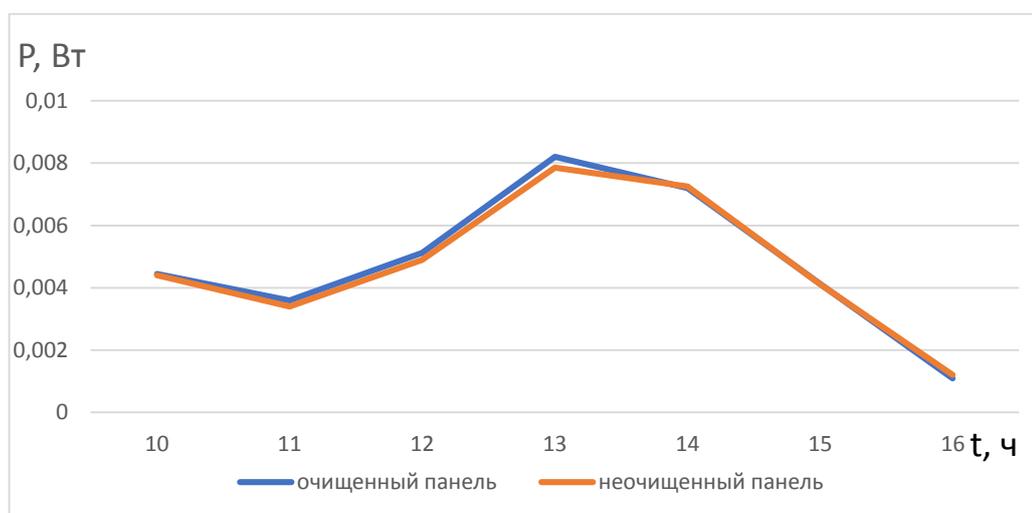


Рисунок 3.7 – График мощностей в зависимости от времени в дождливый день

3.2 Данные за облачный день

На рисунке 3.8 график отличия неочищенной и очищенной панели за 10.04.2024г., в этот день было облачно, но температура воздуха была 17 градусов по Цельсий. В 14:00 освещенность составило 25000 лк, 15:00 было 8200 лк в то время как облачность составляло около 75 – 80%. А температура в среднем за день была 16,5 градусов по Цельсию.

Таблица 3.2 – Данные за облачный день

Нагрузка	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)		
	R, Ом	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА
U _{хх}	20,45	0		20,03	0	
140	15,16	107,5	1,6297	14,89	105,8	1,5754

Продолжение таблицы

Нагрузка R, Ом	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)		
	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА	P2,Вт
120	13,32	110,3	1,4692	13,29	110,1	1,4632
100	11,47	113,6	1,3030	11,54	113,9	1,3144
70	7,91	111,3	0,8883	7,85	110,7	0,8695
51	5,77	115	0,6636	5,74	115	0,6601
33	3,8	116,1	0,4412	3,76	114,6	0,4309
24	2,75	113,3	0,3116	2,72	112,5	0,3060
12	1,34	112	0,1501	1,32	111,1	0,1467



Рисунок 3.8 – График мощности в зависимости от времени в облачный день

3.3 Данные за солнечный день

Рисунок 3.9 представляет разницу между двумя панелями за 22.04.2024г., в этот день было солнечно и как мы видим по графику вырабатываемая мощность была намного больше тех дней когда был дождь и облачность. В 10:00 освещенность составил 74000 лк, 12:00 было 75000 лк, 14:00 показывало 65000 лк, 16:00 по данным 7130 лк так как в это время ГУК закрыл собой солнечную панель. А температура в среднем за день была 27 градусов по Цельсию.

Таблица 3.3 – Данные за солнечный день

Нагрузка	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)			
	R, Ом	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА	P2,Вт
U _{хх}	19,95				19,44		
140	16,57	117	1,9387	16,12	114,1	1,8393	
120	16,16	129,9	2,0992	15,71	127,2	1,9983	
100	15,62	141,7	2,2134	15,15	139,4	2,1119	
70	14,41	159,7	2,3013	13,97	157,6	2,2017	
51	12,94	180,1	2,3305	12,52	176,8	2,2135	
33	10,79	209	2,2551	10,53	205,8	2,1671	
24	9,21	232,2	2,1386	9,04	228,5	2,0656	
12	5,72	278,6	1,5936	5,62	274,3	1,5416	
3	1,57	301,5	0,4734	1,565	300	0,4695	
2	1,047	300,7	0,3148	1,045	300,3	0,3138	
1	0,543	301	0,1634	0,539	299,3	0,1613	

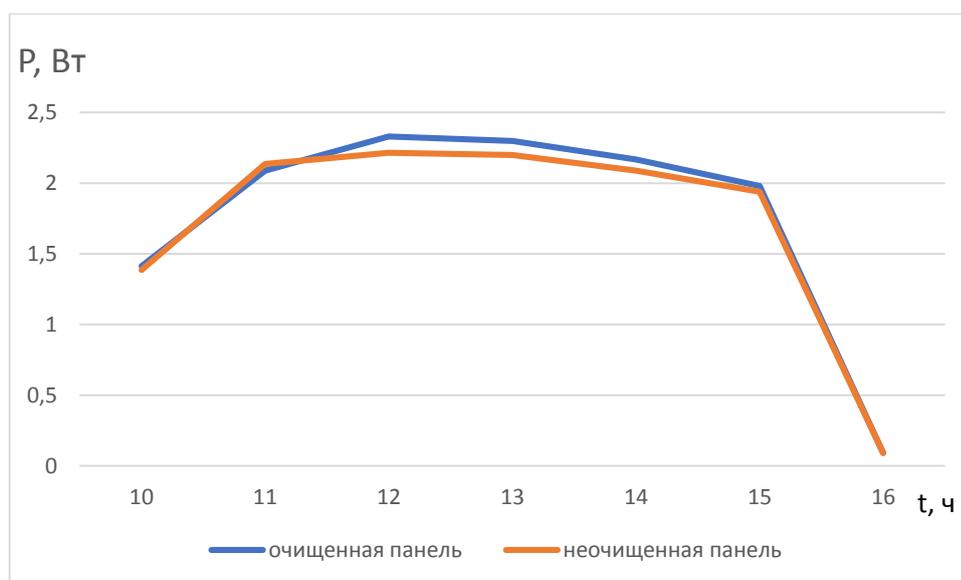


Рисунок 3.9 – График мощности в зависимости от времени в солнечный день

3.4 Данные за день с умеренным постоянным дождем

Рисунок 3.11 обозначает разницу данных панелей за 16.04.2024г., в этот день был умеренный дождь. В 10:00 освещенность составил 2450 лк, 12:00 было 3020 лк, 14:00 показывало 2800 лк, 16:00 по данным 2000 лк. А температура в среднем за день была 8,5 градусов по Цельсию. Если сравнить эти данные с данными 09.04.2024г., то мы заметим такую разницу как

разница в освещенности и умеренности дождя, так как 16 числа шел умеренный дождь, а 9 числа был сильный дождь.

Таблица 3.4 – Данные за день с умеренным постоянным дождем

Нагрузка	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)			
	R, Ом	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U2, В	I2, мА	P2,Вт
U _{хх}	19,12				18,78		
140	2,622	18,55	0,0486	2,574	18,23	0,0469	
120	2,273	18,24	0,0415	2,273	18,43	0,0419	
100	1,924	19,11	0,0368	1,966	19,53	0,0384	
70	1,462	20,53	0,0300	1,505	21,07	0,0317	
51	1,127	22,55	0,0254	1,141	22,79	0,0260	
33	0,753	23,08	0,0174	0,746	22,84	0,0170	
24	0,543	22,54	0,0122	0,531	22,01	0,0117	
12	0,258	21,58	0,0056	0,253	21,38	0,0054	
3	0,063	21,51	0,0014	0,064	21,68	0,0014	
2	0,044	22,25	0,0010	0,044	22,4	0,0010	
1	0,022	22,58	0,0005	0,001	19,3	0,0000	

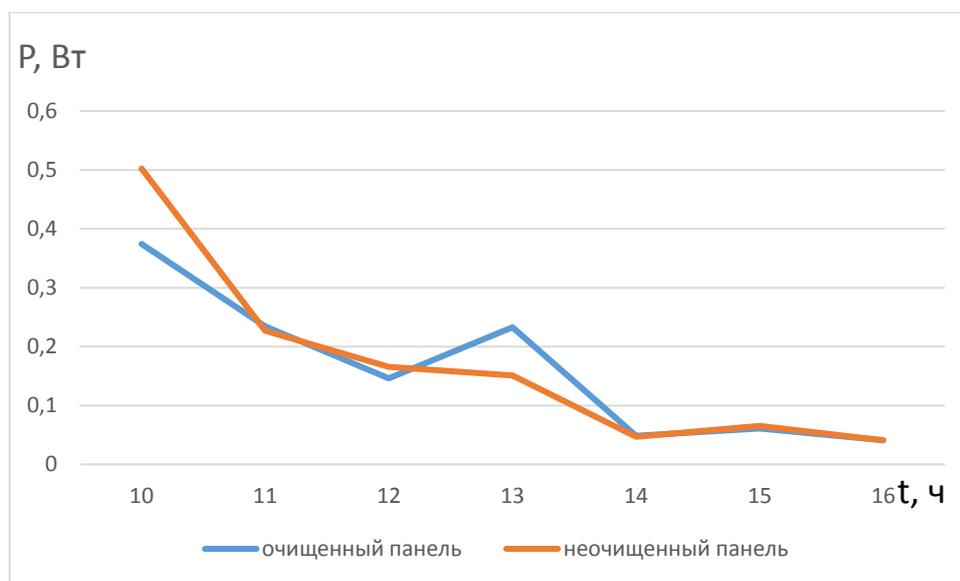


Рисунок 3.10 – График мощности в зависимости от времени в день с умеренным дождем

3.5 Данные за день с переменной облачностью

Рисунок 3.11 представляет сравнения мощностей двух панелей за 15.04.2024г., в этот день была переменная облачность. В 13:00 освещенность составил 31500 лк, 14:00 было 19000 лк, А температура в среднем за день

была 22 градусов по Цельсию. В час дня было 32000 лк значит было солнечно чем в два часа дня, отсюда и разница в значениях, также в час дня температура поверхности солнечной панели была выше на 2-3 градуса Цельсия чем в два часа дня, опять же из-за того что в два часа дня было облачнее чем в час дня.

Таблица 3.5 – Данные за день с переменной облачностью

Нагрузка R, Ом	Первая ФЭМ (очищенная)			Вторая ФЭМ (неочищенная)		
	U1, В	I1, mA	P1,Вт	U2, В	I2, mA	P2,Вт
U _{хх}	20,22			19,7		
140	15	106	1,5900	14,88	105,7	1,5728
120	13,8	113,7	1,5691	14,04	115,8	1,6258
100	13,13	127	1,6675	13,5	129,3	1,7456
70	12,15	145,9	1,7727	12,25	146,3	1,7922
51	9,65	152,9	1,4755	9,77	155	1,5144
33	6,82	157,8	1,0762	6,8	157,5	1,0710
24	5,06	158,2	0,8005	5,09	158,4	0,8063
12	2,576	159,2	0,4101	2,6	159,9	0,4157
3	0,65	160	0,1040	0,648	159,3	0,1032
2	0,429	159	0,0682	0,435	160,1	0,0696

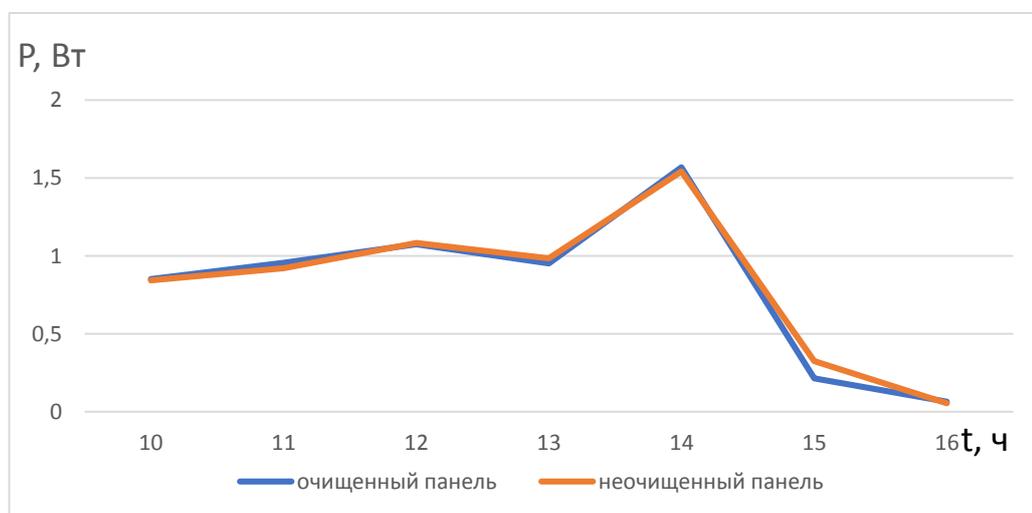


Рисунок 3.11 – График за день с переменной облачностью

По результатам данного исследования можно сделать вывод, что основными факторами, влияющими на эффективность поликристаллических солнечных элементов, являются температура, влажность и уровень освещенности. При высокой температуре и высоком уровне влажности эффективность солнечного модуля имеет тенденцию к снижению, тогда как при высокой температуре и меньшей влажности поликристаллические солнечные элементы оказываются более эффективными. Причем при низкой

влажности и низкой температуре КПД оказывается минимальным, а при низкой температуре и высокой влажности выходная мощность имеет тенденцию снижаться до минимума. В то время как уровень излучения напрямую влияет на солнечные элементы, мощность поликристаллических солнечных элементов напрямую зависит от изменения уровня излучения.

Дополнительно мы ставим нагрузку в виде светодиодов:

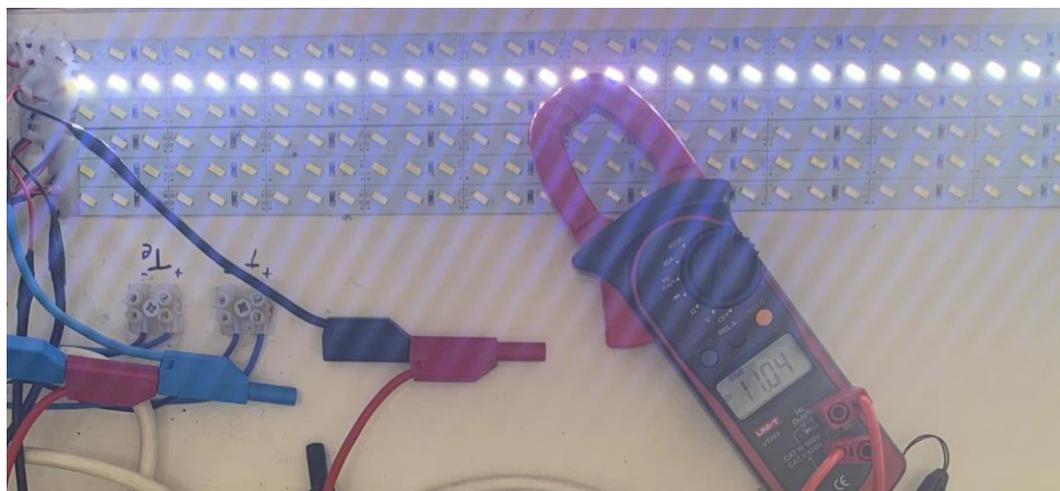


Рисунок 3.12 – Дополнительная нагрузка

Таблица 3.6 – Данные с дополнительной нагрузкой при солнечной погоде

-	Первая ФЭМ (очищенная)				Вторая ФЭМ (неочищенная)			
	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U _{хх}	U2, В	I2, мА	P2,Вт	U _{хх}
Время: 14:00	10,87	185	2,0110	19,29	10,79	181,7	1,9605	19,58
Время: 15:00	10,35	150,8	1,6060	19,38	9,37	96,6	0,9051	18
Время: 16:00	8,44	48,73	0,4113	18,29	8,41	45,6	0,3835	17,84

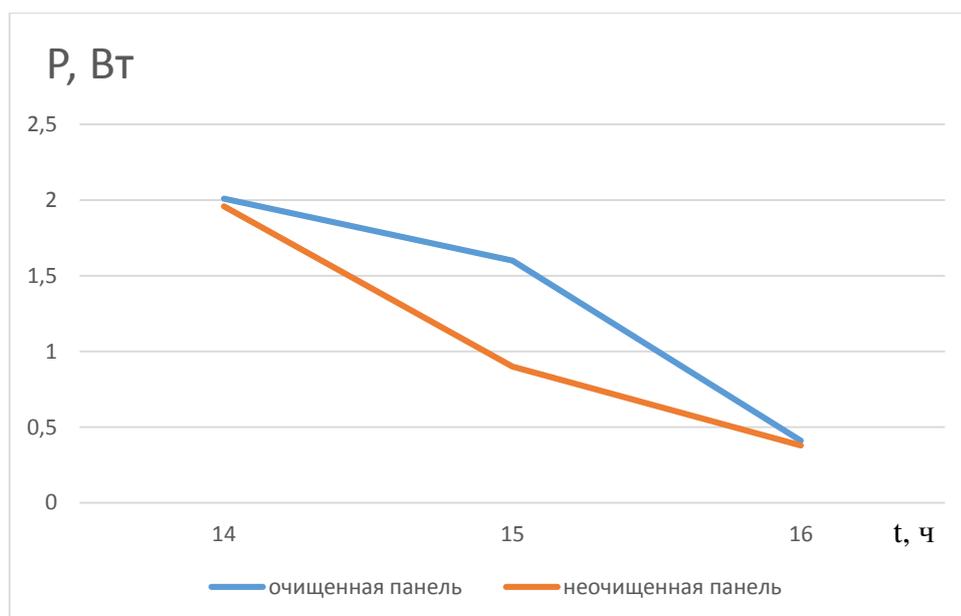


Рисунок 3.13 – Сравнение мощностей очищенной и неочищенной панелей

Данные за солнечный день, 75000 лк, одна панель очищена, присутствует небольшая облачность, светодиоды горят ярко. В таблице ниже представлены данные с дополнительной нагрузкой когда пошел дождь и после дождя.

Таблица 3.7 – Данные с дополнительной нагрузкой когда шел дождь и после дождя

-	Первая ФЭМ (очищенная)				Вторая ФЭМ (неочищенная)			
	U1, В	I1, мА	P1,Вт	U _{хх}	U2, В	I2, мА	P2,Вт	U _{хх}
Время: 16:05	8,55	54,85	0,4690	19,16	8,53	55,34	0,4721	18,81
Время: 16:20	9,15	99,6	0,9113	19,81	9,16	100	0,9160	19,27
Время: 16:40	8,19	32,64	0,2673	18,29	8,15	30,85	0,2514	17,69

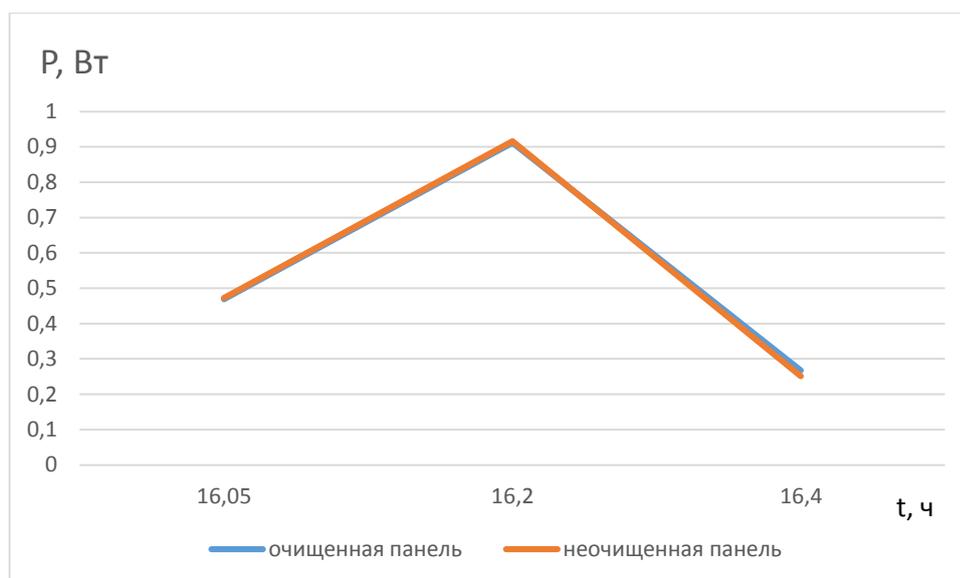


Рисунок 3. 14 – Данные с дополнительной нагрузкой когда шел дождь и после дождя

Наблюдая за данными можно предположить что разница в мощностях не большая в среднем разница составляет 0,05 Вт. Отметим то что мы очищали первую панель постоянно при измерений данных.

В заключений можно сказать что, в дождливый день у нас показатели в среднем составляют 0,05 Вт при освещенности 1000 лк и 100% облачности.

В облачный день можно заметить что при снятий данных показатели в мультиметрах и амперметрах скачут, предположительно из-за колебания уровня освещенности, так как данные в люксметрах меняется тоже в зависимости от облачности, в среднем показатели мощности 0,4 Вт.

В солнечный день по данным мы получаем наилучший результат, в среднем 2,3 Вт при освещенности 75000 лк и в безоблачной погоде, самая лучшая вырабатываемая мощность приходится на пиковый час, это 12:00-13:00 часов дня, показатели при снятий данных всегда стабильны предположительно благодаря тому что безоблачно.

В день когда у нас переменная облачность то показатели могут сильно колебаться, ведь временами может выйти солнце, а временами бывает сильная облачность, в среднес в такие дни получаем 1 или 0,8 Вт.

В день с умеренным постоянным дождем мы получаем стабильно среднюю вырабатываемую мощность 0,1-0,2 Вт.

Учитывая все вышеперечисленное можно сказать что на показатели влияют многие факторы извне, такие как погодные условия, а также по данным за солнечный и облачный день можно заметить разницу между очищенной панелью и неочищенной панелью в среднем 0,5 Вт и конечно же это приводит к тому что со временем неочищенная панель может всё больше терять выработку электроэнергии, если её вовремя не очищать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе мы исследовали влияние факторов окружающей среды на энергетические параметры солнечных модулей.

Привели сведения о видах солнечных панелей, их отличие друг от друга и данные энергетических характеристик.

Исследовали влияние окружающей среды на солнечные панели таких как дождливые, облачные, солнечные и без облачные дни, а также влияние снега, пыли и грязи. По ходу исследования выявилось что важное значение имеет местоположение солнечных панелей, погодные условия так как они влияют на выработку электрической энергий. Были приведены графики сравнения вырабатываемой электроэнергий при разных типах условий окружающей среды.

В экспериментальной части мы собирали данные двух поликристаллических панелей, показали сравнительную характеристику между очищенной панелью и не очищенной панелью, данные показали что различие между ними в среднем составляет порядка 0,5 Вт , замечено что при днях с переменной облачностью показания сильно колеблются это в свою очередь означает что на поликристаллические панели влияет уровень освещенности, а в солнечные дни панели выдают наилучший результат.

В заключений нужно сказать что на панели влияют очень многие факторы извне, за их состоянием нужно следить и вовремя их очищать, так как по ходу выполнения этой работы было замечено что неочищенные панели теряют небольшую часть выработки электроэнергий по сравнению с очищенной панелью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие/ Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.
- 2 Гременок В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов/ В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007.
- 3 А.Я.Глиберман, А.К.Зайцева. Кремниевые солнечные батареи: Государственное энергетическое издательство, Москва-Ленинград, 1961.
- 4 Фаренбух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент / пер. с англ. под ред. М. М. Колтуна. М. : Энергоатомиздат, 1987. 280 с.
- 5 Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей. : Энергоатомиздат, 1983. 360 с.
- 6 Стребков Д. С. Матричные солнечные элементы: в 3-х т. М. : ГНУВИЭСХ, 2009. Т. 1. 120 с.
- 7 А.В. Юрченко, А.В. Волгин, А.В. Козлов. Автоматизированные системы контроля и управления солнечными энергетическими системами / Инноватика-2016: XII Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 20-22 апреля 2016 г. Томск, Россия - с. 149-154
- 8 Effect of Air Pressure on the Output of Photovoltaic Panel and Solar Illuminance (or Intensity) Joseph Amajama University of Calabar, Calabar, Nigeria. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS) – Volume-2, Issue-8, August 2016. ISSN: 2395-3470 www.ijseas.com
- 9 С.В. Исаков, В.А. Шкляев, Оценка поступления солнечной радиации на естественные поверхности с применением геоинформационных систем, Географический вестник – Метеорология Пермский университет 201272-80 стр.
- 10 A. Sidibba1, D. Ndiaye, D. Kobor , E. Menny, Experimental study of dust accumulation effect on photovoltaic solar module performance in Ziguinchor Senegal/ J Fundam Appl Sci. 2019, 11(2), 804-819
- 11 Тасс наука <https://nauka.tass.ru/nauka/6820238>
- 12 Abdoulatif Bonkaney, Saidou Madougou, Rabani Adamou, Impacts of Cloud Cover and Dust on the Performance of Photovoltaic Module in Niamey/ Hindawi Journal of Renewable Energy Volume 2017, Article ID 9107502, 8 pages
- 13 Pavel Chrobak, Jan Skovajsa, Martin Zalesak, Effect of cloudiness on the production of electricity by photovoltaic panels/ MATEC Web of Conferences, DOI: 10.1051/mateconf/20167602010
- 14 Solar. com.[Электронный ресурс]/<https://www.solar.com/learn/how-do-wind-and-humidity-affect-solar-panel-efficiency/>
- 15 СТ КазНИТУ-09-2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию текстового и графического материала. Алматы: КазНИТУ, 2023.

Приложения А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Қоңырбаева Нұрайым Ғалымқызы
(Ф.И.О. обучающихся)

6В07101 - Энергетика
(шифр и наименование специальностей)

на тему: Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ - _____ листах
- б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломной работе исследуется влияние окружающей среды на энергетические характеристики поликристаллических панелей.

В работе приведены основные сведения о видах солнечных модулей, влияние окружающих факторов как температура, освещенность и погодные условия на солнечные модули. В проведенном экспериментальной части посредством графиков и данных показано сравнение двух панелей, один из которых очищенный, а другой не очищенный и влияние окружающей среды на энергетические показатели этих двух панелей.

Показатели данных двух поликристаллических панелей говорит о том что у очищенной панели энергетические характеристики лучше чем у неочищенной панели.

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (90%), а ее автор присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6В07101 – Энергетика.

Рецензент

PhD, доцент АУЭС им. Г. Даукеева

(должность, уч. степень, звание)

К.О. Ғали

(подпись)

«18» _____ 2024 г.



**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На дипломную работу

(наименование вида работы)

Қоңырбаева Нұрайым Ғалымқызы

(Ф.И.О. обучающихся)

6В07101 – Энергетика

(шифр и наименование специальностей)

Тема: **Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей**

Дипломник Қоңырбаева Н.Ғ. приступила к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

За время работы дипломирования показала себя грамотным, инициативным специалистом, способным самостоятельно заниматься поиском необходимых литератур и материалов.

Дипломная работа посвящена исследованию влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей.

В дипломной работе представлены виды солнечных модулей, влияние окружающей среды, таких как погодные условия, уровень освещенности на солнечные панели.

В экспериментальной части показаны графики и данные где сравниваются две панели, один из которых очищенный, а другой неочищенный и влияние погодных условий на эти поликристаллические панели.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки 90%, а ее автор присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6В07101 – Энергетика.

Научный руководитель

Ассоц.профессор, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Хидәлда Е.

(подпись)

«15»

2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Коңырбаева Нұрайым Ғалымқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 1.1

Микропробелы: 3

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 20.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсенбаев Е.А.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қоңырбаева Нұрайым Ғалымқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Исследование влияния факторов окружающей среды на энергетические параметры поликристаллических панелей

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 1.1

Микропробелы: 3

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Рекомендуно к защите

Дата

[Подпись]
15.06.2023

проверяющий эксперт