

УДК 621.311.243

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ
INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS
ON SOLAR PANEL PERFORMANCE**

Я.Н. Старостенков

Научный руководитель – Т.А. Петровская, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Ya. Starostentov

Supervisor – T. Petrovskaya, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В статье создана классификация факторов, оказывающих влияние на производительность солнечных панелей. Для каждого фактора приводится описание и влияние на работоспособность солнечной панели.

Annotation: The article creates a classification of factors that influence the performance of solar panels. For each factor, a description and impact on the performance of the solar panel is provided.

Ключевые слова: солнечная энергетика, факторы, влияние, энергоэффективность.

Key words: solar energy, factors, influence, energy efficiency.

Введение

Существует большое количество факторов, влияющих на энергоэффективность солнечных панелей. Некоторые из них незначительно влияют на производительность, и, как правило, ими можно пренебречь. Другие же факторы могут оказывать большое влияние на энергоэффективность, срок использования и другие показатели технических характеристик солнечной панели.

Основная часть

Опираясь на проанализированные материалы, мною было выделено несколько типов факторов, влияющих на технические характеристики солнечных панелей. Подбор определённого типа основывался на природе факторов и степени влияния на энергоэффективность.

Географические факторы.

Географические факторы представляют собой описание территории расположения солнечной электростанции. Основными характеристиками территории являются как экологические, так и метеорологические факторы. В данную категорию входят следующие факторы:

- Рельеф. Рельеф имеет большое значение в расположении солнечных панелей. По подсчётам учёных, наиболее эффективно размещать солнечные панели на равнинной местности, при этом высота над уровнем моря имеет незначительное влияние на технические характеристики СП. Главное в размещении СП в данном случае, это прямой доступ к солнечному излучению. Иными словами, необходимо полное отсутствие

- затенения для эффективной работы СЭС. Равнинная территория с небольшими перепадами высот позволяет снизить риск затенения, в то время как в горной местности фактор затенения высок;
- Угол падения солнечных лучей – это угол между горизонтом и солнцем. Данный показатель характеризует степень нагревания почвы в различных климатических зонах. В то же время показатель активно учитывается при размещении солнечной электростанции и настройки ориентации ручным способом или с помощью трекера. Установлена зависимость между углом падения, температурой и энергоэффективностью СБ. Чем ближе местность к экватору, тем выше температура. При этом эффективность СП может как увеличиваться, так и уменьшаться, поскольку температура также влияет на её функционирование. Этим и объясняются небольшие различия между показателями КПД различных типов СЭС. Одним из условий, повышающих энергоэффективность, является внедрение термоустойчивых материалов и современных охлаждающих систем, что требует больших финансовых затрат.;
 - Высота солнца над горизонтом. По мере увеличения высоты солнца над горизонтом угол падения солнечных лучей увеличивается, возрастает температура и становится выше вероятность попадания большего количества фотонов в фотоэлектрический модуль.

Метеорологические факторы.

Метеорологические факторы включают в себя совокупность метеорологических элементов и климатических условий на определённой территории. Обычно, на производительность солнечных панелей влияет несколько метеорологических факторов. Очень тесно с ними связаны и факторы расположения солнечных электростанций. Метеорологические факторы учитываются при строительстве солнечной электростанции, а также при расчётах практического КПД, мощности и других технических характеристик солнечной батареи на определённой территории.

В данную категорию входят следующие факторы:

- Температура. Показатели температуры влияют на солнечные панели. Поскольку значения температур по мере приближения к экватору увеличиваются, то, соответственно, энергоэффективность солнечной батареи снижается. Высокие температуры приводят к выгоранию фотоэлектрических ячеек и снижению срока эксплуатации солнечной электростанции (рис. 1). В регионах, где среднегодовые температуры достаточно высоки, солнечные электростанции строятся с усиленными системами охлаждения. Как правило, КПД таких солнечных электростанций колеблется от 25 до 33%. Например, в пустынях располагаются СЭС башенного типа;

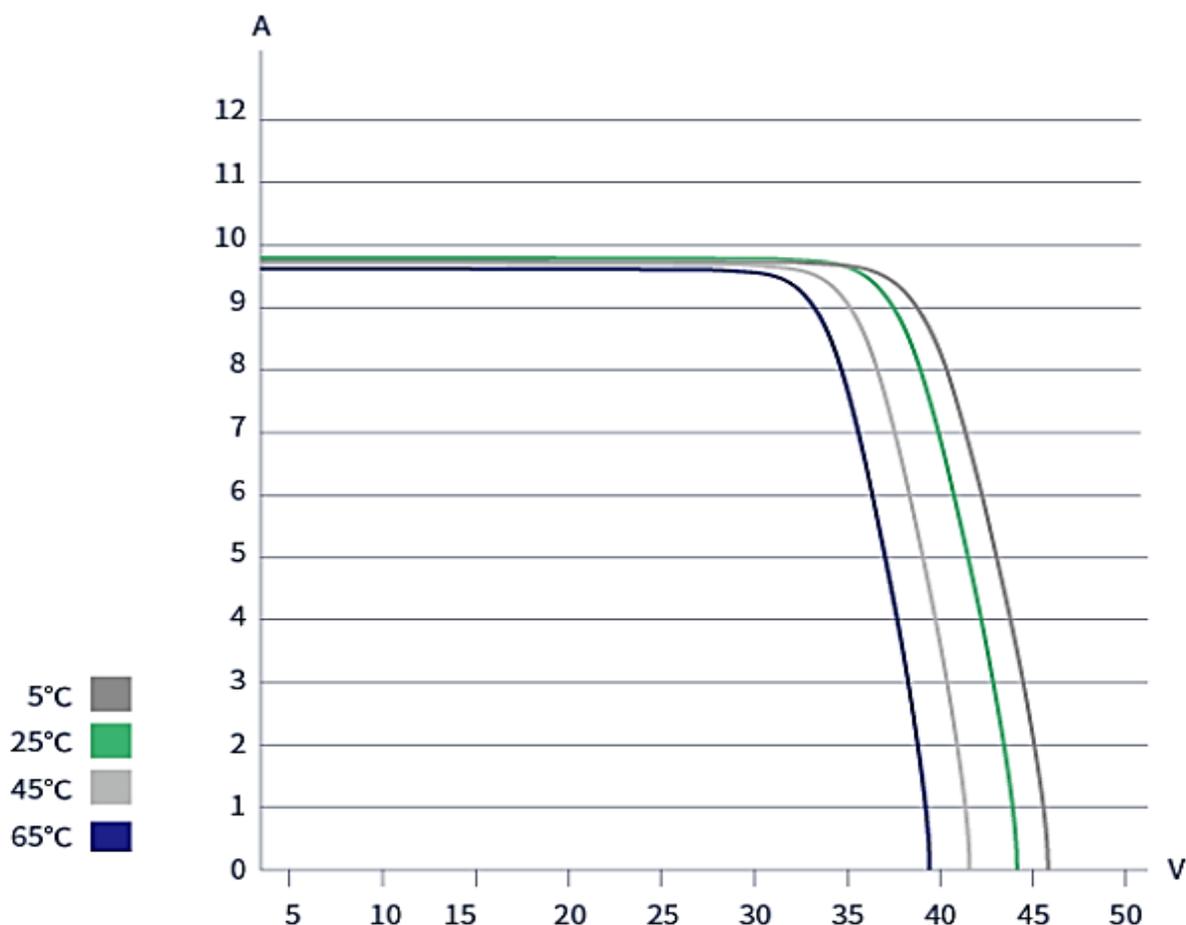


Рисунок 1 – Зависимость вольт-амперной характеристики солнечной панели от значений температур

- Облачность. Объем солнечного излучения, поступающего на поверхность Земли, по значению существенно отличается от объема солнечного света в ясные дни. В пасмурные дни интенсивность солнечного света снижается в зависимости от степени облачности. В сильно облачные дни интенсивность может уменьшиться до 100-200 Вт/м², что примерно в 5-10 раз меньше, чем в ясные дни. Эти приблизительные значения и могут варьироваться в зависимости от множества факторов, включая географическое положение, тип облачности и другие атмосферные условия;
- Осадки. Осадки могут как уменьшить КПД солнечной панели, преломляя солнечный свет, так и принести физический ущерб солнечной панели. Например, интенсивность града может повредить защитное стекло либо раму солнечной панели. В результате КПД солнечной батареи снижается примерно на 5%. Дождь и снег создают поле большего преломления солнечного света. Энергоэффективность снижается примерно на 10-15%;
- Прочие метеорологические явления (молния, ветер). Каждое метеорологическое явление по-разному влияет на производительность солнечных панелей. В основном такое явление является угрозой для солнечной батареи, поскольку при его интенсивности может произойти перегрузка технических показателей (ветровая или снеговая нагрузка),

что может привести к поломке солнечной системы.

Производственно-внутрисистемные факторы.

Производственно-внутрисистемные факторы включают себя технические характеристики солнечной панели, которые ограничивают или усиливают энергоэффективность продукции, и показатели нагрузки солнечных панелей в условиях испытания. Необходимые показатели, такие как выходная мощность, напряжение модулей, количество фотоэлектрических ячеек, срок эксплуатации и другие указаны в специальных производственных характеристиках. Рассмотрим основные технические характеристики, которые могут повлиять на энергоэффективность солнечной панели:

- Максимальное напряжение точки питания (V_{mpp}) – напряжение, при котором достигается максимальная мощность СП (P_{max}). Обычно он указан в спецификации солнечной панели. Показатель зависит в основном от температуры и резко падает при определенном температурном пороге.
- Максимальный ток точки питания (I_{mpp}) – это ток, при котором достигается максимальная мощность P_{max} . Обычно он указан в спецификации солнечной панели.
- Напряжение холостого хода (V_{oc}) является напряжением без нагрузки. Измеряется в вольт (В). Представляет собой максимальное напряжение и используется для определения конфигурации солнечной батареи для количества панелей, подключенных последовательно к инвертору или контроллеру заряда. Важно не допустить перенапряжения, которое может повредить оборудование.
- Ток короткого замыкания (I_{sc}) – ток в режиме холостого хода. Он представляет собой максимальный ток, когда короткое замыкание происходит при соединении положительного и отрицательного выводов провода. Это важно с точки зрения безопасности и обеспечения потребностей в защитных устройствах, таких как предохранители или выключатели ().
- Ветровая нагрузка, также известная как максимальная статическая нагрузка на спину, обозначает силу ветра, которую может выдержать панель. Показатель измеряется в паскалях (Па). Сила ветра пропорциональна скорости ветра. В случае экстремальных погодных условий монтаж панели потребует особого внимания, чтобы гарантировать надежность системы.
- Снеговая нагрузка (максимальная статическая нагрузка спереди), относится к давлению статического веса снега, которое может выдержать панель. Измеряется в паскалях (Па). Для местности с сильным снегопадом рекомендуется использовать более прочную панель, чтобы ее было сложнее сломать.

Антропогенные факторы.

Антропогенные факторы также влияют на энергоэффективность СБ. В большинстве случаев антропогенные факторы могут быть минимизированы,

если происходит частая уборка солнечной панели (мойка защитного покрытия и чистка от осадков (снега) и опавшей листвы, пыли), монтаж и осмотр СЭС (замена износившихся частей, проверка напряжения, мощности). Обеспечивая постоянный уход за солнечной электростанцией, человек минимизирует факторы поломки или загрязнения, тем самым продлевая срок эксплуатации и повышая энергетическую эффективность модуля. Рассмотрим следующие антропогенные факторы:

- частота уборки и очистки солнечной панели (рисунок 2) от осадков (снега, дождя) и заслонения посторонними предметами (опавшей листвы, пыли);
- частота осмотра и монтажа солнечной панели;
- своевременная замена повреждённых деталей.



Рисунок 2 – Очистка солнечной панели с помощью робота

Заключение

Таким образом, существуют различные факторы, которые оказывают влияние на энергоэффективность солнечных фотомодулей. Данные факторы учитываются при проектировании солнечной электростанции. Также имеется возможность снизить влияние факторов за счёт осмотра и своевременного ремонта оборудования. При этом метеорологические и географические факторы

будут влиять на энергоэффективность, поскольку вследствие гравитационных и земных процессов показатели климатических характеристик меняются.

Литература

1. Дизендорф А. В., Усков А. Е. Перспективы возобновляемой энергетики. – М.: Наука, 2015. – 229 с.
2. Петровская Т.А., Старостенков Я. Н. Повышение КПД солнечных панелей // Лучшие студенческие исследования: материалы XI Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза, 2024. С. 31-34.
3. Тестирование параметров солнечных батарей [Электронный ресурс]. – <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/ptc-conditions.htm>. – Дата доступа: 25.09.2024.
4. Факторы, влияющие на производительность солнечных батарей [Электронный ресурс]. – <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14260>. Дата доступа: 27.09.2024
5. 7 factors that affect the performance of your solar system [Электронный ресурс]. – <https://www.hoymiles.com/resources/blog/7-factors-that-affect-the-performance-of-your-solar-system>. Дата доступа: 27.09.2024
6. Исмагилов Ф.Р., Вавилов В. Е., Нургалиева Р.А. Система очистки солнечных панелей. – М: Вестник УГАТУ, 2017. – С.61 – 65.
7. Factors affecting Solar energy production [Электронный ресурс]. – <https://www.linkedin.com/pulse/factors-affecting-solar-energy-production>. – Дата доступа: 28.09.2024