

**Пискарёва Татьяна Ивановна,**  
к.т.н., доцент, ОГУ  
Piskaryova Tatyana Ivanovna,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
OSU

**Кавардин Владимир Васильевич,**  
студент филиала в г Оренбург,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
Kavardin Vladimir Vasilevich, Student,  
Gubkin Russian State University  
of Oil and Gas (National University)

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ  
КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ  
INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE  
OPERATION OF SILICON SOLAR PANELS**

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние температурного режима на функционирование кремниевых солнечных панелей в условиях эксплуатации. Анализируются причины изменения электрических параметров фотоэлектрических элементов при нагреве, а также последствия неравномерного распределения температуры по поверхности модуля.

**Abstract.** The article examines the effect of the temperature regime on the functioning of silicon solar panels under operating conditions. The reasons for changes in the electrical parameters of photovoltaic cells during heating, as well as the consequences of uneven temperature distribution over the surface of the module, are analyzed.

**Ключевые слова:** Солнечные панели, кремний, фотоэлектрические элементы, температура, эффективность, тепловые потери.

**Keywords:** Solar panels, silicon, photovoltaic cells, temperature, efficiency, thermal losses.

Работа кремниевых солнечных панелей в значительной степени определяется температурными условиями, в которых осуществляется преобразование солнечного излучения в электрическую энергию. Несмотря на то, что фотоэлектрические элементы предназначены для работы под действием солнечного света, большая часть падающей энергии не преобразуется в электричество, а поглощается конструктивными слоями панели и переходит в теплоту. Это приводит к росту рабочей температуры модуля и, как следствие, к изменению его энергетических характеристик.

В условиях реальной эксплуатации температура поверхности солнечных панелей часто превышает температуру окружающего воздуха. Особенно заметно это проявляется в летний период и в районах с высокой солнечной активностью, где температура фотоэлектрических модулей может достигать значительных значений. Подобный нагрев оказывает прямое влияние на параметры работы солнечных элементов и снижает эффективность всей энергетической установки, что делает температурный фактор одним из ключевых при анализе работы солнечных систем.

Изменение температуры приводит к перераспределению процессов, протекающих в полупроводниковом материале фотоэлемента. При нагреве кремния наблюдается уменьшение ширины запрещённой зоны, что сопровождается увеличением концентрации носителей заряда и ростом вероятности их рекомбинации. В результате напряжение холостого хода



уменьшается, тогда как ток короткого замыкания возрастает незначительно. Совокупное влияние этих эффектов выражается в снижении максимальной выходной мощности солнечной панели [1].

Для оценки температурного влияния на энергетические показатели солнечных панелей широко применяется температурный коэффициент мощности. Данный параметр показывает относительное изменение выходной мощности при изменении температуры и для большинства кремниевых модулей имеет отрицательное значение. Это означает, что повышение температуры неизбежно сопровождается снижением полезной вырабатываемой энергии, что необходимо учитывать при расчётах и прогнозировании работы солнечных энергетических установок.

Следует учитывать, что температурный режим панели не всегда является равномерным. В процессе эксплуатации могут формироваться участки локального перегрева, обусловленные неоднородностями материала, загрязнением поверхности, механическими повреждениями или неравномерным освещением. В таких зонах ухудшаются условия работы фотоэлементов, что приводит к ускоренному снижению электрических параметров и повышенному износу активных слоёв [2, 3].

Длительное воздействие повышенных температур оказывает влияние не только на полупроводниковый слой, но и на другие элементы конструкции солнечного модуля. Повторяющиеся циклы нагрева и охлаждения вызывают механические напряжения в защитных покрытиях и контактных соединениях, что со временем может приводить к ухудшению электрических контактов и снижению надёжности панели в целом. Таким образом, температурные факторы оказывают накопительный эффект, влияющий на срок службы солнечных установок.

Температурные потери во многом зависят от условий установки солнечных панелей и внешних климатических факторов. Способ монтажа, наличие зазоров для естественной вентиляции, скорость воздушных потоков и уровень запылённости окружающей среды существенно определяют тепловое состояние модулей. Недостаточный теплоотвод способствует росту рабочей температуры и увеличению энергетических потерь, тогда как благоприятные условия охлаждения позволяют частично компенсировать негативное влияние нагрева [4].

Для повышения надёжности и стабильности работы солнечных энергетических систем всё большее значение приобретают методы контроля температурного состояния панелей. Использование средств температурного мониторинга позволяет выявлять отклонения от нормального режима работы, своевременно обнаруживать зоны перегрева и оценивать возможное снижение эффективности. Применение таких подходов способствует повышению эксплуатационной устойчивости солнечных установок и снижению риска преждевременного выхода их из строя.

Таким образом, температурный режим является одним из определяющих факторов, влияющих на эффективность и долговечность кремниевых солнечных панелей. Учёт тепловых процессов при проектировании и эксплуатации, а также контроль температурных параметров в процессе работы позволяют снизить энергетические потери и обеспечить более стабильное функционирование солнечных энергетических систем.

#### *Список литературы:*

1. Жуков, В. А. Температурные эффекты в кремниевых фотоэлектрических модулях / В. А. Жуков, И. С. Морозов // Электротехника. – 2020. – № 9. – С. 34–41.
2. Кузнецов, А. Н. Влияние рабочих температур на эффективность солнечных панелей / А. Н. Кузнецов // Вестник энергетики. – 2021. – № 4. – С. 58–64.



3. Петров, Д. С. Локальные перегревы и деградация фотоэлектрических элементов / Д. С. Петров, Е. А. Лебедева // Известия высших учебных заведений. Энергетика. – 2022. – № 6. – С. 72–80.

4. Смирнов, И. В. Методы повышения надёжности солнечных энергетических установок в условиях высоких температур / И. В. Смирнов // Энергосбережение и энергоэффективность. – 2023. – № 3. – С. 19–26.

