

УДК 621.311.25

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ

*Т.Р. Садуба, С.В. Горячев*

Солнечная энергетика – один из наиболее перспективных источников альтернативной энергии. В отечественной и мировой практике получили распространение фотоэлектрические панели (ФЭП), преобразующие солнечную энергию в электрическую. Целью исследования является минимизация количества электрической энергии, необходимой для охлаждения солнечных панелей. Описана система охлаждения, которую можно использовать для охлаждения фотоэлектрических модулей с целью повышения электрической эффективности. Исследования этой системы охлаждения показывают, что наиболее важным моментом этого подхода является то, что он использует термосифонную петлю для охлаждения фотоэлектрических панелей, что повышает эффективность фотоэлектрической системы без необходимости в дополнительном подводе энергии.

*Ключевые слова:* солнце; солнечная энергетика; альтернативный источник; фотоэлектрические установки.

---

## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАНЕЛИ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

*Т.Р. Садуба, С.В. Горячев*

Күн энергиясы – альтернативдүү энергия булактарынын бир кыйла келечектүүлөрүнүн бири. Атамекендик жана дүйнөлүк практикада күн энергиясын электр энергиясына айландыруучу фотоэлектрик панелдер кеңири таралган. Бул изилдөөнүн максаты – күн панелдерин муздатуу үчүн зарыл болгон электр энергиясынын санын минималдаштыруу болуп эсептелет. Бул макалада электр энергиясынын натыйжалуулугун жогорулатуу максатында фотоэлектрик модулдарды муздатуу үчүн колдонууга боло турган муздатуу системасы сүрөттөлдү. Бул муздатуу системасын изилдөөнүн жыйынтыгы көрсөткөндөй, аталган ыкманын эң маанилүү учуру - фотоэлектрик панелдерди муздатуу үчүн термосифондук түйүндөрдү пайдалануу болуп эсептелет, мунун өзү кошумча энергияны пайдалануусуз фотоэлектрик системанын натыйжалуулугун жогорулатууга мүмкүндүк берет.

*Түйүндүү сөздөр:* күн; күн энергиясы; альтернативдүү булак; фотоэлектрик жабдуулар.

---

## INVESTIGATION OF THE EFFECT TEMPERATURE ON PHOTOVOLTAIC PANEL OUTPUT PERFORMANCE

*T.R. Saduba, S.V. Goryachev*

Solar energy today is one of the most promising sources of alternative energy. In domestic and world practice, photovoltaic panels, which convert solar energy into electrical energy. The objective of the research is to minimize the amount of electrical energy needed for cooling of the solar panels. This article describes a cooling system that can be used to cool photovoltaic modules to improve electrical efficiency. Research for this cooling system shows that the most important point of this approach is that it uses a thermosiphon loop to cool photovoltaic panels, which increases the efficiency of the photovoltaic system without the need for additional energy supply.

*Keywords:* the sun; solar energy; alternative source; photovoltaic panels.

Стали уже привычными небольшие электронные устройства, работающие от солнечной энергии. Сейчас никого не удивит калькуляторами, наручными часами, радиоприемниками,

исправно служащими долгие годы, не требуя ни замены батареек, ни подзарядки. Но совершенствуются технологии, появляются миниатюрные солнечные элементы, обладающие большей

Таблица 1 – Дневная сумма солнечной радиации, кВт\*ч/м<sup>2</sup>, горизонтальная площадка

| Город    | Янв  | Фев | Мар  | Апр  | Май  | Июн  | Июл  | Авг  | Сен  | Окт  | Ноя  | Дек  | За год |
|----------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Оренбург | 0,64 | 1,5 | 2,94 | 4,11 | 5,11 | 5,72 | 5,22 | 4,06 | 2,56 | 1,36 | 0,72 | 0,44 | 2,87   |

мощностью, благодаря чему они могут обеспечить энергией более сложные, энергоемкие устройства. Из тепличных комнатных условий солнечные батареи перекочевали на улицу, в транспорт, на пляжи, осваивая все новые сферы своего применения. Растущие потребности человечества в энергии, катастрофически тающие запасы ископаемых энергоносителей, загрязнение окружающей среды вызвали бурное развитие альтернативной энергетики. Правительства стран всего мира, стимулируя максимально возможное использование возобновляемых источников энергии, изыскивают способы максимально привлечь инвестиции в эту отрасль.

Солнечная энергетика на сегодняшний день является активно развивающейся отраслью мировой энергетики. Энергия Солнца с использованием инновационных технологий, является экологически более безопасным источником энергии в процессе эксплуатации, по сравнению с традиционными типами источников энергии. Большинство из нас может предположить, что чем горячее Солнце, тем больше электричества будут производить наши солнечные батареи. Но это не так, потому что одним из ключевых факторов, влияющих на количество энергии, которое мы получаем от солнечной системы, является температура. Это может показаться нелогичным, но повышение солнечной энергии отрицательно влияет на повышение температуры. Фотоэлектрические модули тестируются при температуре 25 °С, и в зависимости от места их установки, тепло может снизить выходную эффективность на 10–25 %. Когда температура солнечной панели увеличивается, ее выходной ток также увеличивается, в то время как выходное напряжение уменьшается [1].

Каждая солнечная панель будет иметь свой температурный коэффициент. Температурный коэффициент представляет собой скорость, с которой панель будет работать хуже при каждом увеличении градуса Цельсия (°С). Большинство панелей имеют температурный коэффициент от –0,2 до –0,5 % при тестировании в стандартных лабораторных условиях, где температура

окружающей среды установлена на 25 °С. Чем ближе температурный коэффициент к нулю, тем лучше панель будет работать при повышенной температуре.

В последние дни растущий спрос и стоимость электрической энергии является движущей силой роста мирового рынка солнечной энергии. Будучи источником для производства электроэнергии, фотоэлектрические технологии находят свое применение во многих областях. Это работает путем генерации энергии с использованием фотоэлектрических элементов [2].

Рассмотрим потенциал солнечной энергии для города Оренбург. При расчете потенциала солнечной энергии для того или иного региона России, основную роль играет инсоляция, которая может быть определена только на основе фактических наблюдений (инсоляция – облучение поверхностей солнечной радиацией) (таблица 1).

Данные таблицы показаны для горизонтальных областей, но их можно усилить, размещая панель под оптимальным углом наклона; установленная таким образом панель может воспринимать в 1,2–1,4 раза больше энергии по сравнению с горизонтальной.

Основным недостатком солнечных батарей является высокая чувствительность к повышенной температуре. Поскольку они постоянно подвергаются воздействию солнечного света для выработки электроэнергии, их нагрев неизбежен. Но системы охлаждения могут быть предназначены для поддержания температуры ячейки. Это может привести к значительной экономии энергии. Это можно сделать, пропустив слой жидкости над солнечными элементами в качестве среды теплообмена. Эта жидкость является диэлектриком, так как она не должна проводить электричество, которое в противном случае может вызвать короткое замыкание панели. Мощность движения жидкости может быть получена с помощью насоса или с помощью естественной конвекции.

Термосифонная петля является очень эффективным способом перемещения жидкости, поскольку она использует плавучесть в качестве

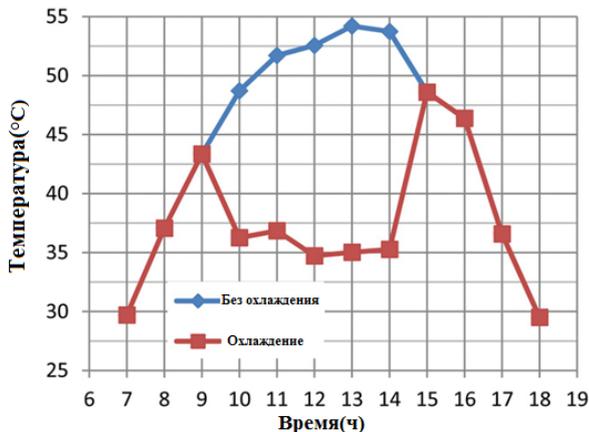


Рисунок 1 – Сравнение рабочих температур между охлаждением и без охлаждения на фотоэлектрической панели

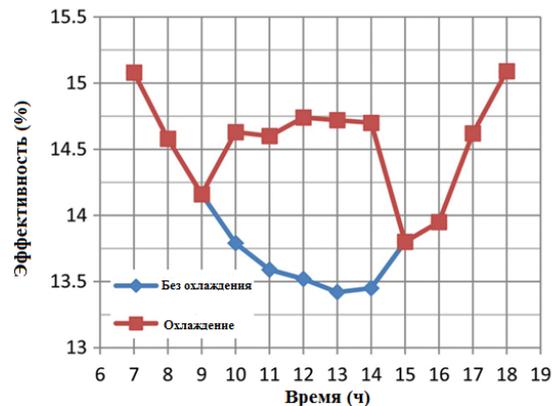


Рисунок 2 – Эффективность фотоэлектрической панели с охлаждением и без него

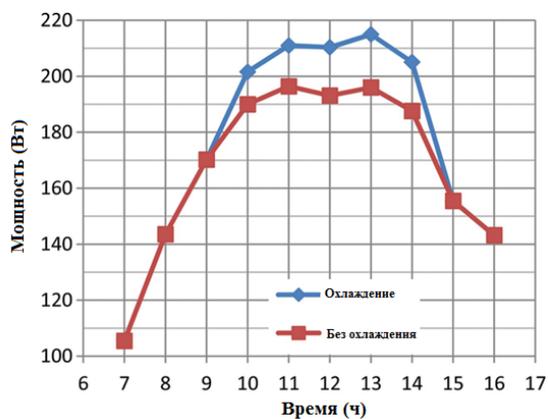


Рисунок 3 – Мощность фотоэлектрической панели с охлаждением и без него

движущей силы, и может эффективно перемещать жидкость. Жидкость нагревается за счет поглощения тепла от панели. Эта горячая жидкость, будучи менее плотной, поднимается вверх и циркулирует, теряя тепло в атмосферу. Конструкция с термосифонной петлей может использоваться для охлаждения панели без каких-либо внешних движущих сил, таких как насос.

Диэлектрическая жидкость проходит между панелью и стеклом, которая затем охлаждается на радиаторе. Система охлаждения представляет собой теплообменник на основе ребер. Он охлаждается естественной конвекцией, что исключает необходимость в вентиляторе. Это замкнутый цикл с непрерывным циклом.

В настоящей работе исследовано влияние температуры на производительность фотоэлект-

рической панели в климатических условиях г. Оренбург. Исследование проводили на фотоэлектрической панели с максимальной эффективностью 15,4 % и максимальной выходной мощностью 250 Вт. В течение рабочего времени охлаждение фотоэлектрической панели происходит очень эффективно, когда температура фотоэлектрической панели высокая, как показано на рисунке 1. Можно видеть, что в 13:00 максимальное снижение температуры достигается при 19 °С, а в другое время снижение температуры составляет от 12,5 до 18,5 °С.

На рисунке 2 представлена эффективность фотоэлектрической панели соответственно с охлаждением и без него. Охлаждение поддерживает эффективность элементов выше 14,5 % каждый час в расчетный день, в частности, между 12:00 и 14:00, в течение которых фотоэлектрическая панель имеет очень низкую эффективность без охлаждения.

Охлаждение также увеличивает выходную мощность в среднем на 16 Вт (рисунок 3). Таким образом, система охлаждения, работающая на солнечной энергии, способна снизить рабочую температуру элементов в среднем на 16,5 °С, и она имеет лучший охлаждающий эффект, когда температура элементов становится выше. Полученные данные позволяют сделать вывод, что энергетические параметры солнечной панели зависят от сезонных изменений погоды.

Таким образом, одним из экономичных способов охлаждения фотоэлектрической панели может быть использование конструкции с тер-

мосифонной петлёй, что повышает эффективность фотоэлектрической панели без дополнительного подвода энергии. Проблема, связанная с перегревом фотоэлектрической панели, вполне решаема с помощью данного приспособления.

*Литература*

1. *Митрофанов С.В.* Переносная солнечная электростанция с автономной системой слежения за солнцем / С.В. Митрофанов, А.Ю. Немальцев // Сб. Энергетика: состояние, проблемы, перспективы: Тр. VII Всеросс. научно-технич. конф. 2014. С. 40–44.
2. *Сибикин Ю.Д.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. М.: КНОРУС, 2010. 232 с.