

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТАЛОННОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

А. А. Мамрикова, Н. С. Парфенков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель К. М. Медведев

Введение. В связи с необходимостью научно-технического обеспечения учебного процесса по специальностям и отдельным учебным дисциплинам, связанным с изучением проектирования и эксплуатации альтернативных источников электроэнергии, актуальным вопросом является оснащение лабораторий профильных кафедр учебными стендами.

Одним из обязательных структурных элементов учебно-лабораторного стенда «Исследование характеристик солнечных панелей» является датчик уровня солнечной радиации (энергетической освещенности), в качестве которого можно использовать небольшой эталонный солнечный элемент (рис. 1).



Рис. 1. Эталонный солнечный элемент, используемый в учебном стенде в качестве датчика энергетической освещенности

При падении на эталонный элемент солнечного света на его выводах появится напряжение холостого хода U_x , которое можно измерить с помощью вольтметра. С увеличением потока солнечной радиации (т. е. с ростом энергетической освещенности E_e) напряжение на выводах датчика будет расти. Таким образом, существует зависимость $U_x = f(E_e)$, которую можно получить экспериментальным путем и использовать в качестве градуировочной характеристики эталонного солнечного элемента в дальнейшей эксплуатации учебного стенда, интерпретируя показания вольтметра на выходе датчика в единицах измерения энергетической освещенности.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является обеспечение учебно-лабораторного стенда «Исследование характеристик солнечных панелей» средством измерения энергетической освещенности.

Задачами исследования являются:

– снять и построить градуировочную характеристику имеющегося в распоряжении кафедры «Электроснабжение» фотоэлектрического элемента малого размера (эталонного солнечного элемента в составе учебного стенда), т. е. зависимость $U_x = f(E_e)$;

– определить возможность использования эталонного солнечного элемента в качестве датчика, измеряющего энергетическую освещенность.

Методика выполнения исследований. В качестве эталонного солнечного элемента (датчика энергетической освещенности) предполагается использовать фотоэлектрический элемент (рис. 1) со следующими характеристиками: размеры –

$1,9 \times 5,2$ см; полезная площадь – $0,00097 \text{ м}^2$; максимальная мощность – $0,16 \text{ Вт}$; максимальный ток – $0,3 \text{ А}$; номинальное напряжение холостого хода – $0,5 \text{ В}$; технология производства – поликристаллическая.

При выполнении исследований использовались следующие измерительные приборы:

– сертифицированный в Евросоюзе прибор SOLAR I-Vw (рис. 2, а) фирмы HT Italia, предназначенный для измерения вольт-амперных характеристик фотоэлектрических панелей и имеющий функцию измерения энергетической освещенности (нижняя граница диапазона измерения – 22 Вт/м^2);

– эталонный фотоэлемент HT304N (рис. 2, б), входящий в комплектацию прибора SOLAR I-Vw;

– цифровой вольтметр МНИПИ В7-77 (рис. 2, в), позволяющий получать точность отображения результата измерения до 4 знаков после запятой (т. е. до $0,0001 \text{ В}$).

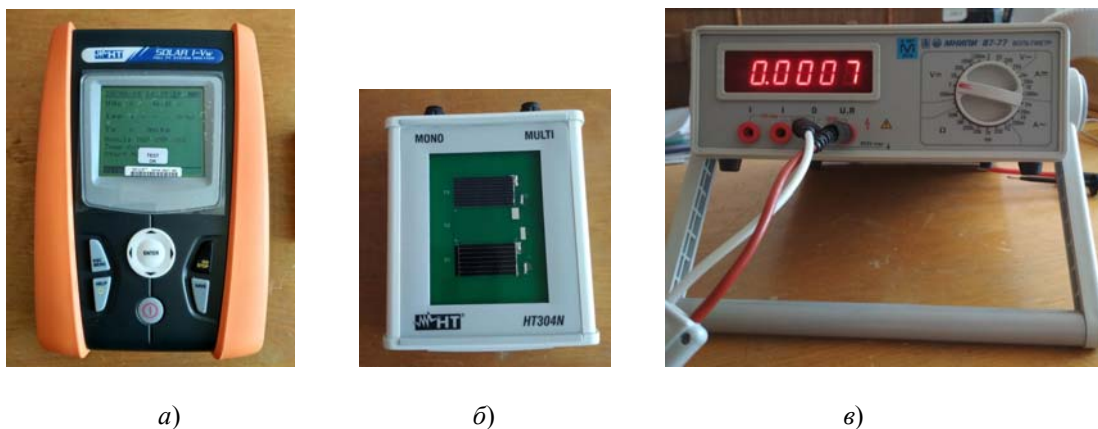


Рис. 2. Измерительные приборы:
а – измеритель BAX SOLAR I-Vw; б – эталонный фотоэлемент HT304N;
в – цифровой вольтметр МНИПИ В7-77

Исследования проводились в одной из аудиторий кафедры ТОЭ на южной (солнечной) стороне 2-го корпуса университета в ясный солнечный день около 13 ч. Окно в аудитории было открыто, исследуемый солнечный элемент находился под прямыми лучами солнца. Температура поверхностей элементов составляла около $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Снятие градуировочной характеристики выполнялось в следующей последовательности:

1) эталонный фотоэлемент HT304N и исследуемый солнечный элемент были закрыты большим количеством полиэтиленовых пленок и/или листов бумаги, снижающих световую энергию, падающую на поверхность элементов;

2) постепенно число снижающих световой поток листов уменьшалось, при этом вольтметр В7-77 фиксировал напряжение U_x , а прибор SOLAR I-Vw – энергетическую освещенность E_e .

Результаты исследований и их анализ. На рис. 3 показана снятая градуировочная характеристика.

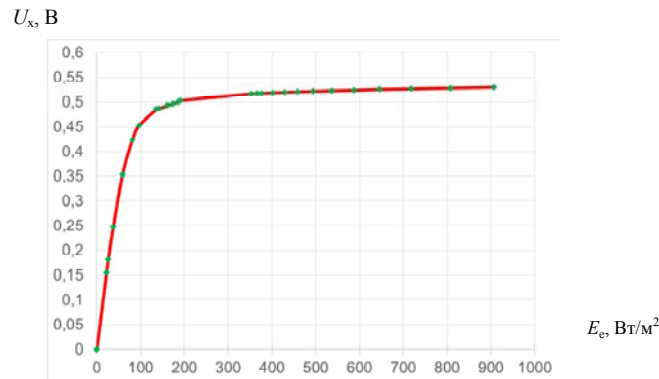


Рис. 3. Градуировочная характеристика эталонного солнечного элемента

Анализ полученной градуировочной характеристики позволяет сделать следующие выводы:

1. Градуировочная характеристика солнечного элемента резко нелинейная. Изгиб наблюдается в районе 100–150 Вт/м².

2. Нелинейность характеристики приводит к неодинаковой чувствительности s датчика в различных диапазонах энергетической освещенности:

$$s = \frac{\Delta U_x}{\Delta E_e}, \text{ мВ}/(\text{Вт}/\text{м}^2),$$

где ΔU_x – изменение напряжения холостого хода при соответствующем изменении ΔE_e энергетической освещенности.

Так, средняя чувствительность составляет:

– на участке освещенности от 0 до 100 Вт/м² – 4,5 мВ/(Вт/м²);

– на участке освещенности от 380 до 900 Вт/м² – 0,022 мВ/(Вт/м²).

Для повышения чувствительности датчика энергетической освещенности можно использовать несколько солнечных элементов, соединенных последовательно. Например, при соединении 10 солнечных элементов в одну последовательную цепь чувствительность датчика в диапазоне освещенности от 380 до 900 Вт/м² вырастет в 10 раз и составит 0,22 мВ/(Вт/м²), что упростит требования к применяемому вольтметру и увеличит точность измерений.

3. Исследуемый солнечный элемент может использоваться в качестве измерительного датчика для измерения энергетической освещенности в учебно-лабораторном стенде при условии применения высокочувствительного милливольтметра.