

СВЕТОВАЯ ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Науен В.З.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Василевич В. П. – к.т.н., профессор

В настоящей работе проведено исследование световой вольтамперной характеристики (ВАХ) фотоэлектрического датчика (ФЭД) и определить возможность его использования для контроля солнечной радиации. ВАХ (ФЭД) определяет эффективность преобразования световой энергии в электроэнергию. Она зависит от внутренних параметров: последовательного и параллельного сопротивлений, плотности тока насыщения диода, и также от температуры и светового потока. Связи с этим существенные значения имеет задача определения влияния светового потока на выходные параметры фотоэлектрического преобразователя при применении его в системе контроля солнечной радиации.

Световая ВАХ ФЭД демонстрирует зависимость выходного тока, генерируемого при освещении ФЭД и протекающего через подключенную нагрузку, от падения напряжения на этой нагрузке. ФЭД можно представить в виде эквивалентной схемы замещения на рисунке 1.

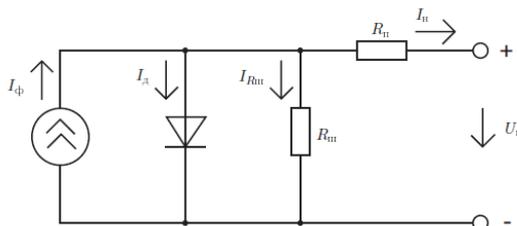


Рисунок 1 – Эквивалентная схема ФЭД

Воспользуемся первым законом Кирхгофа:

$$I_n = I_\phi - I_{R_{ш}} - I_D \quad (1)$$

Уравнение, описывающее световую ВАХ ФЭД, можно представить в следующем виде [1]

$$I_n = I_\phi - I_0 \left(\exp \left(\frac{q(U_n + I_n R_n)}{AkT} \right) - 1 \right) - \frac{U_n + I_n R_n}{R_w} \quad (2)$$

Где I_n – ток нагрузки, А;
 U_n – напряжение нагрузки, В;
 I_ϕ – Фототок (ток, произведенный фотогальваническим эффектом, пропорционален интенсивности освещения), А;
 q – заряд электрона, $q = 1,602177 \cdot 10^{-19}$ Кл;
 A – фактор идеальности р-п-перехода, $A=1..5$;
 k – постоянная Больцмана, $k=1,380649 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;
 T – абсолютная температура, К;
 R_n и R_w – последовательное и параллельное сопротивление, Ом.

При нулевом выходном напряжении, ток короткого замыкания равен:

$$I_{кз} = I_\phi - I_0 \left(\exp \left(\frac{qI_{кз} R_n}{AkT} \right) - 1 \right) - \frac{I_{кз} R_n}{R_w} \quad (3)$$

Выходное напряжения U_H солнечного элемента является функцией выходного тока I_H , что в основном определяется током нагрузки в зависимости от уровня солнечной радиации и температуры окружающей среды. С учетом (2) определяем выходное напряжение солнечного элемента U_H :

$$U_H = \frac{AkT}{q} \ln \left(\frac{I_\phi - I_H}{I_0} \right) - I_H R_n \quad (4)$$

При нулевом токе на нагрузке, напряжение холостого хода определяется:

$$U_{xx} = AkT \cdot \ln \frac{I_\phi}{I_0} \quad (5)$$

Известно, что ток короткого замыкания линейно зависит от интенсивности света при малом значении последовательного сопротивления. Однако, напряжения холостого хода сильно зависит от температуры и логарифмически зависит от фототока.

В данной работе приведен пример исследования ВАХ ФЭД на основе монокристаллического кремния диаметром 10см. Измерения ВАХ как р-п-перехода, так и СЭ проводить путем регистрации значений токов и напряжений с помощью амперметра и вольтметра, регулируя значения сопротивления нагрузки в цепи. В качестве источника света использована галогенная лампа мощностью 100вт. Для увеличения интенсивности освещения применяется линзы френеля. Схема для измерения ВАХ солнечного элемента показана на рисунке 2.

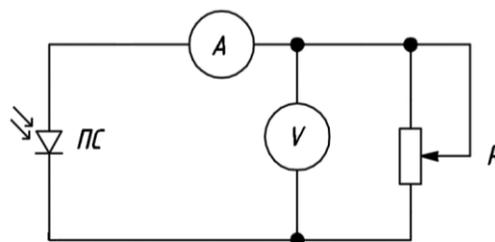


Рисунок 2 – Схема измерения ВАХ

Результаты измерения ВАХ ФЭД при различной интенсивности освещения показаны на рисунке3.

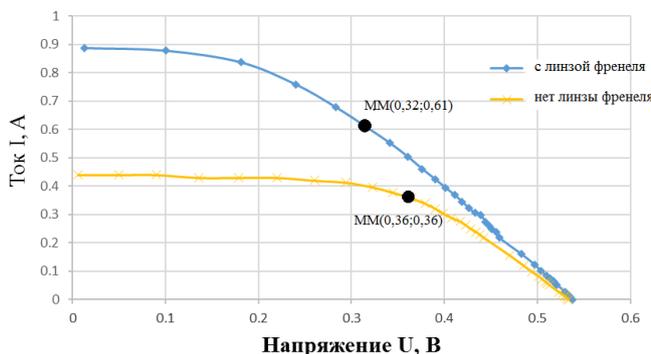


Рисунок 3 – ВАХ фотоэлектрического датчика при различной интенсивности освещенности

Выводы:

- С уменьшением интенсивности солнечного излучения ВАХ ФЭП смещается вниз, что приводит к снижению тока коротко замыкания, напряжение холостого хода при этом уменьшается незначительно.
- При применении фотоэлектрического датчика для измерения солнечной радиации рекомендуется использовать ток короткого замыкания в качестве выходного сигнала чувствительных элементов.

Список использованных источников:

1. PVEDUCATION.ORG. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pveducation.org/pvcdrom/>.