

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ СТАНДАРТНОГО УСЛОВИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Мамасалиев Ортик

Хайдаров Анвар

*Джизакского политехнического института ассистент
Магистрант Джизакского политехнического института*

Ключевые слова: *солнце, панель, моделирование, мощность, напряжение, схема*

В настоящее время растущий спрос на энергию в наиболее развитых странах мира и развивающихся странах приводит к увеличению спроса на электроэнергию. Из этого видно, что в настоящее время одним из современных видов энергии являются альтернативные виды энергии.

Простейшая эквивалентная схема солнечного элемента представляет собой источник тока, подключенный параллельно с диодом, как показано на рисунке 1. Выход источника тока прямо пропорционален свету, падающему на элемент. В темное время суток солнечный элемент не является активным устройством и работает как диод. Он не производит ни тока, ни напряжения. Однако, если свет падает на солнечный элемент, он генерирует ток диода. Диод D определяет характеристики ввода–вывода элемента. Последовательное сопротивление R_s представляет собой сопротивление внутри каждой ячейки, в то время как сопротивлением шунта R_{SH} , пренебрегают, поскольку оно имеет большое значение.

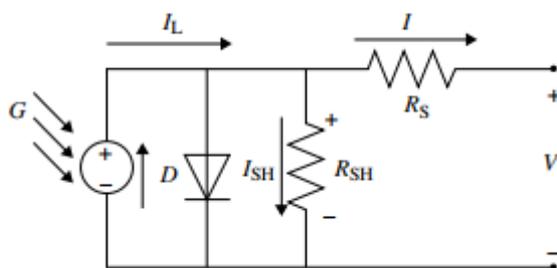


Рисунок 1. Эквивалентная схема солнечного элемента

В идеальном солнечном элементе предполагается, что R_s бесконечная. Суммарный ток элемента представляет собой разницу между фототоком I_L и нормальным током диода, который определяется

$$I = I_L - I_0 \left(e^{\frac{q(V+IR_s)}{nkT}} - 1 \right) - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (1)$$

Фототок I_L зависит от эталонных первой и второй температур T_1 и T_2 соответственно, и это задается по следующими формулами:

$$I_L = I_L(T_1) + K_o(T - T_1)$$

$$I_L(T_1) = I_{scT_1, \text{ном}} \left(\frac{G}{G_{\text{ном}}} \right)$$

$$K_o = \frac{I_{scT_2} - I_{scT_1}}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

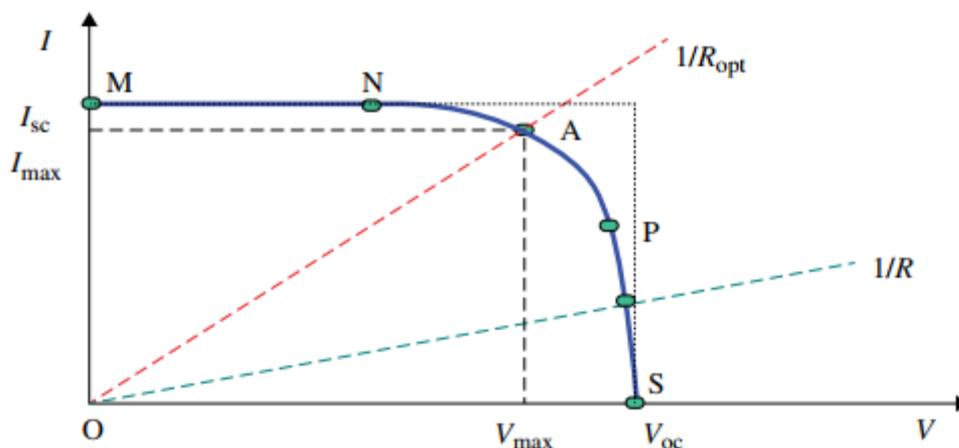


Рисунок 2. I–V характеристическая кривая солнечного элемента

где G - текущее солнечное излучение I_o , $G_{\text{ном}}$ - солнечное излучение в контрольном тесте.

Ток насыщения диода ввод –вывод задается по следующей формуле:

$$R_s = -\frac{dV}{dI_{V_{oc}}} - \frac{1}{X_V}$$

$$X_V = I_{oT_1} \frac{q}{nkT_1} e^{\frac{qV_{ocT_1}}{nkT_1}} \quad (3)$$

Типичная V–I характеристика солнечного элемента при определенном освещении окружающей среды, G и фиксированной температуре элемента показана на рисунке 2. Для резистивной нагрузки характеристика нагрузки представляет собой прямую линию с наклоном $I/V=1/R$. Отмечается, что мощность, подаваемая на нагрузку, зависит от величины сопротивления.

Из рисунка 2 видно, что при небольшой нагрузке элемент работает в областях M–N кривой, где элемент ведет себя как источник постоянного тока, который почти равен току короткого замыкания. С другой стороны, если нагрузка велика, ячейка работает в области P–S кривой, и ячейка ведет себя как источник постоянного напряжения, которое почти равно напряжению разомкнутой цепи.

Ток короткого замыкания I_{sc} , является наибольшим значением тока, генерируемого солнечным элементом. Это происходит при коротком замыкании, когда $V = 0$. Напряжение разомкнутой цепи соответствует падению напряжения на диоде, когда фототок равен нулю. Он отражает напряжение элемента при отсутствии освещения и может быть математически выражен как:

$$V_{oc} = \frac{nkT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_o}\right) = V_t \ln\left(\frac{I_L}{I_o}\right) \quad (4)$$

где ($V_t = nkT/q$) известно как тепловое напряжение, а T - абсолютная температура ячейки.

Максимальное значение находится в рабочей точке A , в которой мощность, рассеиваемая в резистивной нагрузке, имеет максимальное значение и определяется по следующему:

$$P_{max} = V_{max} I_{max} \quad (5)$$

Максимальная эффективность солнечного элемента представляет собой соотношение между максимальной мощностью и мощностью падающего света и выражается как:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{I_{max} V_{max}}{AG_a} \quad (6)$$

где A - площадь фотоэлектрического модуля, а G_a - излучение.

Коэффициент заполнения (FF) является мерой реальной характеристики ввода-вывода. Для эффективных солнечных элементов это значение должно быть больше 0,7. FF уменьшается с повышением температуры ячейки, и она выражается как:

$$FF = \frac{I_{sc} V_{oc}}{I_{max} V_{max}} \quad (7)$$

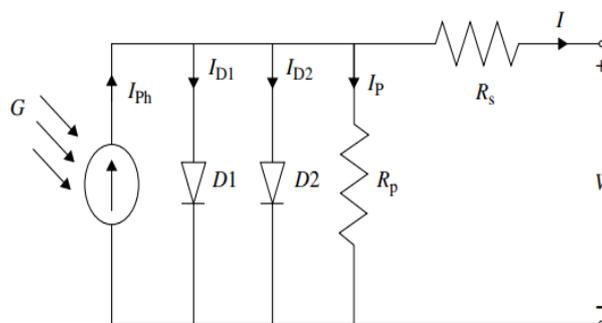


Рисунок 3. Двухдиодная электрическая эквивалентная схема солнечного элемента

Модель с одним диодом обеспечивает удовлетворительное поведение при нормальных условиях эксплуатации, но часто ухудшает его при низкой солнечной радиации. Однако некоторые исследователи выразили эффект потерь на

рекомбинацию носителей заряда в области обеднения дополнительным диодом. Эта модель называется двухдиодной фотоэлектрической моделью. На рисунке 3 показана эквивалентная схема с двумя диодами.

Выходной ток солнечного элемента, основанного на двухдиодной эквивалентной схеме, описывается

$$I = I_{\text{Ph}} - I_{\text{D1}} \left[\exp\left(\frac{V + IR_s}{V_{t1}}\right) - 1 \right] - I_{\text{D2}} \left[\exp\left(\frac{V + IR_s}{V_{t2}}\right) - 1 \right] - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (8)$$

где I_{D1} и I_{D2} - это токи насыщения диодов первого и второго диодов соответственно, V_{t1} и V_{t2} - тепловые напряжения диодов, и они могут быть заданы с помощью следующих формул:

$$V_{t1} = \frac{a_1 K T_c}{q}$$
$$V_{t2} = \frac{a_2 K T_c}{q} \quad (9)$$

где a_1 и a_2 - идеальные коэффициенты диода, представляющие составляющие токов диффузии и рекомбинации соответственно. Хотя двухдиодная модель более точна, чем однодиодная, она требует больших вычислительных усилий и является гораздо более экономичным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1]. Arun, P., Banerjee, R., Bandyopadhyay, S. 2009. Optimum sizing of photovoltaic battery systems incorporating uncertainty through design space approach. *Solar Energy*. 83: 1013–1025.
- [2]. Dufo-López, R., Bernal-Agustín, J. 2005. Design and control strategies of PV-diesel systems using genetic algorithms. *Solar Energy*. 79: 33–46.
- [3]. Fragaki, A., Markvart, T. 2008. Stand-alone PV system design: Results using a new sizing approach. *Renewable Energy*. 33: 162–167.
- [4]. Khatib, T., Mohamed, A., Sopian, K. 2012. Optimization of a PV/wind micro-grid for rural housing electrification using a hybrid iterative/genetic algorithm: Case study of KualaTerengganu, Malaysia. *Energy and Buildings*. 47: 321–331.
- [6]. Khatib, T., Mohamed, A., Sopian, K. 2013. A review of photovoltaic systems size optimization techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 22: 454–465.
- [7]. Khatib, T., Mohamed, A., Sopian, K., Mahmoud, M. 2011. Optimal sizing of building integrated hybrid PV/diesel generator system for zero load rejection for Malaysia. *Energy and Buildings*. 43: 3430–3435.

[8]. Mellit, A., Kalogirou, S. 2008. Artificial intelligence techniques for photovoltaic applications: A review. *Progress in Energy and Combustion Science*. 34: 574–632.

[9]. Sidrach-de-Cardona, M., Lopez, L. 1998. A simple model for sizing stand alone photovoltaic systems. *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 55: 199–214. [10]. O

Mamasaliev Theoretical Foundations of Energy Saving International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)

[11]. O Mamasaliev. Technological Innovation and Energy Saving in Light Industry International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) ISSN

CALCULATION OF WIRES FOR MECHANICAL STRENGTH [12]. O Mamasaliev, U Sarimsoqov. Студенческий вестник, 15-19 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УЗБЕКИСТАНЕ

[13]. MC Саъдуллаев, ЖФ Холлиев, ШШ Абдуллаев, ОК Мамасалиев. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МОДЕРНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ...2020