

УДК 621.382;621.315

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ АВТОНОМНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ И ВЕТРОГЕНЕРАТОРАМИ

Азизов П.М.-аспирант, Лисовский В.В. – к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь

Моделирование является важным этапом в выборе оптимальной конфигурации комбинированной энергоустановки. Рассмотренная энергоустановка (рисунок 1), состоит из трех основных подсистем: фотоэлектрического генератора, ветрогенератора и аккумуляторной батареи. Ниже описаны модели компонентов комбинированной энергоустановки.

Поскольку при эксплуатации фотоэлектрической установки наибольший интерес представляет ее работа в режиме максимальной выходной мощности, для оценки фотоэлектрических систем целесообразным представляется использование моделей, описывающих именно такой режим их работы.

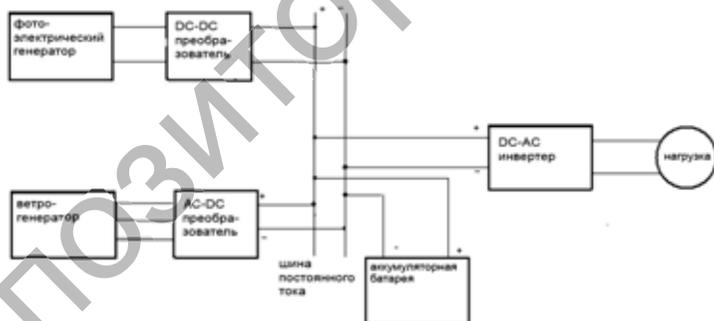


Рис. 1 – Структурная схема комбинированной энергоустановки

Зная мощность солнечного излучения доступны на единицу площади, температуру окружающей среды и данные, указанные производителем фотоэлектрических модулей, выходную мощность фотоэлектрического генератора, $P_{солн}$, можно рассчитать в соответствии со следующими уравнениями [1]:

где $W_{\text{бат}}(t)$ и $W_{\text{бат}}(t-1)$ – запасенная энергия (Вт·ч) в час t и $t-1$, соответственно; $\eta_{\text{бат}}$ – КПД батареи; σ – скорость саморазряда; $W_{\text{солн}}(t)$ и $W_{\text{ветр}}(t)$ – энергия, выработанная фотоэлектрическим и ветрогенератором соответственно, $W_{\text{нагр}}(t)$ – потребность нагрузки в час t , $\eta_{\text{инв}}$ – КПД инвертора.

В описываемом методе выбора конфигурации энергоустановки в качестве критерия оценки надежности системы используется доля покрытия потребности нагрузки [2, 9, 10].

Мощность, $P_{\text{полн}}(t)$, вырабатываемую ветрогенератором и фотоэлектрическим генератором на протяжении часа t можно рассчитать следующим образом:

$$P_{\text{полн}}(t) = P_{\text{солн}}(t) + P_{\text{ветр}}(t) \quad (12)$$

Затем входная мощность инвертора, $P_{\text{инв}}(t)$, рассчитывается исходя из требуемой мощности нагрузки:

$$P_{\text{инв}}(t) = \frac{P_{\text{нагр}}(t)}{\eta_{\text{инв}}} \quad (13)$$

где $P_{\text{нагр}}(t)$ – мощность, потребляемая нагрузкой в течение часа t , $\eta_{\text{инв}}$ – КПД инвертора.

Долю покрытия потребности нагрузки $r_{\text{деф}}$ в рассматриваемый период T можно определить как отношение суммы значений дефицита энергии $W_{\text{деф}}(t)$ для каждого шага моделирования за заданный период к потребности нагрузки в энергии $P_{\text{нагр}}(t)\Delta t$ за этот же период (16). $r_{\text{деф}}$ выбрана критерием для оценки надежности систем, использующих аккумуляцию энергии.

$$r_{\text{деф}}(T) = \frac{\sum_{t=1}^T W_{\text{деф}}(t)}{\sum_{t=1}^T P_{\text{нагр}}(t)\Delta t} \quad (16)$$

T – рассматриваемый период работы энергоустановки (один год).

На рисунке 2 продемонстрирован алгоритм определения надежности энергоснабжения. Набор входных данных алгоритма состоит из почасовых значений облученности, скорости ветра, температуры, мощности нагрузки, а также требуемого уровня $r_{\text{деф}}$ и технических характеристик компонентов системы. Для заданных значений $r_{\text{деф}}$ и периода работы T , определенное подмножество множество

конфигураций может достичь заданной уровня покрытия потребности нагрузки. Оптимальную конфигурацию можно выбрать из этого множества конфигураций по признаку наименьшей нормированной стоимости энергии.



Рис. 2 – Алгоритм выбора оптимальной конфигурации

Литература

1. Markvard T. 2000. Solar electricity, the second ed., USA. Willey.
2. Yang Lu, L., Burnett, J. H.X. 2002. Investigation on wind power potential on Hong Kong islands-an analysis of wind power and wind turbine characteristics. *Renewable Energy* 27, 1-12.
3. Chedid, R., Rahman, S. 1998. A decision support technique for the design of hybrid solar wind power systems. *IEEE Transactions on Energy Conv.* 13(1), 76-83.
4. Eftichios K., Dionissia K., Antonis P., Kostas K. 2006. Methodology for optimal sizing of stand alone photovoltaic/wind generator systems using genetic algorithms. *Solar Energy* 80, 1072-1088.
5. Lysen, E. H. 1983. Introduction to Wind Energy, second ed., SWD 82-1 Holland.
6. Troen, I, Petersen, EL. 1989. European wind atlas. First ed., Roskilde: Riso National Laboratory.
7. Bueno C, Carta JA. 2005. Technical-economic analysis of wind-powered pumped hydrostorage systems. Part I: Model development. *Solar Energy* 78,382-395.
8. Akai TJ. 1994. Applied numerical methods for engineers, seconded, John Wiley and Sons, New York.
9. Abouzahr, I., Ramakumar. R. 1990. Loss of power supply probability of stand alone electric conversion systems: a closed form solution approach. *IEEE Transaction on Energy Conv.* 5(3), 445-452.
10. Abouzahr, I., Ramakumar. R. 1991. Loss of power supply probability of stand alone photovoltaic systems: a closed form solution approach. *IEEE Transaction on Energy Conv.* 6(1), 1-11.

СЕКЦИЯ 3