



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 620.92

НАКОПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ИОНИСТОРЕ

Канарейкин А.И.

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)», Москва, Россия, (МГРИ), г. Москва, Российская Федерация, (117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

Работа относится к вопросам солнечной энергетики. Объектом исследования является ионистор. В статье предлагается как вариант в качестве накопителя солнечной энергии использовать ионистор. В отличие от аккумулятора, ионистор наиболее эффективно заряжается не постоянным напряжением, а током, причем максимальным, т.е. всем, который только в состоянии отдать источник. Для источника энергии разряженный ионистор представляет собой короткозамкнутую нагрузку. Что приводит к некоторым трудностям его заряда. Так как солнечные элементы могут работать на нулевое сопротивление, то они способны заряжать ионистор с нуля. Проведен анализ проблемы применения данного метода. В статье приведены схемы подключения, а также формулы для расчёта зарядных характеристик.

Ключевые слова: Солнечная энергия, солнечный модуль, ионистор, ток заряда, суперконденсатор, схема включения, шунт.

ACCUMULATION OF SOLAR ENERGY IN AN IONISTOR

Kanareykin A.I.

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia, (117485, Moscow, st. Miklukho-Maklaya 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

The work relates to the issues of solar energy. The object of the study is an ionistor. The article suggests using an ionistor as an option as a solar energy storage device. Unlike a battery, the ionistor is most efficiently charged not with a constant voltage, but with a current, and with maximum, i.e. with every-thing that is only able to give the source. For an energy source, a discharged ionistor is a short-circuited load. Which leads to some difficulties in charging it. Since solar cells can operate at zero resistance, they are able to charge the ionistor with a nula. The analysis of the problem of using this method is carried out. The article provides connection diagrams, as well as formulas for calculating charging characteristics

Keywords: Solar energy, solar module, ionistor, charge current, supercapacitor, switching circuit, shunt.

Сегодня применение солнечных панелей приобретает широкое применение. Увеличение спроса на электроэнергию приводит к быстрому истощению традиционных ископаемых видов топлива и обостряет проблему загрязнения окружающей среды. Поэтому существует необходимость в развитии альтернативных (возобновляемых) источников энергии для обеспечения устойчивых энергопоставок потребителю, а также для уменьшения локальных и глобальных загрязнений окружающей среды [1-3]. В литературных источниках существует много работ посвящённых оптимизации и увеличению эффективности фотоэлектрических преобразователей [4-8].

В таких системах в качестве накопителей выработанной солнечной энергии выступают аккумуляторы. В статье предлагается вместо АКБ использовать ионистор [9].

Ионисторы (суперконденсаторы) – это электрохимические накопители энергии. Функционально ионистор представляет собой гибрид конденсатора и химического источника тока [10-13]. По характеристикам ионистор занимает промежуточное положение между конденсатором и химическим источником тока. Сравнивая ионистор с батареями или аккумуляторами, стоит сказать, что ионисторы имеют низкую плотность заряда и худшие характеристики саморазряда, но все же с точки зрения времени зарядки, срока годности и цикла зарядки они превосходят батареи. В зависимости от наличия тока зарядки, ионисторы могут заряжаться менее чем за минуту, а при правильном обращении они могут работать более десяти лет.

В отличие от аккумуляторов, ионисторы обладают следующими преимуществами:

- имеют практически неограниченное количество циклов,
- могут быть разряжены до нуля, не боятся разряда,
- могут работать при отрицательных температурах,
- могут отдавать очень большие токи, в десятки или даже сотни ампер,
- имеют основной компонент — активированный уголь, который является весьма экологически чистым и «возобновляемым» компонентом.

Ионисторы с большими токами разряда применяются в экспериментальных автобусах с электроприводом (заряд на каждой второй остановке) и электромобилях, а также для сглаживания пиковых нагрузок в автономных электрогенераторах возобновляемых источников энергии. Благодаря уникальным свойствам ионисторы находят применение в различных устройствах. Ёмкость ионисторов может составлять несколько Фарад, а плотность запасенной энергии исчисляется Ваттами на килограмм. На основании статистических и экспериментальных данных ионисторы данного типа имеют наработку на отказ, равную 15000 циклов, при сроке службы не менее 12 лет [14-18].

В связи с этим возникает вопрос о технической возможности запаса солнечной энергии ионистором и дальнейшем использовании запасенной энергии.

Для источника энергии разряженный ионистор представляет собой короткозамкнутую нагрузку. Как следует из вольт-амперной характеристики солнечного модуля существует так называемый ток короткого замыкания (I_{sc}) (рис. 1). Данная характеристика показывает, как меняется ток, который проходит по цепи от напряжения, которое к ней прилагают. Поэтому фотогальванические элементы могут работать на нулевое сопротивление, а значит, способны заряжать ионистор с нуля.

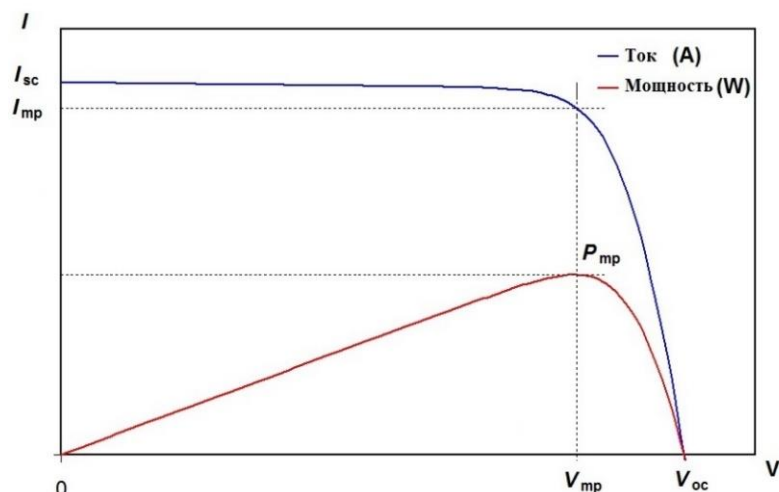


Рисунок 1 – Внешняя характеристика солнечной панели.

В начальный момент напряжение на ионисторе равно 0 В, вследствие чего солнечная батарея замкнута. По мере заряда ионистора ток уменьшается в соответствии с вольт-амперной характеристикой фотогальванического элемента. Если напряжение холостого хода источника энергии превышает рабочее напряжение ионистора, то для его защиты потребуется шунтовый регулятор напряжения. На рисунке 2 показана одна из возможных схем подключения ионистора к солнечной панели.

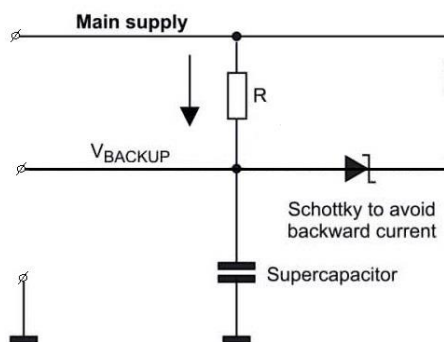


Рисунок 2 – Схема включения ионистора.

Диод Шоттки, который обладает малым падением напряжения при прямом пропускании тока, предохраняет ионистор от разряда через солнечную батарею в темное время суток. В качестве шунта выступает резистор. В таком случае зарядный ток будет равен

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

Время заряда τ равно

$$\tau = RC \quad (2)$$

За время t суперконденсатор емкостью C , подключенный последовательно с резистором R , зарядится примерно до $2/3$ (точнее до 63,2%) напряжения питания. За время $5t$ суперконденсатор зарядится до значения очень близкое к напряжению питания (99,3%). Эти

интервалы обусловлены тем, что процесс зарядки конденсатора является не линейной функцией (экспоненциальной). Для определения мгновенного зарядного тока I и мгновенного напряжения U можно использовать следующие формулы:

$$U = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (3)$$

$$I = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (4)$$

где: U_0 – напряжение заряда.

Ионисторы, представленные на рынке сегодня, обычно рассчитаны на малое напряжения порядка 2,5 В, 2,7 В или 5,5 В. Подобно литиевому элементу, эти конденсаторы должны быть соединены последовательно или параллельно для образования высоковольтных аккумуляторных батарей. Чтобы эффективно запастись необходимой для батарей энергией, необходимо ограничить напряжение заряда ионистора до уровня несколько меньшего, чем его допустимое напряжение. С учетом этого примем необходимое количество ионисторов равно

$$N = \frac{U_0}{U_u} \quad (5)$$

При использовании суперконденсаторов в качестве элементов накопления энергии для питания электронных устройств важно определить энергию, запасенную в ионисторе, чтобы предсказать, как долго устройство может быть запитано. Запасенная энергия равна

$$W = \frac{1}{2} C U_0^2 \quad (6)$$

Теперь, используя это значение, можно вычислить, как долго ионистор может питать устройства мощностью P

$$t = \frac{W}{P} \quad (7)$$

Таким образом, работа была посвящена вопросам запаса солнечной энергии. В качестве аккумулирующего устройства выступает ионистор. Благодаря своим уникальным свойствам ионисторы находят применение в различных устройствах. В работе приведены расчёты необходимых параметров для заряда ионистора от солнечных панелей.

Список литературы

1. Канарейкин А.И. Моделирование кривой мощности солнечного модуля // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2021. № 10. С. 31-34.
2. Канарейкин А.И. Моделирование значения шунтирующего сопротивления солнечного элемента на основе световой вольт-амперной характеристики // Наукосфера, 2022. № 3-2. С. 226-230.
3. Удалов Н. С. Возобновляемые источники энергии. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. 412 с.
4. Малинин Г.В., Серебрянников А.В. Слежение за точкой максимальной мощности солнечной батареи // Вестник Чувашского университета, 2016. № 3. С. 76–93.

5. Kanareykin A.I. On the correctness of calculating the Fill Factor of the solar module IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (2021) 012018 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/808/1/012018>.
6. Kanareykin A.I. Determination of the shunt resistance of a solar cell from its light volt-ampere characteristic Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. IOP Publishing Ltd, Lon-don, 2022. С. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012185.
7. Лошкарева Е.А., Канарейкин А.И. Определение температурной зависимости коэффициента заполнения солнечного элемента // В сборнике: Научные труды Калужского государ-ственного университета имени К.Э. Циолковского. материалы докладов. Сер. "Естествен-ные и технические науки. 2022" Калуга, 2022. С. 157-162.
8. Канарейкин А.И. О влиянии температурного фактора на эффективность солнечных панелей // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности, 2023. Т. 8. № 1 (27). С. 103-107.
9. Канарейкин А.И. Осуществление процесса заряда ионистора от солнечной панели // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2023. № 6. С. 16-20.
10. Панкрашин А. Ионисторы Panasonic: физика, принцип работы, параметры / А. Панкрашин // Компоненты и технологии, 2006. № 9(62). С. 12–17.
11. Абакумова Ю.П. Химические источники тока. СПб: СПбГУПС, 2004. 26 с.
12. Кашкаров А. Ионистор в автономной электрической цепи // Современная электро-ника, 2014. № 1.
13. Кузнецов В., Панькина О., Мачковская Н. Конденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы): разработка и производство // Компоненты и технологии, 2005. № 50. С. 12–16.
14. Шурыгина В. Суперконденсаторы помощники или возможные конкуренты батарейным источникам питания/Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2003. №3.
15. Conway, B.E. Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Ap-plications / B.E. Conway. Springer, 1999. 698 p.
16. Electrolytes for Electrochemical Supercapacitors / C. Zhong, Y. Deng, W. Hu et al. CRC Press, 2016. 361 p.
17. Frackowiak, E. Carbon Materials for the Electrochemical Storage of Energy in Capacitors / E. Frackowiak, F. Béguin // Carbon, 2001. Vol. 39, Iss. 6. P. 937–950.
18. Zhong C., Deng Y., Hu W., Sun D., Han X., Qiao J., Zhang J. Electrolytes for Electrochem-ical Supercapacitors. CRC Press, 2016, 361 p. DOI: 10.1201/b21497.

References

1. Kanareykin A.I. Modeling of the power curve of the solar module // Electrical equipment: opera-tion and repair, 2021. No. 10. pp. 31-34.
2. Kanareykin A.I. Modeling of the value of the shunting resistance of a solar cell based on the light volt-ampere characteristic // Naukosphere, 2022. No. 3-2. pp. 226-230.
3. Udalov N. S. Renewable energy sources. Novosibirsk: NSTU Publishing House, 2009. 412 p.
4. Malinin G.V., Serebryannikov A.V. Tracking the point of maximum solar battery power // Bulletin of the Chuvash University, 2016. No. 3. pp. 76-93.

5. Kanareykin A.I. On the correctness of calculating the Fill Factor of the solar module IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (2021) 012018 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/808/1/012018>.
 6. Kanareykin A.I. Determination of the shunt resistance of a solar cell from its light volt-ampere characteristic Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. IOP Publishing Ltd, Lon-don, 2022. С. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012185.
 7. Loshkareva E.A., Kanarekin A.I. Determination of the temperature dependence of the solar cell filling coefficient // In the collection: Scientific works of Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky. materials of the reports. Ser. "Natural and technical sciences. 2022" Kaluga, 2022. pp. 157-162.
 8. Kanareykin A.I. On the influence of the temperature factor on the efficiency of solar panels // International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency, 2023. Vol. 8. No. 1 (27). pp. 103-107.
 9. Kanareykin A.I. Implementation of the ionistor charging process from the solar panel // Electrical equipment: operation and repair, 2023. No. 5. pp. 31-34.
 10. Pankrashin A. Panasonic ionistors: physics, principle of operation, parameters / A. Pankrashin // Components and Technologies, 2006. No. 9(62). pp. 12-17.
 11. Abakumova Yu.P. Chemical current sources. St. Petersburg: SPbGUPS, 2004. 26 p.
 12. Kashkarov A. Ionistor in an autonomous electrical circuit // Modern Electronics, 2014. No. 1.
 13. Kuznetsov V., Pankina O., Machkovskaya N. Capacitors with a double electric layer (ionistors): development and production // Components and technologies, 2005. No. 50. pp. 12-16.
 14. Shurygina V. Supercapacitors assistants or possible competitors to battery power sources/Electronics: Science, Technology, Business, 2003. No. 3.
 15. Conway, B.E. Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications / B.E. Conway. Springer, 1999. 698 p.
 16. Electrolytes for Electrochemical Supercapacitors / C. Zhong, Y. Deng, W. Hu et al. CRC Press, 2016. 361 p.
 17. Frackowiak, E. Carbon Materials for the Electrochemical Storage of Energy in Capacitors / E. Frackowiak, F. Béguin // Carbon, 2001. Vol. 39, Iss. 6. P. 937–950.
 18. Zhong C., Deng Y., Hu W., Sun D., Han X., Qiao J., Zhang J. Electrolytes for Electrochemical Supercapacitors. CRC Press, 2016, 361 p. DOI: 10.1201/b21497.
-