

## АККУМУЛЯТОРНО-ЕМКОСТНОЕ НАКОПЛЕНИЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Дятлов Е. К.

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

Василевич В. П. – к.т.н., профессор

Солнечная энергетика является одним из перспективных направлений энергетики. Планируется, что в ближайшее время 40% электроэнергии будет генерироваться через альтернативные источники. Следует задуматься об методах накопления и потребления электроэнергии. Одним из перспективных методов является использование комбинированного накопления и потребления энергии, в который входят литий-ионная батарея и суперконденсатор

В области фотоэлектрических одним из основных вопросов является способ аккумуляции энергии. Одним из популярных методов аккумуляции является использование литий-ионных и литий-полевых аккумуляторов.

Современные литий-ионные аккумуляторы имеют при себе высокие удельные характеристики: 100-180 Втч/кг и 250-400Втч/л [1]. Их номинальное напряжение – 3.7 вольта, а максимальное – 4.2 вольта. Производители данных аккумуляторов могут выпускать решения до сотен ампер-часов, а их рабочие температуры находятся в интервале от -40 градусов по Цельсию, до +60 градусов. Саморазряд данных батарей составляет 4-6 процентов за первый месяц, затем – намного меньше: за год использования аккумуляторы теряют 10-20 процентов запасенной емкости, а их ресурс составляет приблизительно 1000 циклов.

Однако, существуют и минусы у данных устройств. Во-первых, присутствует необходимость защиты по току и напряжению. В частности, необходимо исключить возможность короткого замыкания выводов аккумулятора, подачи напряжения обратной полярности, перезаряда [2]. Во-вторых, литий-ионные аккумуляторы имеют свойство нагреваться в зависимости от тока заряда/разряда. При слишком высоком токе, эти устройства могут перегреться, вспыхнуть и взорваться, что является опасностью для конечного потребителя.

Для решения данной проблемы планируется использовать суперконденсаторы. Суперконденсатор (ионистор) представляет собой две обкладки из активированного угля, залитые электролитом. Между ними расположена мембрана, которая пропускает электролит, но препятствует физическому перемещению частиц активированного угля между обкладками. На рисунке 1 схематично изображено устройство суперконденсатора и литий ионной батареи.

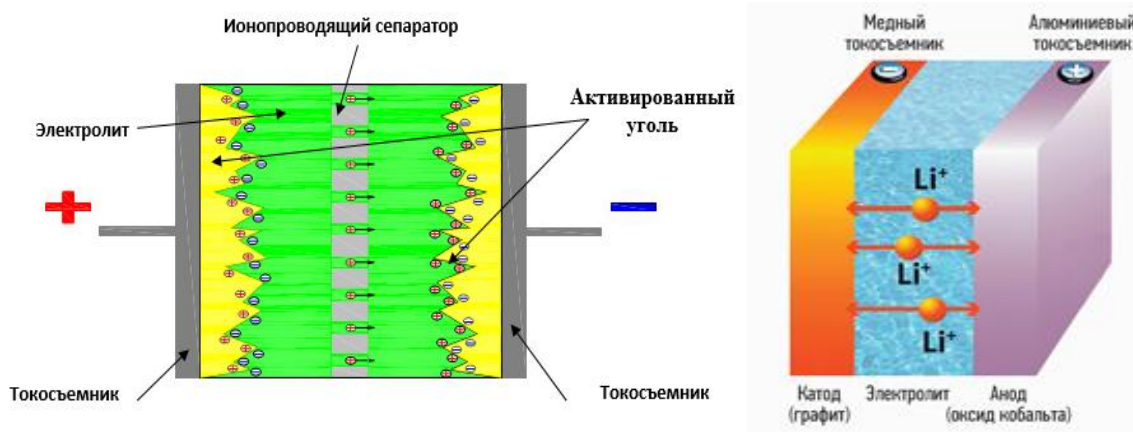


Рисунок 1 – Конструктивная схема суперконденсатора и литий-ионной батареи

Суперконденсаторы также имеют некоторые недостатки: высокий ток утечки, малая емкость в сравнении с литий-ионной батареей, высокая стоимость. Следует разработать систему аккумуляторно емкостного накопления и потребления для фотоэлектрических систем, которая будет использовать преимущества суперконденсаторов и литий-ионной батареи.

В качестве контроллеров токов было решено использовать цифровой токовый монитор INA260 производства Texas Instruments. Максимальный ток данного изделия – до 15 ампер, интервал напряжения – от 0 до 36 вольт. Также, данное устройство можно запрограммировать на перевод напряжения на другую шину, в зависимости от условий тока.

В качестве основного контроллера решено использовать микроконтроллер STM32F072RBT6, так как он прост в программировании, дешев и популярен на рынке.

Алгоритм работы следующий:

1) Питание поступает на контроллер тока заряда. Напряжение до 5 вольт и сила тока до 1 ампера поступает на контроллер АКБ, а также на суперконденсатор. Контроллер тока присылает микроконтроллеру характеристики тока в реальном времени. Если характеристики тока превышают 5 вольт или 1 ампер, то микроконтроллер переключает контроллер тока заряда. Затем контроллер тока перестает подавать основной ток на контроллер заряда, а передает его на DC/DC преобразователь, который уже затем передает ток 5 вольт 1 ампер на аккумуляторную батарею. В обоих режимах контроллер тока заряда передает энергию на суперконденсатор.

2) В первом режиме нагрузки, питание потребителю идет через контроллер тока нагрузки с использованием литий-ионной батареи. Опять же, микроконтроллер фиксирует характеристики тока нагрузки в реальном времени. При превышении тока в 3.7 вольта и/или 1 ампер, микроконтроллер приводит контроллер тока нагрузки в режим повышенного тока, в котором питание идет от суперконденсатора. При возвращении тока к состоянию первого режима, микроконтроллер переводит ток контроллера нагрузки на потребление из аккумулятора.

Было решено экспериментально доказать преимущество работы данного метода. Для этого были использованы (см. рис. 4):

- Блок суперконденсаторов емкостью в 40Ф, с рабочим напряжением 5.5В;
- Солнечный модуль, состоящий из девяти последовательно-соединенных солнечных элементов, рабочее напряжение которого составило 5,21В;
- Литий-ионную батарею емкостью в 2000 мА\*ч;



Рисунок 2 – Блок суперконденсаторов, солнечный модуль и литий-ионная батарея

Данный эксперимент показал, что использование комбинированного метода является перспективным для фотоэлектрических систем. Однако, есть нюансы:

– При использовании преобразователей и токовых мониторов, часть энергии будет уходить на поддержку этих элементов.

– Малая емкость суперконденсаторов, около 1.5 мА к 2Ф емкости.

К преимуществам следует отнести:

– Возможность запуска высокомоощных средств, таких как электродвигатель, а также их дальнейшей поддержки работоспособности.

– Низкий саморазряд литий-ионных источников.

– Большой интервал рабочих температур.

– Экологичность и безопасность при использовании данных энергоносителей.

**Список использованных источников:**

1. Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-liion.php>
2. Никитин А. Интегральные схемы управления зарядом аккумуляторов производства Maxim // Новости электроники, № 15, 2009.
3. Суперконденсатор в качестве накопителя энергии фотоэлектрического преобразователя / В. П. Василевич и другие. - Репозиторий БГУИР, 2016. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/10813>