

ЗАРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АККУМУЛЯТОРНО-ЕМКОСТНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Дятлов Е.К.

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

Василевич В.П. – канд. техн. наук, профессор

Солнечная энергетика является одним из перспективных направлений ресурсосберегающих технологий. 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 гибридного накопления энергии, в который входят литий-ионная батарея и суперконденсатор.

В автономных фотоэлектрических системах энергообеспечения (ФЭС) одним из основных устройств является накопитель электроэнергии. Одними из популярных современных накопителей являются литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы.

Современные литий-ионные аккумуляторные батареи (АБ) имеют высокие удельные энергетические характеристики: 100-180 Втч/кг и 250-400 Втч/л [1]. Их номинальное напряжение составляет 3.7В на элемент, а максимальное напряжение – 4.2В. Производители данных аккумуляторов могут выпускать батареи с энергетической емкостью до сотен ампер-часов, а их рабочие температуры находятся в интервале от - 40 градусов, до +60 градусов по Цельсию. Саморазряд данных батарей составляет 4-6% за первый месяц, затем – намного меньше: за год использования аккумуляторы теряют 10-20% запасенной емкости, а их ресурс по количеству циклов заряд/разряд составляет приблизительно 1000 циклов, что значительно выше ресурса свинцово-кислотных аккумуляторов.

Однако, литий-ионным аккумуляторам присущи определенные недостатки, ограничивающие их применение в ФЭС средней и высокой мощности. К ним можно отнести высокую стоимость, длительное время заряда, необходимость защиты по току, напряжению и ограничению по отбору мощности. В частности, необходимо исключить возможность короткого замыкания выводов аккумулятора, подачу напряжения обратной полярности, перезаряд [2]. Кроме того, литий-ионные аккумуляторы имеют свойство нагреваться при превышении тока заряда/разряда. При слишком высоком токе, эти устройства могут перегреться, вспыхнуть и взорваться, что является серьезной проблемой для потребителя.

Для решения указанных проблем в ФЭС предлагается использовать гибридный аккумуляторно-ёмкостной накопитель, ёмкостная часть которого строится на основе суперконденсатора, подключаемого параллельно АБ. 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. Суперконденсаторы, обладая огромной электрической ёмкостью в десятки и сотни фарад, подключаемые параллельно АБ, представляют собой идеальный источник мощности и способны компенсировать недостатки АБ, связанные с её перегревом и деградацией.

Для проверки этого предположения потребовалось разработать ФЭС, использующую гибридный накопитель на основе суперконденсаторов и литий-ионной АБ, рисунок 1. Было решено провести эксперимент в натуральных условиях при солнечном освещении. На рисунке 1 изображен модуль автономной фотоэлектрической системы в состоянии зарядки накопителя от солнечной батареи.



Рисунок 1 – Экспериментальный модуль автономной фотоэлектрической системы

На рисунках 2 и 3 представлены результаты эксперимента.

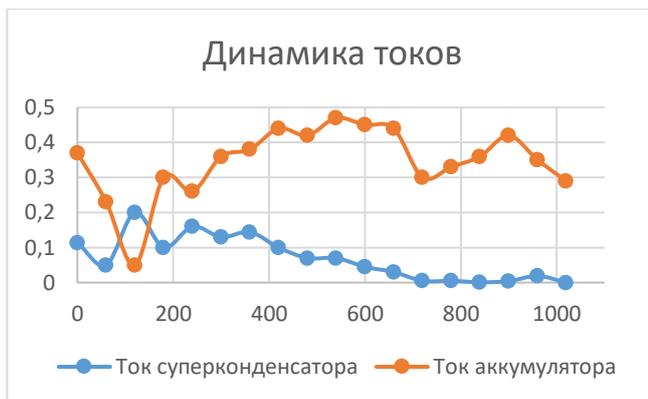


Рисунок 2 – Фиксированные значения токов заряда суперконденсатора и литий-ионного аккумулятора с дискретностью в 60 секунд

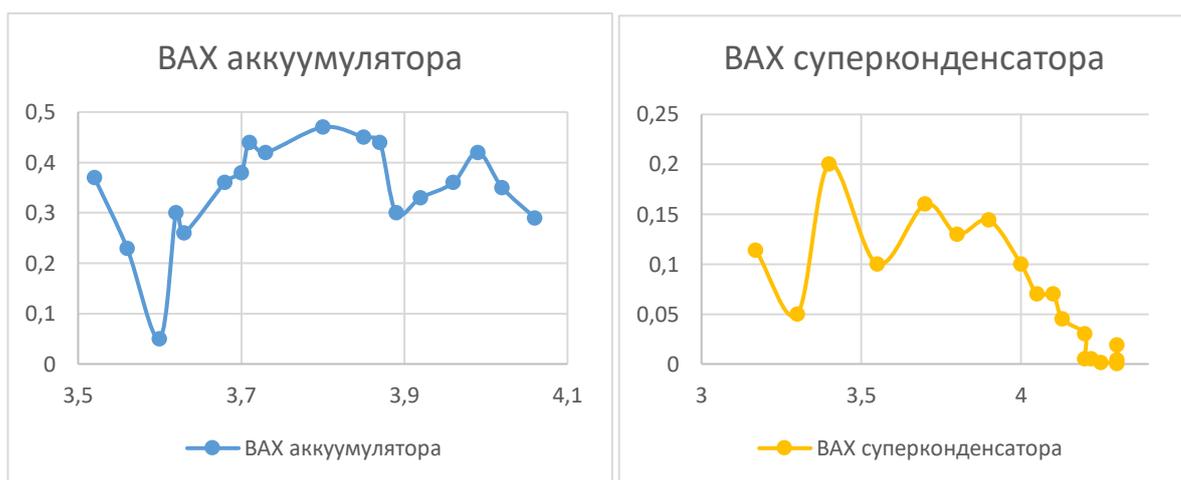


Рисунок 3 – Вольтамперные зарядные характеристики суперконденсатора и аккумулятора

Заключение. Заряд суперконденсатора, обладающего меньшим внутренним сопротивлением, опережает заряд АБ, но его электрическая емкость меньше чем у аккумулятора.

Из-за реальных условий (облачность, периодически уменьшающая интенсивность излучения от солнца) зарядные характеристики делаются зигзагообразными, что мешает интерпретировать тренды, поэтому целесообразно в дальнейшем продолжить эксперименты при искусственном освещении солнечной батареи имитатором излучения.

Эксперименты показали, что суперконденсатор, в отличие от АБ, не требует контроллера зарядки, он как бы проглатывает подаваемую на него энергию, однако при этом непременно должно выполняться условие превышения его допустимым напряжением напряжения холостого хода солнечной батареи в составе ФЭС. Способность суперконденсатора выдавать в нагрузку высокую мощность защищает АБ от пиковых пусковых нагрузок, т.е. продлевает его срок эксплуатации.

Литий-ионный аккумулятор в составе гибридного накопителя требует при зарядке автоматического ограничения вначале по току, а на заключительной стадии – по напряжению, т.е. применения автоматического регулятора.

Указанные преимущества гибридного накопителя особенно востребованы в ФЭС средней и высокой мощности (более 100Вт).

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>