УДК 621.47

DOI: 10.23671/VNC.2014.4.55516

ЭЛЕМЕНТЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ

© 2014 Е.Н. Козырев, д.т.н., проф., А.Г. Симакин, к.т.н., В.Д. Шепелев, м.н.с.

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A, Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

В статье рассмотрены особенности создания системы автономного питания для сейсмической станции на основе солнечных батарей. Выбрана оптимальная схема и параметры элементов системы питания.

Ключевые слова: солнечные батареи, телеметрический комплекс, инвертор, аккумулятор.

Система питания является основным элементом, обеспечивающим работу телеметрической системы. В условиях горной местности в отсутствие стационарных источников питания требуется разработка автономных источников. Для станции «Колка» Кармадонского параметрического полигона разработана схема питания на основе солнечной энергии [Заалишвили и др., 2012, 2013; Заалишвили, Мельков, 2013].

Модули солнечных батарей наземного применения, как правило, конструируются для зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей с номинальным напряжением 12-24 В. Полученный пакет обрамляют в алюминиевую рамку, облегчающую крепление к несущей конструкции. Мощность модулей солнечной батареи достигает до 10-300 Вт.

Энергетические параметры таких модулей отражаются в вольтамперной характеристике, определенной при стандартных условиях (мощность солнечной радиации равняется 1000 Вт/м², температура элементов 25°C и солнечный спектр на широте 45°).

Номинальная мощность модуля определяется как наибольшая мощность при стандартных условиях. Значение напряжения, соответствующее максимальной V_p , а соответствующий ток – рабочим током I_p . Температурный коэффициент напряжения холостого хода для кремния составляет –0,4% градус. Температурный коэффициент тока – +0,07% градус. КПД солнечного модуля определяется как отношение максимальной мощности модуля к общей мощности излучения, падающей на его поверхность, и составляет 15-30%.

При достаточном количестве солнечных элементов можно создать солнечную батарею практически с любыми напряжениями и током, способную обеспечить зарядку любого типа аккумуляторов. Все дело в стоимости такой солнечной батареи. Конечно, не следует забывать, что мощная солнечная батарея будет занимать большую площадь для своей установки. Если полноценное солнечное освещение батареи бывает ограниченное время суток, то желательно использовать солнечную батарею, обеспечивающую ускоренный зарядный ток, величина которого находится в пределах 0,15-0,3 от емкости аккумулятора [Майзель, Найвельт, 2005].

Установлено, что если солнечная батарея обеспечивает ток, меньше, чем максимальный ток заряда 0,08 от емкости аккумуляторов, то в данном случае речь может

Рис. 1. Параллельное включение элементов солнечных батарей

идти не о заряде, а только о подзарядке аккумуляторов. Это означает, что в светлый период суток солнечная батарея должна быть постоянно подключена к аккумулятору, все это время постоянно подзаряжать его.

Для зарядки аккумуляторов можно применить солнечную батарею, которая имеет максимальный генерируемый ток, равный току зарядки аккумуляторов и необходимый заряд током при своем освещении.

Необходимо учитывать, что в середине лета, световой период в который батарея эффективно отдает энергию, обычно длится не более 7-9 часов [Баркан, Жданов, 2004].

Наиболее эффективное время для работы солнечной батареи – с 10 до 17-18 часов. После этого времени ток солнечных батарей падает. Происходит снижение тока генерируемого солнечной батареей и в облачную погоду.

Что можно предпринять для увеличения тока, генерируемого солнечной батареей. Наиболее просто ток солнечных батарей можно увеличить при помощи их параллельного включения. Необходимо включать солнечные батареи, имеющие одинаковое количество элементов и, следовательно, обеспечивающих одинаковое напряжение фото-ЭДС. Но все же параллельное включение солнечных батарей и лучшие результаты будут получены при параллельном включении элементов солнечных батарей как показано на рис. 1.

Важный параметр переносных солнечных систем компактность и герметичность. Этим требованиям удовлетворяют аккумуляторы, выполненные по технологии AGM (абсорбированный электролит) или рекомбинационной технологии. Они перекрывают диапазон емкостей 1-1200 А/ч.

Выделяющиеся при зарядке газы не выходят из аккумулятора, поэтому электролит не расходуется и обслуживание не требуется.

Такие аккумуляторы имеют:

- 1) длительный срок службы – 15 лет;
- 2) стойкость к циклическому режиму – более 1200 циклов;
- 3) отсутствие необходимости обслуживания на протяжении всего срока службы;
- 4) саморазряд до 3% в месяц.

Рис. 2. Зависимость емкости аккумулятора (в процентах от номинальной) в зависимости от количества отработанных циклов при разной глубине разряда.

Если использовать обычные стандартные свинцово-кислые аккумуляторные батареи в составе солнечной станции срок службы таких батарей составит 3-5 лет.

Для получения необходимого рабочего напряжения аккумуляторы или аккумуляторные батареи соединяют последовательно.

В процессе проведения исследовательской работы нами принят на питание всего комплекса сейсмостанции аккумулятор марки «MEDALIST», который является необслуживаемым, со сроком гарантии – 18 месяцев.

MEDALIST – полностью необслуживаемый аккумулятор, решетки пластин «АКБ MEDALIST» изготовлены методом холоднойковки с последующей растяжкой. Металл подвергается 50-кратному сжатию, в результате чего кристаллическая структура линейно упорядочивается, увеличивая физическую прочность, размер зерен уменьшается в сотни раз по сравнению с решетками, изготовленными обычным литьем. При этом:

1. Применяют аккумуляторы только одного типа, выпущенные одним производителем;
2. Используют все аккумуляторы одновременно;
3. Не соединяют аккумуляторы в одну группу с разницей в дате выпуска более чем месяц.

Для продления срока службы аккумуляторов при циклическом режиме работы в солнечных системах важно не допускать глубокого разряда. Степень разряда характеризуется глубиной разряда, выражаемой в процентах от постоянной емкости аккумулятора. На рис. 2 приведена зависимость емкости аккумулятора (в процентах от номинальной) в зависимости от количества отработанных циклов при разной глубине заряда.

Для эксплуатации в сложных климатических условиях подходит аккумулятор отечественного производства серии «TITAN» с диапазоном энергетической емкости от 56 до 200 А/ч. Создан для работы в самых сложных климатических условиях, удовлетворяет самым строгим требованиям. Увеличенные электрические характеристики (ток холодного разряда, резерв мощности, перезаряжаемость), делающие аккумулятор надежным и долговечным [Дробов, Бычков, 1999].

Солнечный генератор может вырабатывать лишь постоянный ток, но потребителей переменного напряжения 220 В имеется также не меньше.

Для преобразования постоянного тока аккумуляторной батареи в переменный синусоидальной формы нужен инвертор, т. е. преобразователь напряжения.

Инверторы – сложное оборудование с применением полупроводниковых приборов. Они могут быть поделены на два типа в соответствии с типом фотоэлектрических систем:

- инверторы для автономных систем солнечных батарей;
- инверторы для сетевого пользования

Выходной каскад у обоих типов во многом похож, а основное отличие в схеме управления.

Первый тип имеет генератор частоты, а второй должен работать синхронно с промышленной сетью.

Для всех типов главный параметр – КПД (который должен иметь не менее 90%).

Выходное напряжение автономных инверторов как правило составляет 220 В (50/60 Гц), а в инверторах мощностью более 10 кВт можно получать трехфазное напряжение 380 В. Все автономные инверторы трансформируют постоянный ток аккумуляторных батарей. Вследствие этого входное напряжение выбирается из ряда 12, 24, 48 и 120 В. Чем больше входное напряжение, тем проще инвертор, тем выше должно быть его КПД.

При больших напряжениях существенно меньше потери на передаче энергии от солнечного генератора к аккумуляторной батарее, регулятору зарядки и инвертору, однако при этом усложняется конструкция солнечной электростанции и ее эксплуатация при опасных напряжениях (выше 40 В). К форме выходного напряжения предъявляются менее жесткие требования. В ряде случаев (если позволяет нагрузка) можно использовать инвертор с трапециевидным выходным сигналом.

Важный параметр автономных инверторов – зависимость КПД от мощности подключаемой нагрузки. КПД не должен снижаться при подключении нагрузки в десять раз меньшей (по потребляемой мощности), чем номинальная мощность инвертора.

Вместе с тем инвертор должен выдерживать перегрузки в выходных цепях (при подключении динамических нагрузок). Таким образом, к автономному инвертору предъявляются следующие требования:

- способность переносить без последствий перегрузки (как кратковременные, так и длительные);
- малые потери при малых нагрузках и на холостом ходу;
- стабильность выходного напряжения;
- низкий коэффициент гармоник
- высокий КПД;
- отсутствие помех на радиочастотах.

Что можно предложить для увеличения КПД солнечных батарей, для увеличения тока, генерируемых системой? Наиболее простое решение: ток солнечных батарей можно увеличить при помощи их параллельного включения.

Конечно, необходимо включать солнечные батареи, имеющие одинаковое количество элементов, обеспечивающих одинаковое напряжение фото-ЭДС. Лучшие результаты будут получены при параллельном включении элементов солнечных батарей, с соединением выходов для 2 батарей как (+) с (+) и (-) с (-). При эксплуата-

*Рис. 3. Телеметрический комплекс контроля сейсмических событий
(без передающей антенны и модема)*

ции, частичное затенение части элементов не принесет большого вреда для работы солнечной батареи в целом и обеспечит 100% отдачу энергии [Отчет о НИР «Разработка систем получения...», 2012].

Особенностью АКБ «MEDALIST» является то, что обе решетки (положительная и отрицательная) изготавливаются из свинцово-кальциевого сплава с повышенным содержанием олова и легирующей добавки серебра. Это позволяет значительно снизить расходы воды и тем самым исключить необходимость ее долива в течение всего срока эксплуатации, уменьшить время саморазряда при неиспользовании батарей в несколько раз, избавить батарею от перезаряда и глубокого разряда, при использовании в неблагоприятных климатических условиях. Активная масса пластин выполнена с размером частиц оксида свинца в десятки раз меньше существующих аналогов, благодаря чему увеличена пористость пластин, от которой зависит пусковой ток батареи.

Решетка «MEDALIST» обработана пластиковой лентой, что исключает разрыв нижнего края конверта и осыпания пластин на протяжении всего срока эксплуатации АКБ и позволяющий избежать разрушения, а также продлить срок эксплуатации батареи. Благодаря надежному креплению терминалов исключается разгерметизация корпуса и вытеканию электролита, что очень важно в полевых экспедициях.

Литература

1. Баркан В.Ф., Жданов В.К. Проектирование радиотехнических устройств. М.: Государственное научно-техническое издательство, 2004.
2. Дробов С.А., Бычков С.И. Радиопередающие устройства. М.: «Радио», 1999.
3. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Рыжанов О.Н. Высокогорная сейсмическая станция «Кармадон»: установка и первые результаты наблюдений // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа. Труды III Международной научно-практической конференции, приуроченной 10-летию схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. Владикавказ: Центр геофизических исследований, 2012. С. 411-416.
4. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Организация сейсмологических наблюдений в верховьях реки Геналдон и Кармадонском ущелье с использованием спутниковой телеметрической системы передачи информации // Геология и геофизика Юга России. 2013. №4. С. 44-50.
5. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Шепелев В.Д. Мониторинг опасных природных и техногенных процессов на территории РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. № 1. 2013. С. 17-27.
6. Майзель К.Б., Найвелъ Г.С. Источники электропитания РЭА. М.: Издательство «Радио и связь», 2005.
7. Отчет о НИР «Разработка систем получения телеметрической информации от сейсмических станций расположенных в горных районах РСО-А» / А.Г. Симакин, Д.Н. Мельков. г. Владикавказ. 2012.

DOI: 10.23671/VNC.2014.4.55516

ELEMENTS OF SOLAR BATTERIES AND AUXILIARY COMPONENTS FOR TELEMETRIC COMPLEX OF DATA TRANSFER IN MOUNTAIN REGIONS

© 2014 E.N. Kozyrev, Sc. Doctor (Tech.), prof., A.G. Simakin, Sc. Candidate (Tech.), V.D. Shepelev, j.r.s.

Center of geophysical investigations of VSC of RAS and RNO-A, Russia, 362002, Vladikavkaz, Markov street, 93a, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The article considers creation features of self-contained power supply system for seismic station on the basis of solar batteries. Optimal scheme and parameters of supply system elements are selected.

Key words: solar batteries, telemetric complex, inverter, accumulator.