

Солнечные батареи и модули как источники питания

Андрей Кашкаров (г. Санкт-Петербург)

Энергия Солнца является возобновляемой и практически вечной. В перспективе, она может обеспечить развитие предприятий и частных домов за счёт эффективного использования ресурсов и оптимизации затрат.

«В реальном мире отождествлённая с сущностью форма сияет в качестве света, так же, как в идеальном мире сияет сама мысль».

Гегель

ВВЕДЕНИЕ

Специалисты в области нетрадиционных источников питания сегодня убеждены, что тема «солнечной энергетики» столь же интересна и перспективна, как и «закрыта», что подтверждает недостаток информации в данной области. Действительно, есть интересные разработки, но о них почему-то умалчивают. С другой стороны, речь идёт об энергоёмких технологиях, связанных со многими областями жизнедеятельности человека. Именно поэтому разработки в области солнечной энергетики являются конкурентоспособными, стратегическими и – отчасти – засекреченными. Вместе с тем ничто не мешает обсудить их бытовое предназначение – энергообеспечение относительно маломощных потребителей «альтернативной» солнечной энергией.

Поскольку энергия Солнца является возобновляемой, все современные разработки в этой области связаны с получением, стабилизацией и аккумулированием солнечной энергии, а затем и её распределением. Это основные «альтернативные» ресурсы для генерации, преобразования и накопления энергии. Однако вращение Земли приводит к тому, что один и тот же участок поверхности в разное время дня освещается по-разному. В силу солнечного света вносят свои коррективы и такие факторы, как время года, ветер (циркуляция атмосферы), погодные условия, осадки и другие.

С другой стороны, причиной циркуляции атмосферы является солнечная энергия и неравномерность её распределения на поверхности планеты. В результате этого различные участки поверхности имеют различную тем-

пературу и, соответственно, различное атмосферное давление над ними (так называемый барический градиент). Вращение Земли вокруг своей оси также вызывает трение воздушных масс о поверхность и увеличивает их плотность, изменяя соотношение поглощённой и отражённой солнечной энергии.

Тем не менее всего за пару часов «работы» Солнце передаёт на Землю количество энергии, достаточное всему человечеству для жизни в течение целого года.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Энергетическую освещённость солнечного излучения (Solar Irradiance) принято измерять в Вт/м². На экваторе, например, она может достигать 1020 Вт/м². Но в разное время суток и при различных погодных условиях эти значения значительно отличаются друг от друга. Поворот солнечных панелей – фотоприёмников в автоматическом режиме для слежения за солнцем (Solar Tracking) по двум координатам позволяет «собрать» на 40% больше энергии Солнца [1]. В таких устройствах слежение за движением Солнца осуществляется в течение дня, а слежение за углом высоты Солнца – по сезонам года. (На практике автоматические системы слежения за Солнцем используются крайне редко ввиду больших затрат на их установку и эксплуатацию – прим. ред.)

Солнечные панели могут снижать вырабатываемую мощность по следующим причинам:

- затенение от расположенного рядом объекта (горы, высокий лес, здания);

- природные факторы – облачность, туман, сильный дождь, снег, пыль, листопад и даже птичий помёт.

Всё это оказывает влияние на световой поток, который воспринимается фотоприёмником.

Электромагнитный спектр солнечного излучения – это излучение физических тел. Атомы, как основные источники света, не испускают его непрерывно, а генерируют свет в виде отдельных квантов электромагнитного поля – фотонов, поэтому световое излучение имеет дискретный характер. Даже в простом физическом опыте по разложению белого света с помощью призмы обнаруживается «световой» порядок, наглядно демонстрирующий не только энергетический, но и знаковый (семиотический) характер светового спектра. Примерно такой же спектр имеют солнечные лучи, воздействующие на кремний фотоэлементов, электрически соединённых в солнечные панели, называемые солнечной батареей.

МОДУЛИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Прототипом современных солнечных элементов являются фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Процесс преобразования световой энергии (фотонов, Photons) в электрическую (напряжение, Voltage) называется PV-эффектом. В 1954 г. было обнаружено, что кремний вырабатывает электрическую энергию, когда его освещают солнечным светом. Вскоре солнечные элементы стали применять для питания аппаратуры космических спутников и небольших электронных устройств, таких как калькуляторы и наручные часы. К сегодняшнему дню технология производства фотоэлектрических модулей достаточно хорошо отработана.

Наиболее распространёнными являются PV-модули, изготовленные по двум основным технологиям: из монокристаллического кремния (Mono-Crystalline Silicon) и поликристаллического кремния (Polycrystalline Silicon) [1]. На рисунке 1 показаны пластины из монокристаллического кремния. Внешний

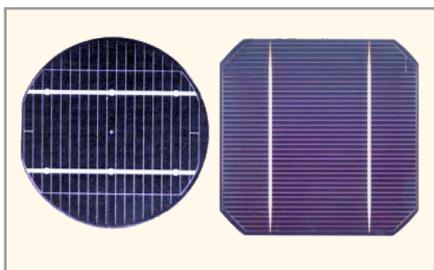


Рис. 1. Пластины из монокристаллического кремния



Рис. 2. Модуль из монокристаллического кремния

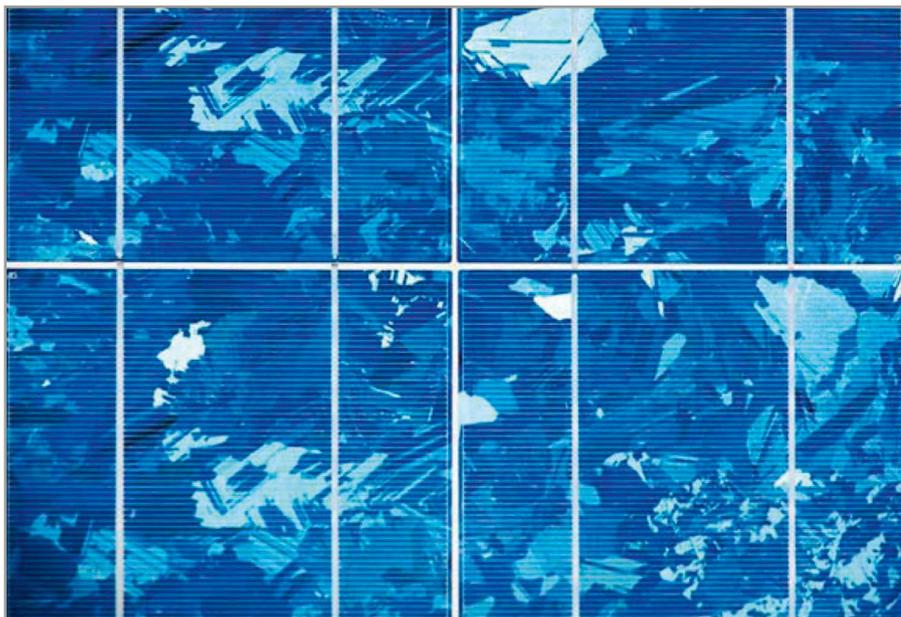


Рис. 3. Рабочая поверхность ФЭ-модуля на основе поликристаллического кремния

вид модуля из монокристаллического кремния представлен на рисунке 2. Этот модуль имеет мощность 36 Вт (при напряжении 12 В постоянного тока) и обеспечивает питание и/или подзарядку большинства портативных электронных устройств.

Самый высокий КПД преобразования солнечной энергии в электрический ток (от 14 до 20%) имеет модуль на основе структурированного монокристаллического кремния. В разрезе такой модуль напоминает слоёный пирог. Высокая себестоимость технологии выращивания кристаллов и хорошая воспроизводимость параметров таких модулей связаны с тем, что в них реализована однородная кристаллическая структура кремния с точным позиционированием атомов, участвующих в преобразовании энергии. Однако фотоэлектрические пластины имеют неровную форму, и по краям модулей происходит потеря энергии.

Модуль на основе поликристаллического литого кремния представлен на рисунке 3. Эта технология менее затратная, чем монокристаллическая, что позволяет создавать более дешёвые

модули. Более низкое качество материала приводит к пограничным эффектам в виде неоднородностей и зернистости, которые препятствуют эффективному преобразованию солнечной энергии. Тем не менее обеспечивается довольно высокий КПД от 13 до 15% [2].

Третий, менее распространённый вид ФЭ-модуля на основе тонкоплёночного микроморфного кремния, представлен на рисунке 4. Его пиковая выходная мощность составляет 130 Вт при габаритных размерах 1300 × 1100 × 6,8 мм, весе 26 кг и площади рабочей поверхности 1,4 м². В состав модуля входят такие компоненты, как тонкоплёночный микроморфный кремний (Thin Film Silicon), CdTe, Cu(In,Ga)Se₂ и другие экзотические сплавы. Модуль отличается относительно невысокой стоимостью, малым весом и простотой установки. По сравнению с поли/монокристаллическими ФЭП, требуется большая площадь для генерации электрической энергии одинаковой мощности.

Модуль на основе тонкоплёночного кремния имеет самый низкий (из рассмотренных ранее типов) КПД – от 6 до 10%, но вместе с тем более широ-

swissbit®

INDUSTRIAL MEMORY SOLUTIONS



Надёжные, прочные
и экономичные

Серия S-40: карты памяти SD и MicroSD для эффективных промышленных применений

- 4–32 Гбайт (MLC NAND Flash)
- SD 3.0 (2.0), SDHC, Class 6
- Передача данных до 24 Мбайт/с
- Автономная система управления данными
- Защита от провала напряжения
- Долгое время хранения данных при экстремальных температурах
- Резервирование встроенного программного обеспечения
- Сложный механизм распределения нагрузки и управления сбоями блоками
- Обновление параметров и встроенного программного обеспечения
- Контроль изменений в комплектации
- Инструменты для диагностики

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ПРОДУКЦИИ SWISSBIT

ProSoft®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Реклама



Рис. 4. ФЭ-модуль на основе тонкоплёночного микроморфного кремния

кий спектр поглощаемого солнечного излучения [2]. К особенностям модуля важно отнести его механическую гибкость (можно устанавливать на неровных поверхностях) и работу в условиях подвижных креплений при незначительной деформации основания. Кроме того, модуль хорошо работает в рассеянном свете. Условием надёжной и долговременной эксплуатации является заземление одного из полюсов модуля для предотвращения коррозии и снятия статического заряда.

Модули солнечных батарей выполняют в виде монолитного ламината спаянных монокристаллических элементов, заключённых в каркас из алюминиевого профиля. Фотоэлектрический генератор образует стеклянная плита с наклеенными на ней элементами. К внутренней стороне корпуса модуля прикреплён диодный блок, под крышкой которого размещены электрические контакты, предназначенные для подключения модуля.

Бескаркасные модули представляют собой ламинат, выполненный на алюминии, стеклотекстолите или без подложки. Солнечные элементы расположены между двумя слоями ламинирующей плёнки ЭВА (этилвинилацетат). Лицевая сторона защищена оптически прозрачной плёнкой типа ПЭТ (полиэтилентерефталат), а тыльная – либо подложкой (стеклотекстолит, алюминий), либо той же плёнкой ПЭТ, без дополнительных требований к оптическим характеристикам. Солнечные батареи сохраняют работоспособность в следующих условиях:

- изменение температуры в диапазоне $-50...75^{\circ}\text{C}$;
- атмосферное давление $84-106,7$ кПа;
- относительная влажность до 100%;
- воздействие дождя интенсивностью 5 мм/мин;

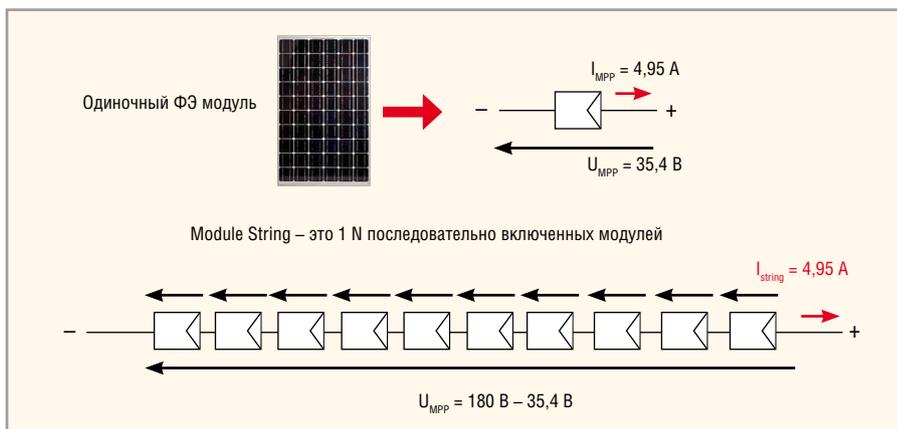


Рис. 5. Структурная схема соединения ФЭМ в последовательную электрическую цепь

• снеговая или гололёдно-ветровая нагрузки.

Солнечная батарея представляет собой, прежде всего, законченный фотоэлектрический преобразователь. Его технические характеристики справедливы как для отдельных элементов, так и для батарей.

СОЕДИНЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЦЕПЬ

Для увеличения выходного напряжения и выходной мощности фотоэлектрические модули включают в последовательную и параллельную электрическую цепь – String (линейка последовательно включённых ФЭ-модулей). Благодаря такому включению можно получить выходное напряжение (String Voltage, U_{MPP}) в диапазоне $180...354$ В при токе (I_{string}) в нагрузке до 5 А. На рисунке 5 показана структурная схема соединения ФЭМ в последовательную электрическую цепь (параметры для одиночного ФЭ-модуля актуальны при температуре окружающей среды 25°C и солнечной радиации 1000 Вт/м²).

Для наглядности, на рисунке 6 представлена фотоэлектрическая «решётка» (Array), состоящая из параллельно включённых линеек (PV Strings).

МОДУЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Фотоэлектрические модули и составленные из них батареи, как правило, не могут обеспечить питанием конечного потребителя. Это связано с нестабильностью солнечной радиации и многими другими факторами. Поэтому модули нуждаются в системе обеспечения

автономного электропитания, которая состоит из аккумуляторных батарей (АКБ), преобразователей постоянного тока, контроллеров заряда/разряда АКБ, инверторов, стабилизаторов, устройств защиты и много другого. Каждый элемент этой системы энергообеспечения необходимо выбирать под задачи конечного потребителя, в зависимости от мощности, условий применения и других факторов, актуальных в месте установки батарей.

На примере преобразователя Flatpack DC-DC FP2 48V 1500W HE SOLAR рассмотрим взаимодействие с ним ФЭ-модуля. Встроенная гальваническая изоляция входа и выхода позволяет применять этот конвертор с любыми ФЭ-панелями – поли/монокристаллическими и тонкоплёночными (последние требуют заземления). К конвертору необходимо подключить не менее шести панелей с выходным (номинальным) напряжением постоянного тока 30 В $\pm 30\%$ [3].

Алгоритм отслеживания точки максимальной мощности (Maximum Power Point Tracking, MPPT) позволяет снять с пластин ФЭ максимум вырабатываемой мощности при различных режимах освещённости. Так, при выходном напряжении батареи в диапазоне $48...58$ В выходная мощность лишь одной батареи составит примерно 1500 Вт при КПД модуля более 96%. Это хороший показатель.

Для обеспечения управления гибридными системами электропитания применяются специальные устройства – контроллеры. Когда аккумулятор подсоединяется к солнечной панели (блоку, состоящему из нескольких ФЭ-модулей) для зарядки, в электрическую цепь необходимо включать контроллер для предотвращения перезаряда АКБ, и, следовательно, для продления срока её службы. Это важно, поскольку

каждый из компонентов рассматриваемой системы достаточно дорого обходится потребителю.

В описываемой схеме солнечная панель всегда подключена к аккумулятору через последовательно включённый диод. Когда солнечная панель заряжает аккумулятор до максимального напряжения, схема подключает параллельно солнечной панели нагрузочный резистор, чтобы поглощать избыточную мощность.

Полезная мощность, отдаваемая солнечной батареей в нагрузку, зависит от вырабатываемого напряжения, которое, в свою очередь, определяется интенсивностью солнечного света (инсоляцией) и температурой самой батареи. Работа в точке ВАХ, отличной от максимума получаемой мощности, приводит к снижению эффективности батареи. Следовательно, стабилизация в точке максимальной мощности является необходимой функцией в системах управления источниками солнечной энергии, позволяя увеличить эффективность на 30% и более.

Разъёмы постоянного тока, предохранители, автоматы защиты и варисто-

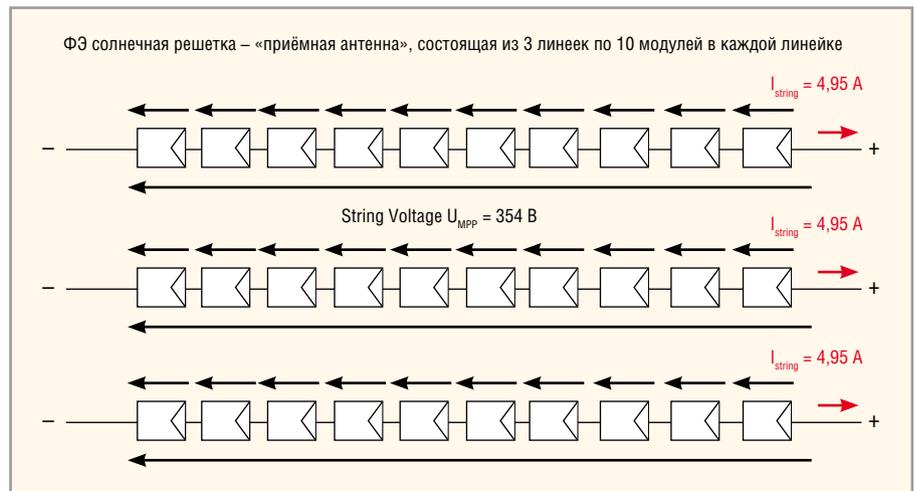


Рис. 6. Фотоэлектрическая «решётка», состоящая из параллельно включённых линеек (PV String)

ры, простой монтаж и запуск, возможность замены инвертора без замены блока подключения солнечных панелей – всё это является преимуществами такой системы. Но есть и недостатки: ЖК-дисплей не работает при сильном морозе (ниже -15°C). Поэтому контроллер желательно устанавливать в отапливаемых модулях или жилых помещениях. Кроме того, отсутствует встроенный выпрямитель для заряда АКБ.

Современные контроллеры снабжены ёмкостными датчиками панели управления (Capacitive Sense) и могут функционировать в режиме удалённого мониторинга, когда конфигурирование параметров производится дистанционно по протоколам TCP/IP и SNMP.

Инверторы для солнечных батарей, как элементы системы автономного энергообеспечения, специально сконструированы для примене-



ICAPE GROUP

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ЗАКАЗНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

Компания Айкейп:

- Срочное производство печатных плат (IQTS) – до 5 дней + доставка
- **25** заводов по производству печатных плат разной степени сложности
- **50** заводов по производству заказных технических деталей
- Ультрасовременный сервисный центр с собственной лабораторией в Китае
- Двойной контроль качества
- Военная приёмка
- Конкурентоспособные цены и продукция наилучшего качества
- Техническая поддержка
- Доставка до двери

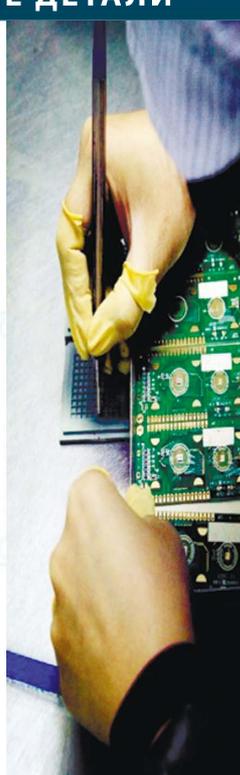
Хотите узнать больше?
Мы будем рады помочь!

ICAPE GROUP
31 rue des Jeuneurs
75002, Paris France
Tel: + 33 (0) 1 58 18 39 10
info@icape.fr

ООО АЙКЕЙП РУС
г. Москва
ул. Горбунова, 2 оф. 321В
Тел.: +7 495 269 03 49
order@icaperussia.com



Реклама



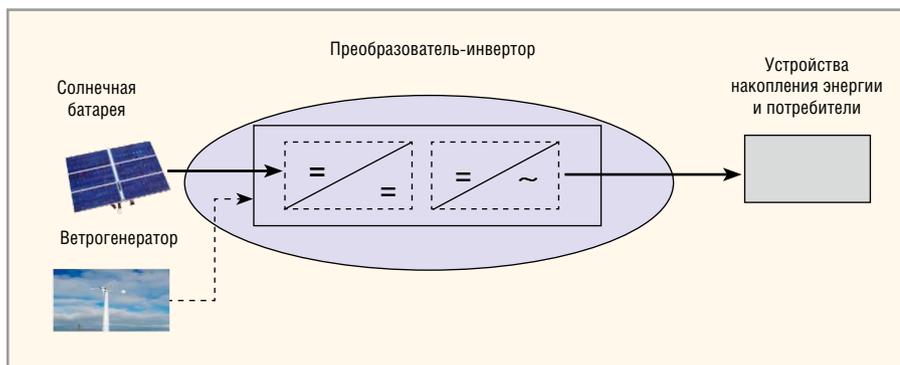


Рис. 7. Блок-схема подключения инвертора в системе автономного энергоснабжения



Рис. 8. Система солнечных батарей на острове Валаам (Республика Карелия)

ния, в том числе, с тонкоплёночными PV-модулями. Для построения мощных солнечных генерирующих станций или промышленных объектов применяются мощные инверторы для преобразования постоянного тока в переменный, которые имеют трёхфазный выход, что предусматривает их подключение к промышленной сети 380 В [5].

Например, линейные инверторы для автономных объектов имеют выходную мощность до 22 кВт (при КПД 97,3%), что позволяет обеспечить питание отдельного дома или фермерского хозяйства. На рисунке 7 показана блок-схема подключения инвертора в системе автономного энергоснабжения. Цена такого оборудования для частного потребителя составляет 60...80 тыс. руб. Интересно, что даже в Финляндии, на широтах более 60°, автономные системы энергообеспечения на основе преобразователей энергии Солнца и ветра можно встретить повсеместно. Фермеры не экономят на них, поскольку такое оборудование окупается за несколько лет (с учётом стоимости электроэнер-

гии). В России пока такого массового применения ФЭ-установок не наблюдается, особенно в фермерском секторе. Однако интерес к ним есть.

Рассмотрим стоимость автономной системы ФЭ мощностью 3 кВт для бытовых нужд. Эти данные помогут представить, насколько рентабельны затраты на такое оборудование для отдельных потребителей. Цены даны по состоянию на март 2015 г.

Главный элемент – ФЭ-модуль REC 225 PE 48 стоит в розницу почти \$700, преобразователи с системой питания FP 2 48V – \$2000, преобразователь FP 2 48V 1500 HE – ещё \$720, выпрямитель FP 2 48V HE (2 кВт) обойдётся в \$500, контроллер EXIDE Solar Battery 7OPzV 600-24 – \$725. Качественные АКБ с большим числом циклов разряда/заряда – \$800, комплект кабелей питания – \$250, каркас для установки модулей – \$500. Итоговая сумма получается внушительная.

Передовые промышленные предприятия и учреждения в России уже используют солнечную энергию. Например, на островах Валаамского архипелага,

в том числе для энергопитания Валаамского монастыря, давно применяется система на основе солнечных батарей (см. рис. 8), состоящая из последовательно включённых линеек модулей типа REC Solar REC 240PE с выходной мощностью 240 Вт.

Основные технические характеристики инверторов МРРТ (со встроенным трансформатором) для солнечных батарей следующие:

- входная мощность 4400 Вт (постоянный ток);
- входное напряжение 230...480 В (постоянный ток), 600 В (макс.);
- выходное напряжение 185...276 В (переменный ток), 50/60 Гц;
- КПД в непараллельном включении до 97,3%;
- класс защиты IP65 (уличное применение);
- гарантированный диапазон температур –25...55°C;
- энергопотребление в «ночном» режиме <1 Вт;
- включение инвертора при входной мощности солнечного излучения 7 Вт.

Инверторы для преобразования тока (постоянного – от солнечных батарей – в переменный для питания однофазных или трёхфазных сетей) различаются по назначению: центральные инверторы служат для построения мощных солнечных генерирующих станций или промышленных объектов. Они имеют трёхфазный выход (исключительно) и рассчитаны для подключения к потребителям электроэнергии в промышленной сети мощностью 20...500 кВт.

Линейные инверторы предназначены для автономных объектов (жилые здания, коммерческие объекты), рассчитаны на подключение к сети переменного тока (GRID Connection) с мощностью потребителя в диапазоне 2,2...22 кВт, по однофазной или трёхфазной схеме.

Линейные инверторы МРРТ, как правило, бестрансформаторные. Они рассчитаны на диапазон входного напряжения 350...710 В постоянного тока, и пиковое до 880 В, а также имеют очень широкий диапазон работы в режиме МРРТ. Выходное напряжение составляет 230 В при частоте 47,5...50,2 Гц, что приемлемо для большинства бытовых потребителей в России. Они отличаются очень высоким КПД (96,7%) и имеют класс защиты IP66, что позволяет им эффективно работать круглый год при изменениях температуры окружа-

ющего воздуха в диапазоне $-20...+60^{\circ}\text{C}$. При более низкой температуре, которая случается не только на Крайнем Севере, но и в средней полосе России, работа инверторов не гарантируется. Однако производители и эксплуатационные службы плотно герметизируют шкафы, в которых установлено оборудование, и за счёт естественного тепловыделения самих инверторов обеспечивают приемлемую температуру.

Преимуществом данного оборудования является очень низкое энергопотребление при отсутствии солнечной активности (ночью менее 2 Вт) и возможность включения инвертора при входной мощности 8 Вт от солнечных панелей [3].

На практике широко используются возможности принудительного подогрева шкафов с оборудованием при значительном падении температуры окружающего воздуха. Также надо учитывать и разницу в солнечной радиации по временам года. Далее мы рассмотрим и эти моменты, но сейчас важно заметить, что использование автономной системы энергообеспечения наиболее целесообразно в период максимальной солнечной активности, то есть в летние месяцы.

Уличный шкаф (Outdoor Cabinet Type 3) с комбинированной системой электропитания мощностью 39,6 кВт ($3 \times 13,2$) содержит панель подключения кабелей от солнечных панелей. Здесь же установлены строенные свинцово-кислотные АКБ с трубчатыми пластинами. Уличный шкаф Outdoor T3 FF-1.8m – термоизолированный, с системой охлаждения из двух вентиляторов и воздушного фильтра (возможны варианты системы с кондиционером и с естественным охлаждением).

Выпрямители являются важным компонентом системы автономного энергообеспечения. Рассмотрим их на примере выпрямителя FP2 24V/48V 2kW- 3kW HE (HE – High Efficiency, высокая эффективность). Такой выпрямитель может работать и как DC-DC конвертор (на вход можно подавать постоянный ток в диапазоне напряжений 185...275 В), при этом его КПД составит 96,4% при напряжении 48 В (замерен при подключении к одному ФЭ-модулю). Выпрямитель работает в диапазоне нагрузок от 400 Вт до 2 кВт, при этом диапазон входного напряжения сети составляет 85...300 В при частоте 50 Гц. Диапазон температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$. Выходная мощность системы – от 2 до 192 кВт.

Различные модели выпрямителей имеют «высокоинтеллектуальные» функции программного переключения выходного напряжения (U_{out}) с шагом 48...60 В, при мощности 2 кВт – 24 В, при мощности 1800 Вт – 48 В (3 кВт) и так далее. Они снабжены электронным индикатором – ЖК-дисплеем.

Энергосистема включает в себя конвертор, выпрямитель, контроллер, а также резервный генератор с увеличенным баком для топлива (по заказу). Альтернативный вариант построения ФЭ-системы электропитания предполагает сочетания таких устройств, как инвертор и выпрямитель. Подключение к сети переменного тока 220 В / 50 Гц является необходимым.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АКБ

Особый вопрос надёжности всей системы – аккумулярование энергии, а точнее – продление срока службы аккумуляторов. Используются три основные технологии АКБ: OPzV (гелевые АКБ с трубчатыми пластинами), OPzS (классические АКБ с жидким электролитом и трубчатыми пластинами) и NiCd. Для аккумулярования энергии от солнечных батарей или ветрогенераторной установки (ВГУ) не следует использовать стандартные АКБ для источников резервного питания, поскольку у них недостаточное для работы с ФЭ-модулями количество циклов разряда/заряда.

Одним из важнейших аспектов надёжности АКБ является поддержание комфортной температуры при эксплуатации, поскольку при повышении температуры АКБ число циклов заряда/разряда уменьшается. Системы поддержания температуры АКБ на объектах, в зависимости от конкретных задач потребителя электроэнергии, могут быть разные, однако наиболее часто встречаются:

- кондиционирование воздуха в шкафах с оборудованием;
- усиленное воздушное охлаждение;
- поддержание микроклимата;
- подземная установка контейнеров с АКБ.

Рассмотрим вариант размещения АКБ в контейнере под землёй. Герметичный бункер с вентиляционной трубой, герметизированными кабельными вводами и гидравлическим лифтом или механическим цепным подъёмником – не

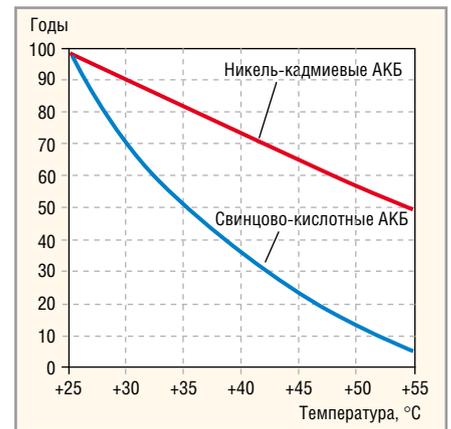


Рис. 9. Срок службы свинцово-кислотных АКБ и NiCd АКБ в зависимости от температуры эксплуатации

редкое практическое решение. Его преимущество в том, что температура под землёй постоянная и довольно низкая, что продлевает срок службы АКБ.

Размещение аккумуляторных батарей в уличном шкафу (один из вариантов) мы уже рассмотрели. Например, внутри такого шкафа с системой поддержания микроклимата установлено 12 блоков АКБ 6OPzV600 Solar (SMG600 FIAMM).

График зависимости срока службы свинцово-кислотных АКБ и NiCd АКБ от температуры эксплуатации представлен на рисунке 9.

ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФЭ-МОДУЛЕЙ

Собрать устройство для обеспечения электропитания солнечной энергией, специально преобразованной в электрический ток и накопленной с помощью электронных устройств и аккумуляторов, сегодня можно самостоятельно. Такие электронные устройства состоят из солнечной батареи (солнечных элементов, соединённых в батарею), аккумулятора, преобразователя (инвертора) тока (из постоянного в переменный). Таким образом, иметь дома источник альтернативного питания с сетевым напряжением 220 В вполне реально.

Безусловно, будущее – за источниками возобновляемой энергии. Год от года солнечные элементы будут дешеветь, а их полезная мощность, на радость потребителю, возрастать. Сегодня в быту солнечные батареи массово применяются в качестве зарядных устройств небольшой мощности – для сотовых телефонов и другой бытовой техники.

Основным недостатком применения солнечной батареи обычно называют зависимость от Солнца. Именно поэтому в системе альтернативного источника питания предусмотрена мощная АКБ, которая «отдаёт» ток в нагрузку в то время, когда солнечная энергия отсутствует, например, ночью.

Немаловажным фактором является и то, что максимальный КПД солнечной батареи реализуется, когда солнечные лучи падают на поверхность фотоэлектрических элементов и модулей перпендикулярно. В других случаях эффективность батареи снижается. В ясную погоду на 1 м² земной поверхности в среднем падает 1000 Вт световой энергии Солнца. В зависимости от местонахождения участка земли, солнечная энергия поступает неравномерно из-за облачности. Кроме того, есть места, где солнце светит 320–350 дней в году, и есть места, где появление солнца является праздником. Исходя из этого, необходимо оценивать эффективность применения системы в каждом конкретном случае. В таблице 1 приведены сведения о солнечной радиации в некоторых городах России. Таблица построена по данным спутников NASA (по состоянию на 2015 г.).

На широте Москвы (55°) в течение ясного солнечного дня поступает около 3 кВт·ч солнечной энергии на 1 м². В таблице 2 представлены сведения о суммарной солнечной радиации в зависимости от широты (по ней можно оценить солнечную энергию в других городах).

Рекомендации по эксплуатации элементов и модулей солнечных батарей

При покупке элементы проверяют на целостность (трещины на них вид-

ны далеко не всегда). Исправный элемент должен обеспечивать в яркий, солнечный день ток короткого замыкания, заявленный в паспортных данных. Не бойтесь кратковременно замыкать элемент для проверки его целостности – с ним ничего не случится. Если в батарее, составленной из нескольких солнечных элементов, окажется всего один дефектный элемент, характеристика всей батареи ухудшается. Максимальный ток, который может дать батарея, состоящая из последовательных элементов, равен максимальному току дефектного элемента. Герметизация батареи не только защищает её от влаги, но и от засорения элементов пылью. Грязь может значительно снизить КПД всей батареи.

Солнечные элементы весьма хрупкие! При самостоятельном изготовлении и монтаже батарей следует соблюдать особую осторожность. В промышленных условиях пайка элементов производится струёй раскалённого инертного газа. Монтаж элементов в домашних условиях осуществляется низковольтным паяльником с тонким жалом, мощностью не более 25 Вт.

Проследите, чтобы в течение светового дня лицевая поверхность солнечного модуля не затенялась листвой деревьев или рядом стоящими объектами. Модуль должен быть освещён равномерно по всей площади. Затенение хотя бы одного или нескольких элементов солнечного модуля в течение светового дня существенно снизит эффективность выработки энергии.

Кратковременное затенение не влияет на работоспособность солнечного модуля и не может привести к его повреждению, однако пропорционально увеличивает время зарядки

накопительной системы (аккумуляторов). Надо учитывать, что время полной зарядки аккумуляторов при солнечном свете в средних широтах существенно зависит от времени года и ёмкости аккумуляторов.

Необходимо содержать лицевую панель солнечного модуля в чистоте. Рекомендуется протирать лицевую сторону панели увлажнённой тканью раз в месяц. Хотя модуль выполнен в герметичном исполнении, необходимо предохранять его от механических повреждений острыми предметами и абразивными материалами, а также от попадания влаги в соединительную коробку. Не допускайте перегрев модуля выше 85°С и взаимодействия с парами вредных химических веществ (кислоты, щёлочи, органические растворители).

Для обеспечения максимальной выработки электроэнергии и гарантированной работы солнечного модуля, старайтесь его ориентировать лицевой поверхностью на юг, с учётом расчётного угла к горизонту (угол зависит от широты местности), используя специальное крепление солнечного модуля. В этом случае в среднем за сутки модуль будет вырабатывать наибольшее количество электроэнергии.

Производство ФЭ-модулей в России

Эта информация является актуальной, поскольку необходимо изыскивать рентабельную замену зарубежным компонентам. Российские производители PV-модулей представлены на рынке такими крупными заводами, как:

- ОАО «Рязанский завод металлокерамических приборов», выпускает монокристаллические PV-модули;

Таблица 1. Примерная таблица среднемесячной суммарной солнечной радиации (активности) для некоторых городов России, кВт·ч/м²

Город	Месяц												В год	K*
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
Москва	20,6	53,0	108,4	127,6	166,3	163,0	167,7	145,0	104,6	60,7	34,8	22	1173,7	1
Воронеж	30,7	60,1	117	129	169	166	176	151	120	81,8	50,3	37,1	1245	1,06
Краснодар	42,8	77,8	127	147	178	171	194	172	148	123	81,7	55,6	1433	1,22
Махачкала	48,2	77	128	168	200	190	208	196	161	132	93	77,2	1581	1,35
Рязань	21,2	55	109	130	168	165	169	147	106	62,3	35,2	23	1174	1,01

* K – коэффициент суммарной солнечной радиации по отношению к Москве

Таблица 2. Суммарная солнечная радиация на разных широтах

Значение	Широта, град										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Солнечная радиация, кВт·ч/м ²	5,9	5,8	5,4	4,9	3,9	3,3	2,6	1,9	1,4	1,3	

- ОАО «Богородицкий завод химических изделий» (БЗТХИ), Тульская область, выпускает поликристаллические модули;
- ООО «Солнечный ветер», г. Краснодар, специализируется на технологиях двухстороннего сбора солнечной энергии;
- Nevel Solar, Республика Чувашия, г. Новочебоксарск, специализируется на микроморфной кремниевой тонкоплёночной технологии;
- ОАО «Усольехимпром», завод по производству поликристаллического кремния, компания Nitel Solar;
- ОАО «Квант», г. Москва, выпускает монокристаллические PV-модули.

Кроме того, временно заморожен проект завода по производству PV-модулей под Краснодаром (совместное производство ООО «Солнечный ветер» и ПКФ «Кварк»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение первого года эксплуатации солнечные батареи теряют до 1,5% своей первоначальной мощности из-за старения кремния. Если при изготовлении солнечной батареи был допущен

брак, то он может обнаружиться даже через несколько лет после её первоначальной проверки. Именно поэтому не стоит покупать «дешёвые» солнечные батареи, – они в результате могут оказаться дорогостоящими, а также нет смысла покупать батареи впрок и хранить их в консервации.

Большинство элементов в солнечных модулях сделаны из дорогостоящего кремния. Как следствие, стоимость производства электроэнергии, получаемой с помощью солнечных батарей, сегодня ещё довольно высока. Однако представляется, что уже через 5–6 лет энергоресурсы, добытые с помощью Солнца, будут продаваться по цене на 50% ниже электроэнергии, получаемой при помощи угля, природного газа и даже ядерного топлива. Соответственно, рынок производства, услуг монтажа и обслуживания (ремонта) и эксплуатации солнечных батарей имеет большие перспективы.

Цены на солнечные батареи за последние 20 лет упали в 30–40 раз и продолжают снижаться, что делает использование батарей весьма

перспективным и рентабельным. Современный экологически чистый дом уже невозможно представить без электричества и производящих его устройств – солнечных батарей. Следовательно, чтобы идти в ногу со временем людям придётся применять на практике новые методы энергообеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Осадчий Г.Б.* Солнечная энергия, её производные и технологии их использования. Введение в энергетику ВИЭ. Омск. 2010.
2. *Цзиньлин Чжао, Шелгинский А.Я.* Пассивные солнечные системы теплоснабжения. Опыт Китайской Народной Республики. Энергосбережение. 2009. №2. С. 4–7.
3. *Каишкарров А.П.* Света нет, а мы зажигаем. Обеспечение бесперебойного электропитания экодому в кризисной ситуации. Экодом. 2014. №4. С. 11–14.
4. *Каишкарров А.П.* Что делать, если в частном доме отключили энергоснабжение? Электрик. 2012. №9. С. 52.
5. *Каишкарров А.П.* Обеспечение бесперебойного питания в кризисной ситуации. Электрик. 2012. №11–12. С. 37.



innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru