

УДК 621.311.001.57

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ АВТОНОМНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Збышинская М.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Review of block diagram stand-alone photovoltaic systems and their main elements. The most important elements of stand-alone photovoltaic system are identified. A Structural active scheme of stand-alone photovoltaic system with a hybrid battery-capacitive energy storage device is being developed and presented. This scheme is designed for ensuring voltage stability under conditions of a impulsed load and at alternating-current voltage generated by a solar panel.

Ключевые слова: автономная фотоэлектрическая система, гибридный накопитель энергии, аккумуляторно-емкостной накопитель, суперконденсатор, активная схема автономной фотоэлектрической установки.

BLOCK DIAGRAM STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Zbyshinskaya M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Обзор структурных схем автономных фотоэлектрических энергетических установок и их основных элементов. Выявляются наиболее важные элементы фотоэлектрических энергетических установок. Разрабатывается и приводится структурная активная схема автономной фотоэлектрической установки с гибридным аккумуляторно-емкостным накопителем электроэнергии для обеспечения стабильности напряжения в условиях импульсного характера нагрузки и переменного характера напряжения генерируемой солнечной панелью.

Key words: stand-alone photovoltaic system, hybrid energy storage device, battery-capacitive energy storage device, supercapacitor, active scheme of of stand-alone photovoltaic system.

Адрес для переписки: Збышинская М.Е., ул. П. Бровки, 6, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: 10mash@mail.ru

Автономная фотоэлектрическая система (АФЭС) обычно состоит из фотоэлектрических преобразователей, аккумуляторных батарей (АБ), инвертора (при необходимости), и контроллера заряда аккумуляторных батарей. Соединение данных элементов системы производится согласно структурной схеме АФЭС, представленной на рис. 1.

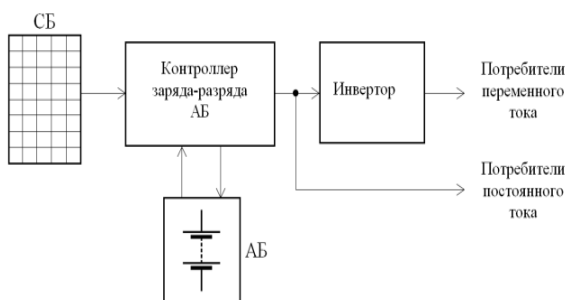


Рисунок 1 – Структурная схема автономной фотоэлектрической системы

В зависимости от места расположения и условий эксплуатации в состав фотоэлектрической системы могут вводиться дополнительные источники энергии, например, ветрогенераторы и/или дизель- или бензогенераторы.

В АФЭС важную роль играют накопители энергии. Идея гибридизации состоит в сочетании аккумуляторов и суперконденсаторов в одном

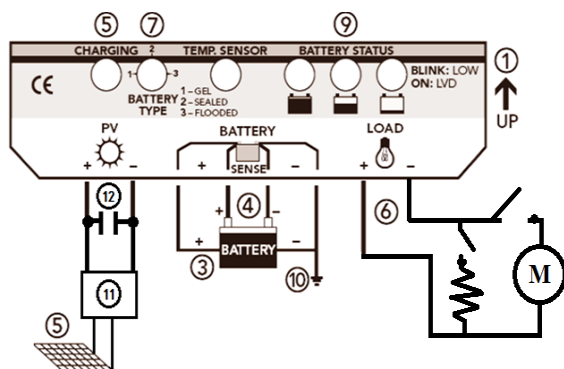
накопителе, что может дать существенный эффект. Суперконденсатор компенсирует возмущения тока с длительностью до нескольких первых минут. При более длительных возмущениях (минуты, часы) в действие включается аккумуляторный накопитель. А наличие в составе накопителя суперконденсаторной части (при параллельном с аккумулятором включении) позволяет сглаживать фронты импульсов тока и напряжения, обеспечивая тем самым снижение мгновенной мощности, отдаваемой или получаемой аккумуляторной частью накопителя. При этом экономический эффект заключается также и в продлении срока службы аккумуляторной батареи [1].

Структура и состав АФЭС в основном зависят от условий эксплуатации, а также требований конечного потребителя. В настоящее время известны различные методы определения структуры, параметров и характеристик АФЭС. В основном это методики или автоматические программы расчета.

На взгляд авторов статьи одной из наиболее удачных структурных схем является – активная схема. АФЭС с гибридным накопителем, упрощенная структурная схема приведена на рис. 2.

Солнечная батарея с мощностью 100 Вт состоит из двух модулей МС-50, соединенных параллельно. Ток короткого замыкания панели был равен 6,4 А, напряжение холостого хода – 17 В.

Аккумуляторная часть гибридного накопителя – гелевая свинцово-кислотная 12 В батареей с зарядной емкостью 11 А·ч, а емкостная часть – это блок суперконденсаторов с электростатической емкостью 80 Ф с номинальным напряжением 15,5 В. Регулятором заряда и разряда аккумуляторного накопителя служит 12 В контроллер ProStar-15 с функцией ШИМ-модуляции зарядного тока. Нагрузкой при стационарном разряде накопителя служил реостат с сопротивлением 12 Ом, в качестве иммитатора импульсного разряда был использован автомобильный воздушный компрессор [2].



- 1 – Цоколь контроллера ProStar – 15; 2 – допустимая сила тока – 15 А; 3 – подключение АБ 12 В, 11 А·ч; 4 – подключение датчика температуры АБ; 5 – подключение солнечной батареи, подключение регулятора заряда СК, подключение СК; 6 – подключение нагрузки; 7 – установка типа АБ; 8 – автоматическое определение напряжения сети 12 В/24 В; 9 – индикатор степени заряда АБ; 10 – заземление; 11 – шунтовый регулятор заряда СК; 12 – СК

Рисунок 2 – Структурная активная схема автономной фотоэлектрической установки с гибридным аккумуляторно-емкостным накопителем электроэнергии

Данная схема позволяет осуществлять различные варианты коммутации ее элементов, а проверка работоспособности осуществляется системой индикации и диагностики контроллера ProStar-15. Защиту солнечной панели и накопителей энергии от токов обратной полярности осу-

ществляют блокирующие диоды Шоттки, максимальное падение напряжение которых не более 0,5 В при прямом токе 10 А, а также их прямом включении. Отсутствие разряда АБ через разряженный СК (которые представляют собой короткозамкнутую нагрузку) правильная работа алгоритма заряда АБ и обеспечение в буферном режиме заряда СК и АБ частей гибридного накопителя энергии при подключении одного или нескольких потребителей энергии – основной момент работоспособности схемы. Буферный режим заряда СК и АБ выполняет функции обеспечения энергоснабжения нагрузки при прерывистом поступлении энергии для заряда накопителя и обеспечение необходимого количества энергии при неравномерном потреблении ее нагрузкой. Временной приоритет заряда в гибридном накопителе следующий: сначала от солнечной батареи заряжается суперконденсаторная часть, далее при достижении напряжения СК выше напряжения аккумуляторной части, осуществляется, управляемый контроллером, заряд АБ. Управление зарядом СК будет осуществляться разработанным шунтовым регулятором.

Для решения задачи обеспечения стабильности напряжения в условиях импульсного характера нагрузки и переменного характера генерируемой солнечной панелью мощности исследована структура и схемотехнические решения автономной фотоэлектрической установки с гибридным аккумуляторно-емкостным накопителем энергии. Предложена оригинальная активная схема управления гибридным накопителем. От правильной настройки и режима использования оборудования, управляющего зарядом и разрядом накопителя, зависит производительность всей системы, надежность и срок службы установки.

Литература

1. Автономные солнечные энергетические системы с использованием суперконденсаторов / С. М. Карabanov [и др.] // Вестник РГРТУ. – 2015. – № 54, ч. 2. – С. 137–142.
2. Василевич, В. П. Особенности структуры и схемотехники автономной фотоэлектрической установки с аккумуляторно-емкостным накопителем энергии / В. П. Василевич, М. Е. Збышинская // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20, № 5. – С. 90–98.