УДК 342.511.6

СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Н. А. Кузьмина

Сибирский федеральный университет
Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
E-mail: nadezhda_kuzmina_80@mail.ru

Представлен анализ системы энергоснабжения космического аппарата. Рассматриваются основные принципы построения системы энергоснабжения космических аппаратов.

Ключевые слова: система энергоснабжения, космический аппарат, спутник, электропитание.

THE POWER SUPPLY SYSTEM OF THE SPACECRAFT

N. A. Kuzmina

Siberian Federal University
79, Svobodny Av., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
E-mail: nadezhda_kuzmina_80@mail.ru

The article analyses the energy supply system of the spacecraft. The author examines the basic principles of spacecraft power supply system.

Keywords: power system, spacecraft, satellite, power supply.

Изучение и освоение космического пространства требуют разработки и создания космических аппаратов различного назначения. В настоящее время наибольшее практическое применение получают автоматические непилотируемые космические аппараты для формирования глобальной системы связи, телевидения, навигации и геодезии, передачи информации, изучения погодных условий и природных ресурсов Земли, а также исследования дальнего космоса. Для их создания необходимо обеспечить очень жесткие требования по точности ориентации аппарата в космосе и коррекции параметров орбиты, а это требует повышения энерговооруженности космических аппаратов.

Система энергоснабжения КА является основным источником электропитания аппаратуры жизнеобеспечения КА и полезной нагрузки, а также основной частью при расчете энергобаланса КА.

Данная имитационная модель станет основой для проектирования системы энергоснабжения реальных космических аппаратов типа CubeSat и расчета их энергобаланса.

Имитационная модель позволит отследить изменение основных параметров системы энергоснабжения при движении КА по орбите: выходная мощность солнечных батарей, ёмкость и уровень заряда аккумуляторных батарей, напряжение, что позволит более качественно производить расчет и следить за соблюдением энергобаланса на борту КА.

Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую является наиболее перспективным при решении вопроса энергосбережения космических аппаратов. Одним из возможных путей решения проблемы энергоснабжения потребителей является прямое преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью фотоэлектрических установок на основе солнечных батарей (СБ).

В состав системы электропитания космического аппарата входят фотоэлектрическая установка как космического, так и наземного применения, инвертор и накопитель энергии – аккумуляторная батарея (АБ). Известно, что генерация электроэнергии СБ возможна только при облучении ее солнечным светом. При затенении СБ выступает как нагрузка, на которой происходит падение напряжения, что приводит к разрядке АБ. При этом также возможен пробой фотопреобразователей, входящих в состав СБ. Когда фотопреобразователь в результате затенения перестает генерировать ток, то он становится нагрузкой для работающих элементов системы электропитания, которые нагреваются и быстро разрушаются. Затенения могут носить систематический характер (вхождение геостационарного спутника в тень Земли в периоды равноденствия) и локальный – затенение части фотопреобразователя в период раскрытия батареи или при причаливании, например, транспортного корабля.

При затенении солнечной батареи происходит прекращение генерации тока, и данная солнечная батарея становится не источником питания, а нагрузкой для работающих элементов, например АБ. Весь ток солнечной батареи течет через комплекс блокирующих модулей, которые стоят на выходе солнечной батареи и отключают ее от аккумулятора в период затенения. Блокирующие модули должны выдерживать напряжения в сотни вольт и иметь минимальное прямое падение напряжения, поскольку через них идет весь ток батареи. Выход из строя блокирующего модуля приводит к отказу всей солнечной батареи.

В состав блокирующих модулей входят развязывающие диоды, отключающие СБ от АБ в момент затенения, тем самым защищая фотопреобразователи от роста обратного напряжения в период затенения фотоэлемента и уменьшая силовые потери, связанные с разрядом АБ [4].

Система электропитания малоразмерных космических аппаратов – наноспутников, содержащая аккумуляторную батарею, размещенную внутри космического аппарата, солнечную батарею, размещенную на космическом аппарате, при этом электрическая связь солнечной батареи с аккумуляторной батареей осуществляется через микромеханические блокирующие модули, входящие в состав солнечной батареи космического аппарата и размещенные на космическом аппарате, причем каждый микромеханический блокирующий модуль содержит подложку, расположенные на ней входную и выходную коммутируемые шины с контактными группами и расположенное на подложке коммутирующее устройство в виде подвижных термомеханических актюаторов, выполненных по крайней мере из двух слоев с различными коэффициентами термического расширения, при этом коэффициент термического расширения слоев указанных термомеханических актюаторов, обращенных к подложке, меньше коэффициента термического расширения внешних слоев данных актюаторов, а один из слоев подвижных термомеханических актюаторов обладает обратимой памятью формы, причем указанные актюаторы выполнены с возможностью при увеличении температуры за счет поглощения падающего ИК-излучения находиться в замкнутом состоянии, а при уменьшении температуры за счет потерь тепла ИК-излучением находиться в разомкнутом состоянии.

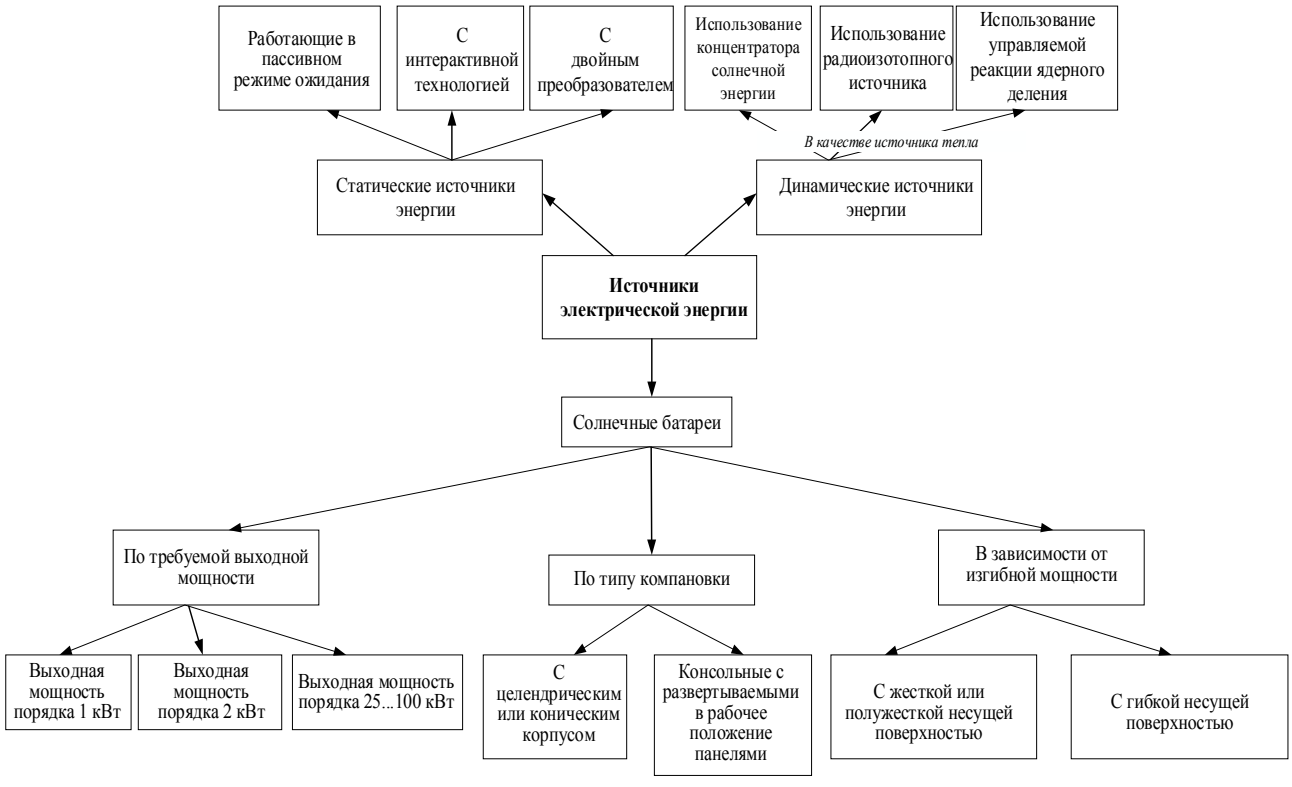
Рассмотрим основные компоненты системы энергоснабжения. Источник электрической энергии предназначен для генерирования энергии на борту космического аппарата. Для космических аппаратов наибольшее применение находят три типа источников энергии: массивы фотоэлектрических преобразователей или солнечные батареи, статические источники энергии и динамические источники энергии. Классификация источников электрической энергии представлена на рисунке [2].

Массивы фотоэлектрических преобразователей, или солнечные батареи, обеспечивают прямое преобразование энергии солнечного излучения в электрическую энергию [1].

Статические источники энергии используют источник тепла – обычно ядерный реактор, работающий на плутонии-238 или уране-235, для прямого преобразования тепловой энергии в электрическую энергию [3].

Динамические источники энергии также используют источник тепла – обычно концентраторы солнечного излучения, тепловыделяющие элементы на плутонии-238 или обогащенном уране.

Накопитель электрической энергии является неотъемлемой составной частью системы энергоснабжения космического аппарата [1]. Накопители энергии предназначены для накопления излишков энергии на участках работы потребителя с малой нагрузкой и расходования энергии, когда потребляемая энергия превосходит возможности источника энергии [2]. Накопление электроэнергии обеспечивается с помощью аккумуляторной батареи, хотя в некоторых случаях могут использоваться альтернативные варианты накопителей, например, на базе маховиков или топливных элементов.



Источники электрической энергии

Система энергоснабжения космического аппарата должна сохранять работоспособность в условиях космического пространства, а также иметь минимальные габаритные размеры и массу [1].

Изучение и освоение космического пространства требуют разработки и создания космических аппаратов различного назначения. В настоящее время наибольшее практическое применение получают автоматические непилотируемые космические аппараты для формирования глобальной системы связи, телевидения, навигации и геодезии, передачи информации, изучения погодных условий и природных ресурсов Земли, а также исследования дальнего космоса. Для их создания необходимо обеспечить очень жесткие требования по точности ориентации аппарата в космосе и коррекции параметров орбиты, а это требует повышения энерговооруженности космических аппаратов.

Одной из важнейших бортовых систем любого космического аппарата, которая в первую очередь определяет его тактико-технические характеристики, надежность, срок службы и экономическую эффективность, является система электроснабжения.

Выбор и проектирование системы энергоснабжения производят исходя из общих требований к системе энергоснабжения и конкретных, диктуемых целевой направленностью проектируемого КА.

Поэтому проблемы разработки, исследования и создания систем электроснабжения космических аппаратов имеют первостепенное значение, а их решение позволит выйти по удельно-массовым показателям и сроку активного существования на мировой уровень.

Библиографические ссылки

1. Алексеев К. Б., Бебенин Г. Г. Управление космическими летательными аппаратами. М. : Машиностроение, 1974, 340 с.

2. Гущин В. Н. Системы энергопитания // Основы устройства космических аппаратов : учебник для вузов. М. : Машиностроение, 2003. С. 217–241. 272 с.

3. Петровичев М. А., Гуртов А. С. Система энергоснабжения бортового комплекса космических аппаратов : учеб. пособие. Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. 88 с.

4. Фролкова Н. О. Моделирование солнечных батарей на основе различных полупроводников : дис. … канд. техн. наук. М., 2011. 179 с.

References

1. Alekseev K. B., Bebenin G. G. Management of space flying devices. M., Eengineering, 1974. 340 p.

2. Guschin V. N. Power system // Basics of the device of spacecrafts : the textbook for high schools. M. : Mashinostroenie, 2003. P. 217–241. 272 p.

3. Petrovichev M. A., Gurtov A. C. power supply System of the onboard complex of spacecraft : proc. allowance. Samara : Publishing house of Samar. state Aerocom. University press, 2007. 88 p.

4. Frolkova N. About. Modeling of solar cells based on various semiconductors: dis. … kand. tech. Sciences. M., 2011. 179 p.

© Кузьмина Н. А., 2017