С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение........................................3

1.Проблемы выбора источников электрической

энергии.........................................4

2.Проблемы проектирования линий электропередач..5

3.Проблемы проектирования преобразвателей и

распределителей электрической энергии...........9

Список литературы..............................11

- 3 -

Введение

Перспектива создания в будущем крупной космической

станции во многом зависит от ее системы электроснабжения,

которая существенно влияет на общую массу станции,

надежность, управление и стоимость. Большие размеры,

множество потребителей, обеспечение возможности дальнейшего

совершенствования космической станции выдвигают требования,

существенно отличающиеся от тех, которые предъявлялись к

другим космическим системам энергоснабжения. Несмотря на то,

что такая система может иметь большие размеры, она должна

быть способна хорошо адаптироваться к постоянно меняющимся

нагрузкам; что делает ее более похожей на автономную наземную

энергетическую установку, чем на типичную систему

электроснабжения космического аппарата, имеющую

определенный, неменяющийся состав потребителей.

Проблемам проектирования и создания систем

электроснабжения для крупных космических станций посвящено

немало научных статей, в которых рассматриваются источники

электрической энергии, линии электропередач, преобразователи

и распределители электороэнергии.

- 4 -

1.Проблемы выбора источников электрической энергии.

В основном,в качестве возможных источников

электрической энергии рассматривют следующие [1] :

- фотоэлектронные с электрохимическим накоплением

энергии;

- источники построенные на динамическом

преобразовании солнечной энергии с термическим накоплением

энергии;

- атомные энергетические установки [2].

Для фотоэлекторнного преобразования солнечной

энергии используются большие ( 8x8 см ) кремниевые элементы,

которые устанавливаются на гибкие развертываемые панели.

Для накопления энергии применяют топливные

элементы, никель- кадмиевые и никель-водородные батареи.

Топливные элементы накапливают избыточную

электрическую эенергию, получаемую от солнечных батерей,

посредством генерации кислорода и водорода в процессе

электролиза воды. Электроэнергия затем может быть получена

из тепловой, которая выделяется при соединении накопленного

кислорода и водорода.Такой метод накопления электрической

энергии значительно гибок и топливные элементы значительно

легче батарей, но имеет низкую эффективность и надежность.

Никель-кадмиевые батареи изготавливаются на основе

хорошо отработанной технологиии. Они уже давно успешно

используются в космических аппаратах, хотя низкая глубина

- 5 -

разряда приводит к значительному увеличению их массы.

Никель-водородные батарей были выбраны для

космических платформ, так как они более надежны,чем

топливные эементы, и при этом на 50% легче, чем

никель-кадмиевые батареи. В настоящее время

никель-водородные батареи используются на геостационарных

орбитах. Но что на низкой орбите, где будет располагаться

космическая станция, они будут испытывать гораздо больше

циклов заряда-разряда в год. Проведенные испытания показали,

что время работы никель- водородных батарей на низкой

околоземной орбите составляет около пяти лет.

Несмотря на то, что фотоэлектронные источники

широко используются в космосе, солнечные динамические

энергоустановки оказались более эффективными и менее

дорогими. Принцип работы солнечных динамических установок

заключается в следующем : солнечные лучи фокусируются

параболическим отражателем на приемнике, который нагревает

рабочее тело, приводящее в действие двигатель или турбину.

Затем механическая энергия преобразуется генератором в

электрическую. Для накопления термической энергии

используется соль, которая расплавливается в приемнике.

Во время затемнения соль остывает и отдает тепло для

расширения рабочего тела. Отражатель состоит из изогнутых

треуголных пластин, с зеркальной поверхностью, установленных

на гексогональных конструкцях соединенных 14-ти футовыми

штангами с космической платформой.

- 6 -

Эффективность солнечной динамической

энергоустановки составляет 20-30%; для сравнения,

эффективность кремниевых фотоэлементов составляет 14%.

Эффективность термического накопителя более 90%,

аккоммуляторных батарей - 70-80%, топливных элементов -

55%. Более высокая эффективность позволяет уменьшить площадь

собирателя солнечной энергии, что облегчает решение проблем

динамики станции. Меньшее лобовое сопротивление особенно

важно при размещении станции на низкой высоте - при том же

расходе топлива и на той же орбите увеличивается время

жизни станции.

Несмотря на то, что в настоящее время солнечные

динамические энергоустановки еще не используются в космосе,

уже существуюет мощная технологическая база, разработанная

для применения в наземных и аэровоздушных условиях. В

качестве рабочего тела применяют толиен (органический цикл

Ранкина с температурой подачи в турбину 750F) или

гелий-ксенон ( цикл Брайтона с температурой подачи в турбину

1300F). Установки с органическим циклом Ранкина мощностью

от нескольких киловатт до нескольких сотен киловатт

используются в наземных условиях. Установки с циклом

Брайтона используются для электроснабжения систем управления

газовых турбин; многие из них имеют тысячи часов наработки.

В программе НАСА 1960 г. была испытана установка с рабочим

циклом Брайтона, которая тестировалась 50,000 часов. Эта же

установка затем была успешно испытана в вакуумной камере.

- 7 -

2.Проблемы проектирования линий электропередач.

Применение атомных энергетических установок связано

со многими проблемами . Однако, уже существует проект

ядерной космической электростанции SP - 100, которая

разрабатывается для обеспечения энергией пилотируемой

космической платформы LEO [2]. Для уменьшения воздействия на

астронавтов радиации, SP - 100 устанавливается на

расстояние 1 - 5 км от платформы. Преимущество этого метода

заключается в том, что значительно уменьшается масса

защитной оболочки реактора , а следовательно и общая масса

системы. Однако, при этом возникает проблема передачи

энергии от источника до платформы на расстояние от 1 до 5

км.

После термоэлектрического преобразования SP - 100

генерирует напряжение 200 В постоянного тока. Это достаточно

высокое напряжение, чем необходимое для большинства

потребителей космической платформы, но недостаточно высокое

для допустимой массы соединительного кабеля. Для уменьшения

необходимой массы соединительного кабеля необходимо

высоковольтное преобразование. В некоторых работах показано,

что возможно соединить SP - 100 с космической платформой с

помощью кабелей с коаксиальной оболочкой, которая служит

для полной изоляции проводника от космической плазмы.

Эта оболочка необходима, так как поведение космической

плазмы сильно зависит от напряженности электрического поля

- 8 -

вблизи проводника. Эксперимент SPEAR показал что возможно

оставить высоковольтный кабель незащищенным, и это не

приведет к разрыву проводника, но напряженность

электрического поля не должна превышать 400 В/см.

Напряженность электрического поля вблизи кабеля,

связывающего SP - 100 с космической платформой , будет

составлять 20 - 100 кВ/см.

Однако, при этом появляются новые проблемы :

коаксиальная оболочка имеет большую площадь поверхности, и,

следовательно, будет подвергаться воздействию метеоритов.

Кроме того вблизи ядерного реактора уровень радиации высок.

Это вызывает возникновение в кабеле вихревых токов,что

приводит к нагреву кабеля и уменьшению проводимости.

В процессе проектирования была разработана

конструкция, позволяющая компактно разместить в одной

защитной оболочке( метеоритный бампер) несколько

коаксиальных высоковольтных кабелей. Для увеличения

защищенности кабеля и уменьшения его массы, применяется

газовое охлаждение. При применении газового охлаждения

в одном метеоритном бампере располагается четыре

коаксиальных кабеля, и этот бампер имеет диаметр в четыре

раза меньший чем, бампер с двумя коаксиальными кабелями и с

полимерной изоляцией.

- 9 -

3.Проблемы проектирования преобразвателей и

распределителей электрической энергии.

Система электроснабжения и подсистемы распределения

космической станции, как указывалось ранее, должны быть

удобными в эксплуатации, хорошо приспосабливаться к

изменению типа и величины нагрузки, и иметь возможность

дальнейшего расширения. Высокая потребляемая мощность

станции - 75 кВт с возможным увеличением до 300 кВт -

требует более высокого распределительного напряжения, чем

28В, которое обычно используется в космических аппаратах.

Точные расчет системы показал, что распределительное

напряжение должно быть 440 В . При выборе частоты тока были

рассмотрены в качестве возможных частот - 20 кГц, 400 Гц, и

постоянный ток.

Постоянный ток имеет преимущества в подключении к

определенным потребителям, но напряжение перерменного тока

можно легко изменить.

В самолетах обычно применяется переменный ток

частотой 400 Гц. Но в космических условиях возникает ряд

проблем - акустические шумы, электромагнитная интерференция

и другие.

Высоковольтные 20 кГц волновые системы пока еще не

применялись в космической и аэровоздушной технике, но их

применение очень перспективно. При применении высокой

- 10 -

частоты, компоненты систем электроснабжения становятся

меньше в размерах, легче, более эффективными, особенно,

когда применяется резонансное преобразование переменного

тока в постоянный, постоянного в переменный, постоянного в

постоянный, или переменного в переменный.

Высоковольтным 20 кГц системам электроснабжения

посвящен ряд работ [3,4,5], в которых рассматриваются

различные проблемы проектирования таких систем -

конфигурация системы, преобразователи, влияние

электромагнитной интерференции, минимизация гармонических

искажений в преобразователях.

Важной проблемой проектирования высокочастотных

систем электроснабжения является минимизация количества

преобразования электроэнергии при передаче ее от источника к

потребителю. Каждое преобразование энергии увеличивает

сложность системы, ее массу, искажает форму волны,

увеличивает потери энергии. Наиболее оптимальный вариант,

когда используется только два преобразования - постоянного

тока в переменный, для передачи энергии от источника к

потребителю, и переменного тока в постоянный, для

определенных потребителей. Для второго преобразования

большое значение имеет стандартизация напряжений

потребителей.

- 11 -

Список литературы

1. Ronald L. Thomas,Power is the keystone, Aerospace

America,Sept.,1986.

2. David J. Bents,Power transmission studies for thedered

SP-100,Lewis Research Center,Cleveland,Ohio 44135.

3. Irving G. Hansen, Gale R. Sandberg,Space station 20-kHz

power management and distribution system. Lewis Research

Center,Cleveland,Ohio 44135.

4. Louis F. Lollar, Roberts E. Kapustka, Minimizing the

total distortion for a 3 kW, 20 kHz AC to DC converter using

spice, NASA/Marshal Spase Flight Center,Huntaville,Alabama.

5. Irving G. Hansen, Frederick J. Wolff, 20kHz space station

power system,Lewis Research Center,Cleveland,Ohio 44135.