

УДК 621.315

Л.В. НАКАШИДЗЕ, Л.И. КНЫШ*Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск, Украина***МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА И СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ
СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных фотоэлектрических установок является перспективным и успешно развивается во всем мире. Однако при их проектировании возникает ряд проблем, связанных с выбором наиболее рациональных конструктивных схем подобных энергосистем, а также с согласованием основных параметров, непосредственно влияющих на энергетические возможности солнечной фотоэлектрической установки и её технико-экономические показатели, прежде всего стоимостные. Предложен алгоритм расчета фотоэлектрических установок, позволяющий объективно рассматривать, как и условия функционирования, так и особенности процессов преобразования солнечной энергии, при этом учитываются конструктивные и функциональные особенности элементов таких установок.

фотоэлектрическая установка, солнечный элемент, стоимость электрической энергии**Введение**

Постоянное повышение требований к эффективности и технологической надежности функционирования солнечных фотоэлектрических установок (ФЭУ) влечёт за собой постоянный поиск перспективных методов и подходов к выбору наиболее целесообразных, с точки зрения применимости в определенных условиях функционирования, схемных решений таких систем. При решении данной задачи важнейшим моментом является построение общей методологической схемы, которая способствует как развитию общих подходов к формированию конструктива и схемных решений всей ФЭУ, так и обоснованию необходимости и последовательности каждой отдельной взятой операции. Такой методологический подход основан на том, что учитываются не только требования к выходным параметрам ФЭУ, т.е. уровень потребляемой электрической мощности, напряжение, особенности предполагаемых условий функционирования, но и существующая компонентная и технологическая база. Это позволяет детально и обосновано подходить к использованию промышленно производимых модулей и солнечных батарей с заданными техническими характеристиками и параметрами, известными особенностями, возникающими при эксплуатации.

1. Формулирование проблемы

Выбор структуры ФЭУ, которая обеспечивает снижение уровня стоимости вырабатываемой электрической энергии при высокой эффективности ее функционирования, является сложным, неоднозначным и продолжительным по времени процессом. Это связано с тем, что ФЭУ является сложной многокомпонентной системой. Поэтому еще на этапе проектирования появляется проблема не только оценки уровня успешности использования комплектующих элементов, но и необходимость сокращения времени выбора схемного решения ФЭУ. Проблема продолжительности выбора конструктивных и технологических решений связана с трудностями, которые возникают из-за необходимости учета большого объема информации, недостаточной изученности в начале проектирования качественной специфики процессов, обуславливающих механизм энергогенерирования в используемых солнечных элементах (СЭ).

2. Решение проблемы

Продолжительность выполнения подобных расчётов и связанные с этим объективные трудности ограничивают выбор конструктора лишь небольшим количеством рассмотренных вариантов схем ФЭУ. По-

этому существует острая потребность в определённой систематизации проведения конструкторско-технологических операций, которая нашла отражение в виде алгоритма и соответствующей структурной блок-схемы. Данный алгоритм позволит сокращать время определения характеристик ФЭУ в широком температурном диапазоне, при широком диапазоне солнечного излучения, учитывая условия эксплуатации (космические или наземные), т.е. позволит рассмотреть множество компоновочных решений.

2.1. Постановка задачи исследования

Цель данной работы - построение общего методологического подхода к выбору наиболее рациональных схемных решений ФЭУ, который, в первую очередь, предусматривает учет индивидуальных свойств, и эффективности функционирования ее составляющих элементов (в том числе СЭ) в определенной последовательности.

Разработанная методология может применяться на различных этапах проектирования солнечных энергетических установок, используемых как для энергетического обеспечения космических аппаратов, так и для наземного потребителя.

2.2. Основной материал

Эффективность и стабильность функционирования ФЭУ определяются множеством внешних и внутренних факторов. Прежде всего, это взаимосвязи, возникающие при эксплуатации ФЭУ. Они определяются:

- условиями функционирования (т.е. уровень освещенности, температура окружающей среды),
- требованиями, которые предъявляет потребитель к условиям функционирования агрегатов ФЭУ.
- рядом косвенных взаимосвязей.

В итоге внешние связи ФЭУ, могут быть представлены только в обобщенном варианте, поскольку трудно точно указать перечень аргументов абсолютно всех зависимостей. Поэтому целесообразно воспользоваться таким приемом как детализация

отдельных взаимосвязей. По мере детализации модели определяются аргументы, которые могут либо дифференцироваться между частными зависимостями, либо исключаться из зависимостей после соответствующего анализа функционирования системы. При рассмотрении общей схемы ФЭУ определяются и детализируются внутренние связи непосредственно между агрегатами системы и воздействие на них внешних факторов. В разработанной методологии предлагается проводить декомпозицию системы не до уровня агрегатов и функциональных связей на уровне агрегатов, а до уровня взаимосвязей базовых составляющих агрегатов. Так, в соответствии с данным подходом, при выборе основного конструктивного элемента ФЭУ – солнечного элемента, необходимо рассматривать взаимосвязь между материалами слоев солнечных элементов. Выбор проектных решений ведется исходя из общей меры технической приспособленности солнечных элементов определенной конструкции к функционированию в различных схемах и условиях размещения.

Еще одним из аргументов, влияющих на проектное решение является оценка качества уровня успешности использования комплектующих элементов в системе «стоимость-эффективность». Она в целом состоит из оценки критериев качества образцов более низких иерархических уровней, чем функциональный компонент общей системы. Взаимосвязь между критериями качества образцов более высокого и низкого уровня структурной организации определяются математическими зависимостями, которые имеет вид

$$K_{\kappa TK}^{ПМ}(t) = \frac{K_{\kappa ETK}^{ПМ}(t)}{N_{ETK}^{TK}}$$

$$K_{\kappa TK}^{\Phi u}(t) = \psi_{TK}^{\Phi u} K_{\kappa ETK}(t) N_{ETK}^{TK},$$

где $\psi_{TK}^{\Phi u}$ – коэффициент, учитывающий возможность рациональной организации функционального воздействия единичных технических каналов в составе ФЭУ.

Таким образом при определении технико-экономической эффективности функционирования

ФЭУ принимаются во внимание не только прямые затраты материально-технических, финансовых и прочих ресурсов, но и побочные, обусловленные необходимостью компенсации негативных эффектов возникающих при функционировании функционирования установки, включая подсистемы разных иерархических уровней.

Алгоритм предлагаемой методологии построения структурной схемы ФЭУ основан на принципе декомпозиции отдельных взаимосвязей возникающих при функционировании установки. Он наглядно отражает уровень детализации необходимый для выбора наиболее целесообразной, в конкретных условиях эксплуатации, структурной схемы ФЭУ позволяющей при увеличении энергогенерирующей способности одновременно обеспечить снижение стоимости получаемой электрической энергии. Этот алгоритм представлен структурной блок-схемой (рис. 1), т.е. блок-схемой, которая выражена как композиция последовательности операций, которые необходимо выполнить при определении структуры, конструкции и компоновочных решений солнечной фотоэлектрической установки. Эта совокупность структур достаточна для построения методологического подхода, определяющего последовательность проводимых конструкторских операций, но само построение и определение каждой конкретной операции не обязательно окажется таким простым, как оно кажется на первый взгляд. Это связано с тем, что при использовании имеющейся компонентной базы необходимо учитывать ряд факторов, среди них одними из самых важных являются функциональные параметры и индивидуальные конструктивные особенности составных элементов солнечной фотоэлектрической установки. В этом аспекте выбор схемного решения солнечной фотоэлектрической установки необходимо начинать с анализа конструкции, особенностей функционирования имеющихся солнечных элементов (как базового конструктивного элемента установки). Поэтому алгоритм

предусматривает рассмотрение, изучение и учет специфики энергогенерирования СЭ различных типов при многообразных условиях эксплуатации, определение влияния на их функциональные характеристики других конструктивных элементов ФЭУ (в первую очередь системы концентрирования солнечного излучения).

Выводы

Выходные параметры солнечных фотоэлектрических установок зависят от внутренних свойств установки, которые определяются ее структурой, стоимостью и свойствами конструктивных элементов. Методологический подход, выраженный в виде алгоритма, позволяющего эффективно рассмотреть структурные и схемные взаимосвязи, возникающие в солнечной фотоэлектрической установке позволяют эффективно, быстро и результативно определить ее структуру и схемные решения. При этом за непродолжительное время произвести перебор большого количества различных схемных решений, отличающихся не только разными типами солнечных элементов, но и разными типами концентрирующих систем, способами их сопряжения с СЭ, компоновкой и т.п. Сформированная блок-схема, отражающая алгоритм определения состава солнечной фотоэлектрической установки эффективна. Она основана на подходе, который комплексно учитывает технические, энергетические и экономические показатели конструктивных элементов установки.

Заключение

Предлагаемый методологический подход, представленный в виде алгоритма, позволяет детально учитывать структуру и конструкцию солнечных элементов, способствуют обоснованию схемных и технических решений позволяющих повысить эффективность функционирования солнечных фотоэлектрических установок и снизить стоимость получаемой электрической энергии.

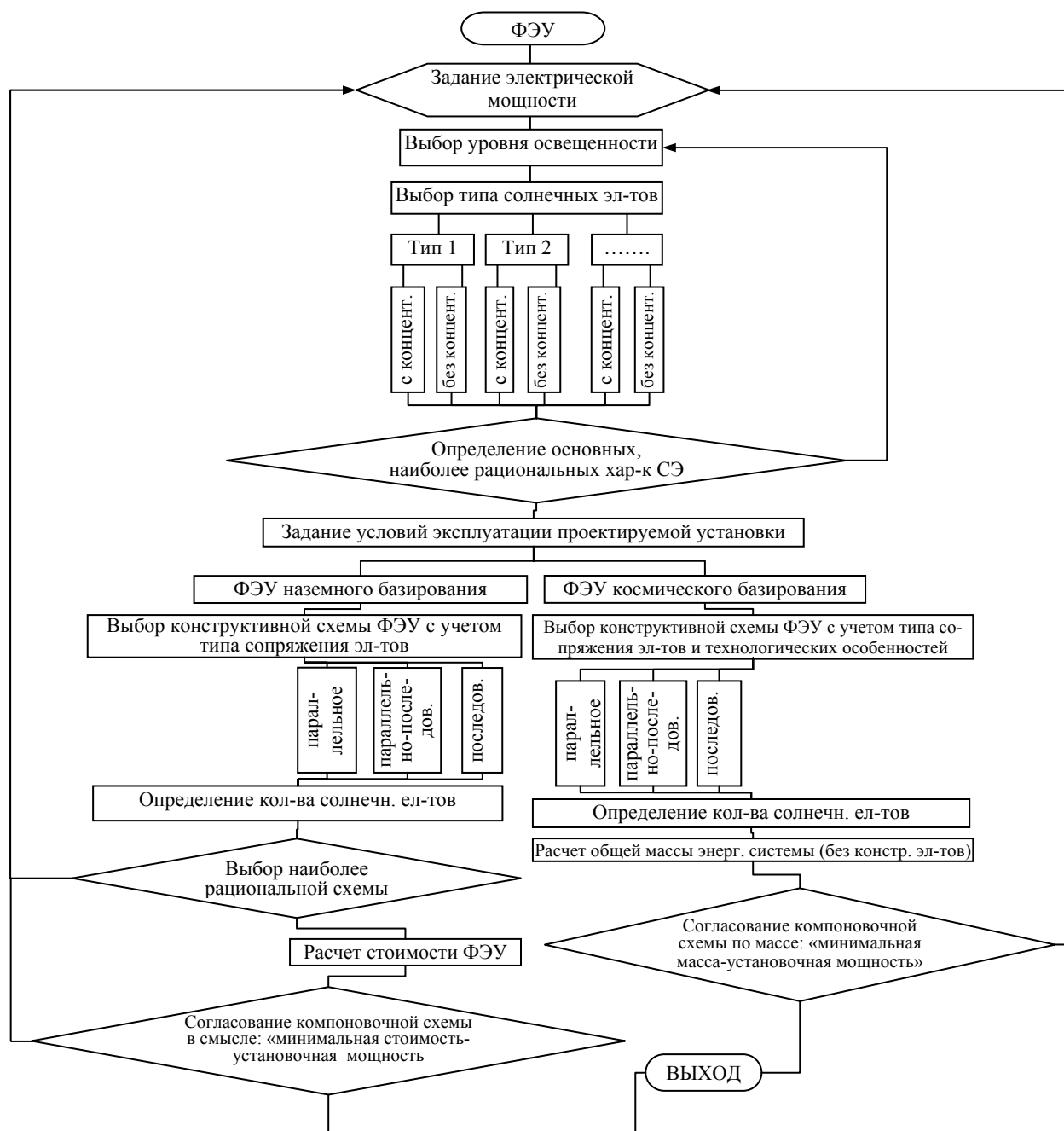


Рис. 1. Блок-схема алгоритма

Литература

1. Солнечные энергосистемы космических аппаратов. Физическое и математическое моделирование / К.В. Безручко, Н.В. Белан, Д.Г. Белов, С.В. Губин и др.; Под ред. акад. НАН Украины С.Н. Конюхова. –Х.: Гос. аэрокосм. ун-т „Харьк. авиац. ин-т”, 2000. – 515 с.

2. Автономов В.Н. Создание современной техники: Основы теории и практики. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.

2. Кудрин О.И. Солнечные высокотемпературные космические энергетические установки / Под ред. В.П. Белякова. – М.: Машиностроение, 1987. –248 с.

3. Токарев А.Б., Шпаков С.П. Сравнительный анализ структурных систем энергопитания повышенного напряжения для космических аппаратов // Электрооборудование автономных объектов. – М., 1987. – С. 31-35.

Поступила в редакцию 31.05.2008

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. О.Г. Гоман, Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск.