

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Электроэнергия – необходимое средство существования и развития человечества, но ее производство оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую человека среду, так как используются в основном невозобновляемые источники энергии (нефть, газ и уголь). С одной стороны быт и производственная деятельность немислимы без тепло- и электроэнергии, а с другой – человек все большее внимание уделяет экономическому аспекту энергетики и требует экологически чистого производства энергии [3].

Большие надежды в мире возлагаются на альтернативные источники энергии, преимущество которых в их возобновимости и экологической чистоте. Например, лучистая энергия Солнца, поступающая на Землю, – самый мощный источник энергии, которым располагает человечество; поток солнечной энергии на земную поверхность эквивалентен  $1,2 \cdot 10^{14}$  тонн условного топлива [1].

Одна из проблем использования солнечной энергии заключается в том, что наибольшее количество ее поступает летом, а наибольшее потребление энергии происходит зимой. Интенсивность солнечного излучения (СИ) на поверхность Земли зависит от широты и долготы местности, ее географических и климатических особенностей, состояния атмосферы, высоты Солнца над горизонтом, размещения приемника СИ на Земле и по отношению к Солнцу и т. д.

В России поток СИ меняется в пределах от 800 до 1400 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. Продолжительность солнечного сияния в России – в пределах от 1700 до 2000 ч/год, а максимальное значение на Земле – более 3600 ч/год.

Солнечная энергия на Земле используется с помощью солнечных энергетических установок, которые классифицируются: по виду преобразования солнечной энергии в другие виды энергии – теплоту или электричество; по концентрированию энергии – с концентраторами и без концентраторов; по технической сложности – простые (нагрев воды, сушилки, нагревательные печи, опреснители и т. п.) и сложные.

Последние можно подразделить на два подвида. Первый базируется в основном на системе преобразования СИ в тепло, которое далее чаще всего используется в обычных схемах тепловых электростанций. К ним относятся башенные солнечные электростанции, солнечные пруды, солнечные энергетические установки с параболоцилиндрическими концентраторами. Второй подвид базируется на прямом преобразовании солнечного излучения в электроэнергию с помощью солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ) [5].

Солнечные фотоэлектрические установки находят все более широкое распространение и применение как источники энергии для средних и малых автономных потребителей, а иногда и для больших солнечных электростанций, работающих в энергосистемах параллельно с традиционными ТЭС, ГЭС и АЭС. Конструктивно СФЭУ обычно состоит из солнечных батарей в виде плоских прямоугольных поверхностей, преобразующих энергию СИ в электрическую энергию. Электрический ток в фотоэлектрическом генераторе возникает в результате процессов, происходящих в фотоэлементе при попадании на него СИ. Наиболее эффективны фотоэлектрические генераторы, основанные на возбуждении электродвижущей силы на границе между проводником и светочувствительным полупроводником (например, кремнием) или между разнородными проводниками. Наибольшее распространение получили СФЭУ трех видов на основе кремния: монокристаллического, поликристаллического и аморфного. Сегодня исследуются двух- и трехслойные фотоэлементы, позволяющие использовать большую часть солнечного спектра. Для двухслойного фотоэлемента на опытных образцах получен коэффициент полезного действия (КПД) 30 %, а трехслойного – 35–40 % [2].

Рассмотрим использование СФЭУ в условиях Уральского федерального округа (УрФО) на примере фотоэлектрического модуля MSW120/60-12 (двусторонний, пиковая мощность – 120 Вт ± 3Вт (дополнительно 60 Вт – с тыльной стороны – если она освещена), размеры – 1415x695x42 мм, вес – 11,5 кг) [5].

СФЭУ наиболее рационально использовать в весенне-летний период, когда солнечная активность наиболее высока, для южных широт УрФО эффективный период продолжается с марта по сентябрь включительно.

Для обеспечения автономной работы в данный период нескольких люминесцентных или светодиодных ламп, телевизора, холодильника и ноутбука желательно установить несколько солнечных батарей суммарной мощностью около 500 Вт (рис. 1), или при финансовых возможностях – до 1000

Вт. Солнечные батареи обычно устанавливают на южную сторону крыши под углом 30–60 градусов к уровню горизонта (60 градусов обычно делают для всесезонной эксплуатации с учетом более низкого солнца и избегания случаев скопления снега), обеспечив свободную циркуляцию воздуха под ними (для естественного охлаждения достаточно щели 3–5 см). Также понадобятся 4 аккумулятора по 190–220 А/ч (от автомобилей) и преобразователь напряжения (ПН) мощностью от 2 до 4,5 кВт с солнечным контроллером (их можно установить на чердаке).



Рис. 1. Пример установки солнечных батарей общей мощностью 500 Вт

Мощный преобразователь напряжения для солнечных батарей 500 или 1000 Вт необходим, так как, во-первых, энергия накапливается в аккумуляторах и может быть снята с них большими мощностями за более короткое время. Например, солнечные батареи 500 Вт летом в среднем, включая пасмурные дни, будут выдавать указанную мощность в течение 5,5 часов ежедневно. Соответственно, снимать с аккумуляторов можно, примерно, такую же мощность (минус небольшие потери на КПД) за такое же время, или 1 кВт в течение двух с половиной часов, или 2,5 кВт в течение часа, или даже 5 кВт в течение 30 минут. А если снимать 250 Вт, то хватит и на 10 часов. В реальных условиях мощные потребители включаются редко и, в среднем, запасенная в аккумуляторах солнечная энергия перекрывает потребности пользователя (при условии соблюдения вышеуказанных рекомендаций). Но, если пасмурная погода будет длиться более недели (а в пасмурные дни, мощность солнечных батарей падает примерно в три раза), целесообразно иметь в запасе бензо- или дизель генератор.

Во-вторых, избыточная мощность ПН нужна для обеспечения больших пусковых токов насосов, холодильников, кондиционеров, СВЧ-печей и т. п., которые могут в несколько раз превышать их номинальные токи.

Солнечная батарея в весенне-летний период выдает указанную в паспорте мощность в среднем 5,5 часов в день с учетом и пасмурных дней. Для системы с солнечными батареями 500 Вт суточный приход энергии – 2,75 кВт·ч/сутки. С учетом потерь в аккумуляторной батарее (АКБ) (КПД 85 %) и преобразователе напряжения (КПД 90 %), а также потерь энергии на холостом ходу ПН, приход чистой мощности равен 2 кВт·ч/сутки.

Суточный расход небольшого холодильника равен примерно  $W_x = 500$  Вт·ч /сутки; цветного телевизора с диагональю 14 дюймов (90 Вт·ч),  $W_t = 90 \cdot 6 = 540$  Вт·ч/сутки (при условии, что время его работы 6 часов в сутки); двух люминесцентных ламп (по 30 Вт), включенных по 6 часов в сутки,  $W_{\text{л}} = 60 \cdot 6 = 360$  Вт·ч/сутки; ноутбука (50 Вт ч)  $W_n = 50 \cdot 6 = 300$  Вт·ч/сутки. Суммарная потребляемая мощность приборов – 1,7 кВт·ч/сутки.

Таким образом, 5,5 часов электроприборы будут работать от энергии, вырабатываемой солнечной батареей, и в это же время будет заряжаться АКБ, с которого впоследствии можно снимать такое же количество энергии (2,75 кВт). То есть за сутки в распоряжении потребителя будет около 6 кВт электроэнергии (2 кВт энергии, полученной солнечной батареей в период дня с максимальной солнечной активностью, и около 4 кВт энергии, накопленной в АКБ).

Из вышеизложенного можно сделать вывод о возможном снижении (есть возможность снижения) мощности солнечных батарей до 410 Вт, или с солнечными батареями 500 Вт получить возможность подключения и других устройств – насосы, чайники, более мощный холодильник и т. д. Запас по мощности солнечных батарей так же будет полезен при приближении к «пограничному» сезону (сентябрь – ноябрь). Для работы в пасмурные дни (обычно до пяти дней) должно быть установлено соответствующее количество аккумуляторов. Например, для солнечных батарей общей емкостью 500 Вт, необходимы аккумуляторы суммарной емкостью 800 А/ч. Заряжать такое количество аккумуляторов от сети позволит не каждый ПН (только мощностью от 3 кВт), а вот заряжать их от солнечных батарей позволит любой солнечный контроллер ПН. Важно только соблюсти максимальный ток заряда, обеспечиваемый стандартным контроллером (30 А) в соответствии с мощностью солнечных батарей.

При выборе величины постоянного напряжения системы, вырабатывающей электрическую энергию, необходимо учесть, что системы, производящие и потребляющие менее 1000–1500 Вт·ч в день, лучше всего сочетаются с напряжением в 12 В; производящие 1500–3000 Вт·ч в день, обычно используют напряжение 24 В; более 3000 Вт·ч в день – 48 В. Напряжение в системе влияет на параметры инвертора, средств управления, зарядного устройства и электропроводки. Некоторые компоненты системы, например, фотомодули, можно переключить с 12 В на более высокое напряжение, другие – инвертор, проводка и средства контроля – предназначены для определенного напряжения и могут работать только в его рамках.

Важный элемент системы – аккумулятор, накапливающий энергию, выработанную солнечным модулем. В качестве компонента домашней солнечной энергетической установки аккумулятор покрывает пиковую нагрузку, которую не могут покрыть сами фотоэлектрические модули (резервный запас), дает энергию в ночное время (кратковременное хранение), компенсирует периоды плохой погоды или слишком высокого энергопотребления (среднесрочное хранение).

Если для большой фотоэлектрической системы емкости одного аккумулятора недостаточно, то можно подключить параллельно несколько аккумуляторов, соединив все положительные и все отрицательные полюса между собой. Для хорошей вентиляции не стоит накрывать аккумуляторы и прятать в ящики.

Аккумулятор прослужит весь заявленный срок только при использовании вместе с качественным контроллером заряда, защищающим батарею от чрезмерной зарядки и глубокой разрядки. Если батарея полностью заряжена, регулятор снижает уровень тока, вырабатываемого солнечным модулем до величины, компенсирующей саморазряд. И наоборот, регулятор прерывает поставку энергии на потребляющие приборы, когда аккумулятор разряжается до критического уровня. Таким образом, внезапное прекращение энергоснабжения может быть вызвано не поломкой в системе, а результатом действия данного защитного механизма.

Инверторы превращают постоянный ток низкого напряжения в стандартный переменный (220 В, 50 Гц) и бывают мощностью от 250 Вт до 8000 Вт и выше. Инверторы мощностью 3000 Вт и выше способны работать в параллельном подключении, увеличивая общую выходную мощность, также их можно объединять для построения трехфазной сети [4].

Очевидные преимущества солнечных батарей: длительный срок службы (25 лет и более); независимость от технических неполадок энергопоставляющей организации; крайне низкая вероятность выхода солнечной батареи из строя; отсутствие необходимости в постоянном обслуживании; бесплатность самой энергии (но, лишь после того как система окупилась).

Как источник энергии солнечные батареи имеют следующие недостатки: высокая стоимость и, как следствие, длительный срок окупаемости; зависимость от погодных условий (эффективность работы в зимнее время уменьшается); низкий КПД по сравнению с традиционными источниками энергии

(14 %); невозможность использования для приборов, потребляющих большую мощность; применение солнечных батарей требует установки дополнительного оборудования и наличия помещения для установки аккумуляторов.

Для расчета стоимости проекта можно использовать средние по России цены (солнечная панель 250 Вт (2 шт.) – 45 тыс. руб.; контроллер заряда – 1,5 тыс. руб.; инвертор (500 Вт) – 1 тыс. руб.; аккумуляторы (12В, 200Ач – 2 шт.) – 15 тыс. руб.; электрические провода ( $S=3,2 \text{ мм}^2$ , длина 50 м) – 500 руб.) [6].

Стоимость оборудования и его установки – около 60–63 тыс. руб., а одного кВт энергии – 2,6 руб. При использовании электроэнергии от солнечной батареи в течение 6 часов днем и накопленной в АКБ в остальное время суток проект окупится за 12 лет, при сроке службы солнечных батарей 25 лет и более.

Таким образом, один из способов решения проблемы сохранения ископаемых ресурсов – использование альтернативных источников получения энергии; в условиях УрФО возможно использование экологически чистых технологий производства электроэнергии при помощи солнечных фотоэлектрических модулей для производственных и жилых объектов в течение всего года.

### *Литература*

1. *Быстрицкий Г.Ф.* Основы энергетики. М.: КНОРУС – 2012. – 352 с.
2. *Байерс Т.* 20 конструкций с солнечными элементами. – М. : Мир, 1988. – 197 с.
3. *Данилов Н.И., Щелоков Я.М.* Основы энергосбережения : учеб. / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под общ. ред. Н.И. Данилова. – Екатеринбург : Издательский дом «Автограф», 2009. – 528 с.

4. *Жарковский Б.И.* Приборы автоматического контроля и регулирования (устройство и ремонт) : учеб. для ПТУ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989. – 336 с.

5. Электронный ресурс: <http://www.radio-sib.ru/?tov=125> (дата обращения 20.02.2013).

6. Электронный ресурс: <http://www.solbat.ru> (дата обращения 28.02.2013).

*Лемн Ю.Д., Казанцева О.Е., Теленова Т.П.  
ФГАОУ ВПО «Российский государственный  
профессионально-педагогический университет», Екатеринбург*

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КООРДИНАТНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

С развитием и внедрением в процесс производства систем автоматизированного проектирования становятся актуальными вопросы их применения при измерении и контроле различных объектов производственной деятельности. Особенно это важно для отделов метрологии, сертификации и лицензирования предприятий.

На предприятиях метрологическая служба может быть оснащена высокоточной координатно-измерительной машиной (КИМ). На сегодняшний день существуют координатно-измерительные машины различных типов, которые реализуют методы измерений, в зависимости от используемого программного обеспечения [1, 2]. Поэтому выбор координатных измерительных систем является неотъемлемой частью технологии производства и должен прорабатываться на этапах проектирования и разработки технологических процессов с привлечением специалистов по координатным измерениям.

В современных координатно-измерительных машинах имеется возможность полностью автоматизировать как процесс измерения координат отдельных точек, так и процесс обработки результатов этих измерений. КИМ вполне можно отнести к средствам автоматизации контроля размеров. Основное назначение КИМ – измерение отклонений расположения поверхностей, хотя на них можно измерять практически все нормируемые в машиностроении геометрические параметры (кроме шероховатости).