

воды один из возможных интересных вариантов для нагрева воды в системах горячего водоснабжения зданий.

*Библиографический список*

1. Васильев Г.П. Эффективность и перспектива использования тепловых насосов в городском хозяйстве Москвы // Энергосбережение. 2007. № 8.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

*Головин А.А., Куликова Е.А.*

*Уральский государственный университет путей сообщения  
algolovin1993@mail.ru, kulikova.elena@mail.ru*

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.

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.

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).

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 %.

Рассмотрим использование СФЭУ в условиях Уральского федерального округа (УрФО) на примере фотоэлектрического модуля MSW120/60-12 (двусторонний, пиковая мощность – 120 Вт ± 3 Вт (дополнительно 60 Вт – с тыльной стороны – если она освещена), размеры – 1415х695х42 мм, вес – 11,5 кг).

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, или при финансовых возможностях – до 1000 Вт. Солнечные батареи обычно устанавливаются 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).

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 ми-

нут. 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/сут. 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/сут.

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

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 также 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 соблюдать максимальный ток заряда, обеспечиваемый стандартным контроллером (30 А) в соответствии с мощностью солнечных батарей.