

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КАЗАНИ

ВОРКУНОВ О.В., ГАЛИЕВ А.А

Казанский государственный энергетический университет

В статье рассматриваются возможности практического применения солнечных электроэнергетических систем в городе Казани. Приведены результаты исследований суммарной величины электроэнергии, полученной поликристаллической панелью с учетом и без учета положения Солнца. Приведена методика и результаты расчета оптимального угла ориентирования солнечных панелей относительно земли, перпендикулярного углу падения солнечных лучей.

Ключевые слова: солнечная электроэнергетика, оптимальный угол ориентирования, солнечная панель.

В настоящее время в мировой энергетике все больше внимания уделяется преобразованию солнечного света в электричество с помощью фотоэлектрических установок. Особенно это актуально для бытовых нужд в сельских и горных местностях, где не требуются большие мощности электрической энергии, а электрификация затруднена по техническим соображениям. Для городского масштаба использование солнечной энергии может осуществляться в качестве симбиоза, а в некоторых случаях – и разумной альтернативы существующей системе электроснабжения.

В Республике Татарстан (РТ), в силу регионально-климатических особенностей, невозможен полный переход на использование возобновляемых источников электрической энергии, однако локальное использование солнечной энергии представляет существенный интерес.

Известно, что количество полученной электрической энергии напрямую зависит от инсоляции, поступающей от Солнца. Инсоляция значительно изменяется при переходе от одной точки земной поверхности к другой. Согласно статистическим данным суммарное дневное значение инсоляции на горизонтально расположенную солнечную панель в г. Казани в течение года может изменяться от 8 до 163,8 кВт*ч/м² [1].

Впрочем доказано, что горизонтальное размещение солнечных панелей, также как и вертикальное, на всей территории России неэффективно и абсолютно неоправданно. Помимо большого снижения выработки энергии в осенне-зимний период, на горизонтальных панелях интенсивно накапливается пыль, а зимой ещё и снег, и удалить их оттуда можно только с помощью специализированной чистки.

Наибольшую эффективность работы солнечных панелей можно получить путем их правильной ориентации и выбора оптимального угла наклона [2]. Последний параметр еще оказывает сильное влияние на коэффициент отражения и, как следствие этого, на долю не воспринятой солнечной энергии (например, при угле падения 70° отражается около 20% излучения). Чтобы поглощать максимальное количество солнечной энергии, плоскость солнечной панели должна всегда быть перпендикулярна солнечным лучам. Однако солнце светит на Земную поверхность, в зависимости от времени года и суток, под различным углом. Для оценки оптимального ориентирования необходимо учитывать вращение Земли вокруг Солнца и вокруг своей

оси, а также изменение расстояния от Солнца, которые в каждом регионе имеют свои значения.

Согласно экспериментальным исследованиям суммарная (прямая и рассеянная) величина полученной поликристаллической панелью электроэнергии с учетом и без учета положения Солнца в г. Казани показана на рис.1 [3]. По оси у представлены полученные экспериментальным путем данные, переведенные, для удобства последующей оценки, например для расчета количества электроэнергии, которую можно получить с помощью солнечной панели другого размера, в формат кВт*ч/м².

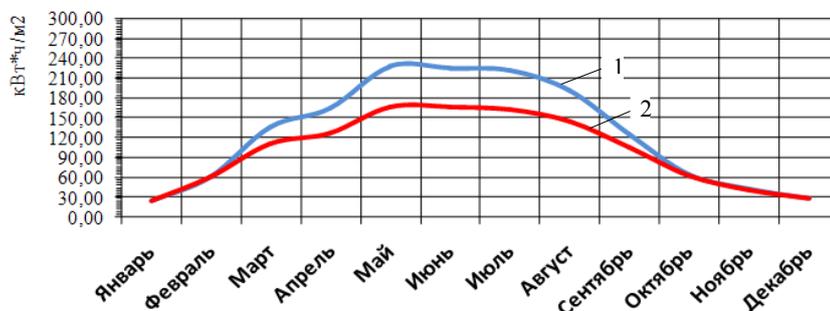


Рис. 1. Восприятие солнечной энергии панелями различной ориентации в г. Казань:
1 – синяя линия – солнечная панель расположена под углом 55° относительно горизонта,
2 – красная линия – солнечная панель расположена под углом 40° относительно горизонта

Из графика следует, что в течение календарного года наибольшая эффективность использования солнечных панелей достигается при отслеживании положения Солнца при перемещении солнечной панели параллельно земной оси (вокруг полярной оси) – 1– синяя линия на графике (солнечная панель находилась под углом 55° относительно горизонта). Значение угла наклона было выбрано равным географической широте г. Казани. Несколько меньше электроэнергии удалось получить с помощью неподвижной панели, наклоненной на юг под углом 40° относительно горизонта (2 – красная линия). Угла наклона был выбран в соответствии с рекомендацией изготовителя. В течение нескольких месяцев – в начале и конце года – значение полученной электроэнергии солнечными панелями одинаково, поскольку время эффективного восприятия солнечного излучения в эти периоды менее 8 часов.

В настоящее время для повышения эффективности работы солнечных батарей применяют двухосевые трекерные системы, которые позволяют получать электроэнергии на 25 % больше [4]. В основе работы таких систем лежит фотоэлектрический модуль, позволяющий автоматически отслеживать положение Солнца и ориентировать рабочую поверхность солнечной батареи под углом 90° к солнечным лучам. Кроме того, такая система предусматривает поворот панели вслед за перемещением Солнца. Главным преимуществом таких систем является автоматическая подстройка под любой регион. Однако, несмотря на явный экономический эффект, повсеместное внедрение таких систем достаточно дорого.

Хорошей альтернативой использования систем с фотоэлектрическим модулем является использование систем, изменяющих положение и угол ориентации солнечных панелей в соответствии с заранее определенным алгоритмом, учитывающим положение солнца в разное время года. Главным преимуществом таких систем является их низкая стоимость по сравнению с рассмотренными, а недостатком – необходимость точной подстройки под определенный регион.

Оптимальный угол ориентирования солнечных панелей относительно земли, перпендикулярный углу падения солнечных лучей, для любого региона можно вычислить по формуле

$$\cos i = \cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi,$$

где φ – широта места установки; ω – часовой угол; δ – угол солнечного склонения; α – азимут; i – угол ориентирования солнечной панели относительно земли [5].

Результаты расчетов для г. Казани с учетом положения Солнца в графическом представлении показаны на рис. 2. Результаты математических расчетов показывают, что для г. Казани оптимальный угол наклона солнечной панели в течение года должен изменяться от 78° до 33° относительно горизонта.

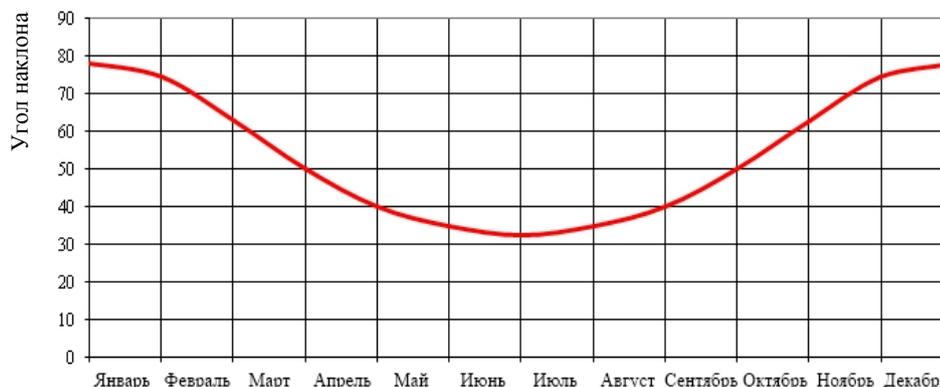


Рис. 2. Оптимальный угол наклона солнечных панелей в г. Казань в зависимости от времени года

Проведенные исследования показывают, что суммарная (прямая и рассеянная) величина полученной электроэнергии с учетом положения Солнца в г. Казани может достигать, в зависимости от времени года, от 29 до 230 кВт*ч/м². Для повышения эффективности использования солнечной энергии необходимо внедрять системы, позволяющие изменять положение и угол ориентации солнечных панелей в соответствии с заранее определенным алгоритмом, учитывающим положение солнца в разное время года. Использование таких систем, хоть и требует настройки для каждого региона, но экономически более оправдано по сравнению с системами с фотоэлектрическим модулем. Результаты расчета показывают целесообразность внедрения подобных систем в качестве симбиоза, а в некоторых случаях – и разумной альтернативы существующей системы электроснабжения.

Summary

The article considers the possibility of practical application of solar electric power systems in the city of Kazan. Results of researches of total quantity of the received electric power polycrystalline panel with and without taking into account the position of the Sun. The methodology and results of calculation of optimum angle of orientation of solar panels in relation to the earth, perpendicular angle of incidence of sunlight.

Keywords: solar power, the optimum angle of orientation, solar panel.

Литература

1. <http://www.solarserver.com>
2. <http://www.solarfreaks.com>

© Проблемы энергетики, 2015, № 1-2

3. <http://res-nsk.ru/>

4. <http://www.simifer.com>

5. Акулинин А., Смыков В. Оценка возможностей солнечной энергетики на основе точных наземных измерений солнечной радиации // Проблемы региональной энергетики. 2008. №1. С. 29-39.

Поступила в редакцию

30 сентября 2014 г.

Воркунов Олег Владимирович – доцент кафедры «Электроэнергетические системы и сети» (ЭСиС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). Тел: 8(927)4058351. E-mail: vorcunov_oleg@mail.ru.

Галиев Азамат Алмазович – студент кафедры «Электроэнергетические системы и сети» (ЭСиС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). Тел: 8(904)6716096. E-mail: stark-k@mail.ru.