



Рис. 4

В результате осуществления легкого и аналитического метода разработанной программы работы, связанной с проектированием ветряных электростанций, предлагаются методы расчета и анализа. Проведенные расчеты показывают, что эту программу можно широко использовать при разработке ветроэлектрической станции. Данные, полученные в результате расчетов программы, могут быть использованы для оценки ресурсов ветроэнергетики в регионе и для определения места расположения ветряных электростанций, а также для создания системы цифровой базы данных ветроэнергетических ресурсов нашей страны.

Л и т е р а т у р а

1. Концепция развития системы цифрового образования Туркменистана. – Ашхабад, 2017.
2. Концепция освоения региона Туркменского озера «Алтын асыр» на 2019–2025 годы. – Ашхабад, 2019.
3. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности / В. М. Каргиев [и др.]. – М., 2001.
4. Мартин, Р. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C# / Роберт Мартин, Мика Мартин. – СПб.–М., 2011.

УДК 621.311.243

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

Я. Якубов, Х. Тахыров, А. Дурдыев

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Представлен расчет использования солнечных коллекторов в системе горячего водоснабжения для обеспечения необходимого количества потребления семьи, состоящей из пяти человек.

Использование возобновляемых источников энергии – прекрасная возможность для всех секторов национальной экономики, включая обеспечение электроэнергией и теплом жилья, а также широкое использование повседневных бытовых услуг населением. Следует отметить, что использование солнечной энергии, одновременно

обеспечивая бесперебойную подачу электроэнергии и тепла в населенные пункты и другие небольшие домохозяйства, расположенные за пределами центральной системы электроснабжения, является экономически целесообразным и экологически безопасным.

В нашей солнечной стране средняя продолжительность солнечных дней составляет 2950–3100 ч, что эквивалентно 1,4 млрд т обычного топлива с потенциалом использования солнечной энергии [1]. С экономической и экологической точек зрения наиболее подходящим источником энергии можно считать солнечную радиацию. Получение горячей воды с помощью солнечной энергии – это экономически выгодная и экологически чистая система горячего водоснабжения. Использование одного солнечного коллектора в этой системе горячего водоснабжения, например, предотвращает выброс примерно 1–2 т углекислого газа в окружающую среду в течение года. По сравнению с фотоэлектрическими солнечными электростанциями (КПД – 16–18 %) КПД тепловых солнечных систем может достигать 50–90 % [2].

В период процветания нашего суверенного государства, наряду со всеми системами нашей страны, научный, образовательный и энергетический сектора также делают большие успехи. Эти разработки ведутся на основе специально принятых Государственных программ. Использование возобновляемых источников энергии в отраслях экономики Туркменистана, внедрение инновационных технологий, проведение значительной работы по использованию современных видов энергосберегающего оборудования и материалов в социальной сфере утверждены постановлением Президента Туркменистана от 21 февраля 2018 г. № 674 «Государственная программа по энергосбережению на 2018–2024 годы», а также постановлением Президента Туркменистана от 4 декабря 2020 г. № 2007 «Национальная стратегия по развитию возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 года».

Чтобы выполнить технико-экономическое обоснование использования солнечных коллекторов в системе горячего водоснабжения, мы выполняем расчет на необходимое количество нормальных жизненных целей. Среднее количество радиации в день для города Мары со средней общей площадью поверхности 1 м^2 показано на рис. 1.

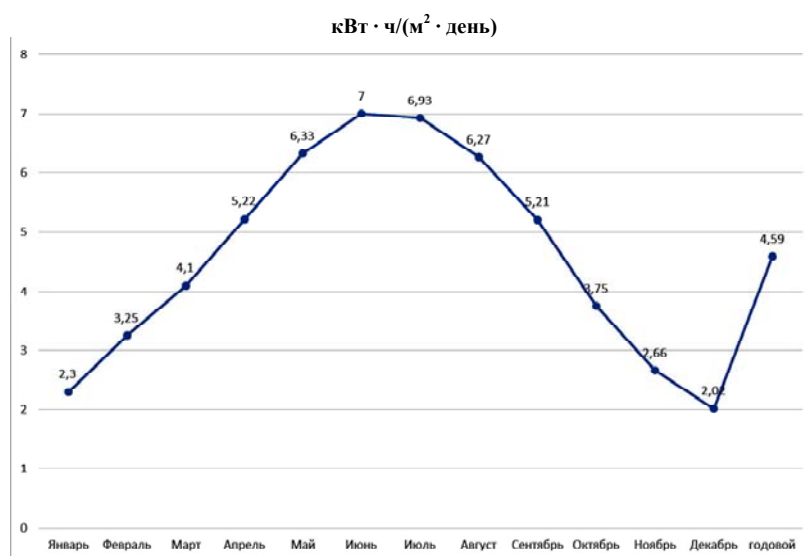


Рис. 1

Если предположить, что в семье проживает в среднем пять человек, то один человек в день потребляет в среднем 50–60 л теплой воды температурой 60 °С. Таким образом, в течение суток на семью расходуется 250–300 л. Выполняем расчет для 300 л в расчете [4]. Количество тепла, необходимое для нагрева 300 л воды в водонагревателе, можно определить с помощью следующего выражения [4]:

$$Q = GC_{уд}(t_{вых} - t_{вх}),$$

где Q – количество необходимого тепла, т · ч; G – необходимое количество горячей воды, $V_6 = 0,3$ м³/день; $C_{уд}$ – удельная теплоемкость воды, $C_{уд} = 1,161$ кВт/кг · °С [2];

$$Q = 0,3 \cdot 1,161 \cdot (60 - 10) = 17,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/день}.$$

Чтобы исследовать возможность нагрева необходимой горячей воды с помощью солнечного коллектора, сначала выберем плоский солнечный коллектор типа Logasol SKN4.0 и его паспортные данные: полезная площадь солнечного коллектора – $F_1 = 2,25$ м²; коэффициент оптической полезности солнечного коллектора – $\eta_0 = 0,77$ [6].

Коэффициент полезности солнечного коллектора можно определить по следующему выражению [7]:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \Delta T}{E},$$

где η – коэффициент вычислительной полезности солнечного коллектора; η_0 – коэффициент оптической полезности солнечного коллектора; k_1 – коэффициент, зависящий от теплоудерживающей характеристики коллектора, равный 3,216; ΔT – разница температур на входе и выходе коллектора; E – интенсивность солнечного света, Вт/м².

$$\eta = 77 - \frac{3,216 \cdot 50}{7000} = 76,9.$$

Определяем необходимую площадь солнечного коллектора:

$$F_{сум} = \frac{Q}{q\eta},$$

где q – среднесуточное значение интенсивности солнечной радиации, кВт · ч/(м² · день) [2];

$$F_{сум} = \frac{Q}{q\eta} = \frac{17,4}{7 \cdot 0,769} = 3,2 \text{ м}^2.$$

Необходимое количество солнечных коллекторов:

$$n = \frac{F_{сум}}{F_1} = \frac{3,2}{2,25} = 1,4 \text{ округляем до } 2.$$

Количество тепла, выделяемого солнечным коллектором, определяется следующим выражением:

$$Q = qF_{\text{сум}} \eta,$$

где $F_{\text{сум}}$ – полезная площадь, занимаемая солнечными коллекторами по мере необходимости, м^2 .

В первом случае, если мы хотим установить два коллектора, то полезная площадь двух коллекторов составит $4,5 \text{ м}^2$. В целях защиты солнечных коллекторов от перегрева мы рассчитываем их по максимальному значению интенсивности солнечного света летом в течение месяца, а в Туркменистане в нашей стране [2] оно равно $7 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в июле. Таким образом, количество произведенного тепла при двухдневной установке коллектора в июле:

$$Q_2 = 7 \cdot 4,5 \cdot 0,769 = 24,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{день} \quad (L_2 = 417 \text{ л}/\text{день}).$$

В случае установки солнечного коллектора в июле:

$$Q_1 = 7 \cdot 2,25 \cdot 0,769 = 12,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{день} \quad (L_1 = 208,5 \text{ л}/\text{день}).$$

Теперь проведем расчет для наименьшего значения интенсивности солнечного света, т. е. в зимний период. Самое низкое значение солнечной интенсивности в Туркменистане составляет $2,02 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в декабре [2].

Таким образом, количество тепла, произведенного в случае двух солнечных коллекторов в декабре:

– коэффициент полезного действия солнечного коллектора в декабре:

$$\eta = 77 - \frac{3,216 \cdot 69,4}{2020} = 76,9;$$

– количество тепла, которое будет произведено при установке двух солнечных коллекторов в декабре:

$$Q_2 = 2,02 \cdot 4,5 \cdot 0,769 = 7 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{день} \quad (L_2 = 120 \text{ л}/\text{день});$$

– количество тепла, которое будет произведено в случае установки одного солнечного коллектора в декабре:

$$Q_1 = 2,02 \cdot 2,25 \cdot 0,769 = 3,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{день} \quad (L_1 = 60 \text{ л}/\text{день}).$$

Как видно из расчетов, два солнечных коллектора в июле обеспечивают избыточное количество горячей воды в июле. В этом случае потребитель может использовать чрезмерное количество горячей воды для любых нужд или без использования одного коллектора.

Но зимой в декабре два коллектора не могут обеспечить необходимое количество горячей воды.

Бак-аккумулятор тепла – это теплоизолированная емкость, предназначенная для накопления и аккумуляции тепла в горячей воде. То есть, если учесть, что семья может обеспечить себя необходимой ей горячей водой, то ее объем должен быть не менее 420 л. Чтобы получить необходимую для зимы температуру, мы должны подавать воду к водонагревателю (трубам) по трубам от бака, где установленный

водонагреватель поможет нам получить нужную нам температуру. На приведенной выше схеме (рис. 2) показана последовательность подключения повторного нагрева, которая позволяет использовать любой вид топлива в случае, если необходимое тепло не достигается за счет солнечной энергии.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Солнечный коллектор с полезной площадью 4,5 (2,25) м² летом будет производить 417 (208) л горячей воды в день при температуре 60 °С в июле, что составляет 5,3 (2,65) кг, что сэкономит 6,8 (3,4) м³ природного газа в сутки и таким образом 24,09 (12,05) кВт · ч электроэнергии в день.

2. Солнечный коллектор с полезной площадью 4,5 (2,25) м² зимой будет производить 120 (60) л горячей воды в сутки при температуре 60 °С в декабре, что составляет 1,54 (0,77) кг, что сэкономит 1,97 (0,98) м³ природного газа в сутки и таким образом 7 (3,5) кВт · ч электроэнергии в день.

3. Предлагается система горячего водоснабжения на основе солнечного коллектора.

Литература

1. Государственная программа по энергосбережению на 2018–2024 годы. – Ашхабат, 2018.
2. Национальная стратегия по развитию возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 года. – Ашхабат, 2020.
3. Джумаев, А. Основы энергосбережения / А. Джумаев, Х. Солтанов. – Ашхабат : Наука, 2018.
4. ВСН52-86. Ведомственные строительные нормы. Установки солнечного горячего водоснабжения, нормы проектирования. – М., 1988.
5. Расчет системы теплоснабжения с использованием солнечных тепловых коллекторов : метод. указания к выполнению расчет.-граф. работы для студентов всех форм обучения специальности «Энергетические установки, электростанции на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии». – Екатеринбург, 2015.
6. Каталог отопительной системы 2019 г. – Режим доступа: www.buderus.ru.
7. Расчет отопления для теплицы. – Режим доступа: www.fermersha.ru.

УДК 621.314.21

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Т. К. Жабборов, И. К. Исмоилов

Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан

Проведен анализ научных публикаций, посвященных проблеме повышения надежности работы силовых высоковольтных трансформаторов при комплексном подходе к оценке их надежности. Проведен анализ проблем эксплуатации существующего парка силовых высоковольтных трансформаторов. Анализируются существующие нормативные материалы по оценке технического состояния трансформаторов, факторы, приводящие к повреждениям и выходу из строя силовых трансформаторов в процессе их эксплуатации. Развитие методов контроля технического состояния силовых высоковольтных трансформаторов, а также определение границ критериев для принятия решений по дальнейшей их эксплуатации имеет важное значение по повышению надежности работы парка силовых трансформаторов, эксплуатируемых на электростанциях и подстанциях электрических сетей Узбекистана. Обосновывается необходимость проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований с разработкой соответствующих методов и критериев для Республики Узбекистан, опираясь на лучший зарубежный опыт.