

**Применение солнечных систем горячего водоснабжения в условиях Беларуси**

Кривошеев Ю. К., Червинский В. Л

Белорусский национальный технический университет

Как известно [1], солнечное теплоснабжение, т.е. использование солнечной энергии для горячего водоснабжения и отопления в жилищно-коммунальной и производственной сферах получило в мировой практике наибольшее распространение по сравнению с другими направлениями применения этого энергоисточника. Для оценки эффективности солнечного теплоснабжения в том или ином пункте или регионе недостаточно только климатической информации, но необходимо иметь количественные данные, характеризующие эффективность применения солнечных энергоустановок. Под установками солнечного теплоснабжения подразумеваются наиболее распространенные установки и системы, основанные на использовании плоских солнечных коллекторов, в которых осуществляется нагрев теплоносителя. Такие системы называются активными в отличие от пассивных систем, в которых поглощение и аккумулирование солнечной энергии осуществляется непосредственно элементами строительных конструкций зданий. Режимы работы активных энергоустановок могут быть следующими:

участие в покрытии нагрузки отопления и горячего водоснабжения (режим круглогодичного горячего водоснабжения);

участие в покрытии нагрузки только горячего водоснабжения в течение всего года (режим круглогодичного горячего водоснабжения);

участие в покрытии нагрузки только горячего водоснабжения и только в неотапительный период (режим сезонного горячего водоснабжения).

Первые два режима требуют исполнения установки по двухконтурной схеме, когда в первом (коллекторном) контуре теплоносителем является незамерзающая жидкость, а тепло к потребителю отводится через теплообменник. Установки, работающие по третьему режиму, могут быть одноконтурными с заполнением водой.

Методы расчета активных систем позволяют на основе использования климатической информации и с учетом характеристик используемого оборудования определять их основные параметры - коэффициент замещения нагрузки (доля солнечной энергии в покрытии нагрузки)  $f$  за некоторый рассматриваемый период времени (месяц, сезон, год), полезная производительность установки  $Q$  за этот период, площадь солнечных коллекторов в установке  $F$ . При фиксированной площади коллекторов  $F$  величины  $f$  и  $Q$  связаны очевидным соотношением  $Q = fL$ , где  $L$  - тепловая нагрузка за рассматриваемый период.

Авторами проведена работа по расчетному определению указанных основных характеристик солнечных установок горячего водоснабжения в различных регионах Беларуси с целью выявления эффективности использования таких установок. Для этого было выделено 3 расчетных пункта: Витебск, Минск, Гомель (север, центр, юг), по которым имелась необходимая климатическая информация, а именно средние за месяц значения суммарной и рассеяной радиации на горизонтальную поверхность и среднемесячная температура воздуха. Результаты расчета прихода суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора (МДж/м<sup>2</sup>день) представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Приход солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора для различных климатических зон РБ

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Витебск	13,89	17,27	19,24	18,29	15,52	11,92
Минск	14,19	17,88	19,57	18,55	15,97	12,64
Гомель	14,76	17,95	19,55	19,05	17,20	13,71

Для дальнейшего расчета был использован так называемый  $f$  - метод [2]. Он состоит в том, что вначале определяется расход теплоты на горячее водоснабжение в данном конкретном месяце  $Q$ . Сезонная доля солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки (или степень замещения топлива) равна:

$$f_{\text{сез}} = \sum f Q_{\text{сез}} / \sum Q_{\text{сез}}$$

Коэффициент замещения  $f$  эмпирически можно связать с двумя безразмерными комплексами:

$$X = F K (T_A - \overline{T_B}) \Delta t / Q, \quad Y = F \eta_0 \overline{E} n_d / Q,$$

где  $\Delta t$  - число секунд в месяце;  $T_A$  - базисная температура, принятая равной 100°C;  $T_B$  - среднемесячная температура наружного воздуха, °C;  $\overline{E}$  - среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора, Дж/(м<sup>2</sup>день),  $F$  - площадь коллектора, м<sup>2</sup>,  $K$  - суммарный коэффициент тепловых потерь, Вт/(м<sup>2</sup>К),  $\eta_0$  - эффективный оптический КПД коллектора.

Безразмерные комплексы  $X$  и  $Y$  имеют определенный физический смысл:  $Y$  можно трактовать как отношение количества энергии, поглощаемой пластиной коллектора в течение месяца, к полной тепловой нагрузке;  $X$  — отношение месячных тепловых потерь коллектора при базисной температуре к полной месячной тепловой нагрузке.

Зависимость между  $X$ ,  $Y$  и  $f$  можно аппроксимировать следующим уравнением:

$$f = 1,029 Y - 0,065 X - 0,245 Y^2 + 0,0018 X^2 + 0,0215 Y^3,$$

где  $0 < Y < 3$  и  $0 < X < 18$ .

Результаты расчета были проведены для простейшего коллектора с однослойным остеклением ( $K=8$  Вт/(м<sup>2</sup>К),  $\eta_0=0,85$ ) при ежедневном расходе 90 литров на человека горячей воды температурой 55 °C. Установлено, что в условиях г. Гомеля (юг Беларуси) при площади коллектора 1 м<sup>2</sup>, приходящейся на одного человека, будет достигнут коэффициент замещения  $f=0,5$ . В других же регионах РБ этот коэффициент меньше на незначительную величину.

### Литература

1. Системы солнечного тепло- и холодоснабжения // под ред. Э. В. Сарницкого и С. А. Чистовича. – М.: Стройиздат, 1990.
2. Бекман У. Расчет систем солнечного теплоснабжения / У. Бекман, С. Клейн, Дж. Даффи. – М.: Энергоиздат, 1982.