

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОУСТАНОВОК В ЦЕЛЯХ ЭКОНОМИИ ТРАДИЦИОННЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

В работе рассматриваются особенности использования гелиосистем круглогодичного действия для теплоснабжения. При этом учитывалась применения дублирующего источника энергии. Выявлена необходимость установления нормативной температуры горячей воды в баке-аккумуляторе при использовании гелиоустановок. Уточнены уравнения замещения углеводородных топлив в традиционных источниках энергии солнечной. Получены фактические значения экономии углеводородного топлива и условного топлива с 1 м² гелиоустановки для горячего водоснабжения с учетом эффективности дублирующего источника.

Ключевые слова: гелиоустановки, теплоснабжения, источник энергии, температура, горячая вода, аккумулятор.

THE USE OF SOLAR POWER PLANTS IN ORDER TO SAVE CONVENTIONAL ENERGY RESOURCES

The paper discusses the features of the use of solar systems for year-round heating. This took into account the application of the backup power source. The necessity of establishing regulatory hot water temperature in the storage tank when using solar installations. Equation refined hydrocarbon fuels substitution in conventional solar energy sources. Get the actual value of saving fossil fuels and conventional fuel 1 m² solar thermal system for hot water supply, taking into account the efficiency of backup power.

Keywords: solar, heat supply, power source, temperature, hot water, battery.

Ежегодно в Республике на цели отопления и горячего водоснабжения вырабатывается более 2,5 млн. Гкал тепловой энергии в том числе, в системе ОАО «Электрические станции» (тепловые станции в г. Ош и г. Бишкеке, а также котельные в г. Караколе и г. Кызыл-Кия) – более 60% общем объеме выработки [1].

На производство тепловой энергии всеми теплогенерирующими источниками ежегодно расходуется порядка 600 тыс. тонн топлива (в условном исчислении), в том числе природного газа – 53%, угля - 29%, топочного мазута – 18 %.

Такая структура топливопотребления, где около 80% составляет импортируемое топливо, по ценам близким к мировым, является высокочрезвычайно и экономически неоправданной для Республики. Затраты на оплату импортируемого топлива оцениваются более, чем в 1 млрд. сом [1].

В настоящее время централизованное теплоснабжение существует только в 4 городах Республики, в том числе, по г. Бишкек – 85% жилого фонда, по г. Ош – 25-40%, по г. Кызыл-Кия - 60 и по г. Каракол - 26%. Большинство жителей удалены от магистральных энергетических сетей, поэтому тепло- и горячее водоснабжение осуществляется в основном твердым топливом, т.е. в настоящее время, в основном, используются традиционные топливно-энергетические ресурсы, несмотря на то, что среднегодовой потенциал солнечной энергии в Кыргызстане (0,7-0,9 кВт/м²) достаточно высок и способствует эффективному использованию автономных гелиосистем.

Можно предположить, что в условиях климата Кыргызстана гелиосистемы для горячего водоснабжения (ГВС) могут работать круглогодично, но с переменной эффективностью.

Рассмотрим особенности использования гелиосистем круглогодичного действия как на основе плоских, так и на основе солнечных коллекторов (СК) емкостного типа для ГВС, на примере южного региона.

На рис. 1 представлена типовая структурная схема солнечной установки для теплоснабжения частных домов.

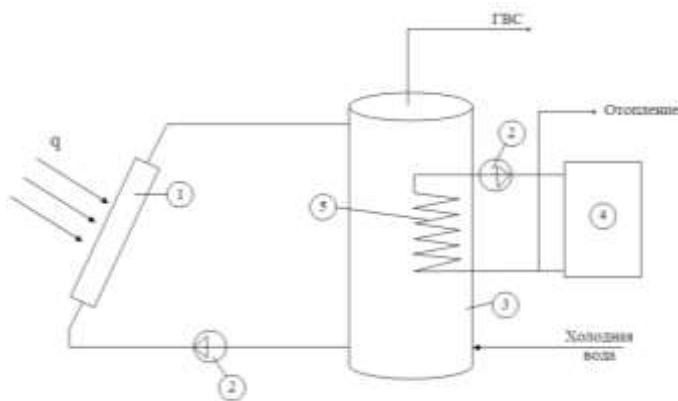


Рис. 1. Типовая схема теплоснабжения гелиоустановки круглогодичного действия частного дома:

1 – солнечный коллектор (плоский либо емкостный); 2 – циркуляционный насос; 3 – бак-аккумулятор; 4 – дополнительный источник энергии; 5 – теплообменник дополнительного источника.

кг/сут.; k – коэффициент теплопередачи теплообменной поверхности Вт/(м²·К); F – площадь теплопередающей поверхности теплообменника, м²; Δt – среднелогарифмическая разность температур между теплоносителем и нагреваемой водой, °С.

Коэффициент полезного действия солнечного коллектора определяется:

$$\eta_k = F' \left[(\alpha\beta) - \frac{\tau U_L (t_f - t_a)}{\sum_{i=1}^{\tau} q_i} \right], \quad (3)$$

где F' – конструктивная эффективность СК; α – коэффициент поглощения абсорбером солнечного излучения; β – оптический коэффициент прозрачной изоляции; U_L – коэффициент потерь СК в окружающую среду, Вт/м²·К; $t_f = 0,5(t_n + t_k)$, где t_n , t_k – соответственно начальная и конечная температура теплоносителя, °С; t_a – расчетная температура воздуха в период работы СК [3].

Согласно требованию температура воды должна составлять в баке-аккумуляторе 55-60 °С. Как известно это требование исходило из условия централизованного обеспечения горячей водой. При использовании гелиоустановки выбор указанной температуры в баке-аккумуляторе требует поддержания температуры на входе не ниже 25 °С, а на выходе 60 °С при подаче расчетной холодной воды в бак-аккумулятор 20 °С, т. е. $\Delta t = 35$ °С.

На наш взгляд, применительно к гелиоустановкам, оборудование которых располагается непосредственно в здании, температура в баке-аккумуляторе является завышенной. Как известно, комфортная температура для мытья тела под душем является

Количество передаваемой полезной теплоты в бак-аккумулятор можно описать уравнением теплового баланса и теплопередачи.

Уравнение теплового баланса [2]:

$$Q_i = 3,6 \cdot A \eta_k \sum_{i=1}^{\tau} q_i = G \cdot C_p \Delta t, \quad (1)$$

Уравнение теплопередачи:

$$Q_i = k F \Delta t \quad (2)$$

где A – площадь солнечных коллекторов, м²; η_k – КПД СК; q_i – количество часовой солнечной радиации прямой и рассеянной, падающей на поверхность СК, Вт·ч/м²; τ – среднее время работы солнечной установки, ч; C_p – удельная изобарная теплоемкость теплоносителя, кДж/(кг·К); G – количество нагреваемого теплоносителя (бак-аккумулятор),

40-43 °С, а для принятия ванны 38-40 °С. В таком случае температуры теплоносителя и нагреваемой воды можно принять $\Delta t=23$ °С.

Проанализируем изменение коэффициента полезного действия (3) солнечного плоского и емкостного коллектора в составе солнечной установки по месяцам в течение года.

Технические параметры для плоского и емкостного СК приняты: $F'=0,95$; $\alpha=0,9$; $\beta = 0,86$; $U_L = 4,3$ Вт/(м²·К) (для плоского СК) и $U_L = 2,0$ Вт/(м²·К) (для емкостного СК).

Время работы (τ) в течение светового дня принимаем: $\tau = 12$ ч (с 8.00 до 20.00) для неотапительного периода (апрель-октябрь); усредненное $\tau = 8$ ч (с 9.00 до 17.00) для отопительного периода (ноябрь – март).

Расчетные температуры окружающего воздуха в соответствующем месяце берутся в интервале времени работы гелиоустановки. КПД по месяцам в течение года, и соответственно количества солнечной энергии и дополнительного топлива в % представлены на рис. 2 и 3.

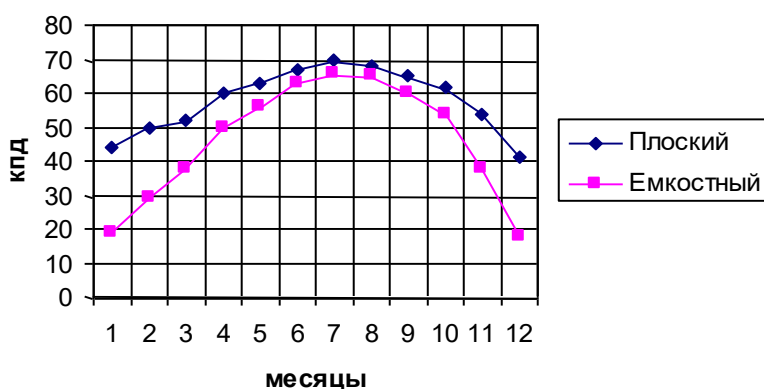


Рис. 2. График изменения коэффициента полезного действия плоского и емкостного СК по месяцам: максимальная температура теплоносителя на входе в теплообменник 70 °С.

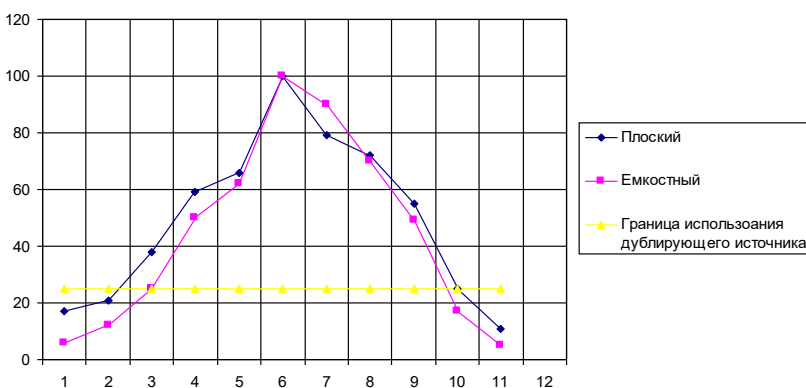


Рис. 3. Диаграмма использования количества солнечной энергии и дополнительного топлива для автономного потребителя в течение года, при использовании плоского либо емкостного СК.

расчетное количество замещаемого топлива при работе 1 м² СК, круглогодичного действия гелиоустановки в рассматриваемых вариантах СК.

Из уравнения (1) следует, что площадь СК можно определить:

При этом расчетным месяцем для определения площади СК, обеспечивающим достаточное количество солнечной энергии для ГВС, при наличии дополнительного источника энергии, принимался по региону течение года большинство ясных дней. В летнем периоде дополнительный источник не включается, и энергия, необходимая для горячего водоснабжения, полностью (100 %) используется солнечная.

Из рис. 2 и 3 видно, что в течение года, процент возможности использования солнечной энергии намного дольше, а дублирующие топлива используется только в отопительном периоде (ноябрь-март). Таким образом по затратам энергии дополнительного источника он составляет от 18 в ноябре до 97,5% в декабре при использовании емкостных СК и от 15 в ноябре до 90% в декабре плоских СК.

Определим для принятых исходных данных

$$A = \frac{G \cdot C_p \cdot \Delta t}{3,6 \eta_k \sum_{i=1}^{\tau} q_i}, \quad (4)$$

Из (1) следует, что с 1 м² СК в течение одного светового дня экономится органического топлива в тепловом эквиваленте:

$$Q_T^{oh} = 3,6 \eta_k \sum_{i=1}^{\tau} q_i, \text{ кДж} \quad (5)$$

В течение года это составит:

$$Q_T^{zoo} = 3,6 \sum_{j=1}^{12} \eta_k^j \cdot n \sum_{i=1}^{\tau} q_i, \text{ кДж} \quad (6)$$

где j – количество месяцев работы установки, j = 1 – январь, j = 2 – февраль и т.д.;

n – количество дней в расчетном месяце;

η_k^j – КПД коллектора в расчетном месяце.

В расчете учитываются возможные дублирующие источники: электронагреватель, газовый котел, котел, работающий на жидком топливе, например, на мазуте и котел, работающий на угле. Каждый из рассматриваемых дублирующих источников имеет свой КПД. В соответствии с [4]: для котла, работающего на жидком топливе $\eta_{ж}=0,82$; для газового котла $\eta_{г}=0,92$; для котла, работающего на угле $\eta_{у}=0,65$.

Для электронагревателя принимаем, что количество электрической энергии производилось на ТЭС при сжигании природного газа. Усредненное КПД ТЭС, $\eta=0,3$. С учетом потерь на линиях электропередачи (ЛЭП) и в электронагревателе $\eta_{п}=0,93$, тогда $\eta_{\circ}=0,3 \cdot 0,93 = 0,279$.

Количество замещающего топлива фактического W солнечной энергией для рассматриваемых дублирующих источников можно определить:

$$W = 3,6 \cdot 10^{-3} \sum_{j=1}^{12} \eta_k^j \cdot \sum_{i=1}^n q_i / \eta_{\circ,м} \cdot Q_T^H, \text{ кг/год} \quad (10)$$

где n – числа дней в расчетном месяце;

$\eta_{д.и.}$ – КПД дублирующего источника энергии;

Q_T^H – низшая теплота сгорания i-го топлива дублирующего источника энергии, МДж/кг.

В соответствии с низшая теплота сгорания Алайского угля марки А, $Q_T^H = 24,3$ МДж/кг; мазута марки М-40, $Q_T^H = 40$ МДж/кг; природного газа, $Q_T^H = 25,6$ МДж/кг.

При расчете экономии условного топлива должно использоваться следующее соотношение:

$$G_{yt} = W * \mathcal{E}_{yt}, \quad (11)$$

$$\mathcal{E}_{yt} = \frac{Q_i^H}{29,302}, \quad (11)$$

где 29,302 МДж/кг – эквивалент теплоты сгорания условного топлива.

Таким образом, эквиваленты условного топлива для различных видов фактически сжигаемого топлива дублирующими источниками будут составлять: для газа $\mathcal{E}_{yt} = 25,6/29,302 = 0,873$; для мазута $\mathcal{E}_{yt} = 40/29,302 = 1,365$; для угля Алайского, марки А, $\mathcal{E}_{yt} = 24,3/29,302 = 0,829$.

В результате произведенных расчетов получены значения экономии углеводородных топлив с 1 м² СК для климатических условий южного региона (табл. 1).

Таблица 1

Расчетные значения экономии углеводородных топлив при использовании плоского и емкостного СК

Вид топлива	Емкостный СК				Плоский СК			
	Вариант при температуре в баке-аккумуляторе 45 °С		Вариант при температуре в баке-аккумуляторе 50 °С		Вариант при температуре в баке-аккумуляторе 45 °С		Вариант при температуре в баке-аккумуляторе 50 °С	
	факт. кг/год	кг условного топлива в год	факт. кг/год	кг условного топлива в год	факт. кг/год	кг условного топлива в год	факт. кг/год	кг условного топлива в год
Электроэн.	7345,6	8374,075	7293,68	8314,795	9402,47	10718,82	9350,47	10659,54
Мазут	1598,88	2174,477	1586,88	2158,157	2078,54	2826,82	2066,54	2810,5
Уголь	3321,6	2753,606	3291,6	2728,736	4251,64	3524,616	4221,64	3499,746
Природный газ	2226,96	1937,455	2214,96	1927,015	2850,50	2479,943	2838,50	2469,503

Следовательно, наибольшая экономия углеводородного топлива, при использовании гелиоустановки круглогодичного действия, достигается, если в качестве дублирующего источника применяется электронагреватель. Таким образом, необходимо, чтобы стоимость 1кВт·ч электрической энергии была эквивалентна затратам на её получение, что позволило бы более объективно выполнять технико-экономическое обоснование при внедрении гелиосистем ГВС с дублирующим источником.

Выводы

1. Применение гелиоустановки круглогодичного действия возможно для ГВС частных домов, но при обязательном наличии дублирующего источника энергии, т.к., например, для южного региона, процент замещаемого первичного топлива солнечной энергией, в зависимости от времени года существенно меняется, и составляет для плоских СК от 2,5% в декабре до 100% в июле. Для емкостных от 10% до 100% соответственно.

2. Получены фактические значения экономии углеводородного топлива и условного топлива с 1 м² гелиоустановки для ГВС с учетом КПД дублирующего источника.

3. Составленные уравнения можно использовать для оценки количества замещаемого топлива при использовании СВУ круглогодичного действия на территории Кыргызстана.

Литература:

1. Обозов А. Дж., Касымов М.А., Матосмонов А., Кожобаев А. Возобновляемые источники энергии Кыргызской Республики // Гелиотехника. - 1998. - №1. - С.32-33.
2. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоиздат, 1991 - 208с.
3. Яксубаев К.Д., Койшиева Т.К. Статистическая точность стационарной модели плоского солнечного коллектора // Гелиотехника. - 1992. - №1. - С. 34-37.
4. Тепло - и массообмен. Теплотехнический справочник /Аметистов Е.В., Григорьев В.А. и др. / под редакцией Григорьева В.А. М.: Энергоиздат., 1972, 512с.