

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ АВТНОМНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЗОННОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛА

*Насирдинова С. М.
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызстан
sai-ra@mail.ru*

Рассмотрены вопросы экономической оценки использования сезонного аккумулирования тепла и произведен сравнительный анализ эффективности использования солнечной установки в сравнении с традиционным источником энергии.

The problems of economic evaluation of the use of seasonal heat storage and comparative analysis of the efficiency of solar installation in comparison with the traditional Source energy.

Объектом исследования является система солнечного теплоснабжения здания с использованием сезонного бака аккумулятора тепла. (рис. 1.)

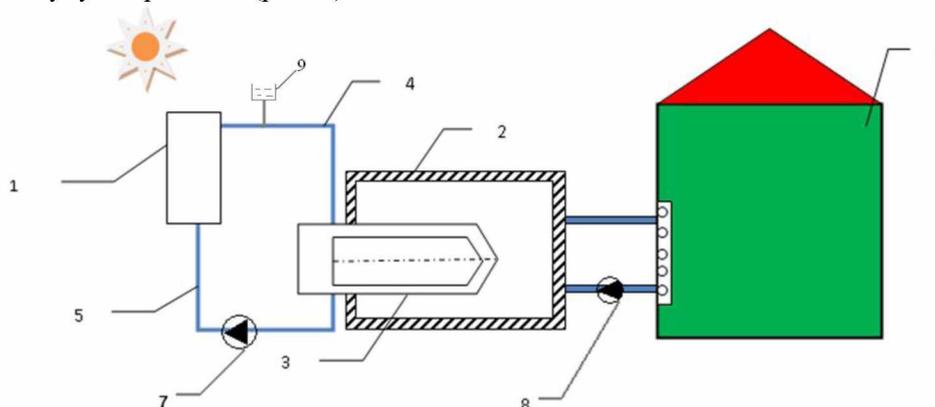


Рис.1. Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения

1 – поля солнечных коллекторов 2-сезонный бак аккумулятор 3 – теплообменник 4-5- прямой и обратные трубопроводы 6- здание 7-8 –циркуляционный насос 9- расширительный бачок

Под сезонным баком-аккумулятором понимается такой аккумулятор, который в течении неотапительного периода (с 1 апреля по 31 октября) аккумулирует солнечную энергию и затем в отопительный период (с 1 ноября) это тепло используется для теплоснабжения здания [1].

В качестве здания является типовой жилой дом с общей площадью $F=90,72 \text{ м}^2$.

В проводимых ранее исследованиях [1,2] автором впервые исследованы вопросы влияния изменения температуры окружающего воздуха на теплопотери здания. Причем в качестве функции изменения температуры была принята зависимость, построенным на основе обработки многолетних статистических данных измерений метеостанций республики.

Определение тепловых потерь здания по среднемесячным температурам окружающей среды за отопительный период осуществлялось на основе разработанной методики и программы с учетом зависимости коэффициента теплоотдачи α_2 от температуры окружающей среды.

На основе построенной математической модели процесса преобразования и передачи солнечной энергии в бак аккумулятор и разработанной программы [2] установлено, что для покрытия тепловых потерь рассматриваемого здания необходимо поле солнечных коллекторов с

площадью $F=30 \text{ м}^2$, емкость аккумулятора должна быть с объемом $V=100 \text{ м}^3$, с толщиной изоляции 30см. Рациональная толщина изоляции дома должна быть 15см.

На основе полученных данных, нами проведены исследования по оценке эффективности рассматриваемой системы с учетом экологической составляющей. Это связано с тем, что сегодня во многих работах при оценке технико-экономической составляющей не учитывается экологическая часть, которая как показали наши исследования составляет существенную долю.

Проведем экономический анализ влияния различных параметров системы на эффективность системы и срока окупаемости солнечной установки.

Определим стоимость капитального вложения на установку солнечного отопления как:

$$C^{cy} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 \quad (1)$$

где C_1 - стоимость солнечного коллекторного поля

C_2 - стоимость сезонного бака аккумулятора

C_3 - стоимость теплообменника

C_4 - стоимость изоляционного материала для бака, сом и доллары;

C_5 - стоимость трубопроводов

На рис. 2 показано процентные соотношения стоимости рассматриваемых элементов системы.

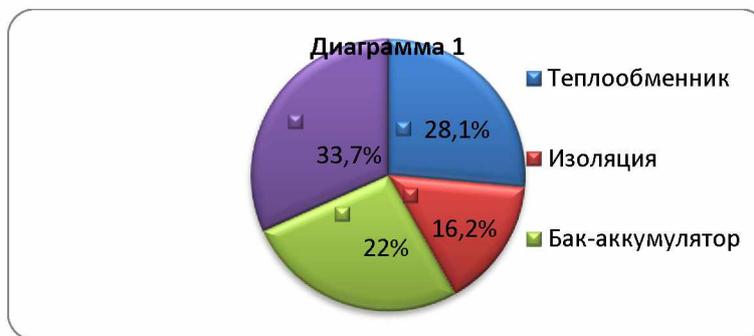


Рис.2 Диаграмма процентных отношений стоимости элементов системы.

Для определения срока окупаемости солнечной установки необходимо знать расход традиционных видов топлива для покрытия тепловой нагрузки и ГВС дома.

Расход на покрытие тепловой нагрузки получаемой с ТЭЦ и электрической энергией определим как:

$$C_{от}^{тэ} = Q_{п}^{зд} K^i Ц_{тар}^{от.i} \quad (2)$$

где $Q_{п}^{зд}$ - тепловые потери изучаемого объекта за отопительный период;

K^i - коэффициент перевода с кДж в Гкал, соответственно для i-го вида энергии;

$Ц_{тар}^{от.i}$ - стоимость тарифа за Гкал тепловой или электрической энергии.

Расход тепловой энергии на покрытие горячего водоснабжения дома, получаемой с ТЭЦ определяется как:

$$C_{гвс}^{тэ} = Ц_{тар}^{гвс} n p \quad (3)$$

где $Ц_{тар}^{гвс}$ - стоимость за 1 м^3 горячей воды с ТЭЦ;

n - количество прописанных людей в доме;

p - количество месяцев.

Расход электрической энергии на покрытие горячего водоснабжения дома может быть определен как:

$$C_{гвс}^{э} = Q_{гвс}^{э} K^i Ц_{тар}^{гвс} \quad (4)$$

где $Q_{гвс}^{э}$ - необходимое количество горячей воды, которое определяется по формуле, кг:

$$Q_{гвс}^i = C_p t^{\circ} V n 10^3 \quad (5)$$

где V – расход горячей воды на 1 человека; C_p – теплоемкость воды; t^o – средняя температура воды, oC ;

Тогда с учетом (2,3,4,5) срок окупаемости солнечной установки определяется как:

$$T_{ок} = C_{cy} / C_{тр}^i \quad (6)$$

где C_{cy} – капитальные затраты на солнечную установку, сом или доллары; $C_{тр}^i$ – затраты на i -й традиционный вид энергии, сом или доллары.

$$C_{тр}^i = C_{от}^i + C_{гвс}^i \quad (7)$$

Расход на покрытие отопления и горячего водоснабжения дома с помощью угля и газа определяется как:

$$C_{от.i}^{гвс} = V_i \cdot \zeta_i \quad (8)$$

где V_i – расход i -го вида топлива на отопление или на ГВС, кг или m^3 ;

$$V_i = Q_{п}^{зд} / Q_{н.i}^p \cdot \eta_i \quad (9)$$

где $Q_{п}^{зд}$ – теплота сгорания угля или газа соответственно [5]

η_i – средний КПД для отопления соответственно за счет угля и за счет газа [5]

ζ_i – цена i -го вида топлива

Тогда срок окупаемости СУ (сравнительно с углем или газом) определяется по формуле

$$T_{ок} = \frac{C_{cy}}{C_{тр}^i} \quad (10)$$

где $C_{тр}^i$ –затраты на i -й традиционный вид топлива

$$C_{тр}^i = C_{от}^i + C_{гвс}^i + C_{экол}^i \quad (11)$$

$C_{гвс}^i$ – затраты i -го топлива на отопление и ГВС
 $C_{экол}^i$ – затраты на компенсацию за загрязнение экологических составляющих. Для газа: $C_{экол}^i = 0$.
 Для угля соответственно имеем:

$$C_{экол}^{из} = 5x \sum_{i=1}^n (M_i - M_{лi}) \times H_i \times K_{инд} \times K_2 \quad (12)$$

где M_i – сумма фактического выброса i -го загрязняющего вещества, вычисляемый как (т/год):

$$M_i = \sum_{i=1}^n M_{CO} + M_{NO_2} + M_{SO_2} \quad (13)$$

M_i – лимитный объем выброса i -го вещества в тоннах за отчетный период

H_i – приведенный норматив платы за 1 тонну выброса i -го загрязняющего вещества

$K_{инд}$ – коэффициент индексации, т.е. девальвация валюты

$K_{экол}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости

По полученным зависимостям с учетом реальных цен на топливо и вырабатываемой энергии нами были рассчитаны сроки окупаемости рассматриваемой солнечной системы теплоснабжения с сезонным баком аккумулятором для конкретного принятого типового жилого дома. На рис.3 представлены диаграммы сроков окупаемости для различных видов топлив и различных вариантов стоимости электрической энергии.

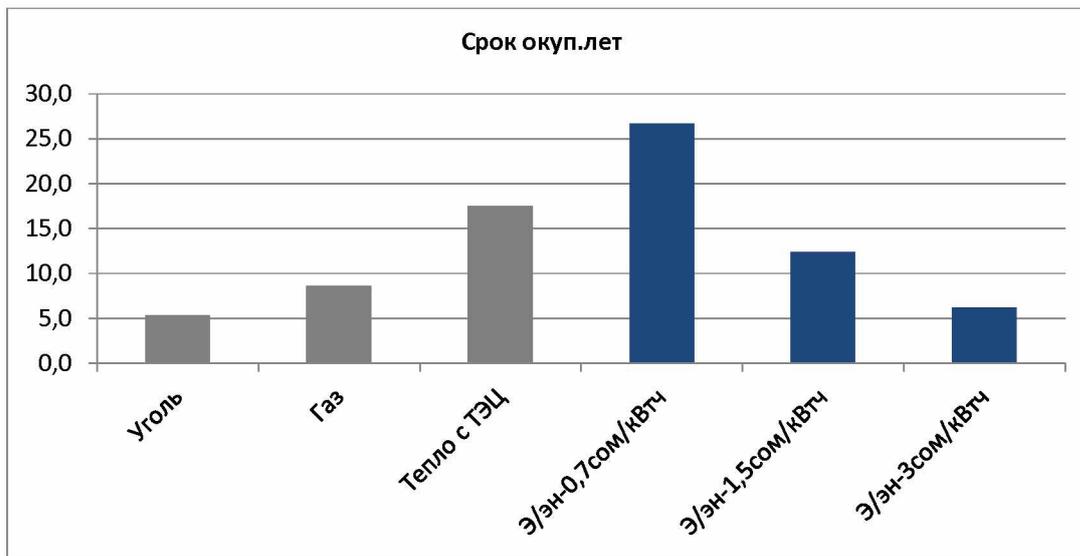


Рис.3. Диаграмма сроков окупаемости

1 – уголь; 2 – газ; 3 – тепло с ТЭЦ; 4 – электроэнергия – 0,70 сом/кВт.ч;
 5 – электроэнергия – 1,5 сом/кВт.ч; 6 – электроэнергия – 3 сом/кВт.ч.

Экономический эффект установки солнечного теплоснабжения, выраженный в сомах или долларах, может быть определен как разница между сроком службы и сроком окупаемости, т.е.

$$\Theta = (T_{сл} - T_{ок}^i) C_{тр}^i \quad (14)$$

где $T_{сл}$ – срок службы солнечной установки

$T_{ок}^i$ – срок окупаемости

$C_{тр}^i$ – стоимость i -го вида традиционной энергии.

На рис. 4а, 4б показан экономический эффект солнечной установки при различных видах топлива, включая пессимистические цены за 1 кВт.ч электроэнергии.

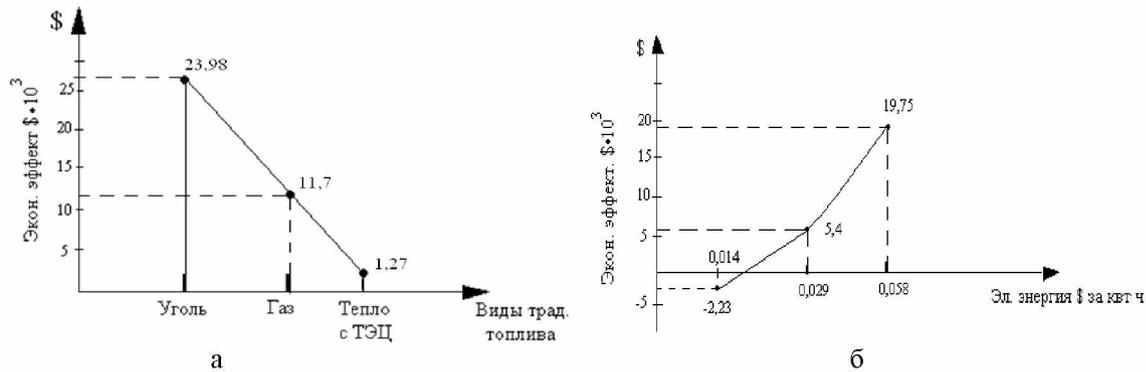


Рис. 4. Соотношение экономической эффективности. а- для солнечной установки при разных видах традиционного топлива; б- при различных ценах на электроэнергию

Из рис. 4б видно, что при стоимости электроэнергии 0,014\$ (0,70сом) за 1кВт.час рассматриваемая система не может быть экономически привлекательным и является практически не окупаемым.

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. При имеющихся ценах на топливо в Кыргызской республике наиболее перспективным является использование систем солнечного теплоснабжения, при сравнении ее с потребителями использующее угольное топливо.
2. Срок окупаемости существенным образом зависит от типа и вида используемых традиционных энергоносителей, причем сравнительный анализ показывает, что эта разница сроков может достигать 6-20 лет.
3. Учет экологической составляющей вносит существенный вклад при определении эффективности рассматриваемой солнечной системы и в значительной мере снижает срок окупаемости, в особенности при сравнении с отопительными системами на угле.
4. Использование сезонных баков-аккумуляторов в системах теплоснабжения представляются одним их перспективных путей эффективного использования сол-

нечной энергии в особенности для решения вопросов отопления зданий в зимний период времени.

Литература

1. Обозов А.Дж., Саньков В.И., Насирдинова С.М. «Выбор рациональных параметров сезонного бака-аккумулятора системы солнечного теплоснабжения» Материалы 5^й международной научно-практической конференции, посвященной к 20 летию независимости Республики Таджикистан и 55 летию Таджикского Технического университета им. академика М.С.Осими. Душанбе – 2011 стр. 80-83.
2. Отчет-НИР «Исследование и разработка нетрадиционных технологий и технических средств с использованием ВИЭ в целях обеспечения устойчивого развития ТЭК Кыргызстана» Бишкек – 2011 стр.68-96
3. Теплотехнический справочник под ред. Юренина В.Н., том I –М, 1975г.
4. Михеева А.А., Михеева С.А. «Основы теплопередачи»
5. Коллектив авторов СПб; Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России; Наука, 2002 г.