



УДК:636:631.3:621.3

М. Т. ДЖОЛДОШЕВА
КРСУ ИМ. Б.Н.ЕЛЬЦИНА
БИШКЕК, КЫРГЫЗСТАН
E-MAIL:DJOLDOSHEVA_M@MAIL.RU
М. Т. DZHOLDOSHEVA
KRSU N. A. B.N.YELTSIN
BISHKREK, KYRGYZSTAN
E-MAIL:DJOLDOSHEVA_M@MAIL.RU

Ж. Ы. ОСМОНОВ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО СЕВЕР ЭЛЕКТРО
БИШКЕК, КЫРГЫЗСТАН
E-MAIL: JANARBEK@MAIL.RU.

J. Y. OSMONOV
OPEN JOINT-STOCK COMPANY SEVER-ELECTRO
BISHKKEK, KYRGYZSTAN
E-MAIL:JANARBEK@MAIL.RU
E.mail. ksucta@elcat.kg

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SOLAR HEATING

Бул макалада тутумдун энергетикалык мүнөздөмөсү, күн радиациясынын интенсивдүүлүгүнүн туруксуздугу, энергияны үнөмдөө, ошондой эле камдык булагын пайдалануу менен милдетүү түрдө тутумду кайталоо сыяктуу туумдун бир катар өзгөчөлүктөрү эске алынбаган, жаңы жана базалык варианттарга салыштырууга негизделген күн нуру менен камсыздоонун техникалык-экономикалык натыйжалуулугун баалоонун үстүнөн иш жүргүзүлгөн.

Чечүүчү сөздөр: күндүн нуру менен камсыздоо, техникалык-экономикалык натыйжалуулугу, күн радиациясы, энергияны үнөмдөө.

В данной статье была работа над оценкой технико-экономической эффективности солнечного теплоснабжения, которая основана на сравнении нового и базового варианта, где не учитывается ряд особенностей систем, таких как: энергетическая характеристика системы, переменность интенсивности солнечной радиации, экономия энергоносителей, а также обязательное дублирование системы с использованием резервного источника.

Ключевые слова: солнечное теплоснабжение, технико-экономическая эффективность, солнечная радиация, экономия энергоносителей.

Abstract: In this article there was a work on an assessment of technical and economic efficiency of solar heat supply which is based on comparison of new and basic option where a number of features of systems, such the kak:energeticheskyy characteristic of system, variability of intensity of solar radiation, economy of energy carriers, and also obligatory duplication of system with use of a reserve source isn't considered.

Key words: solar heat supply, technical and economic efficiency, solar radiation, economy of energy carriers.



Глобальный энергетический кризис это перспектива начала XIX века. Ведущие эксперты мира пришли к выводу, что сжигание органического топлива медленно, но уверенно ведет к ухудшению климата, загрязнению окружающей среды. А это ведет к тому что необходимо использовать возобновляемые источники энергии.

Одним из путей рационального использования энергетических ресурсов является вовлечение возобновляемых и экологически чистых источников малой энергетики. Как известно в Кыргызстане преобладает солнечная энергия. Исходя из этого возникает необходимость создания и внедрения технических средств для преобразования солнечной энергии.

Энергосбережение и энергосберегающие технологии, на решение которых направлена тема статьи, обязательное условие рыночной экономики. Экологическая ситуация в нашей стране подошла к опасной черте. Использование энергии возобновляемых источников и разработка технических средств их реализации является приоритетной проблемой не только в Кыргызской Республике, но и во всем мире.

Солнечный коллектор является основным элементом гелиоустановок, в которой энергия излучения преобразуется в тепловую энергию[1].

Существующая методика расчета технико-экономической эффективности теплоснабжения основана на сравнении нового и базового варианта, где в комплексе не учитываются некоторые, особо важные особенности как, энергетическая характеристика, переменность интенсивности солнечной радиации в течении различной времени, экономии энергоносителей, улучшение окружающей среды, а именно экологии от использования солнечного теплоснабжения, а также обязательное дублирование системы с помощью резервного возобновляемого источника.

Для обоснования методики оценки экономической эффективности воспользуемся двумя критериями: экономическим и балансовым.

С точки зрения экономии, критерий позволяет возможность получить экономию материальных ресурсов от применения новой системы. Для расчета можно воспользоваться формулой годового экономического эффекта, которая определяется, как разность эксплуатационных издержек между новым и базовым вариантами.

Балансовый критерий подтверждает, что система может обеспечить стабильную выработку тепловой энергии. То есть, то необходимое количество требуемого для бесперебойной работы технологических процессов, независимо от внешних факторов.

Приведенные условия можно выразить в виде следующих математических зависимостей:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = Z^H - Z^B + P_{\mathcal{E}K} &\rightarrow \max \\ \sum Q^{nomp} \geq Q^{ГУ} + Q^{ПИ} & \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathcal{E} – экономический эффект применения солнечного теплоснабжения;

Z^H и Z^B - суммарные годовые издержки новой и базовой систем (традиционная система);

$Q^{ГУ}$ и $Q^{ПИ}$ - энергопотребности, покрываемые гелиоустановкой и резервным источником, кВт · ч;

$P_{\mathcal{E}K}$ - прибыль от экологического эффекта применения систем солнечного теплоснабжения.

Главные характерные особенности исследуемого: это переменность $Q^{ГУ}$, как фактора зависящего от интенсивности потока солнечной радиации; зависимость технологических энергопотребностей от сезона года; динамичность потока от резервного источника, компенсирующего временные провалы интенсивности потока от солнечного теплоснабжения.

Учитывая приведенные особенности, примем следующие допущения: представим зависимости годовых энергозатрат и экономического эффекта в виде суммы их значения по месяцам. При условии что, в принятом месячном интервале поток солнечной энергии квазистационарен. При этих предположениях можно записать:



$$(2) \quad \mathcal{E}_T = \sum_{m=1}^{12} 3_m^H - \sum_{m=1}^{12} 3_m^B + \Pi_{\mathcal{E}K} \rightarrow \max$$

$$\sum_{m=1}^{12} Q_m^{nomp} \geq \sum_j^k Q_m^{GY} + \sum_{m=1}^{12} Q_m^{PH}$$

В формуле (2) выражено, что система работает круглый год ($m=1,2,3,4\dots 12$). При этом, в зимний период только от традиционного источника, а в летний период с j -того по k -ый месяц интегрировано - от гелиоустановки и резервного источника.

Представим формулу (2) через удельные показатели, как это принято при технико-коммерческих расчетах:

$$(3) \quad \mathcal{E}_{y\partial} = \frac{\sum_{m=1}^{12} 3_m^H - \sum_{m=1}^{12} 3_m^B + \Pi_{\mathcal{E}K}}{n} \rightarrow \max$$

$$\sum_{m=1}^{12} q_m \geq \frac{\sum_{m=j}^l Q_m^{GY} + \sum_{m=1}^{12} Q_m^{PH}}{n},$$

Где n – количество условных потребителей. Тогда зависимости (3) можно представить в виде:

$$(4) \quad \mathcal{E}_{y\partial} = \sum_{m=1}^{12} I_m^H - \sum_{m=1}^{12} I_m^B + \sum_{m=1}^{12} \Pi_{\mathcal{E}K} \rightarrow \max$$

$$\sum_{m=1}^{12} q_m \geq \sum_{m=j}^l q_m^{GY} + \sum_{m=1}^{12} q_m^{PH}$$

Представив теплопроизводительность гелиоустановки через площадь геликоллекторов, КПД и интенсивность солнечной радиации, а суммарную теплопроизводительность резервного источника в виде переменной $\sum_{m=1}^{12} x_{2m}$ получим:

$$\sum_{m=1}^{12} q_m \geq x_1 \cdot \sum_{m=j}^l \eta_m \cdot e_m + \sum_{m=1}^{12} x_{2m} \quad (5)$$

Где, η_m - коэффициент полезного действия (КПД) гелиоколлекторов в m -ом месяце;
 e_m - интенсивность солнечной радиации в m -ом месяце, $кВт \cdot ч$

x_1 - удельная площадь гелиоколлекторов;

x_{2m} - удельные энергозатраты в m -ом месяце, покрываемые резервными источниками.

Из формул (4), (5) следует, что получение максимального экономического эффекта связано, в первую очередь с минимизацией издержек на гелиоустановку $\sum_{m=1}^{12} I_m^{GY}$. Поэтому,

дальнейший анализ тесно связан с подробным рассмотрением данной составляющей, которую можно представить в виде целевой функции:

$$\sum_{m=1}^{12} I_m^H = K_{GY} \cdot x_1 \cdot \sum_{m=j}^l A_m^{GY} + c_{\mathcal{E}G} \cdot \sum_{m=1}^{12} b_{m\mathcal{E}} + K_{PH} \cdot \sum_{m=1}^{12} A_m^{PH} + c_T \cdot \sum_{m=1}^{12} x_{2m} \rightarrow \min \quad (6)$$

где:



$\sum_{m=j}^l A_m^{ГУ}$, $\sum_{m=1}^{12} A_m^{РИ}$ - суммарные коэффициенты отчислений на амортизацию, текущий ремонт и заработную плату;

$K_{ГУ}$ - удельные капитальные затраты на один кв.метр гелиоустановки, $у.е./ м^2$;

$K_{РИ}$ - удельные капитальные затраты на резервный источник (котельная на традиционном топливе);

$b_{mэ}$ - расход электроэнергии на собственные нужды системы в m -ом месяце;

$c_{ээ}$ - стоимость 1 $кВт \cdot ч$ электроэнергии ($c_{ээ} = 4,8 \frac{у.е.}{кВт \cdot ч}$);

c_T - стоимость 1 $кВт \cdot ч$ тепловой энергии от сжигания топлива (уголь, мазут, газ или электроэнергия), $у.е./ кВт \cdot ч$.

В целевой функции формула (6) первое и третье слагаемое представляет собой ежегодные удельные эксплуатационные издержки. Из-за того что, система солнечного теплоснабжения и традиционный резервный источник содержит однотипное теплотехническое оборудование, то для гелиоустановок отчисления на амортизацию рекомендуется принимать в размере 5-7% от величины капитальных затрат, на текущий ремонт - 20% от амортизационных отчислений; прочие расходы в размере 27% от суммы отчислений на амортизацию и текущий ремонт [3]. Тогда обогащающие коэффициенты отчислений на резервные источники и гелиоустановки будут равны между собой и соответственно равны 0,091.

Второе слагаемое целевой функции - затраты на электроэнергию, которые расходуются на собственные нужды, необходимы для привода циркуляционных насосов, вентиляторов, электроосвещения помещений. В расчетах рекомендуется пользоваться коэффициентом затрат электроэнергии на 1 ГДж произведенной тепловой энергии (например, для котельных, работающих на угле [2]. Для экспериментальных систем солнечного теплоснабжения это величина может изменяться в широких пределах, от 0 до 20. Значение $b_{mэ} = 0$ относятся к системам, с естественной циркуляцией теплоносителя, значение $b_{mэ} = 20 кВт \cdot ч / ГДж$ - к системам, предназначенным для целей отопления. Такой разброс значений связан с тем, что существующие системы солнечного теплоснабжения носят экспериментальный характер. В условиях широко внедрения гелиоустановок, значение $b_{mэ}$ будет снижаться. Для ориентировочных расчетов рекомендуется принимать $b_{mэ} = 5 - 8 кВт \cdot ч / ГДж$ [4].

Последний член целевой функции-удельные замыкающие расходы топливо, израсходованные резервные источники. В справочниках, прайс-листах дается на единицу веса (уголь, мазут) или на единицу объема (газ, сольярка). С учетом этого получим:

$$C_T \sum_{m=1}^{12} x_{2m} = C_{ТТ} \frac{K_T}{\eta Q_p^H} \cdot \sum_{m=1}^{12} x_{2m} \quad (7)$$

где:

$C_{ТТ}$ - удельная стоимость используемого топлива;

η - коэффициент полезного использования топлива;

Q_p^H - теплотворная способность используемого вида топлива; $кВт \cdot ч / кг$ $кВт \cdot ч / м^3$;

K_T - коэффициент перевода единицы измерения.

Если Q_p^H измеряется в $кВт \cdot ч / м^3$, то $K_T = 3543$.

Удельная стоимость топлива принимается равной средней рыночной стоимости на данной территории.

Значения коэффициент полезного использования даны для централизованных и децентрализованных систем отличаются. Для сельских, децентрализованных котельных коэффициент ниже в 1,3...1,5 раза [2].



Рекомендуемые значения коэффициент полезного использования некоторых видов энергоносителей приведены в таблице [3]:

Наименование параметров	Вид энергоносителя				
	Электроэнергия	Газ	Жидкое топливо	Каменный уголь	Бурые уголь
Коэффициент полезного использования %	27-31	43-45	44-46	34-41	28-35

Учет дополнительных составляющих экономического эффекта (прибыли) от улучшения экологии и социальных условий может быть оценен с помощью коэффициента пересчета $\varepsilon = 1,25 - 1,3$ к значению удельных замыкающих затрат на топливо [2]:

$$P_{ЭК} = \varepsilon \frac{C_T \sum_{m=1}^{12} x_{2m}}{\eta} \quad (8)$$

С учетом принятых условий экономика-математическая модель солнечного теплоснабжения принимает следующий вид:

$$\sum_{m=1}^{12} I_m^H = 0,09 \cdot K_{ГУ} \cdot x_1 + c_{ЭЭ} \cdot \sum_{m=1}^{12} q_m \cdot K_{ЭЭ} + 0,09 \cdot K_{ПИ} + \frac{c_T \cdot \sum_{m=1}^{12} x_{2m}}{\eta} - P_{ЭК} \quad (9)$$

$$\sum_{m=1}^{12} q_m \geq x_1 \cdot \sum_{m=j}^k \eta_m \cdot e_m + \sum_{m=1}^{12} x_{2m} \quad (10)$$

Полученная математическая модель позволяет производить для расчетов гелиоустановок с использованием специальных программ, например, Borland Delphi 6.

Таким образом, проведено математическое описание технико-экономической эффективности солнечного теплоснабжения, где учитываются особенности, присущие системе. Полученная математическая модель позволяет производить для расчетов параметров системы с использованием компьютерных программ.

Список литературы

1. Жамалов А. Системы солнечного теплоснабжения [Текст] /А.Жамалов, Е.С. Умбетов, М.М. Кунелбаев //Монография. – Алматы: 2010. – 180 с.
2. Валов М.И. Оценка экономической эффективности систем солнечного теплоснабжения [Текст] / М.И.Валов, Е.Н. Зимин. - М.: Моск.энерг.ин-т, 1988. – с. 48.
3. Валов М.И. Системы солнечного теплоснабжения [Текст] / М.И.Валов, Б.И. Казаджан. - М.: Моск.энерг.ин-т, 1991. – 140 с.
4. Меренков А.П. Математическое моделирование и оптимизация систем тепловодонефте- и газоснабжения [Текст] / А.П.Меренков, Е.В. Сеннова и др. – Новосибирск: Сибирский энергетический ин-т,.1992. – 405 с.