

ТУРСУНБАЕВ ЖАНБОЛОТ ЖАНЫШОВИЧ,
ТАГАЙМАТОВА АЙНУРА АКМАТАЛИЕВНА

ОшТУ

И. Раззаков атындагы КМТУ

ТУРСУНБАЕВ ЖАНБОЛОТ ЖАНЫШОВИЧ,
ТАГАЙМАТОВА АЙНУРА АКМАТАЛИЕВНА

ОшТУ,

КГТУ им. И. Раззакова

TURSUNBAEV ZHANBOLOT ZHANYSHOVICH,
TAGAYMATOVA AINURA AKMATALIEVNA

OshTU, KSTU I. Razzakov

КҮН КОЛЛЕКТОРУНУН ЖЫЛУУЛУК МОДЕЛИ ЖАНА ЭСЕПТӨӨ СХЕМАСЫ
ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ И РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА
THERMAL MODEL AND CALCULATION SCHEME OF THE SOLAR COLLECTOR

Аннотация: Түзүлгөн моделдердин жана алынган көз карандылыктардын негизинде изилдөөлөр коллектордун пайдалуу энергиясынын жана эффективдүүлүгүнүн өзгөрүү өзгөчөлүктөрүн убакыттан, күн радиациясынан жана абсорбердин геометриялык параметрлеринин негизинде изилдөөгө мүмкүндүк берди, эсептөөчү модели жасалган жана температуранын тең салмактуулугунун көз карандылыктары алынган.

Аннотация: На основе построенных моделей и полученных зависимостей проведенные исследования позволили изучить особенности изменения величины получаемой полезной энергии и К.П.Д. коллектора в зависимости от временных характеристик, интенсивности солнечной радиации и геометрических параметров абсорбера, построена расчетная модель и получены зависимости для расчета равновесной температуры.

Annotation: On the basis of the constructed models and the obtained dependencies, the studies made it possible to study the features of the change in the value of the received useful energy and efficiency. collector depending on the time characteristics, solar radiation intensity and geometric parameters of the absorber, a calculation model was built and dependences for calculating the equilibrium temperature were obtained.

Негизги сөздөр: күн коллектору, ысык суу менен камсыздоо, сифон эффекти, эсептөө модели, абсорбер, жылуулук изоляциясы, тунук жабуулар.

Ключевые слова: солнечный коллектор, горячее водоснабжение, эффект сифона, расчетная модель, абсорбер, теплоизоляция, светопрозрачные покрытия.

Key words: solar collector, hot water supply, siphon effect, calculation model, absorber, thermal insulation, translucent coatings.

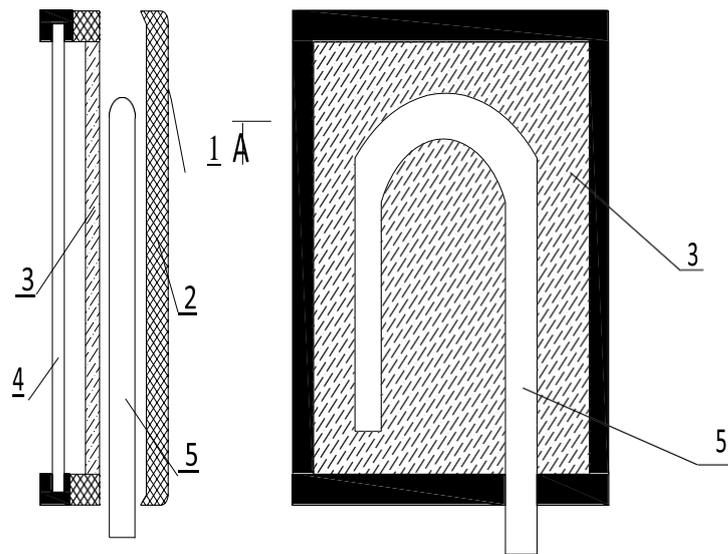
Анализ используемых солнечных системы горячего водоснабжения в большинстве случаев являются системами инерционными и для выхода в установившийся режим требуют длительного времени, т.е. происходит постепенное, достаточно длительное по времени накопление тепловой энергии и повышение температуры теплоносителя за счет того, что имеются емкостные баки – аккумуляторы. Поэтому в зависимости от назначения системы, характера тепловой нагрузки, возможностей использования традиционных источников энергии, особенностей эксплуатации и т.д., могут быть самые различные схемные решения систем горячего водоснабжения. В ряде случаев сопоставить их между собой и отдать предпочтение той или иной схеме не представляется возможным. Так как было показано часто одна из схем, имеющая выигрыш в одном, проигрывает в другом. Так, например, одноконтурная система солнечного горячего водоснабжения более проста, дешевле, не требует большого числа циркуляционных насосов, но оказывается менее гибкой с точки зрения регулировки режима работы, что естественно снижает ее эффективность. Двухконтурные системы в этом отношении более предпочтительны. Они позволяют осуществить не только качественное, но и количественное регулирование теплоносителя. Но они более сложны, требуют большей автоматизации, регулировочных устройств, что удорожает систему в целом, увеличивает срок ее окупаемости [1-8].

Результаты исследований. Нами предлагается метод расчета и выбора теплотехнических параметров солнечного коллектора с эффектом сифона.

Конструктивная схема солнечного коллектора с эффектом сифона представлена на рис. 1.

Коллектор состоит из корпуса 1; теплоизоляции 2; поглощающей пластины 3; светопрозрачного покрытия 4 и сифона солнечного коллектора.

A



A A

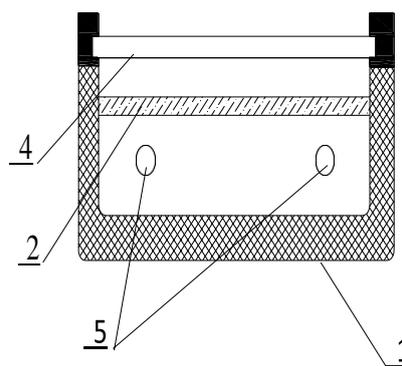


Рис.1/ Конструктивная схема солнечного коллектора с эффектом сифона.

1 – корпус солнечного коллектора; 2 – теплоизоляция; 3 – абсорбер; 4 – светопрозрачное покрытие; 5 – сифон солнечного коллектора.

Работает коллектор следующим образом: из бачка дозатора холодная вода подается в солнечный коллектор. При этом до поступления воды под действием солнечной радиации нагревается абсорбер 3. При заполнении коллектора тепло от абсорбера передается воде и в момент заполнения полностью, срабатывает сифон 5 и вода поступает в бак-аккумулятор, а затем к потребителю.

Тепловая схема рассматриваемой системы, принятая для расчетов, показана на рис. 2. Солнечный коллектор состоит из корпуса с теплоизоляцией 1, светопрозрачной изоляции 2, абсорбера 3 и сифона солнечного коллектора 4.

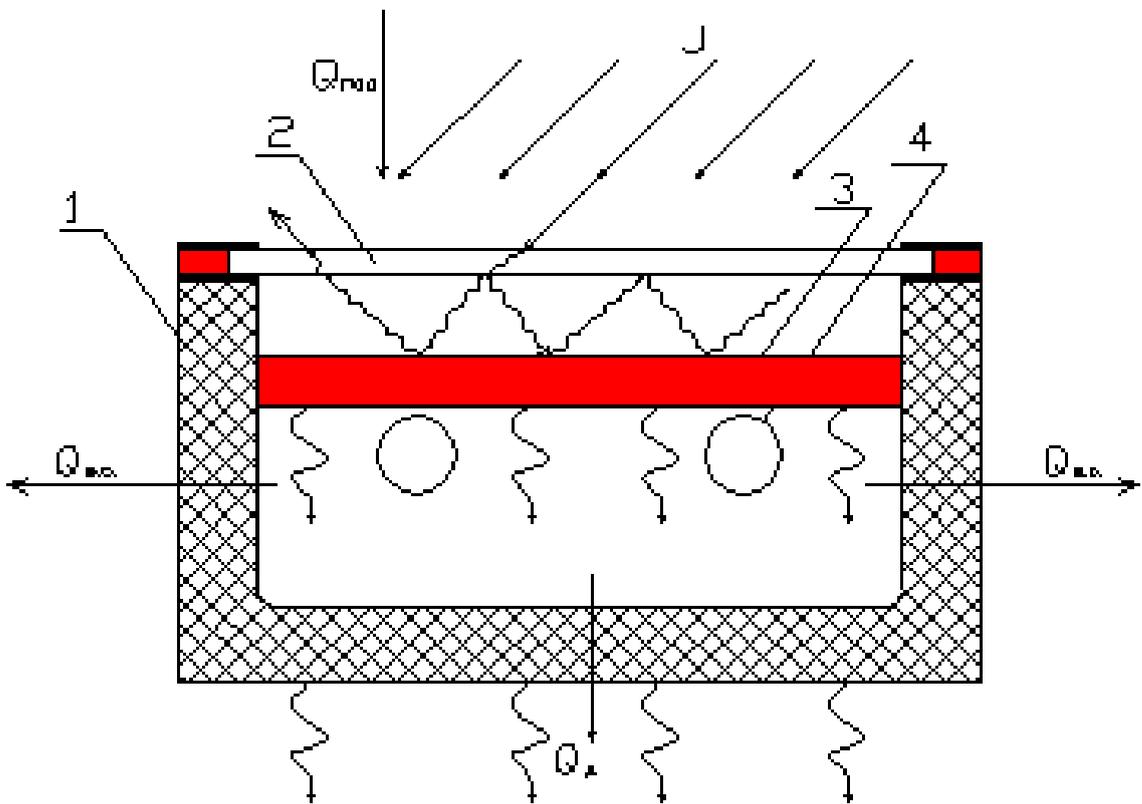


Рис.2. Расчетная тепловая схема солнечного коллектора с эффектом сифона.

1 – корпус с теплоизоляцией; 2 – светопрозрачная изоляция; 3 – тепловоспринимающая пластина; 4 – сифон солнечного коллектора.

Нагрев солнечного коллектора происходит за счет интенсивности солнечной радиации, падающего на его поверхность. Поглощенная абсорбером энергия затрачивается на нагревание теплоносителя и на потери через стенки коллектора. Потери тепла в окружающую среду через верхнюю стенку происходят путем излучения и конвекции, а через нижнюю и боковые стенки обусловлены теплопроводностью [9-13].

Для рассматриваемого случая была разработана тепловая модель (рис. 3.) солнечного коллектора с эффектом сифона, которая позволяет осуществлять расчет тепловых потерь.

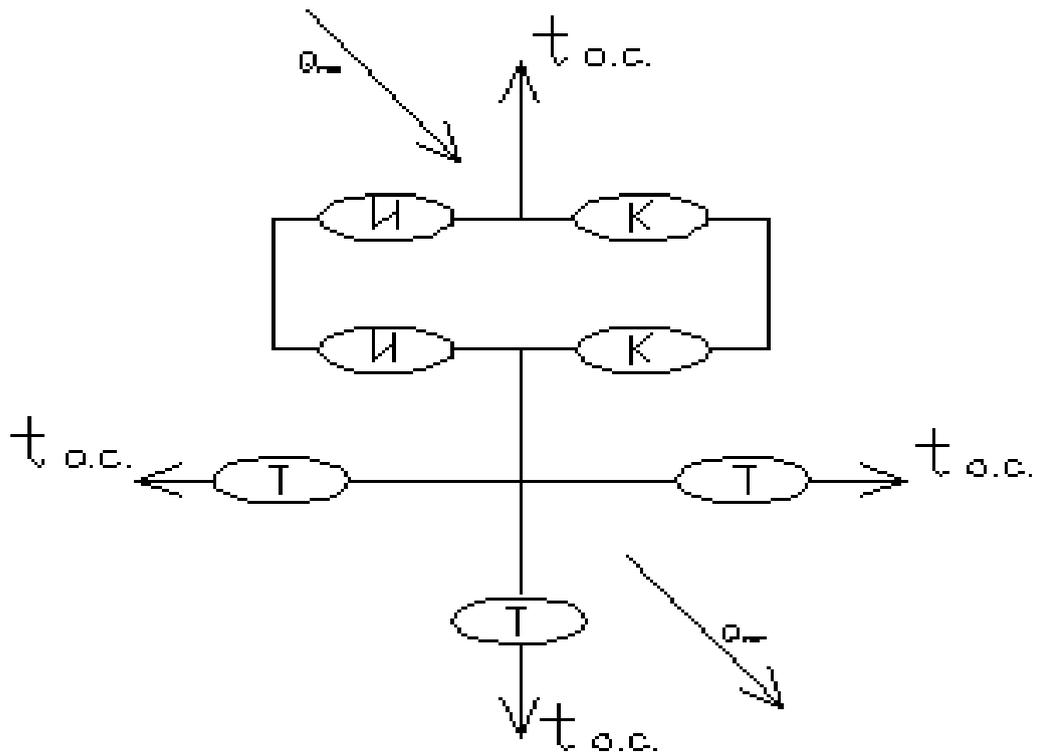


Рис. 3. Тепловая модель солнечного коллектора с эффектом сифона.

При этом полученное балансовое уравнение имеет вид:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{пад}} - (Q_{\text{ст}}^{\text{изл}} + Q_{\text{ст}}^{\text{конв}}) - Q_{\text{б.с.}}^{\text{т-пр}} - Q_{\text{д.т}}^{\text{т-пр}}; \quad (1)$$

где $Q_{\text{пол}}$ - полезная энергия солнечного коллектора, Втч;
 $Q_{\text{пад}}$ - падающая энергия на поверхность коллектора, Вт/м²;
 $Q_{\text{ст}}^{\text{изл}}$, $Q_{\text{ст}}^{\text{конв}}$ - потери тепла с излучением и конвекцией соответственно, Вт/м²; $Q_{\text{б.с.}}^{\text{т-пр}}$ и $Q_{\text{д.т}}^{\text{т-пр}}$ - потери тепла через боковые и нижнюю поверхности коллектора, Вт/м².

Полезную энергию солнечного коллектора можно вычислить по формуле:

$$Q_{\text{пол}} = mc(t_{\text{гв}} - t_{\text{хв}}); \quad (2)$$

где m - масса теплоносителя, кг;
 c - теплоемкость теплоносителя, кДж/кг°С;
 $t_{\text{хв}}$, $t_{\text{гв}}$ - температура воды на входе и выходе солнечного коллектора, °С.

Падающая энергия определяется следующим выражением:

$$Q_{\text{пад}} = K_1 I + K_2 D + K_3 (I + D) \rho; \quad (3)$$

где I – интенсивность прямой солнечной радиации, падающая на поверхность коллектора, Вт/м²;

D – интенсивность диффузной солнечной радиации, Вт/м²;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты положения солнечного коллектора для прямой, диффузной и отраженной радиации;

ρ – альbedo местности.

Величины K_2 и K_3 могут быть определены по формулам:

$$K_2 = \frac{\cos^2 m}{2}; K_3 = \frac{\sin^2 m}{2}; \quad (4)$$

где m – угол наклона солнечного коллектора к горизонту, град. [20,21]. $Q_{ст}^{изл}$ и $Q_{ст}^{конв}$ определяются как [22]:

$$Q_{ст}^{изл} = \sigma \left[\epsilon_{i\ddot{e}} (t_{i\ddot{e}} - t_{\ddot{n}\ddot{o}})^4 + \epsilon_{\ddot{n}\ddot{o}} (t_{i\ddot{e}} - t_{\ddot{i}\ddot{n}})^4 \right] F, \quad (5)$$

где δ – постоянная Стефана-Больцмана, Вт/м²К⁴; $t_{пл}$ – температура поглощающей пластины, °С; $t_{ст}$ – температура стекла, С;

t_{oc} – температура окружающей среды, °С; F – площадь поверхности коллектора, м²;

$\epsilon_{пл}$ – степень черноты пластины;

$\epsilon_{ст}$ – степень черноты стекла.

$$Q_{ст}^{конв} = \alpha_{\ddot{e}i\ddot{i}\ddot{a}} \left[(t_{i\ddot{e}} - t_{\ddot{n}\ddot{o}}) + (t_{\ddot{n}\ddot{o}} - t_{\ddot{i}\ddot{n}}) \right], \quad (6)$$

$Q_{б.с}^{Т-ПР}$, $Q_{д}^{Т-ПР}$ определяются как:

$$Q_{б.с}^{Т-ПР} = \frac{\left[\frac{t_{тн} - t_{oc}}{1 + \frac{\delta_1}{\pi_1} + \frac{\delta_2}{\pi_2} + \frac{\delta_3}{\pi_3}} + 1 \right] F_{б.с.}}{\left[\alpha_1 \pi_1 + \alpha_2 \right]}, \quad (7)$$

$$Q_{д}^{Т-ПР} = \frac{\left[\frac{t_{тн} - t_{oc}}{1 + \frac{\delta_1}{\pi_1} + \frac{\delta_2}{\pi_2} + \frac{\delta_3}{\pi_3}} + 1 \right] F_{д.}}{\left[\alpha_1 \pi_1 + \alpha_2 \right]}, \quad (8)$$

где $t_{тн}$ – температура теплоносителя, °С; t_{oc} – температура окружающей среды, °С;

α_1, α_2 – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²град;

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – толщина материалов, м;

π_1, π_2, π_3 – коэффициент теплопроводности, Вт/м град;

$F_{б.с.}, F_{д.}$ – площадь боковых стенок и дна солнечного коллектора, м².

Коэффициент теплоотдачи α определяется с помощью критерия Нуссельта, характерно для каждого случая [14-16].

В нашем случае коэффициент теплоотдачи α вдоль вертикальной пластины, причем, вограниченном объеме, может быть, представлен следующим образом [17-19]:

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{2h}, \quad (9)$$

где λ - теплопроводность пластины, Вт/м² град; h - высота пластины, м.

$$Nu = 0.15(Cr Pr)^{1/3} \left| \frac{Pr_a}{Pr_c} \right|^{0.25} \quad (10)$$

Выводы: На основе построенных моделей и полученных зависимостей позволили изучить особенности изменения величины получаемой полезной энергии и К.П.Д. коллектора в зависимости от временных характеристик, интенсивности солнечной радиации и геометрических параметров абсорбера.

Литература

1. Аvezов Р.Р. и др. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. /под. ред. Э.В. Сарнацкого. – М.: Стройиздат, 1990. -328с.
2. Справочник проектировщика. /под. ред. И.Г. Старовойтова, часть 1. – М.: Стройиздат, 1990. -344с.
3. Системы солнечного тепло- хладоснабжения. /под. ред. Э.В. Сарнацкого, С.А. Чистовича. – М.: Стройиздат, 1990.
4. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. /под. ред. Р.В. Щекина. – Киев: Будивельник, 1976.
5. Солнечное горячее водоснабжение. //www.eere.energy.gov/water_heating
6. Солнечная водонагревательная установка. //www.mte.gov.ru/doc...
7. Тагайматова А.А. Расчет и выбор теплотехнических параметров солнечной установки с периодическим режимом подачи теплоносителя [Текст] /А.А.Тагайматова. – Бишкек, // Известия КГТУ, 2008. – С.44-47.
8. Токомбаев К.А. Новые принципы использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве горных районов [Текст] /К.А.Токомбаев. – Фрунзе: Илим, Ан Кирг. ССР Ин-т автоматики. Ан Кирг. ССР Ин-т автоматики, 1990. -279с.
9. Аvezов Р.Р. К определению тепловых потерь и коэффициента теплопередачи боковых стенок металлического корпуса солнечного водонагревателя [Текст] /Р.Р.Аvezов, А.Х.Урумбаев. Ташкент, «Гелиотехника» №6, 1984. – С.41-43.
10. Богачков В.Ф. Тепловые испытания плоских солнечных коллекторов при принудительном течении теплоносителя [Текст] /В.Ф.Богачков, С.Е.Фрид. - Ташкент, «Гелиотехника» №1, 2001. – С.56-59.
11. Теймурханов А.Т. Экспериментальное исследование теплообменных процессов в натурной термосифонной установке [Текст] /А.Т.Теймурханов, А.Б.Вардиашвили. - Ташкент, «Гелиотехника» №5, 1987. – С.61-63.
12. Тагайматова А.А. Установка солнечного горячего водоснабжения с применением солнечного коллектора с эффектом сифона [Текст] /А.А.Тагайматова. – Бишкек, // Известия КГТУ, 2008. – С.47-51.
13. Тагайматова А.А. Солнечные системы горячего водоснабжения с коллектором с эффектом сифона [Текст] / А.А.Тагайматова, А.Дж. Обозов. Алматы, Казахстан //4-я казахстанская межд. конф. по энергетике. 3-4 ноября 2005. – С.106-111.

14. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] /В.П.Исаченко, В.А.Осипова, А.С.Сукомел. – М.:Энергия, 1969. - 434с.
15. Крейт Ф., Основы теплопередачи [Текст] /Ф.Крейт, У.Блек. – М.: Мир, 1983. - 512с.
16. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] / В.В.Нащокин. – М.:Высшая школа, 1980. - 469с.
17. Осипова В.А. Теплопередача [Текст] / В.А.Осипова, А.С.Сукомел. – М.: Энергия, 1985. -488с.
18. Скалкин Ф.В. Энергетика и окружающая среда [Текст] / Ф.В.Скалкин.. – Л.:Энергоиздат, 1981. -280с.
19. Уделл Свен. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии [Текст] /Свен Уделл. – М.: Знание, 1980. - 85с.
20. Обозов А.Дж. Автономный жилой дом с системой комбинированного энергоснабжения[Текст] /А.Дж. Обозов, Л.А.Боровик. - Бишкек, ИА НАН, 1991. -71с.
21. Тагайматова А.А. Экспериментальные исследования сифонного солнечного коллектора[Текст] / А.А.Тагайматовга, А.Дж. Обозов. // Гелиотехника. –Ташкент, 2009. 52-55с.
22. Даффи Дж, Бекман У. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии [Текст] /А.Дж.Даффи, У.Бекман. – М.: Мир, /пер. с англ. 1977. -372с.