DETERMINATION OF HEAT TECHNICAL PARAMETERS OF SOLAR WATER HEATING COLLECTORS

Mavzhudova Shahlo Saidgafarovna, Damirov Davron Bakhodir ugli, Kosberganov Asilbek Zhusipbai ugli
Tashkent State Technical University

Abstract: In the production of flat solar water heating collectors, a special place is occupied by thermal testing, the purpose of which is to determine their thermal characteristics experimentally.

Keywords: solar water heater, hot water system, flat plate solar collector

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Мавжудова Шахло Саидгафаровна, Дамиров Даврон Баходир угли, Косберганов Асилбек Жусипбай угли
Ташкентский государственный технический университет

Аннотация: В производстве плоские солнечных водонагревательных коллекторов особое место занимает тепловое тестирование, цель которого заключается в определение их теплотехнических характеристик экспериментальным способом.

Ключевые слова: солнечный водонагреватель, система горячего водоснабжения, плоский солнечный коллектор,

Плоские солнечные водонагревательные коллекторы (ПСВК) являются основными элементами систем горячего водоснабжения (СГВС), основанных на использовании энергии солнечного излучения (СИ) в качестве источника тепловой энергии [1].

Типичные ПСВК состоят из зачерненной лучепоглощающей теплообменной панели (ЛПТП) с встроенными теплоотводящими каналами (ТОК), уложенной в не глубокий плоский ящик (корпус), со светопразрачным покрытием (СП), теплоизолированным дном и боковыми стенками (рис.1).

В зачерненной ЛПТП происходит поглощение и преобразование в тепло энергии СИ, прошедшего через СП корпуса ПСВК. СП пропуская через себя коротковолнового СИ, практические пропускает обратно длинноволновое (тепловое) излучение зачерненной поверхности ЛПТП и, тем самым, создает парниковый эффект, т.е. исключает сквозные лучистые потери от лицевой поверхности ЛПТП. Теплоизолированное дно и боковые стенки корпуса уменьшают кондуктивно-конвективные тепловые потери ЛПТП в окружающую среду. Полезная энергия в виде горячей воды с температурой 55-65^0 отводится через встроенные в ЛПТП ТОК [2].

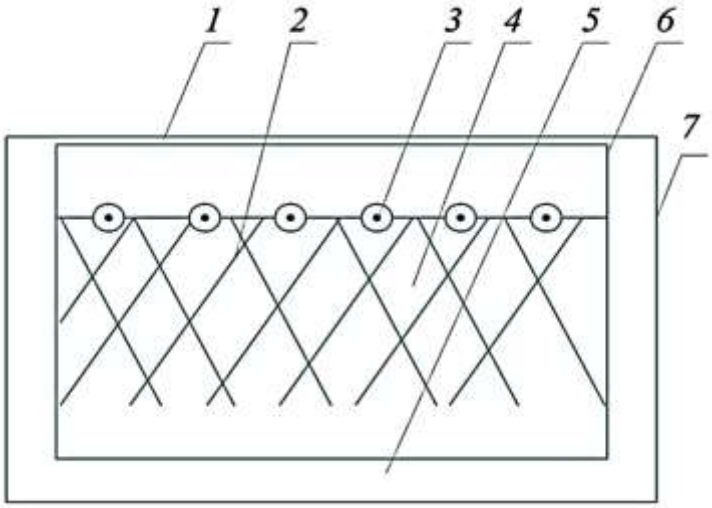

Рис.1. Принципиальная схема поперечного сечения ПВСК с листотрубной ЛПТП: 1 – СП; 2 – зачерненная ЛПТП; 3 – ТОК; 4 – теплоизоляция дна; 5 – снизу стенки; 6 – баковые стенки; 7 – корпус.

Результаты теплового тестирования ПСВК необходимы конструкторам и изготовителям для работы над их дальнейшим совершенствованием, а поставщикам и потребителям для определения их номенклатуры, сравнения их между собой и выбора конструкции, наиболее подходящие для конкретных целей.

Мгновенные значения удельной теплопроизводительности $q_{пол}(\frac{Вт}{м^2})$ и тепловой эффективности (η) тестируемого коллектора определяются из выражений

$$q_{пол} = \left(mC_{p_в}\right)\left(t_{в_{вых}} - t_{в_{вх}}\right) \quad (1)$$

и

$$\eta = \frac{(mC_{pв})}{q^{\Sigma}_{падс}}\left(t_{в_{вых}} - t_в\right), \quad (2)$$

где

$$m_в = \frac{G_в}{F_{фр}} \quad (3)$$

$m_в$ - удельный расход воды через коллектор с площадью фронтальной поверхности корпуса $F_{фр}$, $C_{p_в}$- удельная теплоемкость воды, $C_{p_в} = 4186{,}8$ Дж/(кг°С).

Результаты экспериментов обрабатываются в виде зависимости

$$\eta = f(\frac{t_в - t_0}{q^{\Sigma}_{падс}}). \quad (4)$$

Методом наименьших регрессии используется выражение

$$\eta = \eta_m\left[\left(\alpha_p\tau_{сп}\right) - \frac{K_{пр_{p-0}}}{q^{\Sigma}_{пад}}\left(t_в - t_0\right)\right], \quad (5)$$

предложенное в модели Хоттеля-Уиллера-Блисса [5].

В (4) и (5) $t_в$ - средняя по длине теплоотводящего канала лучепоглощающей теплообменной панели температура нагреваемой воды.

Из графика зависимости $\eta = f(\frac{t_b - t_0}{q^{\Sigma}_{падс}})$ по рис. 2. определяется значение комплектов, представляющих собой произведения $\eta_{тп}K_{пр_{p-0}}$ и $\eta_{тп}(\alpha_p\tau_{сп})_{эфф}$.

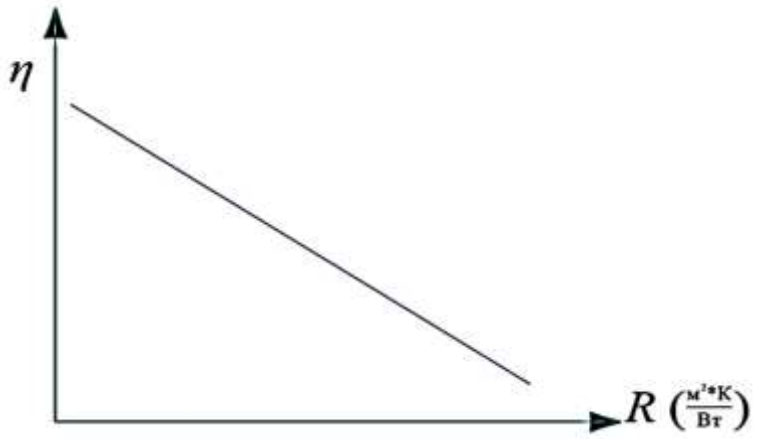

Рис.2. Зависимость $\eta = f(\frac{t_b - t_0}{q^{\Sigma}_{падс}})$

Как следует из графика по рис.2., ордината точки перечения прямой с осью ординат, т.е. при $\frac{t_в - t_0}{q^{\Sigma}_{пад}} = 0$, равно значению комплекса $\eta_{тп}(\alpha_р \tau_{сп})_{эфф}$, а значение комплекса $\eta_m \cdot К_{пр_{р-0}}$ при этом равно отрицательному значению углового коэффициента прямой [2].

Одной из основных целей темнового метода определения теплотехнических характеристик ПСВК является определение приведенного коэффициента теплопередачи от воды в ТОК ЛПТП к единице площади фронтальной поверхности его корпуса ($F_{фр}$) и в окружающую среду ($К_{пр_{р-0}}$) по результатам измерений t_0, $t_{в_{вх}}$, $t_{в_{вых}}$, $G_в$ и $F_{фр}$.

Определение $К_{пр_{р-0}}$ при этом базируется на равенство тепловых потоков, отдаваемого охлаждаемой водой

$$Q_{тп} = (G_{ср})\,(t_{в_{вх}} - t_{в_{вых}}) \qquad (6)$$

и теряемого в окружающую среду через ограждающие элементы корпуса ПСВК

$$Q_{тп} = К_{пр_{р-0}} F_{фр}(t_в - t_0), \qquad (7)$$

т.е.

$$К_{пр_{р0}} = (mc_р)\frac{t_{в_{вх}} - t_{в_{вых}}}{t_b - t_0}. \qquad (8)$$

Значение t_bв (7) и (8) может быть определено из выражения

$$t_в = 0{,}5\,(t_{в_{вх}} + t_{в_{вых}}), \qquad (9)$$

т.е. как полусуммы$t_{bвх}$ и $t_{bвых}$ или из выражения

$$t_в = t_0 + \frac{t_{в_{вх}} + t_{в_{вых}}}{\log\frac{t_{в_{вх}} - t_0}{t_{в_{вых}} - t_0}}, \qquad (10)$$

Предложенного в [1].

Значение $\eta_{тп}$ согласно [1] может быть определено из отношения

$$\eta_{тп} = \frac{К_{пр_{в-0}}}{К_{пр_{р-0}}}. \qquad (11)$$

Значение $К_{пр_{р-0}}$ при этом можеть быть определено из аппроксимационных зависимостей

$$К_{пр_{р-0}} = 2{,}3980 + 0{,}0044t_р - 0{,}0121t_0 - 1{,}1645\varphi_0 + 4{,}2025\varepsilon_р + 0{,}0512v + (182{,}9315 - 5095{,}8649\,\delta_{впрс})\delta_{впрс}(\frac{Вт}{м^2К}). \qquad (12)$$

в диапазоне изменения $\varepsilon_р$ от 0,10 до 0,25 и

$$К_{ар_{р-0}} = 4{,}7838 + 0{,}0119t_р - 0{,}0193t_0 - 1{,}6475\varphi_0 + 2{,}4879\varepsilon_р + 0{,}1554\vartheta + (82{,}6677 - 2054{,}3139\delta_{втр})\delta_{втр},(\frac{Вт}{м^2К}), \qquad (13)$$

в диапазоне изменения $\varepsilon_р$ от 0,80 до 0,9, полученных на основе [1] с соответствующим учетом значений приведенных коэффициентов тепловых потерь ЛПТП через дно и боковые стенки корпуса

ПСВК (1,5925 $\frac{Вт}{м^2К}$) и отношения площадей фронтальных поверхностей СП ($F_{сп}$) и корпуса коллектора ($F_{фр}$), т.е.

$$\frac{F_{сп}}{F_{фр}} = 0{,}93.$$

В аппроксимационных выражениях (12) и (13) $t_р$ – средняя рабочая температура ЛПТП; t_0 и φ_0 – соотвественно, температура и относительная влажность наружного воздуха; $\varepsilon_р$ – излучательная способность зачерненной поверхности ЛПТП; ϑ –скорость ветра, $\frac{м}{с}$; $\delta_{впр-с}$– толщина замкнутой воздушной прослойки, заключенной между наружной поверхностью ЛПТП и внутренной поверхностью СП (c_1).

Выражения (12) и (13) полученые для средних условий эксплутации ПСВК в СГВС и угла наклона ПСВК к горизонту (α) 30^0.

Выводы: В работе развита методика “темнового” способа определения основных теплотехнических характеристик ПСВК, используемых в СГВС. В результате тепловых потерь ЛПТП через ограждающие элементы корпуса коллектора в окружающую среду температура воды на выходе из нее снижается до $t_{в_{вых}}$. Путем включения в программу их тестов “темновых” экспериментов можно существенно сократить продолжительность процесса теплового тестирования ПСВК и значительно снизить трудоемкость. Предложены аппроксимационные выражения для определения приведенного коэффициента тепловых потерь ЛПТП коллектора ($К_{пр_{р-о}}$) наклоненного к горизонту под углом 30^0 для средних условий их эксплутации в СГВС.

Литературы

1. Даффи Дж, Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики. Пер с анг. - Долгопрудный. Издательский дом «Интеллект» 2013. – 888с.
2. Самиев К.А. расчетные исследования тепловых характеристик солнечного коллектора из полимерных материалов. / Проблемы информатики и энергетики. – 2019. – №2. – 69-77 стр.