

УДК 662.997.534

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА ЦИРКУЛЯЦИИ ВОДЫ
В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КОМПАКТНОЙ СОЛНЕЧНОЙ
ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
КОМПАКТТУУ КҮН МЕНЕН СУУ ЫСЫТУУЧУ ЖАБДЫГЫНЫН ГИДРАВЛИКАЛЫК
СИСТЕМАСЫНДАГЫ СУУНУН ЦИРКУЛЯЦИЯЛЫК
РЕЖИМИН ИЗИЛДӨӨ
INVESTIGATION OF WATER CIRCULATION MODE OF OPERATION
IN THE HYDRAULIC SYSTEM OF THE COMPACT SOLAR WATER HEATER UNIT

*Исманжанов А.И. – д.т.н., профессор
Ошский государственный социальный университет
г. Ош, Кыргызстан e-mail: anvis2012@mail.ru.
Рыскулов И.Р. – старший преподаватель
ТИПФ ЖАГУ, e-mail: rir82@mail.ru.*

Аннотация: В данной работе изложены результаты эксплуатационных испытаний циркуляции воды, в системе солнечно водонагревательной установки (СВУ) и солнечно водонагревательного коллектора (СВК), разработанной нами мобильной и компактной солнечно водонагревательной установки ИСП-1, зависящей от особенностей конструкции СВУ.

Аннотация: Макалада биз жасап чыккан компакттык жана мобилдик ИСП-1 күн менен суу ысытылуучу жабдыктын конструкциясына көз каранды болгон, күн менен суу ысытылуучу жабдыктын жана коллекторунун системасындагы, ысык суунун айлануу тажрыйбаларынын эксплуатациялык жыйынтыктары берилген.

Annotation: To present the results of performance tests in the water circulation system of the solar water heater and solar water heating collector, we have developed a mobile and compact solar water heater depends on the design features of the solar water heater.

Ключевые слова: мобильная компактная солнечная водонагревательная установка, режим циркуляции, солнечный водонагревательный коллектор, бак-аккумулятор, нагрев, циркуляция.

Ачык сөздөр: мобилдүү жана компакттуу күн менен суу ысытуучу жабдыгы, циркуляция режими, күн менен суу ысытуучу коллектор, аккумулятор- идиши, ыссуу, циркуляция.

Keywords: mobile compact solar water heating installation, circulation mode, solar water heating collector, storage tank, heating, circulation.

В работах [1] описана разработанная нами компактная солнечная водонагревательная установка (СВУ) а также результаты исследований ее эксплуатационных характеристик.

Общий вид СВУ приведен на рис.1.

Из-за особенностей конструкции СВУ, точнее, расположения солнечных водонагревательных коллекторов (СВК) относительно бака-аккумулятора для горячей воды, располагаемое давление воды, под действием которого и происходит термосифонная циркуляция воды в системе СВУ имеет свои особенности. В СВУ классического варианта с неподвижными СВК и фиксированной высоте бака-аккумулятора, располагаемое давление, определяемое как

$$\Delta P = gh (\rho_x - \rho_r); \quad (1)$$

будет функцией только разности плотностей нагретой и холодной воды [2,4]. В данной формуле g – ускорение свободного падения, h - вертикальное расстояние между центрами нагрева и охлаждения воды, ρ_x и ρ_r - соответственно плотности холодной и нагретой воды.



Рис.1. Общий вид СВУ ИСП-1

В разработанной нами компактной и мобильной СВУ, со следящими за видимым движением Солнца коллекторами, h будет меняться. Следовательно, располагаемое давление в гидравлической системе СВУ будет функцией не только $(\rho_x - \rho_r)$, но и h .

Нами рассчитанным путем исследовано изменение ΔP в разработанной нами СВУ. Расчетная схема СВУ приведена на рис.2. Здесь H – высота бака-аккумулятора, L – длина СВК.

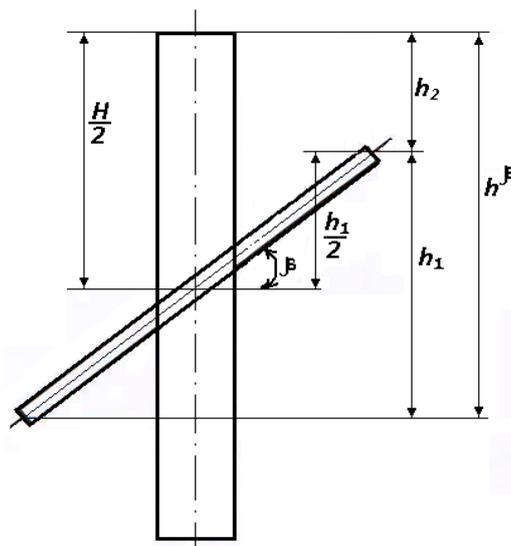


Рис. 2. Расчетная схема солнечной водонагревательной установки

Геометрические параметры СВУ, использованные в расчетах следующие: высота бака-аккумулятора – 1,65 м, длина СВК - 1,42 м. Геометрический центр бака-аккумулятора совпадает с геометрическим центром СВК.

В качестве базового угла наклона принят угол, равный широте места эксплуатации СВУ – г. Ош – $\varphi = 40^\circ$.

Расчеты делались для различных углов наклона СВК относительно горизонта β , а именно: $\beta = 0^\circ$ (горизонтальном положении СВК), $\beta = \varphi - 15^\circ$ (летнее положение эксплуатации), $\beta = \varphi - 7^\circ$ (промежуточное положение), $\beta = \varphi$ (положение круглогодичной эксплуатации), $\beta = \varphi + 7^\circ$ (промежуточное положение), $\beta = \varphi + 15^\circ$ (зимнее положение эксплуатации), $\beta = 90^\circ$ (вертикальное положение СВК).

Центром нагрева служит нижняя часть СВК, а центром охлаждения – верхняя часть бака-аккумулятора.

В табл. 1 приведены вертикальные расстояния от центра нагрева до центра охлаждения воды в системе СВУ h^β в зависимости от угла наклона СВК β при реальных размерах СВУ.

Таблица 1.

β , град.	0	25	33	40	47	55	90
h^β , м	0,82	0,94	1,20	1,27	1,35	1,40	1,53

Таким образом, в разработанной СВУ располагаемое давление ΔP будет функцией угла наклона СВК и величине выталкивающей архимедовой силы, определяемой разностью плотностей холодной и нагретой воды $\rho_x - \rho_r$.

При снабжении СВУ системой слежения за солнцем, в течение дня будет меняться как h , так и $\rho_x - \rho_r$.

На рис. 3. приведены ΔP для различных углов наклона СВК в зависимости от разности температур между холодной и нагретой водой в СВУ - Δt .

$$\Delta P(\text{кг} / \text{м}^2);$$

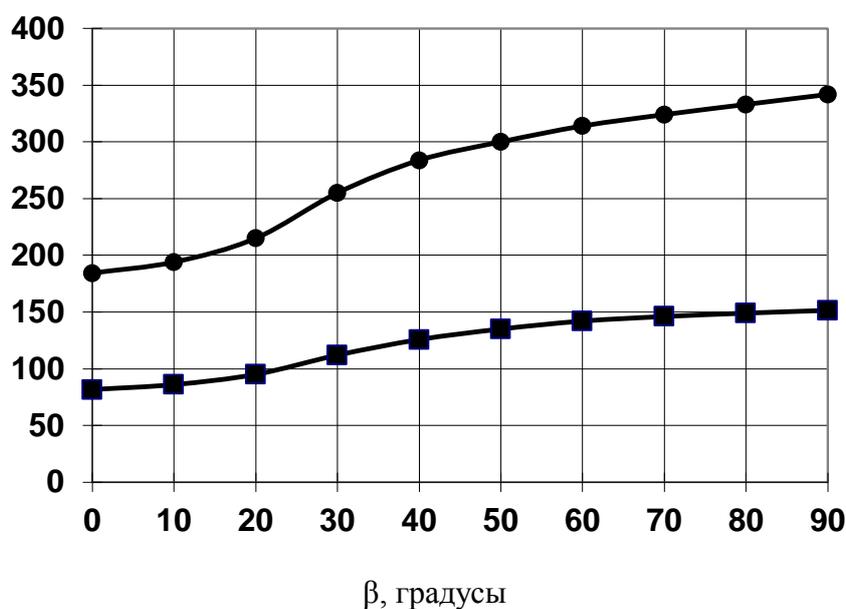


Рис. 3. Зависимость располагаемого давления в гидравлической системе СВУ в зависимости от Δt при различных β °C (верхний график – для $\Delta t = (50-20)$ °C, нижний график – $\Delta t = (80-50)$ °C).

Как видно из рисунка, зависимость ΔP от Δt при различных β носит линейный характер.

Гидравлическая система СВУ содержит минимум фигурных элементов, являющихся местными сопротивлениями: одно внезапное расширение при входе в СВК ($\xi = 1$), само СВК ($\xi = 1$, внезапное сужение при выходе из СВК ($\xi = 1$, два тройника на верхнем и нижнем коллекторном трубах ($\xi = 2$ и один вентиль ($\xi = 2$)).

Потери напора в гидравлической системе СВУ, рассчитанное для одного полукольца системы, с учетом потерь давления на всех местных сопротивлениях по формуле Дарси [2,3]

$$h = \sum \zeta v^2 / 2g; \quad (2)$$

составляет 0,005 м, что намного меньше циркуляционного давления в гидравлической системе СВУ.

Выводы:

Таким образом, расположение СВК на одном уровне с баком-аккумулятором практически не влияет на величину располагаемого давления и достаточно для преодоления сил сопротивления движению воды в системе.

В данной схеме компоновки СВК и бака-аккумулятора отсутствует естественный гидравлический затвор, препятствующий обратной циркуляции воды, в системе приводящие к охлаждению нагретой воды в баке-аккумуляторе. Для этого случая предусмотрен вентиль на нижнем коллекторе СВК, который вручную закрывается после захода солнца [1] Δt при различных β .

Список использованной литературы:

1. Исманжанов А.И., Султанов С.К., Рыскулов И.Р. Разработка и исследование эксплуатационных характеристик мобильной солнечной водонагревательной установки / Наука, образование, техника, 2014, № 4 (50), с 85-89.
2. Бутаев Д.А., Калмыкова З.А., Подвидз Л.Г. и др. Задачник по гидравлике / Под ред. проф. Куколевского - М.: Энергоиздат, 1960. - 440 с.
3. Отопление, вентиляция жилых и гражданских зданий: Справочник/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин - Киев: Будивельник, 1983. - 272 с.
4. Байрамов Р.Б., Ушакова А.Д. Солнечные водонагревательные установки.- Ашхабад.: Издательство Ылым, 1987.-157с.