

## KESIK KONUSSIMON QUVURLI QUYOSH SUV ISITGICH KOLLEKTORINING ISSIQLIK UZATILISHI VA SAMARADORLIGINI EKSPERIMENTAL TAHLILI.

Esanaliyeva N.R.

Fargʻona davlat texnika universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17767470>

**Annotatsiya:** Quyosh energiyasi tobora koʻproq energiya manbai sifatida eʼtirof etilmoqda. Quyosh suv isitgichlari (QSI) energiyani qayta tiklanuvchi manbalardan samarali foydalanish imkonini beruvchi texnologiyalar qatoriga kiradi. Ushbu maqolada kesikkonussimon absorberli QSI kollektorining eksperimental tadqiqot natijalari, uning foydali ish koʻeffitsienti (FIK) va issiqlik almashinuv samaradorligi tahlil qilinadi. Quyosh suv isitgich kollektorlarining issiqlik uzatish qobiliyati bir nechta omillarga bogʻliq.

**Kalit soʻzlar:** issiqlik almashinuv, kesik konussimon quyosh suv isitgichi, Nusselt soni

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЛЕКТОРА УСЕЧЕННО-КОНУСНОГО СОЛНЕЧНОГО ВОДЯНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

**Аннотация:** Солнечная энергия все больше признается в качестве источника энергии. Солнечные водонагреватели (СВН) относятся к технологиям, позволяющим эффективно использовать возобновляемые источники энергии. В данной статье анализируются результаты экспериментального исследования коллектора СВН с усеченно-конусным абсорбером, его коэффициент полезного действия (КПД) и эффективность теплообмена. Теплоотдача коллекторов солнечных водонагревателей зависит от нескольких факторов.

**Ключевые слова:** теплообмен, усеченно-конусный солнечный водонагреватель, число Нуссельта.

## EXPERIMENTAL ANALYSIS OF HEAT TRANSFER AND EFFICIENCY OF A FRUSTUM-SHAPED SOLAR WATER HEATER COLLECTOR

**Abstract:** Solar energy is increasingly recognized as an energy source. Solar water heaters (SWHs) are among the technologies that allow for the efficient use of renewable energy sources. This article analyzes the results of an experimental study of an SWH collector with a frustum-shaped absorber, its coefficient of useful action (CUA), and heat exchange efficiency. The heat transfer capability of solar water heater collectors depends on several factors.

**Keywords:** heat exchange, frustum-shaped solar water heater, Nusselt number.

## KIRISH

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari hisoblangan quyosh energiyasidan issiq suv olish uchun foydalanib Issiqlik akkumulyatorli quyosh va yer osti energiyasidan foydalanib absorber orqali suvni isitish va samaradorlikka erishda qurilmaning raqobatbardoshlik tizimini ishlab chiqish uchun uning sutka davomida ishlash rejimini, issiqlik-fizikaviy parametrlarini va texnologik xarakteristikasini optimallashtirish, iqtisodiy jihatidan kriterial baholash muhim masalalardandir.

Turli sharoit va rejimlarda ishlab chiqilgan kesik konus hajm ega quvur absorberli quyosh suv isitgich kollektorida eksperimental tadqiqotlar oʻtkazildi. Eksperimental tadqiqotlar turli

vaqtlarda va kunning quyoshli qismining turli soatlarida o'tkazildi. Tajribalar yordamida bir nechta zaruriy parametrlar aniqlandi.

### TADQIQOT METODOLOGIYASI

Konusli quvurli absorberli quyosh suv isitgich kollektoridagi issiqlik uzatish (Q) Vatt/m<sup>2</sup> da quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = GCp(t''-t') \quad (1)$$

G - Suv sarfi kg/s da, Cp - suvning solishtirma issiqlik sig'imi Vatt/m<sup>2</sup> °C da, t<sup>2</sup> - chiqishdagi suv harorati °C da, t<sup>1</sup> - kirishdagi suv harorati °C

$$\alpha_q = \frac{Q}{\sum F\Delta t} \quad (2)$$

Bu yerda Q -issiqlik miqdori Vt, F –yuza mm, Δt-o'rtacha harorat °C.

Quyosh suv isitgich kollektorini absorber uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

$$L^2=h^2+(R-r)^2 \quad (3)$$

Quyosh suv isitgich kollektorini absorber sirt maydoni quyidagicha aniqlanadi:

$$S=\pi(R^2+r^2+L(R+r)) \quad (4)$$

Quyosh suv isitgich kollektorini absorber yon yuzasi maydoni quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{\text{yoyon yuza}}=\pi L(R+r) \quad (5)$$

Quyosh suv isitgich kollektorini absorber hajm (kesilgan konus bilan cheklangan hajm) quyidagicha aniqlanadi:

$$V=\pi h(R^2+r^2+Rr)/3 \quad (6)$$

Suvning o'rtacha harorati (Δt) quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta t = t_{\text{st.h}} - t_h \quad (7)$$

bu yerda t<sub>st.h</sub>-absorber sirt harorati °C, t<sub>h</sub>=qizigan suvning o'rtacha harorati °C.

Qizigan suvning t<sub>h</sub> o'rtacha harorati quyidagicha aniqlanadi:

$$t_h = \frac{t^1+t^2}{2} \quad (8)$$

bu yerda quyosh suv isitgich kollektoridan t<sup>2</sup>-chiqishdagi suv harorati, t<sup>1</sup>-kirishdagi suv harorati °C

### TADQIQOT NATIJALAR VA MUHOKAMASI

Quyida keltirilgan (1-jadval)da 11.07.2023 kungi kesik konussimon quvurli quyosh suv isitgich kollektorida eksperimental tadqiqotlar asosida olingan natijalar keltirilgan.

1-jadval

| 11.07.2023 y. kundagi olingan natijalar (kesik konussimon, deflektor va quvurli quyosh suv absorber) |           |                    |                   |                                      |           |                      |                     |
|--|-----------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------|---------------------|
| №  | G, kg/s   | t <sub>qx</sub> °C | t <sub>q</sub> °C | Quyosh radiatsiyasi W/m <sup>2</sup> |           | t <sub>st</sub> , °C | t <sub>t</sub> , °C |
|  |           |                    |                   | Bevosita                             | Diffuzion |                      |                     |
| 1  | 0,0080556 | 38                 | 24                | 428                                  | 100       | 84                   | 17                  |
| 2  | 0,0108300 | 47                 | 32                | 620                                  | 100       | 84                   | 17                  |
| 3  | 0,0011940 | 50                 | 39                | 786                                  | 95        | 83                   | 17                  |
| 4  | 0,0133330 | 61                 | 50                | 806                                  | 95        | 82                   | 17                  |
| 5  | 0,0161100 | 69                 | 61                | 974                                  | 100       | 81                   | 17                  |
| 6  | 0,0166670 | 71                 | 67                | 980                                  | 103       | 81                   | 17                  |
| 7  | 0,0169444 | 76                 | 67                | 951                                  | 103       | 80                   | 17                  |
| 8  | 0,0172222 | 79                 | 65                | 866                                  | 100       | 78                   | 17                  |

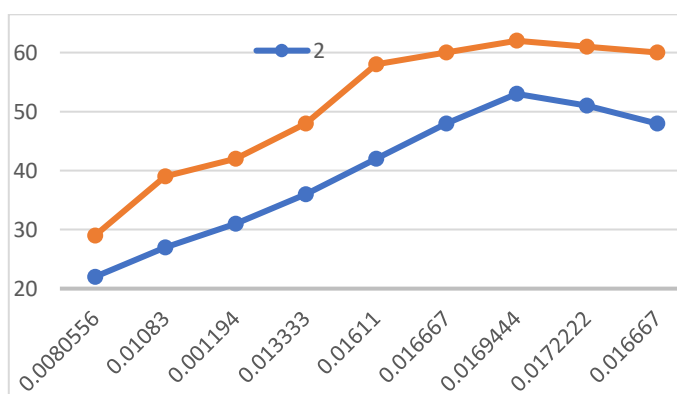
|    |           |    |    |     |     |    |    |
|----|-----------|----|----|-----|-----|----|----|
| 9  | 0,0166670 | 77 | 63 | 736 | 100 | 77 | 17 |
| 10 | 0,0161100 | 71 | 61 | 564 | 101 | 76 | 17 |

Quyida keltirilgan (2–jadval)da yassi absorberli quyosh suv isitgich kollektorida eksperimental tadqiqotlar asosida olingan natijalar keltirilgan.

2–jadval

| 11.07.2023 y. kundagi olingan natijalar ( <i>kesikkonussimon oddiy absorber</i> ) |           |               |            |                             |           |               |            |
|---|-----------|---------------|------------|-----------------------------|-----------|---------------|------------|
| №   | G, kg/s   | $t_{qx}$ , °C | $t_q$ , °C | Quyosh radiatsiyasi $W/m^2$ |           | $t_{st}$ , °C | $t_t$ , °C |
|   |           |               |            | Bevosita                    | Diffuzion |               |            |
| 1   | 0,0080556 | 30            | 22         | 428                         | 100       | 84            | 17         |
| 2   | 0,0108300 | 37            | 27         | 620                         | 100       | 84            | 17         |
| 3   | 0,0011940 | 40            | 31         | 786                         | 95        | 83            | 17         |
| 4   | 0,0133330 | 49            | 36         | 806                         | 95        | 82            | 17         |
| 5   | 0,0161100 | 59            | 42         | 974                         | 100       | 81            | 17         |
| 6   | 0,0166670 | 67            | 48         | 980                         | 103       | 81            | 17         |
| 7   | 0,0169444 | 72            | 53         | 951                         | 103       | 80            | 17         |
| 8   | 0,0172222 | 70            | 51         | 866                         | 100       | 78            | 17         |
| 9   | 0,0166670 | 64            | 48         | 736                         | 100       | 77            | 17         |
| 10  | 0,0161100 | 60            | 44         | 564                         | 101       | 76            | 17         |

Yuqorida keltirilgan (1 va 2-jadval)larda bir vaqtda kesik konussimon, deflek tor va quvurli absorber hamda kesikkonussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektorlaridan olingan natijalar keltirilgan bo‘lib ushbu olingan natijalar o‘zaro taqqoslab (1-rasm) chiqildi. Issiqlik almashinuv jarayonini jadallashtirish maqsadida absorberning ustki yuzasi bo‘ylab spiralsimon qilib o‘rnatilgan suv quvurlari, quyosh suv isitgich kollektorning ishlash samaradorligiga bevosita ijobiy ta‘sir ko‘rsatganligini ko‘rish mumkin.



**1-rasm. 1-kesik konussimon, deflektor va quvurli quyosh suv isitgich kollektoridagi qizigan suvning o‘rtacha harorati, 2-kesikkonussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektoridagi qizigan suvning o‘rtacha harorati.**

1-rasm. kesik konussimon, deflektor va quvurli quyosh suv isitgich kollektori hamda kesikkonussimon absorberga ega bo‘lgan quyosh suv isitgich kollektorlarida qizigan suvning o‘rtacha haroratlari.

Yuqorida keltirilgan 1-rasmlar shuni ko‘rsatadiki, ikki turdagi absorberga ega bo‘lgan quyosh suv isitgich kollektorlarini suv sarfi (G) kg/s o‘zgarimas bo‘lgan holatda ishlash samaradorligi o‘zaro qanday farq qilishi ko‘rsatib o‘tilgan. Quyosh radiatsiyasi  $Q=980 W/m^2$

bo'lganda quyosh suv isitgich kollektoridan chiqayotgan issiqlik tashuvchining kirish va chiqishdagi haroratlari farqi quyidagi formula yordamida aniqlanadi .

$$\Delta t = t_{chiq} - t_{kir} = 7.$$

Quyosh energiyasidan foydalanib hosil qilingan foydali issiqlik energiyasi quyidagi formulada aniqlanadi:

$$Q_{foy} = Q_M c_p \Delta t = 0,01957$$

Bu yerda issiqlik tashuvchining massaviy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_M = \rho \cdot Q = 19,57,$$

bu yerda  $\rho$ –issiqlik tashuvchi suvning zichligi  $\text{kg/m}^3$ ,  $Q$ –hajmiy sarf,  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Quyosh suv isitgich kollektorining absorberi yuzasiga quyosh radiatsiyasidan qabul qilinayotgan energiya miqdori:

$$Q_{qabul.qil.} = Q S_{ck} = 740$$

bu yerda  $Q$ – quyosh radiatsiyasi intensivligi,  $\text{W/m}^2$ ;  $S_{ck}$ – quyosh suv isitgich kollektorining absorber yuzasi,  $\text{m}^2$ .

Quyosh suv isitgich kollektorining foydali ish koeffitsienti [93;88 bet]:

$$\eta = \frac{Q_{foy}}{Q_{qab}} = 0,027$$

### TAQQOSLASH VA SAMARADORLIK

Quyida keltirilgan (3–jadval)da kesik konussimon quyosh suv isitgich kollektorida eksperimental tadqiqotlar asosida olingan natijalar hamda uning foydali ish koeffitsienti keltirilgan.

#### 3-jadval. Kesik konussimon, deflektor va quvurli quyosh suv isitgich kollektorining samaradorligini aniqlash uchun eksperimental natijalar

| No | G, kg/s   | $\Delta t$ °C | FIK, % |
|----|-----------|---------------|--------|
| 1  | 0,0080556 | 12            | 2,7    |
| 2  | 0,0108300 | 22            | 5,6    |
| 3  | 0,0011940 | 25            | 7,3    |
| 4  | 0,0133330 | 31            | 13     |
| 5  | 0,0161100 | 41            | 19     |
| 6  | 0,0166670 | 43            | 23     |
| 7  | 0,0169444 | 44            | 23     |
| 8  | 0,0172222 | 45            | 24     |
| 9  | 0,0166670 | 43            | 27     |

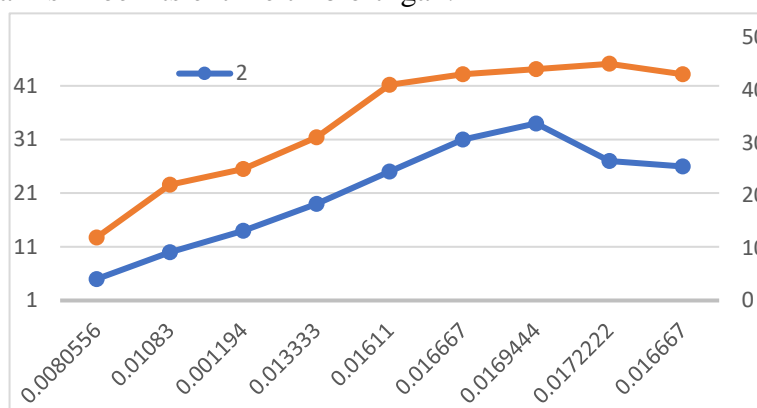
Quyida keltirilgan (4–jadval)da kesik konussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektorida eksperimental tadqiqotlar asosida olingan natijalar hamda uning foydali ish koeffitsienti keltirilgan.

#### 4-jadval. Kesik konussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektorining samaradorligini aniqlash uchun eksperimental natijalar

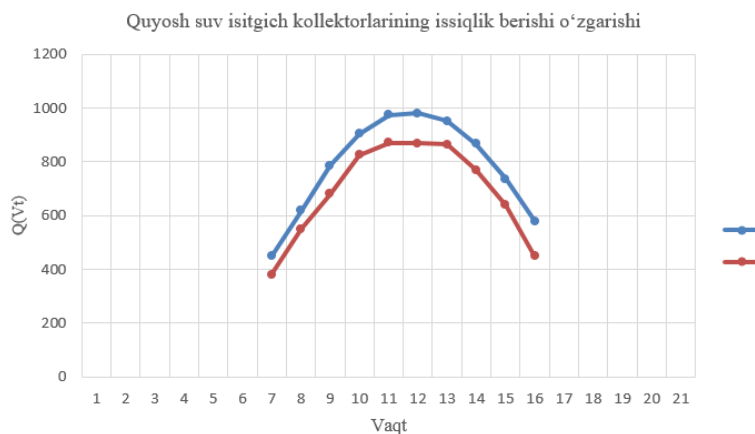
| No | G, kg/s   | $\Delta t$ °C | FIK, % |
|----|-----------|---------------|--------|
| 1  | 0,0080556 | 5             | 1,2    |
| 2  | 0,0108300 | 10            | 1,8    |

|   |           |    |      |
|---|-----------|----|------|
| 3 | 0,0011940 | 14 | 3    |
| 4 | 0,0133330 | 19 | 5,7  |
| 5 | 0,0161100 | 25 | 7,3  |
| 6 | 0,0166670 | 31 | 8,2  |
| 7 | 0,0169444 | 34 | 14   |
| 8 | 0,0172222 | 27 | 13,4 |

Yuqorida keltirilgan (3 va 4-jadval)larda bir vaqtda kesik konussimon, deflektor va quvur absorberli hamda kesik konussimon quyosh suv isitgich kollektorlaridan olingan natijalar asosida olingan kollektordan chiqayotgan o'rtacha suv harorat hamda ikki xil quyosh suv isitgich kollektorlarning foydali ish koeffitsienti keltirib o'tilgan.



**2-rasm. Kesik konussimon quvurli va yassi absorberlarga ega bo'lgan quyosh suv isitgich kollektorlaridagi o'rtacha haroratlari.**



**3-rasm. Kesik konussimon ,deflektor va quvur absorberli hamda kesik konussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektorlarining issiqlik berishi o'zgarishi.**

*Ko'k-. Kesik konussimon ,deflektor, quvur absorberli quyosh suv isitgich Qizil- kesik konussimon absorberli quyosh suv isitgich*

Yuqorida keltirilgan (3-rasm)da bir vaqtda kesik konussimon deflektor quvur absorberli hamda kesik konussimon absorberli quyosh suv isitgich kollektorlarida suv sarfi turlicha bo'lganda olingan natijalar asosida kollektordan chiqayotgan o'rtacha suv harorat keltirib, (3-rasm) suv sarfi o'zgarmas bo'lganda issiqlik berilishi o'zgarishi taqqoslangan. Keltirilgan natijalar shuni ko'rsatadiki kesik konussimon absorberli oddiy turdagi kollektorga nisbatan kesik konussimon spiralsimon o'rnatilgan quvur absorberli quyosh suv isitgich kollektorining foydali ish koeffitsienti 27% gacha yuqori hisoblanadi.

Quyosh suv isitgich kollektorining tajribalarda olingan natijalariga asoslanib issiqlik o'tkazuvchanligi hamda issiqlik almashinish samaradorligini hisoblash mumkin. Alohida olingan absorberlar uchun issiqlik almashinuvini aniqlash formulasi quyida keltirilgan:

$$Nu = A(Re)^n. \quad (9)$$

Yuqorida keltirilgan issiqlik almashinuv formulalarining ko'rinishi suyuqlik va gazlar uchun umumiy shaklda o'xshashlik nazariyasi qoidalariga mos keladi:

$$Nu = A(Re Pr)^n. \quad (10)$$

Agar biz gazlar, suyuqliklar uchun  $Pr \approx 1$  deb hisoblasak, (9) formula (10) ga aylantiriladi. Olingan eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlash yassi absorber uchun issiqlik uzatish formulasini quyidagicha ko'rininishda olish mumkin:

$$Nu_v = 0,014 Re^{0,83}, \quad (11)$$

Kesik konussimon quvurli absorber uchun:

$$Nu_{cm} = 0,02 Re^{0,82}. \quad (12)$$

Kesik konussimon absorberga ega bo'lgan quyosh suv isitgich kollektorida ma'lum sharoitda o'tkazilgan eksperimental natijalari asosida hisoblanganda issiqlik berish qobiliyatini harakterlovchi Nusselt soni esa  $Nu = 83.2$  ga, kesik konussimon, deflektor va quvurli quyosh suv isitgich kollektorida esa  $Nu = 126.1$  ga teng

### XULOSA

Yuqorida keltirilgan ikki xil quyosh suv isitgich kollektorining taqqoslanganda kesik konussimon oddiy absorberli kollektorga nisbatan kesik konussimon, deflektor va quvurli kollektorning issiqlik berishi yuqori hisoblanadi. Buning sababi yassi absorber yuzasiga spiralsimon shaklda gorizantal quvurlarini o'rnatish orqali suvga qo'shimcha uyurmali harakat berishi hamda isituvchi yuzalarni ortishi bilan izohlanadi. Bundan tashqari spiralsimon shaklda gorizantal quvurlar quyosh energiyasini yassi absorberga nisbatan yaxshi yutadi bu esa bevosita qurilmani ishlash samaradorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Kesik konussimon absorberli QSI kollektorlari quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun istiqbolli yechim hisoblanadi. Spiralsimon quvurlardan foydalanish orqali issiqlik almashinuvini yaxshilash va FIKni oshirish mumkin. Olingan eksperimental natijalar QSI tizimlarini yanada optimallashtirish va kengroq qo'llash imkoniyatlarini yaratadi.

### ADABIYOTLAR

1. Патент на полезную модель № FAP 10207 от 21.11.2025 "Солнечный бытовой водонагреватель". Авторы: Умаралиев К.Н., Эргашев С.Ф., Эсаналиева Н.Р., Умаралиев Н., Холмурзаев А.А., Кучкаров А.А., Абдукаримов Б.А.
2. DGU 47533 "Konussimon quyosh suv isitgichlarida issiqlik almashinuv jarayonlarini hisoblash". 01.02.2025 Esanaliyeva N.R, Abdukarimov B.A
3. Alinazarov A.X., Abelkosimova M.X., Muhandislik tarmoqlarida noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish- Toshkent-2017 y.
4. Madaliyev E O', Issiqlik texnikasi. Farg'ona (2012). 150-161 b.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа, М.: Дрофа, 2003, –840 с.
6. Яркаев М.З. Теплогидравлическая эффективность профилированных каналов различной формы при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения теплоносителей // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань – 2015. С.