

Date: 3rd October-2026

QUYOSH SUV CHUCHITGICHLARINING TURLARI VA ULARNING QO'SHIMCHA QURILMALAR BILAN INTEGRATSIYALASHUV ISTIQBOLLARI

Rajabov Xurshid Ro'zimurodovich

Buxoro shahar 4-sonli umumiy o'rta ta'lim maktabi

Oymatova Maftuna Qamariddinovna

*BuxDu Muhandislik texnologiyalari va qayta
tiklanuvchi energiya manbalari kafedrası magistranti*

Annotatsiya. *Ushbu tezida quyosh energiyasi asosida sho'r va minerallashgan suvlarni chuchitish uchun qo'llaniladigan quyosh suv chuchitgichlarining asosiy konstruktiv turlari va ularning ishlash tamoyillari tahlil qilingan. An'anaviy havzali, bir nishabli, ikki nishabli, pog'onali, wick-tipli, quvurli, piramidasimon va ko'p havzali quyosh chuchitgichlarining o'ziga xos xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, quyosh chuchitgichlarining fotovoltaik panellar, quyosh kollektorlar, vakuumli quvurli kollektorlar, faza o'zgaruvchi materiallar (PCM), nanoflyuidlar, issiqlik almashgichlar va faol kondensatorlar bilan integratsiyalashuvi tahlil qilingan. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, oddiy quyosh chuchitgichlari konstruktiv soddaligi va past ekspluatatsion xarajatlari bilan ajralib tursa-da, ularning mahsuldorligi quyosh radiatsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishiga kuchli bog'liq. Zamonaviy tadqiqotlarda bug'lanish yuzasini oshirish, issiqlikni saqlash, issiqlik almashinuvini jadallashtirish va kondensatsiyani kuchaytirish orqali ushbu cheklovlarini kamaytirishga katta e'tibor berilmoqda. Ayniqsa, PCM, nano-PCM, nanoflyuidlar, PV/T va vakuumli quvurli kollektorlar bilan integratsiyalangan tizimlar istiqbolli yo'nalishlar sifatida baholanadi.*

Kalit so'zlar: *quyosh energiyasi, suv chuchitgich, quyosh distillyatori, desalatsiya, solar still, PCM, nanoflyuid, PV/T, vakuumli quvurli kollektor, issiqlik almashinuvi.*

1. KIRISH

Dunyoda chuchuk suv resurslarining cheklanganligi va suvga bo'lgan talabning ortib borishi suvni qayta ishlash va chuchitish texnologiyalarini rivojlantirishni talab qilmoqda. Ayniqsa, quruq va cho'l iqlimli hududlarda yer osti suvlarining minerallashuvi hamda yog'ingarchilikning kamligi muammoni yanada kuchaytiradi. Bunday sharoitda quyosh energiyasidan foydalanib sho'r suvdan chuchuk suv olish ekologik jihatdan istiqbolli texnologiyalardan biri hisoblanadi [1,2].

Quyosh suv chuchitgichi — quyosh nurlanishini issiqlik energiyasiga aylantirib, suvni bug'latish va hosil bo'lgan suv bug'ini kondensatsiyalash orqali chuchuk suv



Date: 3rd October-2026

olishga mo'ljallangan qurilma. Jarayon tabiiy gidrologik siklning kichiklashtirilgan texnik analogi bo'lib, quyosh nurlanishi ta'sirida suv qiziydi, bug'lanadi va nisbatan sovuq shaffof qoplama yuzasida kondensatsiyalanadi [1].

Quyosh chuchitgichlarining asosiy afzalliklari konstruktiv soddalik, tashqi elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojning kamligi va kichik quvvatli tizimlarni avtonom ishlatish imkoniyatidir. Biroq an'anaviy havzali chuchitgichlarda mahsuldorlikning nisbatan pastligi asosiy muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Shu sababli hozirgi tadqiqotlarning asosiy yo'nalishi bug'lanish va kondensatsiya jarayonlarini intensivlashtirish hamda birlik yuzaga to'g'ri keladigan distillyat miqdorini oshirishdan iborat [1,2].

2. Quyosh suv chuchitgichlarining asosiy turlari

Quyosh chuchitgichlarini konstruktiv tuzilishi va energiya ta'minotiga ko'ra passiv, faol va gibrid tizimlarga ajratish mumkin. Passiv tizimlarda suv asosan quyosh nurlanishi hisobiga qizdiriladi, faol tizimlarda qo'shimcha issiqlik manbai yoki mexanik qurilma qo'llanadi, gibrid tizimlarda esa bir nechta energiya va issiqlik almashinuvi mexanizmlari birlashtiriladi [1,3].

2.1. Bir nishabli va ikki nishabli chuchitgichlar

Bir nishabli quyosh chuchitgichi eng sodd konstruksiyalardan biri bo'lib, issiqlik izolyatsiyalangan havza, sho'r suv, shaffof qoplama va distillyatni yig'ish kanalidan tashkil topadi. Quyosh nurlanishi suvni qizdiradi, bug' hosil bo'ladi va u qoplamaning ichki yuzasida kondensatsiyalanadi. Mazkur qurilma qishloq joylari, kichik xo'jaliklar, laboratoriya tajribalari hamda elektr tarmog'i cheklangan hududlar uchun qulay [1,3].

Ikki nishabli chuchitgichda shaffof qoplama ikki tomonga qiya o'rnatiladi. Natijada kondensatni ikki tomondan yig'ish va quyosh nurlanishidan kun davomida samarali foydalanish imkoniyati paydo bo'ladi. Ushbu tur PCM, nanoflyuid, quyosh kollektori va qoplamani faol sovitish tizimlari bilan integratsiya qilingan holda o'rganilgan [1,2].

2.2. Pog'onali va wick-tipli chuchitgichlar

Pog'onali (stepped) quyosh chuchitgichida suv joylashadigan yuza bir nechta pog'onalardan tashkil topadi. Suvning yupqa qatlamda taqsimlanishi qizish vaqtini qisqartiradi va bug'lanish jarayonini kuchaytiradi. Zamonaviy tadqiqotlarda stepped solar stilllar quyosh kollektorlari, vakuumli quvurli kollektorlar, PCM va nanoflyuidlar bilan birlashtirilib, mahsuldorlikni oshirish imkoniyatlari baholanmoqda [3].

Wick-tipli chuchitgichlarda suv g'ovak yoki kapillyar materialga shimdirilib, yupqa qatlam holida bug'lanadi. Wick sifatida mato, paxta, polimer g'ovak material, metall to'r va boshqa kapillyar materiallardan foydalanish mumkin. Bunday



Date: 3rd October-2026

tizimlarda suvning katta hajmini qizdirish o'rniga yupqa suv qatlamini qizdirish orqali issiqlikdan foydalanish samaradorligini oshirish maqsad qilinadi [5].

2.3. Quvurli va piramidasimon chuchitgichlar

Quvurli (tubular) quyosh chuchitgichida sho'r suv shaffof quvur yoki silindrsimon qoplama ichida bug'lanadi. Silindrsimon geometriya quyosh nurlarini turli yo'nalishlardan qabul qilish va kondensatsiya yuzasini samarali tashkil etish imkonini beradi. Tubular solar stilllar PCM, quyosh kollektorlar, nanomateriallar va tashqi kondensatorlar bilan birlashtirilgan [4].

Piramidasimon chuchitgichlarda qoplama bir nechta qiya yuzalardan iborat bo'lib, kondensatning pastga oqishi osonlashadi. Ushbu konfiguratsiyada PCM, qora qum, g'ovak materiallar va nanoflyuidlardan foydalanish orqali issiqlik uzatish va bug'lanish jarayonini kuchaytirish bo'yicha tadqiqotlar mavjud [6].

2.4. Ko'p havzali va multi-effect tizimlar

Ko'p havzali yoki multi-effect chuchitgichlarda birinchi bosqichda hosil bo'lgan bug' keyingi bosqichni isitish uchun qayta ishlatiladi. Buning natijasida bitta quyosh energiyasi oqimidan bir necha marta foydalanish mumkin. Mazkur yondashuv issiqlikni qayta ishlatish hisobiga yuqori mahsuldorlikka erishish imkonini beradi, biroq bosqichlar sonining ortishi konstruktiv murakkablik va kapital xarajatlarni ham oshiradi [1,7].

3. Quyosh chuchitgichlarida qo'llaniladigan qo'shimcha qurilmalar

Quyosh chuchitgichining mahsuldorligi asosan suv harorati, suv qatlamining chuqurligi, quyosh radiatsiyasi va kondensatorning haroratiga bog'liq. Shu sababli zamonaviy tizimlarda qo'shimcha qurilmalar yordamida energiya oqimini boshqarish va issiqlik almashinuvini kuchaytirishga intilinmoqda [2,3].

3.1. Quyosh issiqlik kollektorlari

Yassi va vakuumli quvurli quyosh kollektorlari chuchitgichdagi suvni qo'shimcha isitish uchun ishlatiladi. Kollektor alohida kontur orqali suvni qizdirib, issiq suvni chuchitgich havzasiga uzatishi mumkin. Vakuumli quvurli kollektorlar yuqori harorat hosil qilish qobiliyati sababli issiqlik talab qiluvchi chuchitish jarayonlari uchun istiqbolli hisoblanadi [8]. Bunday tizimlar quruq va quyosh radiatsiyasi yuqori hududlarda kichik va o'rta quvvatli suv ta'minoti uchun qo'llanishi mumkin.

3.2. Faza o'zgaruvchi materiallar — PCM

PCM quyosh chuchitgichida issiqlik akkumulyatori sifatida ishlatiladi. Kunduzgi davrda PCM erish jarayonida issiqlikni yutadi, quyosh radiatsiyasi kamayganda esa qotish jarayonida saqlangan issiqlikni suvga qaytaradi. Shu orqali chuchitgichning kechki va tungi davrdagi ishlashi uzaytirilishi mumkin. Zamonaviy sharhlarda PCM va nano-PCM quyosh chuchitgichlarining energiya samaradorligini oshirishning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida baholanadi [6].



3.3. Nanoflyuidlar

Nanoflyuidlar issiqlik tashuvchi muhitning issiqlik o'tkazuvchanligini oshirish va absorberdan suvga issiqlik uzatishni jadallashtirish maqsadida qo'llanadi. Ular bir nishabli, ikki nishabli, piramidasimon, stepped va wick-tipli chuchitgichlarda tadqiq qilingan [9]. Biroq nanoflyuidlardan amaliy foydalanishda zarrachalarning uzoq muddatli barqarorligi, ekologik xavfsizligi, narxi va distillyat sifatiga ta'siri hisobga olinishi kerak.

3.4. PV va PV/T qurilmalari

Fotovoltaik panellar chuchitgichning nasos, ventilyator, avtomatika va sensorlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. PV/T tizimlarida esa bir vaqtning o'zida elektr va issiqlik energiyasi olinadi. Shu sababli PV/T + solar still kombinatsiyasi energiya manbalaridan kompleks foydalanish imkonini beruvchi gibrid texnologiya sifatida qaralmoqda [2].

4. Turlar va qo'shimcha qurilmalarning o'zaro bog'liqligi

Chuchitgich turi	Integratsiya qilinadigan qurilma	Asosiy vazifa	Istiqbolli qo'llanish
Bir nishabli	PCM, PV panel	Issiqlikni saqlash va avtomatika	Uy xo'jaligi, chekka hudud
Ikki nishabli	Nanoflyuid, PCM	Issiqlik uzatishni kuchaytirish	Kichik desalatsiya
Pog'onali	Quyosh kollektori, ETC	Suvni qo'shimcha isitish	Qishloq hududlari
Wick-tipli	PCM, g'ovak absorber	Yupqa qatlamni tez bug'latish	Ko'chma qurilmalar
Tubular	ETC, tashqi kondensator	Qizdirish va kondensatsiyani kuchaytirish	Quruq hududlar
Piramidasimon	PCM, nanoflyuid	Bug'lanish va tungi ishlashni yaxshilash	Kichik suv ta'minoti
Multi-effect	Issiqlik almashgich	Bug' issiqligini qayta ishlatish	Yuqori mahsuldorlik
Solar still + PV/T	Elektr + termik modul	Elektr va issiqlikni birgalikda olish	Avtonom tizimlar

5. Muhokama

Adabiyotlar tahlili quyosh suv chuchitgichlarining rivojlanishi oddiy passiv konstruksiyalardan issiqlikni saqlovchi va faol boshqariladigan gibrid tizimlarga tomon siljiyotganini ko'rsatadi. Konstruktiv optimallashtirishda stepped, wick va tubular konfiguratsiyalar bug'lanish yuzasini va suvning qizish tezligini oshirishga xizmat qiladi. Energetik integratsiyada esa quyosh kollektorlari va PV/T tizimlari chuchitgichga qo'shimcha issiqlik hamda elektr energiyasi yetkazib beradi [1–5].

Shu bilan birga, yuqori distillyat olishning o'zi texnologiyaning amaliy samaradorligini to'liq ifodalaymaydi. Masalan, vakuumli quvurli kollektor, PCM yoki nanomaterial qo'shilishi mahsuldorlikni oshirishi mumkin, biroq kapital xarajat, texnik xizmat, materiallarning uzoq muddatli barqarorligi va ekologik xavfsizlik ham ortiqcha yuk hosil qilishi mumkin. Shu sababli kelajakdagi tadqiqotlarda energetik,



Date: 3rd October-2026

eksergetik, iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarni birgalikda baholovchi 4E yondashuvdan foydalanish maqsadga muvofiq [6,9].

Amaliy nuqtayi nazardan, O'zbekiston kabi quyosh radiatsiyasi yuqori va ayrim hududlarda suv resurslari cheklangan mamlakatlar uchun modulli quyosh chuchitgichlari alohida qiziqish uyg'otadi. Mahalliy materiallardan foydalanilgan bir nishabli yoki stepped qurilmaga PCM va kichik PV modulini qo'shish nisbatan sodda, ta'mirlashga qulay va avtonom tizim yaratish imkonini beradi. Biroq bunday qurilmalar uchun mahalliy iqlim sharoitida uzoq muddatli dala sinovlari zarur.

6. Xulosa

Quyosh suv chuchitgichlari sho'r va minerallashtirilgan suvlarni chuchitishda quyosh energiyasidan foydalanadigan ekologik va avtonom texnologiyalardan biridir. Ularning asosiy konstruktiv turlariga bir nishabli, ikki nishabli, stepped, wick-tipli, tubular, piramidasimon va multi-effect tizimlar kiradi. Har bir konstruksiya bug'lanish va kondensatsiya jarayonini tashkil etish usuli bilan farqlanadi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, zamonaviy rivojlanishning asosiy yo'nalishlari uch guruhga bo'linadi: birinchisi — konstruktiv optimallashtirish; ikkinchisi — qo'shimcha quyosh issiqlik va elektr qurilmalari bilan integratsiya; uchinchisi — PCM, nano-PCM va nanoflyuidlar yordamida issiqlik almashinuvi va energiya saqlashni kuchaytirish. Ayniqsa, PV/T + PCM + stepped yoki wick solar still kombinatsiyasi kelajak uchun istiqbolli hisoblanadi.

Biroq bunday tizimlarni amaliyotga joriy qilishda mahsuldorlikdan tashqari suv tannarxi, eksergetik samaradorlik, materiallarning hayotiy sikli, distillyat sifati, texnik xizmat va uzoq muddatli ishonchlilikni hisobga olish zarur. Demak, quyosh suv chuchitgichlarining kelajakdagi rivoji maksimal distillyat olishdan ko'ra, energiya, iqtisodiyot, ekologiya va ishonchlilik o'rtasidagi optimal muvozanatni ta'minlovchi gibrid tizimlarni yaratishga yo'naltirilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Tony, M. A., & Nabwey, H. A. (2024). Recent advances in solar still technology for solar water desalination. *Applied Water Science*, 14, 147.
- [2] Elsheikh, A., et al. (2024). Augmentation and evaluation of solar still performance: A comprehensive review. *Desalination*, 574, 117239.
- [3] El-Sebaey, M. S., et al. (2024). Stepped solar stills: A comprehensive review of design, performance, and optimization strategies for sustainable water desalination. *Solar Energy*, 284, 113077.
- [4] Ahmed, M. M. Z., et al. (2021). Basin and tubular solar distillation systems: A review. *Process Safety and Environmental Protection*, 150, 157–178.

Date: 3rd October-2026

[5] Sambare, S. S., et al. (2024). Productivity enhancement techniques for tubular solar still—A review. *Environmental Progress & Sustainable Energy*.

[6] Dubey, A., & Arora, A. (2024). Effect of various energy storage phase change materials (PCMs) and nano-enhanced PCMs on the performance of solar stills: A review. *Journal of Energy Storage*, 97, 112938.

[7] Comprehensive Review on Solar Stills—Latest Developments and Overview. (2022). *Sustainability*, 14(16), 10136.

[8] Harnessing evacuated tube technology for enhanced solar still: A comprehensive review. (2024). *Results in Engineering*.

[9] Rashid, F. L., et al. (2024). A review on the current situation and prospects for nanofluids to improve solar still performance. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 149, 13511–13531.

[10] Anika, U. A., et al. (2024). Exergy, exergo-economic, environmental and sustainability analysis of pyramid solar still integrated hybrid nano-PCM, black sand, and sponge. *Solar Energy*, 274, 112559.

