



The absorption of solar energy in a heat accumulator

Makhfuza NURMANOVA¹, Zayniddin MAMATOV²

Samarkand Campus, University of Economics and Pedagogy

ARTICLE INFO

Article history:

Received October 2024

Received in revised form

15 November 2024

Accepted 25 November 2024

Available online

25 December 2024

Keywords:

hygroscopic materials,
heat accumulator,
solar air collector,
solar dryer,
thermal mass.

ABSTRACT

The article examines the working processes of solar dryers. A device with a heat accumulator made from local materials, where stone is used as a thermal mass, is described. The stone accumulates solar heat during the day and releases it when the efficiency of solar radiation decreases. It is demonstrated that hygroscopic products can be successfully dried using solar energy. Additionally, the article identifies the key parameters of solar drying units with a thermal accumulator.

2181-1415/© 2024 in Science LLC.

DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol5-iss12/S-pp12-19>

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Issiqlik akkumulyatorida quyosh energiyasining yutilishi

Kalit so'zlar:

gigroskopik materiallar,
issiqlik akkumulyatori,
quyoshiy havo kollektori,
quyosh quritgichi,
termal massa.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada quyoshli quritish qurilmalarining ishlash tartibi tahlil qilingan. Qurilma mahalliy materiallardan tayyorlangan issiqlik akkumulyatoriga ega bo'lib, tosh termal massa sifatida ishlatiladi va o'zidan quyoshdan issiqlikni to'plash va samarali radiatsiya bo'lmaganda issiqlikni chiqaradi. Gigroskopik mahsulotlarni quyoshli quritish yordamida amalga oshirilishi ko'rsatilgan. Shuningdek maqolada issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichi qurilmalarining asosiy parametrlari aniqlangan.

Поглощение солнечной энергии в теплоаккумуляторе

Ключевые слова:

гигроскопичные
материалы,
аккумулятор тепла,

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются рабочие процессы солнечных сушилок. Описано устройство с тепловым аккумулятором, изготовленным из местных материалов, где в качестве

¹ PhD, Associate Professor, Samarkand Campus, University of Economics and Pedagogy.

² Associate Professor, Samarkand Campus, University of Economics and Pedagogy.

солнечный
воздухосборник,
солнечная сушилка,
тепловая масса.

тепловой массы используется камень. Камень накапливает солнечное тепло в течение дня и выделяет его при снижении эффективности солнечного излучения. Показано, что гигроскопичные продукты могут быть успешно высушены с использованием солнечной энергии. Кроме того, в статье определены ключевые параметры солнечных сушильных устройств с тепловым аккумулятором.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli Farmonida jumladan quyidagilar qayd etilgan: "Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish orqali 2026-yilga qadar iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish va havoga chiqariladigan zararli gazlar hajmini 20 foizga qisqartirish choralari ko'rilsin" [1].

Jumladan, quritish texnologiyalarida ham muqobil energiya manbalaridan foydalanish asosida energiya samaradorligini oshirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Hozirgi rivojlanib borayotgan bir davrda mahsulotlarni gelio usulda quritishning bir necha xil usullari kashf etilgan hamda hayotga tadbqiq etilgan. Hozirgi kunda hali ham qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritishda elektr energiyasi, tabiiy gaz, ko'mir va shunga o'xshash yoqilg'ilardan foydalanib kelinmoqda [2].

Noa'naviy energiya manbalaridan ayniqsa, quyosh havo qurilmalaridan foydalanish Osiyoning tropik va yarim tropik mamlakatlarida yaxshi rivojlangan [3].

Noa'naviy energiya manbalaridagi texnologiyalar oddiy bo'lsa-da, samarali, bepul va ekologik toza [4], quyosh quritish qurilmasi ishonchli va foydali. Vaqti-vaqti bilan bu tizim quyosh nuri tushmaydigan soatlarda ishlatiladi [5]. Ayniqsa o'zida issiqlik energiyasini saqlay oladigan materiallar tizimning foydali mahsulotini yetkazib berish ishonchliligini oshirishi mumkin [6].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Quyosh qurilmalarining asosiy elementlaridan biri undagi issiqlik akkumulyatorlaridir. Quyosh qurilmalarida issiqlik akkumulyatorlarining ishlatilishi energiya iste'moli va uni ishlab chiqarish o'rtasidagi nomutanosiblikni bartaraf etibgina qolmasdan, balki ularning samaradorligini oshirishga ham xizmat qiladi.

Agat mineral asosidagi tabiiy toshlar asosidagi akkumulyator konstruktiv jihatdan to'g'ri to'rtburchak shaklida yasalgan bo'lib, ular orasida esa perforatsiyalangan quvur o'tkazilgan bo'lsa, issiq havoning so'rilishini ta'minlash uchun akkumulyatorning tashqi devorlari ham perforatsiyalangan. Akkumulyatorda jamlangan issiqlik miqdori quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$\sum Q_{ak} = \sum Q_{\max} - \sum Q_{texn} [Vt]. \quad (1)$$

Bu yerda:

Q_{aku} – akkumulyatorda jamlangan umumiy issiqlik miqdori [Vt].

$Q_{\max}$ – quyosh qurilmasidagi maksimal issiqlik miqdori [Vt].

Q_{tex} – texnologik kameradagi harorat [Vt]

Biz tomondan taklif etilayotgan quyosh havo qizdirgichlari uchun issiqlik akkumulyatorlarida akkumulyativ material sifatida agat mineral tarkibli tabiiy qora toshlar qabul qilingan. Agat mineral tarkibli tabiiy qora toshning issiqlik sig'imi $c=0.88 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K}$, issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda =4.7 \text{ Vt/m } ^\circ\text{K}$ teng.

Kollektor turini tanlashda ikkinchi zaruriy faktor bo'lib, optik foydalanish koeffitsiyentini va issiqlik yo'qolish koeffitsiyentini ifodalovchi samaradorlik hisoblanadi. Kollektorning foydali ish koeffitsiyenti quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$K = \frac{q_K}{I_K} = \frac{G C_p (T_K - T_{b.K})}{I_K} \quad (2)$$

bu yerda

q_K – vaqt birligi ichida 1 m^2 kollektor yuzasidan olinadigan foydali issiqlik, Vt/m^2

I_K – kollektor yuzasiga tushadigan quyosh radiatsiyasi oqimining yig'indi qiymati Vt/m^2 ;

G – kollektordagi issiqlik tashuvchining solishtirma massaviy qiymati,

C_p – issiqlik tashuvchining solishtirma issiqlik sig'imi ;

$T_K, T_{b.K}$ – issiqlik tashuvchining kollektorga kirishdagi boshlang'ich va undan chiqishdagi oxirgi (so'ngi) haroratlari $^\circ\text{C}$;

q_K – kattalik kollektorning solishtirma issiqlik unumdorligini bildiradi.

Kollektor foydali ish koeffitsiyentining o'rtacha qiymatini topish uchun ma'lum vaqt oralig'idagi qiymatlarni o'rtachasini chiqarish zarur bo'ladi (kunlik, oylik, yillik). Turli xil quyosh kollektorlari bir zumlik issiqlik unumdorligi kattaligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$Q = A_K F_R [(R_n + R_d) I (\tau \alpha) K_K \frac{(T_{u\delta} - T)}{C}]_{B_T}, \quad (3)$$

bu yerda:

F_R – kollektordan issiqlik qabul qilinish koeffitsiyenti;

K_K – kollektorning issiqlik yo'qotish koeffitsiyenti, Vt/m^2 ;

T_h – tashqi havo harorati, ;

$(\tau \alpha)$ – kollektorning yutuvchanlik qobiliyatining samaradorligi;

A_K – kollektor maydonining yuzasi, m^2 ;

R_n va R_d – quyosh nurining to'g'ri va diffuz qismlarining gorizont tekislikdan qiya tekislikka tushishini qayta hisoblash koeffitsiyentlari.

Bu koeffitsiyentlar (er yuzasidan quyosh nuri oqimining qaytarilishini e'tiborga olgan holda) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$R_n = \varphi_0 \left[\frac{\cos \theta_K}{\cos Q_r} \left(\gamma - \frac{x_{\text{sat}}}{c} \right) + \mathcal{P}_r \frac{1 - \cos \beta}{2c} \right] \frac{I_n}{I} \quad (4)$$

$$K_d = \varphi_0 \left[\frac{1 + \cos \beta}{2c} + \mathcal{P}_r \frac{1 - \cos \beta}{2c} \right] \frac{I_d}{I} \quad (5)$$

bu yerda θ_K va Q_r – mos ravishda quyosh nurining qiyalik va gorizont yuzaga tushishidagi burchagi, grad:

$G = \rho(\tau\alpha)$ – kollektorning optik samaradorlik foydali ish ko'effitsiyenti.

$(\tau\alpha)$ – kollektorning samarador yutuvchanlik qobiliyati;

$X_{\text{зат}}$ – qabul qilish yutish yuzasining soyalik darajasi;

c – quyosh nurlarining kontsentratsiya ko'effitsiyenti;

$\mathcal{P}$ – qaytargichning qaytaruvchanlik qobiliyati;

$\mathcal{P}_r$ – yer yuzasining qaytaruvchanlik qobiliyati;

β – kollektorning gorizont tekislikka nisbatan qiyalik burchagi.

Yassi kollektorlar uchun $C=1$ $\mathcal{P} = 1$ va $X_{\text{зат}} = 0$. Shaffof qoplamalarning kattaligi shisha qatlamining soni va nurning tushish burchagiga bog'liq.

Kollektorning foydali ish ko'effitsiyentini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$K = F_R \left[\left((\tau\alpha) - \frac{K_K}{I_K} \right) (T_{\text{и.б}} - T) \right] \quad (6)$$

Kollektorlarning foydali ish ko'effitsiyentiga quyidagi parametrlar o'z ta'sirini o'tkazadi:

1) metrologik parametrlar (havoning tezligi, osmon gumbazi ostidagi havo harorati);

2) kollektorning konstruktiv tuzilishi;

a) konstruktsiya va yutuvchi yuza (absorberning) parametrlari –quvur diametri va ularning qadami, absorberning qalinligi δ_a va uning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti λ_a ;

b) shaffof izolyatsiyaning parametrlari – shisha qatlamlarining soni va qatlamlar orasidagi masofa $S_{\text{ш}}$ – shishaning qalinligi $\delta_{\text{ш}}$ va uning o'tkazuvchanlik qobiliyati $\tau_{\text{ш}}$, shishaning qoralik darajasi $\varepsilon_{\text{ш}}$; bu kattalik geliostatning qaytaruvchanlik ko'effitsiyenti $\mathcal{P}$ ni qabul qiluvchining yutuvchanlik ko'effitsiyenti α ga ko'paytmasiga teng.

3) Issiqlik izolyatsiyasining issiqlik qarshiligi $(\delta/\lambda)_{\text{и.б}}$;

4) Ishchi parametrlar – issiqlik tashuvchining sarfi G , uning kollektorga kirishdagi harorati $T_{\text{и.б}}$, kollektor ichidagi bosim.

Kollektorlarning issiqlik samaradorligini quyidagi yo'llar bilan oshirish mumkin:

– nurlanish orqali issiqlikning yo'qolishini kamaytirish uchun α/ε yuqori nisbatli selektiv qoplamali absorberlar qabul qilish;

– konvektiv issiqlik yo'qolishni kamaytiruvchi absorber bilan shaffof izolyatsiya orasidagi bo'shliqning havosini siyraklashtirish;

– absorber ustiga konvektiv va nurlanish orqali issiqlik yo'qolishini oldini oluvchi g'ovakli qoplama o'rnatish;

– shisha qatlami yuzasiga quyosh energiyasi miqdorining o'tishini oshiruvchi, quyosh nurini qaytarishga qarshi qatlam qabul qilish.

Kollektorlarning kriteriyalarini taqqoslash sifatida quyidagi nisbatdan foydalanish mumkin:

$$Q_T = \frac{(C_{K*K})C_K}{(C_{K*K})\delta_K} \quad (7)$$

bu yerda $C_K - 1 \text{ m}^2$ kollektor maydoni (yuzasini) bahosi ($\text{so'm} / \text{m}^2$);

δ_K – qabul qilingan (etalon) kollektor;

C_K – taqqoslanayotgan kollektor.

Uzoq muddatga mo'ljallangan kollektorning issiqlik unumdorligini (oy, yil) foydalanish koeffitsiyenti yordamida aniqlash maqsadga muvofiq. Qisman, yassi kollektorning oylik issiqlik unumdorligi:

$$Q_K = F_K \cdot A_K \cdot a^2 + b^2 = c^2 E_2 \cdot \Phi \cdot N_{oi} \text{ Djga teng.} \quad (8)$$

Bu yerda Q_K – kollektor optik foydali ish koeffitsiyentining o'rtacha oylik kattaligi;

E_K – 1 m^2 kollektor yuzasiga tushadigan quyosh energiyasining kunduzgi o'rtacha oylik qiymati $\text{Дж} / \text{m}^2$ kun;

N_{oi} – oydagi kunlar soni;

Φ – quyosh kollektorining o'rtacha oylik foydalanish darajasi.

Shunga o'xshash holda quyosh kollektorining yillik issiqlik unumdorligini ham aniqlash mumkin.

Nur yutuvchi plastina quyoshga mos harakat qilganda kollektor uchun energiya balansi tenglamasi

a) shaffof qoplama uchun:

$$K_1 (T_1 T_B) = L_1^k (T_T - T_1) + L_1^k (T_2 - T_1) \quad (9)$$

b) yutuvchi plastina uchun:

$$I_K(pp) L_1^k (T_2 - T_1) + L_1^k (T_2 - T_1) + K_2 (T_2 - T_B) \quad (10)$$

v) issiqlik tashuvchi uchun (havo):

$$q_n = L_a^k (T_2 - T_1) + L_1^k (T_1 - T_2) \quad (11)$$

Nur yutuvchi plastina ostidan havo harakat qilgandagi quyosh kollektorining matematik modeli quyidagi issiqlikning balans tenglamasi orqali yoziladi:

a) yutuvchi plastina uchun:

$$I_K(p) = L_1^k (T_2 - T_1) + K_2 (T_2 - T_B) + L_1^k (T_T - T_3) \quad (12)$$

b) issiqlik tashuvchi uchun (havo):

$$q_n = L_1^k (T_2 - T_n) + L_1^k (T_T - T_3) \quad (13)$$

v) issiqlik izolyatsiyasi uchun:

$$K_3 (T_3 - T_B) = L_1^k (T_2 - T_3) + L_1^k (T_T - T_3) \quad (14)$$

Nur yutish plastinkasining har ikkala tomonidan havo harakat qilganda quyosh kollektori uchun issiqlik energiyasining balans tenglamasini quyidagi ko'rinishda tasvirlash mumkin:

a) shaffof qoplama uchun:

$$K_1 (T_1 - T_B) = L_1^k (T_1 - T_1) + L_1^k (T_2 - T_1) \quad (15)$$

b) nur yutuvchi plastina uchun:

$$I_k(p) = L_1^k (T_2 - T_T) + (T_2 - T_{T \cdot 2}) + L_1^k (T_2 - T_1) + L_1^k (T_2 - T_3) \quad (16)$$

v) yutuvchi plastina ustidan harakatlanuvchi issiqlik tashuvchi oqimi uchun:

$$q_n = L_1^k (T_2 - T_n) + L_1^k (T_{T \cdot 2} - T_1) \quad (17)$$

g) nur yutuvchi plastina ustidan harakatlanuvchi issiqlik tashuvchi oqim uchun:

$$q_n = L_1^k (T_{T \cdot 2} - T_3) + L_1^k \quad (18)$$

d) issiqlik izolyatsiyasi uchun:

$$K_3 (T_{T \cdot 2} - T_T) = L_1^k (T_{T \cdot 2} - T_3) + L_1^k (T_2 - T_3) \quad (19)$$

tenglamalarda quyidagi shartli belgilar ishlatilgan.

T-harorat,

K_1 -issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2)$;

I_k -quyosh kollektori yuzasiga tushadigan quyosh radiatsiyasi oqimining yig'indi qiymati, Vt/m^2 ;

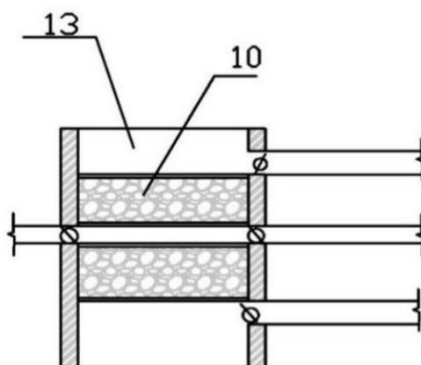
q_n -foydali issiqlik oqimining zichligi, Vt/m^2 ;

T_3 - kollektorning yutuvchanlik qobiliyati samaradorligi;

K - issiqlik uzatish koeffitsiyenti (kollektordan issiqlik yo'qolishi).

T_t -issiqlik tashuvchining parametrlari (havo uchun);

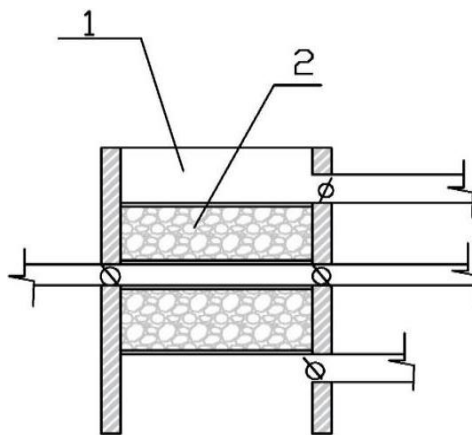
Agat mineral toshining eng noyob jihatlaridan biri uning kimyoviy tarkibidadir. Kimyoviy tarkiblarida kremniy, kislorod, kaltsiy, natriy, temir va marganets kabi elementlardan tashqari silikat minerali mavjud.



1-rasm. Issiqlik akkumlyatori
10-agat toshli akkumulyator; 13-kamera siljishi.

Fizik-kimyoviy xususiyatlari solishtirilganda agat mineral toshi qattiq jismdir. Moss shkalasi bo'yicha uning qattiqligi 6,5-7 ga teng. Toshning o'rtacha zichligi ham 2,5 dan 2,6 g/sm³ gacha o'zgarib turadi.

Quyosh energiyasi toshga tushishi natijasida o'zida issiqlikni jamg'aradi, natijada quritish qurilmasiga issiqlikni tarqatadi.



2-rasm. Issiqlik akkumulyatori
1-siljish kamerasi; 2-agat toshli akkumulyator.

Quyosh energiyasi agat mineral toshiga tushishi natijasida energiya o'tkazuvchanligi yo'li bilan uzatish amalda keng foydalaniladi. Toshlar bir-biriga tegib turishi natijasida issiqlikni o'zida saqlab turadi. Tajribadan shu aniqlandiki, havo ochiq kunlarida agat mineral toshli akkumulyator issiqlik ishlab chiqarmagan paytda havoning temperaturasi 40°C dan 50°C gacha, havoning nisbiy namligi 75% dan 86% gacha ko'tarilib, kechasi tashqi havo harorati -2°C dan -3°C bo'lganda va shamol tezligi 3 m/s dan 5 m/s gacha ko'tarilganda ochiq osmon ostida quritish usulidan quritishda foydalansa bo'ladi.

Ushbu quritish usulidan foydalanishda ob-havo sharoiti tusiqlar bo'lsa, quyosh qurilmasidan foydalaniladi. Quritgichdagi harorat 25-30°C tushganda ventilyator avtomatik ravishda ishga tushadi. Issiq havoni agat mineral toshi bilan jihozlangan issiqlik akkumulyatoriga haydaydi. Kun davomida agat minerali issiqlik akkumulyatorida 40-60% issiq havo energiyasini o'zida to'playdi.

XULOSA

Taklif etilgan quyoshiy quritish qurilmasi yuqori darajada issiqlikdan samarali foydalanish imkoniyatini beradi. Undan kuz va bahor fasllarida ham foydalanish mumkin. Bundan tashqari taklif qilinayotgan issiqlik akkumulyatorli quyoshli quritish qurilmasining konstruksiyasi oddiy bo'lib, uni tayyorlash oson va unga qimmatbaxo metall yoki boshqa materiallar talab qilinmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 28-январдаги ПФ-60-сонли фармони.

2. А.Х.Алиязаров., М.У.Нурманова .Табиий минерал тошлар асосидаги қуёш иссиқлик аккумуляторларнинг ўзига хос хусусиятлари.Т. Халқаро конференция материаллари,30.04.2022 йил, -90-91 бетлар.

3. A.G.M.B. Mustayen, S. Mekhilef, R. Saidur, Performance study of different solar dryers: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34 (2014), 2014, 463 – 470.
4. A.Mohajer, O.Nematollahi, M.M.Joybari, S.A.Hashemi, M.R.Assari, Experimental investigation of a Hybrid Solar Drier and Water Heater System, Energy Conversion and Management, 76 (2013), 2013, 935–944.
5. A. Madhlopa, G. Ngwalo, Solar dryer with thermal storage and biomass-backup heater, Solar Energy 81 (2007), 2007, 449–462.
6. D. Jain, Modeling the performance of the reversed absorber with packed bed thermal storage natural convection solar crop dryer, Journal of Food Engineering, 78 (2007), 2007, 637–647.