QUYOSH HOVUZLARIDA FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIALLARDAN FOYDALANISHNING ILMIY ASOSLARI

Maxmudova Marjona Maxsud qizi
Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: m.m.maxmudova@buxdu.uz

Annotatsiya: Mazkur maqolada quyosh hovuzlarida issiqlik energiyasini samarali saqlash maqsadida fazaviy o‘tuvchi materiallardan (PCM – Phase Change Materials) foydalanishning ilmiy asoslari tahlil qilingan. Turli xorijiy va mahalliy adabiyotlar asosida fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM) ning termofizik xossalari, ularning quyosh hovuzlariga integratsiyasi va energiya samaradorligiga ta’siri o‘rganilgan, shuningdek, PCM qo‘llanilishi natijasida quyosh hovuzlarining issiqlik saqlash qobiliyati oshib, tizimning barqarorligi kuchayishi yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar: quyosh hovuzi, fazaviy o‘tuvchi materiallar, PCM – Phase Change Materials, energiya akkumulyatsiyasi, issiqlik samaradorligi

Abstract: This article analyzes the scientific foundations of using phase change materials (PCM – Phase Change Materials) to effectively store thermal energy in solar ponds. Based on various foreign and local literature sources, the thermophysical properties of phase change materials (PCM), their integration into solar ponds, and their impact on energy efficiency are examined. It is also highlighted that the application of PCM increases the heat storage capacity of solar ponds and enhances the stability of the system.

Keywords: solar pond, phase change materials, PCM – Phase Change Materials, energy accumulation, thermal efficiency

Аннотация: В данной статье проанализированы научные основы использования фазово-переходных материалов (PCM – Phase Change Materials) для эффективного накопления тепловой энергии в солнечных прудах. На основе различных зарубежных и отечественных источников изучены термофизические свойства фазово-переходных материалов (PCM), их интеграция в солнечные пруды и влияние на энергетическую эффективность. Также отмечено, что применение PCM повышает теплоаккумулирующую способность солнечных прудов и усиливает стабильность системы.

Ключевые слова: солнечный пруд, фазово-переходные материалы, PCM – Phase Change Materials, накопление энергии, тепловая эффективность

Kirish

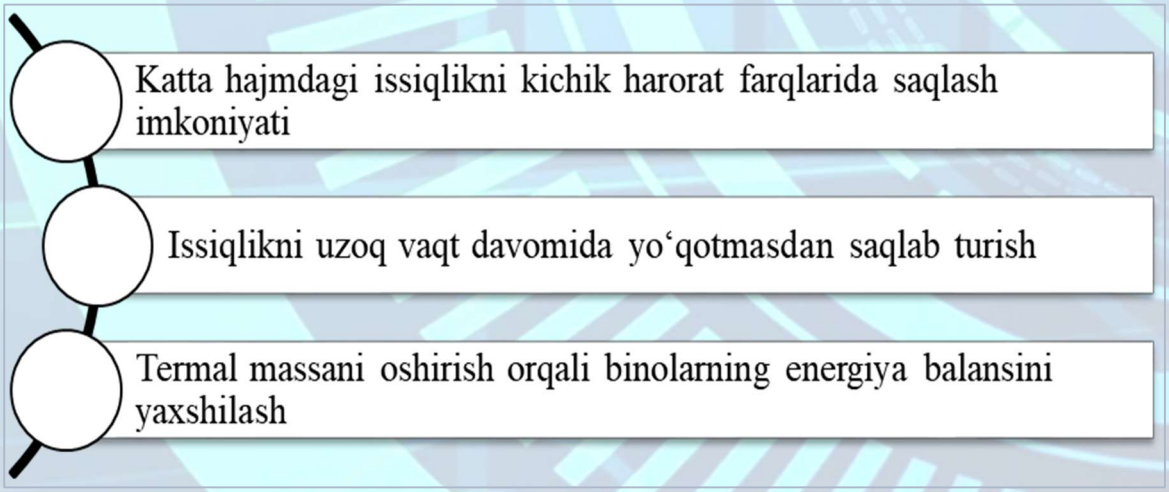
Hozirgi kunda respublikamizda energiya samaradorligini oshirish, ekologik toza energiya manbalarini ishlab chiqarish va issiqlikni tejash borasida quyosh energiyasini qo‘llashning ahamiyati ortib bormoqda. Quyosh hovuzlari, ya'ni

ISSN 3030-3907

quyosh energiyasidan foydalanib suvni isitish tizimlari, O‘zbekiston sharoitida energiya tejamkorligi va ekologik tozalikni ta'minlashda muhim rol o‘ynaydi. Quyosh energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar ichida eng istiqbolli hisoblanadi. Issiqlik energiyasini samarali saqlash esa ushbu manbadan foydalanishning asosiy muammolaridan biridir. Quyosh hovuzlari (Solar Pond) – bu oddiy va iqtisodiy jihatdan qulay tizimlardan biri bo‘lib, u issiqlikni qatlamlar orqali to‘plab saqlaydi. So‘nggi yillarda ushbu tizimlarga “fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM)” ni integratsiya qilish orqali issiqlik saqlash samaradorligini oshirishga qiziqish ortmoqda. Fazaviy o‘tuvchi materiallar (Phase Change Materials – **PCM**) — bu tashqi sharoit (masalan, harorat) o‘zgarganda **agregat holatini (qattiq ↔ suyuq, suyuq ↔ gaz)** o‘zgartirib, shu jarayonda **issiqlik energiyasini yutish yoki ajratish xususiyatiga ega** moddalar. Masalan, muz eriyotganda u tashqi muhitdan katta miqdorda issiqlikni yutadi, lekin harorati 0 °C da o‘zgarmaydi. PCM’lar ham xuddi shunday ishlaydi: ular faza o‘zgarishi vaqtida **ko‘p energiyani saqlaydi yoki chiqaradi**, bu ularni energiya tejamkor texnologiyalarda juda muhim qiladi.

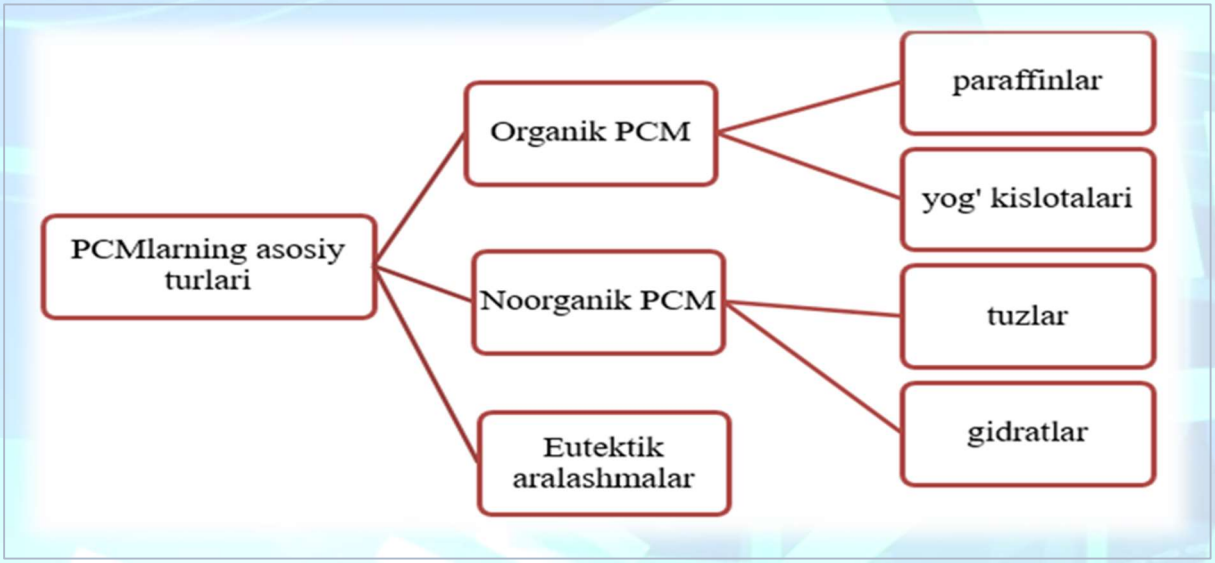
Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish, xususan quyosh energiyasini to‘plash va undan samarali foydalanish, global energetik strategiyaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Quyosh energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlik shaklida saqlash uchun samarali usullardan biri bu – fazaviy o‘tuvchi materiallar (FO‘M) dan foydalanishdir. Bu materiallar o‘zining latent issiqligi orqali faza o‘zgarishida katta miqdorda energiyani akkumulyatsiya qiladi va uni vaqt o‘tishi bilan asta-sekin ajratadi. Fazaviy o‘tuvchi materiallar quyosh issiqligini saqlovchi muhit sifatida issiqlik akkumulyatorlarida, passiv isitish tizimlarida va quyosh hovuzlarida keng qo‘llanilishi mumkin.

FO‘Mlarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:



PCMlar issiqlikni fazaviy holat o‘zgarishi (erish-qotish) orqali yuqori zichlikda saqlashga imkon beradi.

ISSN 3030-3907



Har bir tur o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo‘lib, foydalanish sohasi va iqlim sharoitiga qarab tanlanadi. Ularning afzalliklari shundaki, ular yuqori issiqlik sig‘imli, qayta-qayta foydalanish, kimyoviy va termal barqarorlik hamda haroratni barqaror ushlab turish xususiyatiga ega.

PCMlar odatda quyosh hovuzining quyi qatlamida joylashtiriladi. Bu qatlamda issiqlik almashinuvi past bo‘lgani sababli, PCMlar issiqlikni sekin chiqaradi va uzoq saqlaydi. Bu esa kun davomida va ayniqsa tun paytida barqaror haroratni ta’minlaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Quyosh hovuzlarida issiqlikni samarali saqlash muammosini hal etishda fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM)ning qo‘llanilishi bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlar mazkur yo‘nalishda PCMlarning samaradorligi, ularning fizik-kimyoviy xossalari hamda turli iqlim sharoitlarida qo‘llash imkoniyatlarini chuqur o‘rganishga qaratilgan, jumladan:

2014-yilda El-Sabaii, A.A. Shalaby, S.M. muallifligida nashr qilingan “Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds” maqolasidagi tadqiqotni tahlil qilsak, unda tadqiqot metodologiyasiga ko’ra tajribalar **paraffin asosidagi PCM** materiallar bilan amalga oshirilgan (masalan, erish harorati 50–60°C bo‘lgan), PCMlar maxsus konteynerlarga joylashtirilgan va ular quyosh hovuzining quyi qatlamida joylashtirilgan, harorat sensori orqali turli qatlamlardagi o‘zgarishlar kuzatilgan, PCM qo‘shilgan va oddiy quyosh hovuzlari o‘zaro taqqoslangan;

2010-yilda Kenisarin M.M. muallifligida “High-temperature phase change materials for thermal energy storage” nomli maqolasida yuqori haroratli PCM larni tahlil qilish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish va quyosh issiqlik stansiyalarida (CSP – Concentrated Solar Power) qo‘llanish imkoniyatlarini baholangan. Kenisarin ushbu maqolada yuqori haroratli PCMlarning turlari,

ISSN 3030-3907

afzalliklari va kamchiliklarini chuqur tahlil qiladi, ularni quyosh issiqlik tizimlariga moslab tanlash bo‘yicha metodik yondashuvlar beradi. Maqola ilmiy asoslangan PCM tanlovi uchun muhim manba hisoblanadi, xususan O‘zbekiston kabi issiq iqlimli mintaqalarda sanoat ilovalari uchun dolzarb;

2023-yilda o‘tkazilgan mahalliy tadqiqotlardan biri Tashboyev A. tomonidan olib borilgan bo‘lib, unda “Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri” o‘rganilgan. Tajribalar turli sho‘rlanish darajalarida olib borilgan va natijalarda sho‘rlanish miqdori issiqlikni saqlash samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Quyida berilgan jadvalda olimlar va tadqiqotchilarning mazkur yo’nalish bo’yicha asosiy xulosalari keltirilgan:

Muallif (yil)	***Asar nomi***	***Yo‘nalish***	***Asosiy xulosalar***
El-Sabaii, A.A.; Shalaby, S.M. (2014)	Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds	Eksperimental tadqiqot	Paraffin asosidagi PCMlar quyosh hovuzida haroratni barqaror ushlab turishga yordam beradi.
Kenisarin, M.M. (2010)	High-temperature phase change materials for thermal energy storage	Yuqori haroratli PCMlar	CSP tizimlarida foydalanish uchun erish harorati yuqori bo‘lgan PCMlar tavsiya qilinadi.
Mehling, H., Cabeza, L.F. (2008)	Heat and cold storage with PCM	Nazariy asoslar	PCM’larning turlari, ularning xossalari va qo‘llanilishi keng yoritilgan.
Tashboyev A. (2023)	Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri	Mahalliy eksperiment	Sho‘rlanish darajasi yuqori bo‘lgan hovuzlarda PCM bilan kombinatsiya qilish samarali bo‘ladi.
Tayob Brahim et al. (2005)	Heat and mass transfer in a solar pond	Model tahlili	Konvektiv qatlamlar va issiqlik taqsimoti PCM qo‘llanishi bilan yaxshilanadi.
Zalba,B. et.al (2003)	Review on thermal energy storage with phase change materials	Adabiyotlar sharhi	150 dan ortiq PCM turlari ko‘rib chiqilgan.

ISSN 3030-3907

Umumlashtirib aytganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, PCMlarning quyosh hovuzlariga qo‘llanishi tizimning energiya samaradorligini oshiradi, harorat o‘zgarishlarini kamaytiradi hamda barqarorlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, PCM tanlashda ularning erish haroratini hududning iqlimiy sharoitlariga moslashtirish muhim omil hisoblanadi. O‘zbekiston iqlim sharoitlari uchun erish harorati 40–60°C oralig‘ida bo‘lgan paraffinlar yoki yog‘ kislotalari eng maqbul variant sifatida tavsiya etiladi.

XULOSA.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, quyosh hovuzlari, ekologik jihatdan toza va samarali energiya manbai sifatida, issiq suvni isitishda va energiya tejashda katta ahamiyatga ega. Ular quyosh energiyasidan maksimal darajada foydalanuvchi tizimlar bo‘lib, turli turlari bilan ekologik toza energiya ishlab chiqarishni ta’minlaydi. Quyosh hovuzlarining samarali ishlashi uchun to‘g‘ri materiallar va tizimlarning tanlanishi, shuningdek, uning joylashuvi muhim ahamiyatga ega. Bunday tizimlar iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashishda va atrof-muhitni himoya qilishda muhim rol o‘ynaydi. PCMlar ushbu quyosh hovuzlari va boshqa energiya tizimlarida issiqlikni samarali saqlashning eng istiqbolli vositalaridan biri hisoblanadi, chunki mazkur PCMlar:

1. ***Yuqori issiqlik sig‘imi ega.*** Kichik hajmda ko‘p miqdorda issiqlikni saqlash imkonini beradi. Masalan, 1 kg PCM ko‘pincha 1 kg suvga qaraganda bir necha marta ko‘proq energiyani saqlashi mumkin;
2. ***Haroratni barqaror ushlab turadi.*** Faza o‘zgarish jarayonida harorat deyarli o‘zgarmaydi. Bu xususiyat xonalarni, qurilmalarni yoki mahsulotlarni ma’lum optimal haroratda ushlab turishda qo‘l keladi;
3. ***Energiya tejaladi.*** Quyosh energiyasini yig‘ish va kechasi ishlatish, sovutish tizimlarida elektr energiyasini tejash imkonini beradi;
4. ***Qayta-qayta foydalanish mumkin.*** PCM’lar yuzlab va hatto minglab faza o‘zgarish sikllarida o‘z xossasini yo‘qotmaydi;
5. ***Atrof-muhitga zarar yetkazmaydi.*** Ko‘pchilik PCM’lar ekologik xavfsiz, toksik bo‘lmagan va uzoq muddat xizmat qiladigan materiallardir. Ular qurilish (issiqlikni saqlovchi devor panellari), energiya tizimlari (quyosh batareyalari va issiqlik akkumulyatorlari), sovutish (transportda yoki oziq-ovqat sanoatida), hatto tibbiyotda (vaksina tashishda kerakli haroratni saqlash) sohalarda keng qo‘llaniladi.

Demak, quyosh hovuzlariga PCMlar integratsiyasi ularning issiqlik energiyasini saqlash bo‘yicha imkoniyatlarini kengaytiradi. PCMlar yordami bilan energiyani uzoq muddat saqlash, tizimni barqaror ishlashini ta’minlash, va

ISSN 3030-3907

ekologik toza energiyadan keng foydalanish mumkin. Bu yondashuv O‘zbekiston kabi yuqori quyoshli mintaqalar uchun dolzarb va istiqbolli sanaladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. El-Sabaii, A. A., & Shalaby, S. M. (2014). Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds. Energy Conversion and Management, 78, 393–399. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.10.071

2. Kenisarin, M. M. (2010). High-temperature phase change materials for thermal energy storage. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(3), 955–970. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.011

3. Tashboyev, A. (2023). Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Axborotlari, 4(2), 112–118.

4. Mehling, H., Cabeza, L.F. (2008). Heat and Cold Storage with PCM: An up to date introduction into basics and applications. Springer.

5. Tayob Brahim et al. (2005). Heat and mass transfer in a solar pond. Solar Energy Journal.

6. Zalba, B., Marín, J. M., Cabeza, L. F., & Mehling, H. (2003). Review on thermal energy storage with phase change materials, heat transfer analysis and applications. Applied Thermal Engineering, 23(3), 251–283.

7. Maxmudova Marjona Maxsud qizi. (2024). Quyosh hovuzining harorat rejimiga oid nazariyalar sharhi. European Science International Conference: Analysis of Modern Science and Innovation. Vol.1,№ 2, P.38-42

8. Makhmudova Marjona M. (2024). Efficiency of implementation of solar collectors. Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research, 11(11), 474–477. Retrieved from https://www.eijmr.org/index.php/eijmr/article/view/2177

ISSN 3030-3907