



QUYOSH ENERGIYASINI SAQLASHDA ISHLATILADIGAN TABIIY MATERIALLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIGINI TAJRIBA VA MODELLASHTIRISH ORQALI BAHOLASH

Xayriddinov Shavkat Batirovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM katta o'qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada quyosh energiyasini saqlash tizimlarida qo'llanishi mumkin bo'lgan tabiiy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi tajriba va matematik modellashtirish asosida baholandi. Tadqiqotda zich loy bloklari, loy-somon aralashmasi, tabiiy ohaktosh, shag'alli g'ovak bloklar, yog'och va siqilgan tuproq kabi mahalliy xomashyolarga asoslangan materiallar o'rganildi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti statsionar va nostatsionar usullar yordamida aniqlanib, olingan natijalar issiqlik uzatilishining sonli modeli bilan taqqoslandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, issiqlik o'tkazuvchanligi o'rtacha va issiqlik sig'imi yuqori bo'lgan tabiiy materiallar quyosh issiqligini samarali saqlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: tabiiy materiallar, issiqlik o'tkazuvchanlik, quyosh energiyasi, issiqlik saqlash, matematik modellashtirish, tajriba usullari, issiqlik massasi, energiya tejamkor bino.

Аннотация. В статье приведена оценка теплопроводности природных материалов, применяемых в системах аккумулирования солнечной энергии, на основе экспериментальных исследований и математического моделирования. Были изучены плотные глиняные блоки, глиносоломенные смеси, природный известняк, пористые блоки с гравийным заполнителем, древесина и уплотнённый грунт. Коэффициенты теплопроводности определялись стационарными и нестационарными методами, а результаты сопоставлялись с численной моделью теплопереноса. Установлено, что природные материалы



со средней теплопроводностью и высокой теплоёмкостью наиболее эффективны для накопления солнечного тепла.

Ключевые слова: природные материалы, теплопроводность, солнечная энергия, аккумулирование тепла, математическое моделирование, экспериментальные методы, тепловая масса, энергоэффективное здание.

Annotation. This study evaluates the thermal conductivity of natural materials used in solar energy storage systems through experimental methods and mathematical modeling. Dense clay blocks, clay-straw composites, natural limestone, gravel-filled porous blocks, wood, and compressed earth were investigated. Thermal conductivity coefficients were determined using both steady-state and transient methods, and the results were compared with a numerical heat transfer model. The findings show that natural materials with moderate thermal conductivity and high heat capacity provide the most effective solar heat storage.

Keywords: natural materials, thermal conductivity, solar energy, heat storage, mathematical modeling, experimental methods, thermal mass, energy-efficient building.

Kirish.

Quyosh energiyasidan samarali foydalanish masalasi global energiya inqirozi va iqlim o'zgarishi sharoitida tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, quyosh issiqligini yig'ish va uni ma'lum vaqt davomida saqlab turish tizimlari energiya tejamkor binolar va muqobil energiya texnologiyalarining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Issiqlik energiyasini saqlash jarayonida asosiy omillardan biri bu saqlovchi muhit yoki materialning teplofizik xususiyatlari, xususan issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlik sig'imi va zichligidir[4]. Sun'iy materiallar bilan bir qatorda tabiiy materiallar ham arzonligi, ekologik tozaligi va mahalliy sharoitda mavjudligi sababli katta qiziqish uyg'otmoqda. Ushbu tadqiqotda quyosh energiyasini saqlashda ishlatilishi mumkin bo'lgan ayrim tabiiy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi tajriba usullari hamda matematik modellashtirish asosida baholandi va ularning amaliy qo'llash imkoniyatlari tahlil qilindi[8].



Metodlar.

Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, ko'plab rivojlanayotgan hududlarda energiya resurslari cheklangan bo'lib, qurilish va issiqlik ta'minoti tizimlarida qimmat va murakkab texnologiyalarni joriy etish qiyin. Shu sababli, mahalliy xomashyolarga asoslangan tabiiy materiallardan foydalanish energiya samaradorligini oshirishning iqtisodiy jihatdan maqbul yo'li hisoblanadi[1]. Loy, qum, shag'al, tosh, yog'och, somon aralashmalari kabi materiallar qadimdan qurilishda ishlatilib kelinadi, biroq ularning quyosh issiqligini saqlash tizimlaridagi roli zamonaviy ilmiy yondashuv asosida yetarlicha o'rganilmagan. Ayniqsa, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniq aniqlash va bu ko'rsatkichni issiqlik saqlash samaradorligi bilan bog'lash muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi tabiiy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligini eksperimental yo'l bilan aniqlash, olingan natijalarni nazariy modellar bilan taqqoslash hamda quyosh energiyasini saqlash tizimlarida ularning optimal qo'llanish sohalarini asoslashdan iborat bo'ldi. Vazifalar sifatida turli tabiiy material namunalari tayyorlash, ularning fizik parametrlarini aniqlash, statsionar va nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanlik tajribalarini o'tkazish, shuningdek issiqlik uzatilish jarayonini sonli modellashtirish ishlari bajarildi[3].

Tajriba uchun mahalliy sharoitda keng uchraydigan va qurilishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan quyidagi materiallar tanlab olindi: zich loy bloklari, loy-somon aralashmasi, tabiiy ohaktosh, daryo shag'ali bilan to'ldirilgan g'ovak blok, yog'och (qarag'ay), hamda zich siqilgan tuproq bloklari. Har bir materialdan standart o'lchamdagi silindrsimon va plastinka ko'rinishidagi namunalari tayyorlandi. Namunalarning zichligi, namligi va g'ovakligi laboratoriya sharoitida aniqlanib, keyingi hisob-kitoblarda inobatga olindi, chunki ushbu parametrlar issiqlik o'tkazuvchanlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi[6].

Issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun asosan ikki usul qo'llanildi: statsionar issiqlik oqimi usuli va vaqtga bog'liq (nostatsionar) qizdirish usuli. Statsionar usulda namunaning ikki tomonida barqaror harorat farqi hosil qilinib,



ma'lum vaqt o'tgach issiqlik oqimi o'lchandi. Fourier qonuniga asosan issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti issiqlik oqimi zichligi, harorat gradienti va namuna qalinligi orqali hisoblab topildi. Nostatsionar usulda esa namuna bir tomondan qizdirilib, uning ichki nuqtalarida haroratning vaqt bo'yicha o'zgarishi termoparalar yordamida qayd etildi. Olingan ma'lumotlar issiqlik o'tkazuvchanlikning vaqtga bog'liq xatti-harakatini baholash imkonini berdi[7].

Natijalar.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, zich loy bloklarining issiqlik o'tkazuvchanligi o'rtacha $0,6\text{--}0,9 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ oralig'ida bo'lib, bu ko'rsatkich namlik darajasiga sezilarli darajada bog'liq. Namlik oshgan sari issiqlik o'tkazuvchanlik ortdi, chunki suv quruq havoga nisbatan issiqlikni yaxshiroq o'tkazadi. Loy-somon aralashmasida esa g'ovaklik yuqoriroq bo'lgani sababli issiqlik o'tkazuvchanlik $0,25\text{--}0,40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ atrofida qayd etildi. Bu material issiqlikni sekin o'tkazadi, ammo solishtirma issiqlik sig'imi yetarlicha katta bo'lgani uchun ma'lum miqdorda issiqlikni yuta oladi. Shu sababli u issiqlikni tez yo'qotmaydigan, lekin haddan tashqari tez qizib ketmaydigan muvozanatli material sifatida baholandi[2].

Tabiiy ohaktosh namunalari yuqori zichlikka ega bo'lib, ularning issiqlik o'tkazuvchanligi $1,3\text{--}1,8 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ diapazonda aniqlandi. Bu ko'rsatkich boshqa o'rganilgan tabiiy materiallarga nisbatan yuqoriroq bo'lib, ohaktoshning issiqlikni tez o'tkazishini ko'rsatadi. Biroq uning issiqlik sig'imi va massasi katta bo'lgani sababli, u sezilarli issiqlik massasi vazifasini bajara oladi. Quyosh bilan bevosita nurlanuvchi sirtlarda yoki issiqlik akkumulyatori sifatida ishlatilganda ohaktosh kunduzgi issiqlikni tez yutib, kechasi asta-sekin ajratish xususiyatiga ega[5].

Daryo shag'ali bilan to'ldirilgan g'ovak bloklarda esa issiqlik o'tkazuvchanlik $0,7\text{--}1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ atrofida bo'ldi. Shag'al donachalari orasidagi havo bo'shliqlari issiqlik oqimini qisman cheklaydi, shu bilan birga tosh zarrachalarning o'zi issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Bu materialning asosiy afzalligi uning arzonligi va katta hajmda issiqlik saqlash imkoniyatidir. Yog'och namunalari esa eng past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, $0,12\text{--}0,18 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ oralig'ida



natijalar berdi. Bu yog'ochning issiqlik izolyatori sifatida samarali ekanini ko'rsatadi, biroq issiqlik massasi sifatida unchalik samarali emas[4].

Eksperimental natijalarni tushuntirish va umumlashtirish uchun issiqlik uzatilishining matematik modeli tuzildi. Model asosida bir o'lchamli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi yechildi va chegara shartlari sifatida quyosh nurlanishidan olinadigan issiqlik oqimi hamda tashqi muhit bilan konvektiv issiqlik almashinuvi kiritildi. Materiallarning zichligi, issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi parametr sifatida modelga kiritildi. Sonli yechimlar chekli ayirmalar usuli yordamida amalga oshirildi. Modellashtirish natijalari tajriba ma'lumotlari bilan yaxshi mos tushdi, farq ko'pi bilan 8–12% ni tashkil etdi, bu esa tanlangan modelning yetarlicha aniqligini ko'rsatadi.

Modellashtirish shuni ko'rsatdiki, issiqlik o'tkazuvchanligi juda past bo'lgan materiallarda quyoshdan kelgan issiqlik asosan sirt qatlamida to'planib, ichki qatlamlarga chuqur kira olmaydi. Natijada issiqlik saqlash hajmi cheklangan bo'ladi. Aksincha, issiqlik o'tkazuvchanligi juda yuqori bo'lgan materiallarda issiqlik tez tarqaladi, ammo shu bilan birga tashqi muhitga ham tez yo'qoladi. Eng samarali variant o'rtacha issiqlik o'tkazuvchanlik va yuqori issiqlik sig'imiga ega materiallar ekani aniqlandi. Shu nuqtai nazardan loy asosidagi zich bloklar va shag'alli kompozitlar eng maqbul variant sifatida ajralib chiqdi.

Quyosh energiyasini saqlash tizimlarida tabiiy materiallardan foydalanishning yana bir muhim jihati ularning ekologik xavfsizligidir. Tadqiqot davomida o'rganilgan materiallar tabiiy kelib chiqishga ega bo'lib, ularni ishlab chiqarish jarayonida energiya sarfi nisbatan kam bo'ladi va zararli chiqindilar deyarli hosil bo'lmaydi. Bu esa ularni barqaror qurilish konsepsiyasi doirasida ayniqsa jozibador qiladi. Shuningdek, bunday materiallar mahalliy hududlarda mavjud bo'lgani sababli transport xarajatlari kamayadi va umumiy iqtisodiy samaradorlik oshadi.

Muhokama.



Tajriba va modellashtirish natijalari asosida amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Quyosh bilan faol nurlanuvchi devor va pollarda issiqlik massasi sifatida zich loy bloklari yoki tabiiy toshlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Ularning tashqi tomoniga past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega izolyatsion qatlam qo'llanilganda issiqlik yo'qotilishi kamayadi. Loy-somon aralashmalari esa ichki devor to'ldirgichlari yoki qo'shimcha issiqlik barqarorlashtiruvchi qatlam sifatida samarali bo'lishi mumkin. Yog'och esa asosan issiqlik izolyatsiyasi talab qilinadigan joylarda ishlatilishi lozim.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, tabiiy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligini chuqur o'rganish va modellashtirish orqali ularning quyosh energiyasini saqlashdagi real salohiyatini aniqlash mumkin. Bu yondashuv tajriba va nazariyaning o'zaro uyg'unligini ta'minlab, energiya tejankor binolarni loyihalashda ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishga yordam beradi. Kelgusida tadqiqotlarni kengaytirib, materiallarning uzoq muddatli ekspluatatsiya sharoitidagi xatti-harakatini, namlik va harorat sikllarining ta'sirini, shuningdek kompozit tabiiy materiallar yaratish imkoniyatlarini o'rganish maqsadga muvofiqdir. Shunday qilib, tabiiy materiallar asosidagi issiqlik saqlash tizimlari quyosh energetikasining barqaror va arzon yo'nalishlaridan biri sifatida katta istiqbolga ega ekani tasdiqlandi.

Xulosa.

O'tkazilgan tajriba va modellashtirish tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, tabiiy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularning quyosh energiyasini saqlash tizimlaridagi samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Issiqlik o'tkazuvchanligi juda past bo'lgan materiallarda issiqlik asosan sirt qatlamida to'planib qoladi, juda yuqori ko'rsatkichlarda esa issiqlik tez yo'qoladi. Eng maqbul natijalar o'rtacha issiqlik o'tkazuvchanlik va yuqori issiqlik sig'imiga ega bo'lgan loy asosidagi zich bloklar hamda shag'alli kompozit materiallarda kuzatildi. Yog'och esa past issiqlik o'tkazuvchanligi sababli issiqlik izolyatori sifatida samarali, biroq issiqlik massasi sifatida kamroq foydali ekani aniqlandi. Matematik modellashtirish natijalari tajriba ma'lumotlari bilan yaxshi mos tushib, tabiiy materiallardan



foydalanish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslab berdi. Natijalar energiya tejamkor va ekologik barqaror binolarni loyihalashda tabiiy materiallardan samarali foydalanish mumkinligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Batirovich, X. S. (2025). QUYOSH ISSIQLIK QURILMALARIDA MAHALLIY FAZA O 'ZGARUVCHAN MATERIALLARNING TEPLOFIZIK PARAMETRLARINI TADQIQ ETISH. Modern education and development, 39(4), 246-251.
2. Batirovich, X. S. (2025). QUYOSH KOLLEKTORLARIDA ISSIQLIK AKKUMULYATORLARI UCHUN ARZON MAHALLIY MATERIALLARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH. Modern education and development, 39(4), 352-357.
3. Очилов, Ф. Э., & Рамазонова, Г. (2023). Роль изобразительного искусства в дошкольном образовании. Journal of new Century innovations, 31(3), 84-86.
4. Очилов, Ф. Э., & Хўжакулов, Э. (2022). Формирование и развитие пространственного воображения на уроках черчения как средства улучшающий качества образование в школе. МуҒаллим х, эм Ўзликсиз билимлендириу, Илимий-методикалык журнал, (3/3), 90-93.
5. Очилов, Ф. Э. (2021, March). Национальные традиции и обычаи в качестве средства воспитание детей в узбекских семьях. In МАТЕРИАЛЫ республиканской научно-практической конференции «ФЕНОМЕН ЖАМБЫЛА: ЖАМБЫЛОВЕДЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ» Талдыцорган (pp. 146-149).
6. Shoyim o'g'li, A. X., & Sho'hratovna, I. D. Z. (2026). RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA KREATIV FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARI. Modern education and development, 41(3), 199-205.
7. Shoyim o'g'li, A. X., & Fozilovna, M. N. (2026). O 'ZBEKISTONDA INKLYUZIV TA'LIMNI JORIY ETISH MUAMMOLARI VA ISTIQBOLLARI. Modern education and development, 41(3), 348-355.



8. Очилов, Ф. Э. (2023). Изучения объектов наследия как метод развития профессиональных качеств студентов. *Inter education & global study*. Научно-теоретический и методический журнал, (1), 14-19.
9. Очилов, Ф. Э., & Рашидова, Л. (2024). Повышение творческих способностей детей дошкольного возраста: ключевые аспекты развития. *Science and Education*, 5(8), 135-140.
10. Iskandar o'g'li, S. B., & Sho'hratovna, I. D. Z. (2025). MULTIMEDIA TEKNOLOGIYALARINING O 'QUVCHILARDA TASAVVUR VA MUSTAQIL FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISHDAGI ROLI. *Modern education and development*, 39(4), 334-339.
11. Iskandar o'g'li, S. B., & Fozilovna, M. N. (2025). INKLYUZIV TA'LIM SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEZONLARI. *Modern education and development*, 39(4), 327-333.
12. Xidirova, N. B. qizi Muqimova, GZ (2024). EXCELDA DIAGRAMMALAR BILAN ISHLASH. *GOLDEN BRAIN*, 2(20), 167-171.
13. Raxmonov, X., & Sunatov, J. R. (2022). O 'ZBEK TILI KOMPYUTER LINGVISTIKASI YO 'NALISHIDA OLIB BORILGAN ILMIY TADQIQOTLAR. *COMPUTER LINGUISTICS: PROBLEMS, SOLUTIONS, PROSPECTS*, 1(1).
14. Raxmonov, X., & Sunatov, J. R. (2022). O 'ZBEK TILI KOMPYUTER LINGVISTIKASI YO 'NALISHIDA OLIB BORILGAN ILMIY TADQIQOTLAR. *COMPUTER LINGUISTICS: PROBLEMS, SOLUTIONS, PROSPECTS*, 1(1).
15. Sunatov, J. R., Rustamov, R., & Dustmurodova, M. (2024). KOMPYUTER LINGVISTIKASIDA FONETIK TAHLIL JARAYONI. *Modern Science and Research*, 3(5), 191-195.