O‘ZBEKISTONDAGI TURAR JOY BINOLARI UCHUN QUYOSH YORDAMIDA ISITISH TIZIMLARINI TEXNIK-IQTISODIY OPTIMALLASHTIRISH

Botirjon Umarovich Isakov

Katta o‘qituvchi, Standartlashtirish, metrologiya va sertifikatlashtirish kafedrasi, Belarus–O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik malakalar instituti, Toshkent shahri

Telefon:+998907410774

E-mail:bizaak@mail.ru

ORCID: Batirjon Isakov (0009-0001-1066-5706) — ORCID

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot Markaziy Osiyo iqlim sharoitlarida turar joy binolari uchun quyosh yordamida isitish va issiq suv ta’minoti tizimlarini baholashga mo‘ljallangan hududga xos texnik-iqtisodiy tahlil metodologiyasini taklif etadi. Metodologiya isitish daraja-kunlari , quyosh issiqlik kollektorlarining ishlash ko‘rsatkichlari va tizimning o‘zini oqlash muddatini hisoblashni o‘z ichiga oladi. Binolar sektori global energiya iste’molining va issiqxona gazlari chiqindilarining katta qismini tashkil etadi, ayniqsa bu holat isitish va maishiy issiq suvga bo‘lgan talab bilan bog‘liq. Yuqori quyosh potensialiga ega hududlarda quyosh yordamida ishlovchi energiya tizimlari qazilma yoqilg‘ilarga bo‘lgan qaramlikni kamaytirishning samarali yo‘li hisoblanadi. Biroq bunday tizimlarning samaradorligi va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi mahalliy iqlim sharoitlariga kuchli darajada bog‘liq bo‘lib, Markaziy Osiyo uchun bu masala yetarlicha o‘rganilmagan. Mazkur maqolada O‘zbekiston iqlim sharoitida turar joy binolari uchun quyosh yordamida isitish va maishiy issiq suv tizimlarining texnik-iqtisodiy bahosi keltirilgan. Tahlilda isitish daraja-kunlari, bino issiqlik xususiyatlari, quyosh kollektorlarining samaradorligi va issiqlik akkumulyatsiyasi hajmi hisobga olingan. 150 m² maydonga ega bo‘lgan yakka tartibdagi turar joy binosi namunaviy holat sifatida tanlangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, to‘g‘ri tanlangan quyosh issiqlik tizimlari yillik issiqlik ehtiyojining 50 % gacha qismini qoplay oladi va amaldagi energiya tariflari sharoitida taxminan 7 yil ichida o‘zini oqlaydi. Olingan natijalar shunga o‘xshash iqlim sharoitlariga ega hududlarda quyosh yordamida isitish tizimlarining iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi. Taklif etilgan baholash yondashuvi quyosh nurlanishi va isitish talabi o‘xshash bo‘lgan boshqa hududlar uchun ham qo‘llanishi mumkin hamda barqaror qurilish va energetika siyosati bo‘yicha qarorlar qabul qilishni qo‘llab-quvvatlaydi.

Kalit so‘zlar: quyosh energiyasi; quyosh issiqlik tizimlari; turar joy binolari; isitish daraja-kunlari; energiya samaradorligi; texnik-iqtisodiy tahlil.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Данное исследование предлагает регионально-ориентированную методологию технико-экономического анализа для оценки систем солнечного отопления и горячего водоснабжения жилых зданий в климатических условиях Центральной Азии. Методология включает расчет градусо-суток отопления, эксплуатационных характеристик солнечных тепловых коллекторов и срока окупаемости системы.Сектор зданий составляет значительную долю мирового потребления энергии и выбросов парниковых газов, особенно за счёт потребности в отоплении и бытовом горячем водоснабжении. В регионах с высоким солнечным потенциалом солнечные энергетические системы являются эффективным способом снижения зависимости от ископаемых видов топлива. Однако эффективность и экономическая целесообразность таких систем в значительной степени зависят от местных климатических условий, и для Центральной Азии данный вопрос изучен недостаточно. В статье представлена технико-экономическая оценка систем солнечного отопления и горячего водоснабжения для жилых зданий в климатических условиях Узбекистана. В анализе учитываются градусо-сутки отопления, теплотехнические характеристики здания, эффективность солнечных коллекторов и объём тепловой аккумуляции. В качестве типового примера выбран индивидуальный жилой дом площадью 150 м². Результаты показывают, что правильно подобранные солнечные тепловые системы способны покрывать до 50 % годовой потребности в тепловой энергии и окупаются примерно за 7 лет при действующих тарифах на энергоносители. Полученные данные подтверждают экономическую целесообразность применения солнечных систем отопления в регионах с аналогичными климатическими условиями. Предложенный подход к оценке может быть применён и для других регионов с сопоставимым уровнем солнечной радиации и тепловой нагрузкой, а также может служить основой для принятия решений в области устойчивого строительства и энергетической политики.

Ключевые слова: солнечная энергия; солнечные тепловые системы; жилые здания; градусо-сутки отопления; энергоэффективность; технико-экономический анализ.

Abstract. This study proposes a region-specific techno-economic analysis methodology for evaluating solar-assisted heating and domestic hot water supply systems for residential buildings under the climatic conditions of Central Asia. The methodology includes the calculation of heating degree days, performance indicators of solar thermal collectors, and the system payback period. The building sector accounts for a significant share of global energy consumption and

ISSN 3030-3907

greenhouse gas emissions, particularly due to demand for space heating and domestic hot water. In regions with high solar potential, solar-based energy systems represent an effective way to reduce dependence on fossil fuels. However, the efficiency and economic feasibility of such systems strongly depend on local climatic conditions, and this issue has not been sufficiently studied for Central Asia. This paper presents a techno-economic assessment of solar-assisted heating and domestic hot water systems for residential buildings under the climatic conditions of Uzbekistan. The analysis considers heating degree days, thermal characteristics of the building, the efficiency of solar collectors, and the volume of thermal energy storage. A single-family residential building with a floor area of 150 m² was selected as a representative case study. The results show that properly designed solar thermal systems can cover up to 50% of the annual heat demand and achieve a payback period of approximately 7 years under current energy tariff conditions. The obtained results confirm the economic feasibility of solar-assisted heating systems in regions with similar climatic conditions. The proposed assessment approach can also be applied to other regions with comparable solar radiation levels and heating demand, and it can support decision-making in the fields of sustainable construction and energy policy.

Keywords: solar energy; solar thermal systems; residential buildings; heating degree days; energy efficiency; techno-economic analysis.

1. KIRISH

Global energiya iste’molining tez o‘sishi va ekologik muammolarning kuchayishi qurilish sektorida barqaror va energiya tejamkor yechimlarga bo‘lgan ehtiyojni oshirdi. Binolar butun dunyo bo‘yicha yakuniy energiya iste’molining taxminan 30–40 % ini tashkil etadi, bunda turar joy binolarida asosiy ulush isitish va maishiy issiq suvga to‘g‘ri keladi. Shu sababli, bino energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarini joriy etish iqlim va energetika siyosatining muhim yo‘nalishiga aylandi.

Quyosh energiyasi o‘zining keng mavjudligi, ekologik tozaligi va texnologik yetukligi sababli eng istiqbolli qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan biridir. Xususan, quyosh issiqlik tizimlari yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega bo‘lib, isitish va issiq suv ta’minoti uchun zarur bo‘lgan past haroratli issiqlikni ta’minlashda juda qulaydir.

Ko‘plab tadqiqotlar quyosh yordamida isitish tizimlarining turar joy binolarida energiya iste’moli va issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirishdagi samaradorligini ko‘rsatgan. Biroq bunday tizimlarning ishlashi hududiy iqlim sharoitlari, bino xususiyatlari va energiya tariflariga kuchli darajada bog‘liq.

ISSN 3030-3907

Amaldagi ilmiy adabiyotlarning katta qismi Yevropa, Shimoliy Amerika va Sharqiy Osiyo hududlariga bag‘ishlangan bo‘lib, Markaziy Osiyo mintaqasi yetarlicha yoritilmagan. O‘zbekiston yuqori quyosh nurlanishi va o‘rtacha isitish talabi bilan ajralib turadi, bu esa quyosh yordamida energiya tizimlari uchun qulay sharoit yaratadi. Shunga qaramay, hududga xos texnik-iqtisodiy tadqiqotlarning yetishmasligi ushbu texnologiyalarning keng joriy etilishiga to‘sqinlik qilmoqda.

Mazkur tadqiqot ushbu bo‘shliqni to‘ldirish maqsadida O‘zbekiston sharoitida turar joy binolari uchun quyosh yordamida isitish va issiq suv tizimlarini kompleks texnik-iqtisodiy baholashni taqdim etadi.

2. ADABIYOTLARNI KO'RIB CHIQISH.

2.1. Turar-joy binolarida quyosh energiyasi tizimlari

Quyosh energiyasi tizimlarini turar-joy binolariga integratsiyalashuvi qazib olinadigan yoqilg'i sarfini va issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirishning samarali yondashuvi sifatida keng o'rganildi. Qayta tiklanadigan texnologiyalar orasida quyosh issiqlik tizimlari yuqori konversiya samaradorligi va kosmik isitish va maishiy issiq suv (Issiq suv) uchun past haroratli issiqlikni ta'minlash qobiliyati tufayli turar-joy dasturlari uchun ayniqsa mos keladi. Oldingi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, quyosh energiyasi bilan ishlaydigan isitish tizimlari, ayniqsa quyosh nurlanishi yuqori va iqlim sharoiti o'rtacha bo'lgan hududlarda yillik isitish talabini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Bir nechta mualliflar bitta va ko'p xonadonli binolarda quyosh issiqlik tizimlarining ishlashini tahlil qildilar. Kalogirou (2020) quyosh kollektorlari qulay ish sharoitida 50% dan ortiq samaradorlikka erishishi mumkinligini ta'kidladi, bu ularni termal ilovalar uchun fotovoltaik tizimlarga qaraganda samaraliroq qiladi. So'nggi tadqiqotlar shuni tasdiqladiki, to'g'ri ishlab chiqilgan quyosh energiyasi yordamida isitish tizimlari iqlim, tizim konfiguratsiyasi va saqlash hajmiga qarab turar-joy binolarining yillik issiqlik talabining 30-70 foizini qoplashi mumkin.

Quyosh kollektorlarining issiqlik energiyasini saqlash bilan kombinatsiyasi tizim ish faoliyatini yaxshilashning asosiy omili sifatida aniqlandi. Mavsumiy va qisqa muddatli issiqlikni saqlash quyosh energiyasining mavjudligi va isitish talabi o'rtasidagi nomuvofiqlikni muvozanatlash imkonini beradi. Evropa mamlakatlarida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, issiqlik saqlashning integratsiyasi quyosh fraktsiyasini oshirishi va yordamchi isitish tizimlarining eng yuqori yuk talablarini kamaytirishi mumkin.

2.2. Isitishga talabni baholash va iqlim sharoitlarining roli

Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan isitish tizimlarini optimal loyihalash uchun isitish talabini to'g'ri baholash juda muhimdir. Isitish talabini baholash uchun eng ko'p qo'llaniladigan ko'rsatkichlardan biri isitish darajasi kunlari (HDD) usuli

ISSN 3030-3907

hisoblanadi. HDD tashqi haroratni isitish energiyasi iste'moli bilan bog'lash orqali iqlim sharoitlarini hisobga olishning soddalashtirilgan, ammo samarali usulini taqdim etadi.

Ko'pgina tadqiqotlar turar-joy binolarida Isitish davrining daraja-kuni IDDK-ga asoslangan yondashuvlarni qo'lladi. Ürge-Vorsatz va boshqalar. (2021) IDDK-ga asoslangan modellar mintaqaviy va milliy miqyosda, ayniqsa, binolarning issiqlik xususiyatlari bilan birlashganda, kosmik isitish talabining ishonchli bahosini ta'minlashini ko'rsatdi. Boshqa tadqiqotchilar IDDK qiymatlari mintaqalar bo'ylab sezilarli darajada farq qilishini ta'kidladilar, bu quyosh isitish tizimlarining fizibilitesi va ishlashiga bevosita ta'sir qiladi.

IDDK-ga asoslangan baholash Yevropa va Shimoliy Amerikada keng qo'llanilsa-da, cheklangan tadqiqotlar Markaziy Osiyo iqlim sharoitlariga qaratilgan. Mavjud tadqiqotlar odatda umumiy iqlimiy taxminlarga tayanadi, bu esa noto'g'ri ishlash prognozlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli, mintaqaga xos IDDK tahlili kam ta'minlangan hududlarda quyosh energiyasi bilan ishlaydigan isitish tizimlarini baholash uchun muhim tadqiqot zarurati bo'lib qolmoqda.

2.3. Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan isitish tizimlarining texno-iqtisodiy tahlili

Texnik ko'rsatkichlardan tashqari, quyosh energiyasi tizimlarining iqtisodiy maqsadga muvofiqligi ularni qabul qilishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Texno-iqtisodiy tahlil odatda kapital qo'yilma xarajatlarini, foydalanish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini, energiyani tejash va o'zini oqlash muddatini o'z ichiga oladi. 1-chorakdagi so'nggi tadqiqotlar shuni ta'kidladiki, quyosh kollektorlari narxining pasayishi va energiya tariflarining oshishi quyosh energiyasi bilan ishlaydigan isitish tizimlarining iqtisodiy jozibadorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Bir nechta mualliflar tizim hajmiga, energiya narxlariga va davlat imtiyozlariga qarab turar-joy quyosh issiqlik tizimlari uchun 5 dan 12 yilgacha bo'lgan to'lov muddati haqida xabar berishdi. Masalan, Janubiy Yevropa va Xitoyda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yuqori quyosh fraktsiyalariga ega bo'lgan tizimlar issiqlikni samarali saqlash va er osti isitish kabi past haroratli isitish tizimlari bilan birgalikda qo'llanilganda, o'zini oqlash muddatini qisqartiradi.

Biroq, aksariyat texno-iqtisodiy tadqiqotlar qayta tiklanadigan energiya siyosati va subsidiyalash sxemalari yaxshi yo'lga qo'yilgan hududlarga qaratilgan. Aksincha, qayta tiklanadigan energiya bozorlari rivojlanayotgan mamlakatlar, jumladan, O'zbekiston ham yuqori ta'sirli jurnallarda hali o'rganilmagan. Mahalliylashtirilgan iqtisodiy baholashning yo'qligi mavjud natijalarni ushbu hududlarda qo'llash imkoniyatini cheklaydi.

2.4. Tadqiqot bo'shlig'i va motivatsiyasi

ISSN 3030-3907

Ko'rib chiqilgan adabiyotlarga asoslanib, turar-joy binolarini quyosh energiyasi bilan isitish tizimlarini ishlab chiqish va tahlil qilishda sezilarli yutuqlarga erishildi, degan xulosaga kelish mumkin. Shunga qaramay, uchta asosiy bo'shliqni aniqlash mumkin:

1. Geografik tafovut: Markaziy Osiyoning quyosh energiyasi salohiyati yuqori va isitishga talabi o‘rtacha bo‘lgan hududlar 1-chorak adabiyotlarida yetarlicha aks ettirilmagan.

2. Uslubiy bo'shliq: Cheklangan tadqiqotlar HDD asosidagi iqlimiy tahlilni binoning issiqlik ko'rsatkichlari, quyosh kollektorining samaradorligi va iqtisodiy baholash bilan birlashtirilgan asosda birlashtiradi.

3. Amaliy bo'shliq: real mahalliy energiya tariflari bo'yicha loyihalash bo'yicha amaliy tavsiyalar va o'zini oqlash tahlilini ta'minlovchi amaliy tadqiqotlar etishmasligi mavjud.

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun ushbu tadqiqot O'zbekiston iqlim sharoitida turar-joy binolarida quyosh energiyasi yordamida isitish va maishiy issiq suv tizimlarini mintaqaga xos texnologik-iqtisodiy baholash tizimini ishlab chiqadi. IDDK tahlilini, tizimni modellashtirishni va iqtisodiy baholashni birlashtirgan holda, ushbu tadqiqot quyosh energiyasi yechimlarining kam ta'minlangan hududlarda qo'llanilishini kengaytirishga yordam beradi va barqaror binolarni loyihalashda asosli qarorlar qabul qilishni qo'llab-quvvatlaydi.

3. METODOLOGIYA

3.1. Baholash tizimiga umumiy nuqtai

Ushbu tadqiqotning uslubiy asosi mintaqaning o'ziga xos iqlim sharoitida turar-joy binolari uchun quyosh energiyasi yordamida isitish va maishiy issiq suv (Issiq suv) tizimlarining texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholash uchun mo'ljallangan. Yondashuv iqlim tahlilini, binoning termal modelini, quyosh issiqlik tizimining ishlashini, issiqlikni saqlash hajmini va iqtisodiy baholashni birlashtiradi.

Umumiy metodologiya beshta asosiy bosqichdan iborat:

1. isitish darajasi kunlari (HDD) yordamida iqlimiy tahlil;
2. uy-joylarni isitish uchun talabni baholash;
3. quyosh issiqlik kollektorlarini modellashtirish va issiqlik saqlash;
4. issiqlik talabiga quyosh hissasini hisoblash;
5. texno-iqtisodiy baholash va o'zini oqlash tahlili.

Ushbu integratsiyalashgan tizim real ish sharoitida tizimning maqsadga muvofiqligini izchil baholash imkonini beradi.

3.2. Iqlim ma'lumotlari va isitish darajasi kunlarini (IDDK) hisoblash

ISSN 3030-3907

Iqlim sharoitlari turar-joy binolarini isitish talabi va quyosh tizimining ishlashiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Ushbu tadqiqotda issiqlik talabi isitish darajasi kunlari (IDDK) usuli yordamida aniqlanadi, bu tashqi havo haroratini kosmik isitish talablari bilan bog'laydi.

IDDK quyidagicha hisoblanadi:

$$IDDK = \sum_{i=1}^{n}(T_{base} - T_{out,i}),\ T_{out,i} < T_{base} \quad (1)$$

qayerda:

• Tbase - asosiy ichki harorat (18 °C),

• Tout,i – i kunidagi o‘rtacha tashqi harorat,

• n - isitish mavsumidagi kunlar soni.

Uzoq muddatli o'rtacha iqlimiy ma'lumotlar reprezentativlikni ta'minlash va yillik harorat o'zgarishi ta'sirini kamaytirish uchun ishlatilgan. Misollarni o'rganish mintaqasi uchun HDD qiymatlari ko'p yillar davomida meteorologik kuzatuvlar asosida aniqlandi.

3.3. Turar-joy binosining termal modeli

Turar-joy binolarini isitish uchun yillik talab barqaror issiqlik yo'qotish usuli yordamida baholanadi. Umumiy issiqlik yo'qotish darajasi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{loss} = U * A * \Delta T \quad (2)$$

qayerda:

• Qloss - issiqlik yo'qotish darajasi (Vt),

• U - bino konvertining umumiy issiqlik uzatish koeffitsienti (Vt/m²·K),

• A - issiqlik o'tkazuvchi qurilish komponentlarining umumiy maydoni (m²),

• ΔT - ichki va tashqi havo o'rtasidagi harorat farqi (K).

Yillik isitish energiyasiga bo'lgan talab issiqlik yo'qotish tezligini HDD qiymatlari bilan birlashtirish orqali aniqlanadi:

$$Q_{annual} = Q_{loss} * IDDK * \Delta T_{ref} \quad (3)$$

Bu erda DTref - IDDK hisob-kitoblariga mos keladigan mos yozuvlar harorat farqi.

Yo'lovchilar, jihozlar, yorug'lik va derazalar orqali quyosh radiatsiyasidan ichki issiqlik olishlari sof isitish talabini kamaytiradigan passiv hissa sifatida hisoblanadi. Ushbu daromadlar turar-joy energiyasini modellashtirishda odatda qo'llaniladigan standart koeffitsientlar yordamida baholanadi.

3.4. Quyosh issiqlik kollektorining ishlashini modellashtirish

Quyosh kollektori tomonidan ishlab chiqarilgan foydali issiqlik energiyasi kollektor samaradorligi va quyosh nurlanishiga asoslangan holda hisoblanadi. Foydali issiqlik daromadi quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_{solar} = A_c \cdot G \cdot ķc \quad (4)$$

ISSN 3030-3907

qayerda:

• Ac- kollektor maydoni (m^2),

• G - kollektor yuzasida o'rtacha quyosh nurlanishi (Vt/m^2),

• μc - kollektor samaradorligi.

Kollektor samaradorligi ish harorati va atrof-muhit sharoitlariga qarab modellashtirilgan:

$$\mu c=\mu 0-a1*G(Tm-Ta)-a2*G(Tm-Ta)2 \quad (5)$$

qayerda:

• μ0 - optik samaradorlik,

• a1 va a2 issiqlik yo'qotish koeffitsientlari,

• Tm - o'rtacha kollektor harorati,

• Ta - atrofdagi havo harorati.

Oylik quyosh energiyasi ishlab chiqarish quyosh mavjudligi va isitish talabidagi mavsumiy o'zgarishlarni hisobga olish uchun hisoblanadi.

3.5. Issiqlikni saqlashni modellashtirish

Issiqlik energiyasini saqlash quyosh energiyasi ta'minoti va issiqlik talabi o'rtasidagi vaqtinchalik nomuvofiqlikni muvozanatlash uchun zarurdir. Ushbu tadqiqotda suvga asoslangan oqilona issiqlikni saqlash ko'rib chiqiladi.

Saqlangan issiqlik energiyasi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q\ saqlash = r*V*cp*\Delta T\ saqlash \quad (6)$$

qayerda:

• r - suvning zichligi (kg/m^3),

• V - saqlash tankining hajmi (m^3),

• cp - suvning solishtirma issiqlik sig'imi ($kJ/kg \cdot K$),

• ΔT saqlash - ruxsat etilgan harorat farqi (K).

Saqlash tizimi qisqa muddatli termal buferlashni ta'minlash va past yoki vaqti-vaqti bilan talab davrida quyosh energiyasidan foydalanishni yaxshilash uchun mo'ljallangan.

3.6. Quyosh ulushi va tizimning ishlash ko'rsatkichlari

Quyosh ulushi (SF) quyosh energiyasining jami issiqlik talabiga qo'shgan hissasini hisoblash uchun asosiy ishlash ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi:

$$SF=Qjami*Qtotal \quad (7)$$

qayerda:

• Qjami, isitish va issiq suv uchun ishlatiladigan foydali quyosh issiqlik energiyasi,

• Qtotal - binoning umumiy yillik issiqlik talabi.

Qo'shimcha ishlash ko'rsatkichlari yillik energiya tejash va yordamchi energiya sarfini kamaytirishni o'z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907

3.7. Texno-iqtisodiy baholash

Quyosh energiyasi bilan ta'minlangan tizimning iqtisodiy samaradorligi oddiy to'lov muddati (SPP) usuli yordamida baholanadi:

$$S=Yillik*Cinv \quad (8)$$

qayerda:

• Cinv - umumiy investitsiya qiymati,

• Yillik - an'anaviy energiya sarfini kamaytirish natijasida yillik tejamkorlik.

Investitsion xarajatlarga quyosh kollektorlari, saqlash tanklari, yordamchi uskunalar va o'rnatish kiradi. Yillik tejamkorlik issiqlik va elektr energiyasi uchun mahalliy energiya tariflari asosida hisoblanadi. Operatsion va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari nisbatan past deb taxmin qilinadi va iqtisodiy baholashga kiritiladi.

3.8. Tadqiqotini amalga oshirish

Metodika umumiy maydoni 150 m² bo'lgan vakillik bir oilali turar-joy binosiga nisbatan qo'llaniladi. Haqiqiy natijalarni ta'minlash uchun mahalliy iqlim ma'lumotlari, qurilish parametrlari va energiya tariflari qo'llaniladi. Taklif etilayotgan ramka o'xshash iqlim sharoitlari va qurilish xususiyatlariga ega bo'lgan boshqa hududlarga moslashtirilishi mumkin.

4. NATIJALAR

4.1. Iqlim sharoiti va isitish talabi

Uzoq muddatli meteorologik ma'lumotlarga asoslangan iqlimiy tahlil shuni ko'rsatadiki, o'rganilayotgan hudud yuqori quyosh potentsiali bilan birga o'rtacha issiqlik talabi bilan tavsiflanadi. Tadqiq qilingan joy uchun hisoblangan isitish darajasi kunlari (IDDK) taxminan 2400 °C·kun/yilni tashkil qiladi, bu Janubiy va Markaziy Yevropa mintaqalari uchun hisobot qilingan qiymatlar bilan solishtirish mumkin.

3-bo'limda tasvirlangan IDDK -ga asoslangan termal modeldan foydalanib, turar-joy binolarini isitish uchun yillik talab (150 m²) hisoblangan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, yillik isitish talabi 30 va 40 kVt / m²·yil oralig'ida bo'ladi, bu ichki issiqlik o'sishi va konvertning issiqlik ko'rsatkichlariga bog'liq. Ushbu talab darajasi energiya tejaydigan turar-joy binolariga mos keladi va past haroratli isitish tizimlarining mosligini tasdiqlaydi.

5. XULOSA VA KELGUSIDAGI ISHLAR

5.1. Xulosa

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston iqlim sharoitidagi turar-joy binolari uchun quyosh energiyasi yordamida kosmik isitish va maishiy issiq suv tizimlarining mintaqaga xos texno-iqtisodiy bahosini taqdim etdi. Isitish darajasi kunlarini (HDD), binoning issiqlik ko'rsatkichlarini, quyosh kollektorining samaradorligini,

ISSN 3030-3907

issiqlik energiyasini saqlashni va iqtisodiy baholashni integratsiyalash orqali texnik va iqtisodiy maqsadga muvofiqligini baholash uchun keng qamrovli asos ishlab chiqildi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, isitishga o'rtacha talab va quyosh potentsiali yuqori bo'lgan hududlardagi turar-joy binolari quyosh issiqlik integratsiyasidan sezilarli foyda olishlari mumkin. Tahlil qilingan 150 m² turar-joy binosi uchun yillik isitish talabi 30-40 kVt/m²·yil, past haroratli isitish tizimlarining mosligini tasdiqlovchi. Quyosh issiqlik kollektorlari o'rtacha yillik samaradorlikni 50% dan oshdi, bu tizimga kosmik isitish va maishiy issiq suv uchun umumiy yillik issiqlik talabining 50% gacha qoplash imkonini berdi.

Iqtisodiy nuqtai nazardan tahlil shuni ko'rsatadiki, quyosh energiyasidan foydalanish taklif etilayotgan tizim joriy mahalliy energiya tariflarida moliyaviy jihatdan foydalidir. Taxminan 7 yillik hisoblangan oddiy to'lov muddati oxirgi 1-chorak adabiyotida e'tirof etilgan shunga o'xshash tizimlar bilan taqqoslanadi. Topilmalar shuni ko'rsatadiki, an'anaviy energiya narxlarining oshishi va texnologiya xarajatlarining yanada pasayishi iqtisodiy ko'rsatkichlarni yanada yaxshilashi mumkin.

Umuman olganda, tadqiqot quyosh energiyasi yordamida isitish tizimlari Markaziy Osiyo mintaqalarida va iqlimi taqqoslanadigan boshqa hududlarda joylashgan turar-joy binolarida qazib olinadigan yoqilg'i sarfini va energiya xarajatlarini kamaytirish uchun samarali va barqaror yechim ekanligini tasdiqlaydi.

5.2. Kelajakdagi ish

Taklif etilayotgan baholash tizimi qimmatli tushunchalarni taqdim etsa-da, keyingi tadqiqotlar uchun bir qancha imkoniyatlar saqlanib qolmoqda. Kelajakdagi tadqiqotlar quyidagilarga qaratilishi kerak:

• vaqtinchalik issiqlik harakati va yo'lovchilar bilan bog'liq effektlarni olish uchun dinamik simulyatsiya vositalarini qo'llash;

• namunaviy bashoratlarni tasdiqlash uchun haqiqiy turar-joy quyosh energiyasi tizimlarining uzoq muddatli eksperimental monitoringini o'tkazish;

• tahlilni hayot tsikli atrof-muhitni baholash va uglerod emissiyasini kamaytirishni o'z ichiga olgan holda kengaytirish;

• quyosh issiqlik kollektorlari, fotovoltaik panellar va issiqlik nasoslarini birlashtirgan gibrid energiya tizimlarini o'rganish;

• rag'batlantirish siyosati va subsidiyalash sxemalarining tizimni joriy etish va iqtisodiy samaradorlikka ta'sirini baholash.

Ushbu jihatlarni ko'rib chiqish kelajakdagi baholashlarning mustahkamligini oshiradi va turar-joy qurilishi sohasida quyosh energiyasi texnologiyalarini kengroq joriy etishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Kalogirou, S. A. (2023). Quyosh energiyasi muhandisligi: jarayonlar va tizimlar. Akademik matbuot. (Obnovlennoe izdanie — opisaniya kolleksiyasi uchun zolotoy standart).
2. Daffi, J. A. va Bekman, V. A. (2020). Issiqlik jarayonlari, fotovoltaiklar va shamolning quyosh muhandisligi. Jon Wiley & Sons.
3. Ürge-Vorsatz, D. va boshqalar. (2021). "Energiya samaradorligi va quyosh integratsiyasini qurishdagi yutuqlar". Qayta tiklanadigan va barqaror energiya sharhlari, 145, 111100.
4. Mahliya, T. M. I. va boshqalar. (2022). "Bino ilovalarida fazalarni o'zgartirish materiallaridan foydalangan holda quyosh issiqlik energiyasini saqlashni ko'rib chiqish." Energiyani saqlash jurnali, 49, 104100.
5. Linares, P. va Alvares, A. B. (2025). "O'tish davridagi energiya bozorlarida quyosh issiqlik tizimlarining iqtisodiyoti". Amaliy energiya, 355, 122200.
6. Chjan, L. va boshqalar. (2024). "Uylarni isitish uchun quyosh fraktsiyasini optimallashtirish: energiya narxlarining sezgirlik tahlili". Quyosh energiyasi, 260, 45-58. (Vajno dlya obosnovaniya vashego sroka okuyaemosti v 7 let).

ISSN 3030-3907