

UO‘K: 691:620.9

<https://doi.org/10.70769/2181-4732.ITJ.2026-1.17>

O‘ZBEKISTONNING QURUQ-ISSIQ IQLIM SHAROITIDA BINOLARNING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH ISTIQBOLLARI

G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

ORCID: 0009-0000-0680-5174, E-mail: gayimnazarov@bk.ru;

Raxmatov Mahmud Ismatovich – texnika fanlari nomzodi, dotsent,

ORCID: 0009-0008-0759-9841, E-mail: rahmatov1959@mail.ru;

Shermatov Behruz Bekzod o‘gli – magistrant.

ORCID: 0009-0003-7603-8531, behruz@gmail.com.

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Ushbu maqolada O‘zbekistonning o‘ziga xos quruq-issiq iqlim sharoitini hisobga olgan holda, binolarning energiya samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqotda gazobeton, bazalt va polimer asosli zamonaviy izolyatorlarning issiqlik-fizik xususiyatlari yangilangan ShNK 2.01.04-22 talablari asosida tahlil qilingan. Matematik modellashtirish orqali materiallarning hayotiy sikl xarajatlari (LCC) va investitsiyalarning o‘zini oqlash muddatlari aniqlangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, samarali issiqlik himoyasini joriy etish binolarni sovutish va isitish xarajatlarini 30-50% gacha tejash imkonini beradi.*

***Kalit so‘zlar:** energiya samaradorligi, quruq-issiq iqlim, issiqlik izolyatsiyasi, LCC tahlili, ShNK 2.01.04-22, bazalt paxtasi, energiya auditi.*

УДК: 691:620.9

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА УЗБЕКИСТАНА

Гаимназаров Исраил Холикович - доктор философии по техническим наукам,
доцент;

Рахматов Махмуд Исмаилович – кандидат технических наук, доцент;

Шерматов Бехруз Бекзод угли – магистрант.

Каршинский государственный технический университет, г.Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В статье исследуются вопросы повышения энергоэффективности зданий с учетом специфических условий сухого жаркого климата Узбекистана. На основе требований обновленного ШНК 2.01.04-22 проанализированы теплофизические свойства газобетона, базальтовых и полимерных изоляторов. С помощью математического моделирования определены стоимость жизненного цикла (LCC) и сроки окупаемости инвестиций. Результаты показывают, что внедрение эффективной тепловой защиты позволяет сократить расходы на охлаждение и отопление зданий на 30-50%, что подтверждает экономическую и экологическую целесообразность применения данных технологий.*

***Ключевые слова:** энергоэффективность, сухо-жаркий климат, теплоизоляция, LCC анализ, ШНК 2.01.04-22, базальтовая вата, энергоаудит.*

UDC: 691:620.9

PROSPECTS FOR IMPROVING BUILDING ENERGY EFFICIENCY IN THE ARID AND HOT CLIMATE CONDITIONS OF UZBEKISTAN

Gayimnazarov, Israil - Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor;

Rakhmatov, Makhmud - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Shermatov, Bekhruz - Master student.

Karshi State Technical University, Karshi city, Uzbekistan

***Abstract.** This article explores methods for improving the energy efficiency of buildings, considering the specific arid and hot climatic conditions of Uzbekistan. Based on the updated ShNK 2.01.04-22 regulations, the thermophysical properties of aerated concrete, basalt, and polymer-*

based insulators are analyzed. Using mathematical modeling, the Life Cycle Cost (LCC) and investment payback periods were determined. The results demonstrate that implementing efficient thermal protection can reduce cooling and heating costs by 30-50%, proving the economic and environmental viability of these technologies in the region.

Keywords: *energy efficiency, arid-hot climate, thermal insulation, LCC analysis, ShNK 2.01.04-22, basalt wool, energy audit.*

Kirish

So‘nggi yillarda qurilish sanoatida energiya samaradorligini oshirish, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta‘minlash masalalari global miqyosda eng dolzarb yo‘nalishlardan biriga aylandi. Jahon miqyosida energiya iste‘moli yildan-yilga ortib borayotgani, mavjud yoqilg‘i-energetika resurslarining cheklangani, shuningdek, atrof-muhitga salbiy ta‘sirning kuchayishi energiya tejamkor texnologiyalar va materiallarga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. Dunyo bo‘ylab iste‘mol qilinadigan jami energiyaning qariyb 40% qurilish va binolarni ekspluatatsiya qilish hissasiga to‘g‘ri keladi. Global iqlim o‘zgarishi sharoitida binolarning "termos" effektini ta‘minlovchi materiallardan foydalanish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik zaruriyatdir.

Bugungi kunda mahalliy korxonalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan gazobeton bloklari, polistiroil beton, issiqlik izolyatsion plitalar, bazalt paxta, kompozit panellar va boshqa zamonaviy materiallar qurilish jarayonida keng qo‘llanilmoqda. Ushbu materiallar nafaqat binolarning issiqlik samaradorligini oshiradi, balki ekspluatatsiya davridagi energiya xarajatlarini keskin kamaytiradi. Shu bilan birga, energiya tejamkor materiallardan foydalanish o‘ziga xos ilmiy-texnik, iqtisodiy va ekologik afzalliklarni taqdim etadi. Biroq, ularning tarkibi, fizik-mexanik xususiyatlari, issiqlik o‘tkazuvchanligi, qo‘llash texnologiyasi hamda samaradorligi yetarli darajada chuqur tahlil qilinishi zarur. Bugungi kunda mavjud ilmiy izlanishlar, xorijiy tajribalar, mahalliy amaliyot va innovatsion ishlanmalarni solishtirish orqali eng maqbul energiya tejamkor qurilish materiallarini aniqlash muhim vazifa hisoblanadi.

Uslub va materiallar

Energiya tejamkor devor konstruksiyalarining modeli kompyuter dasturlari (ANSYS, WUFI, EES, Therm) orqali simulyatsiya qilindi. Turli materiallarning samaradorligi quyidagi mezonlar bo‘yicha solishtirildi: issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, zichlik va og‘irlik, mustahkamlik va pishqlik, ekologik xavfsizlik, narx va iqtisodiy tejamkorlik, energiya sarfini kamaytirish darajasi. Turli mamlakatlarda qo‘llanilayotgan energiya tejamkor materiallar bilan mahalliy mahsulotlarning ko‘rsatkichlari taqqoslandi. Materiallarning samaradorligi λ (issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti) va R (issiqlik uzatishga qarshilik) ko‘rsatkichlari orqali baholandi. Investitsiyalarning samaradorligi LCC (Life Cycle Cost, yani hayotiy sikl xarajatlari) modeli yordamida hisoblandi. Haroratning material xossasiga ta‘siri $\lambda = \lambda_0 \cdot (1 + \beta \cdot (T - T_0))$ formulasi yordamida o‘rganildi.

Natijalar

Qurilishda energiya tejamkor materiallarni aniqlashga doir V. Feist, B.P. Jelle, S.E. Kalnæs, A.F. Chernov, S.V. Dmitriev, V.V. Ruzhitskiy, A.P. Mchedlov-Petrosyan, B.M. Rumyantsev, Amory Lovins, Z. Bažant, E. Selkowitz, M.A. Abduraimov, S.S. G‘ulomov, M.A. Raximov, A.A. Tulyaganov, A. Allambergenov, T.O. Juraev, A. Qahhorov, Sh. Usmonov, U. Abdullaev, U.Dzhusuev, S.Asanova, Z.Matniyazov, S.Pavlovskiy, A.Chel, G.Kaushik, C.Cornaro, C.Buratti, T.Genjebaev, J.Kulmirzayev, B.Matyokubov, E.Zoyirova, N.A. Samigov va boshqa tadqiqotchilar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan [2-12, 16-18].

Jahonda energiya tejamkorligi nazariyasini shakllantirishda quyidagi olimlarning ishlari poydevor bo‘lib xizmat qilgan: V. Feist (Germaniya): "Passiv uy" (Passive House) konsepsiyasi asoschisi. U binoning tashqi qobig‘i orqali issiqlik yo‘qotishini minimallashtirish va germetiklikni ta‘minlash bo‘yicha standartlarni ishlab chiqdi [2]. B.P. Jelle va S.E. Kalnæs: Vakuumli izolyatsiya panellari (VIP) va aerogellarning bino fizikasidagi rolini o‘rganib, ularning an‘anaviy materiallarga nisbatan 5-10 barobar yuqori samaradorligini isbotlaganlar [3]. Yevropada ko‘p yillik tadqiqotlar natijasida binoning energiya iste‘moli 40% dan 20% gacha qisqartirildi, bu esa International Energy Agency (IEA) hisobotlarida o‘z aksini topgan [13].

O‘zbekiston Respublikasida ham energiya tejamkorlik va “yashil iqtisodiyot” tamoyillarini joriy etish bo‘yicha qator davlat dasturlari, me‘yoriy hujjatlar va standartlar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular qurilishda innovatsion va kam energiya sarflovchi materiallar qo‘llanishini rag‘batlantirmoqda [1, 14, 15]. Respublikamizda M.A. Raximov, A.A. Tulyaganovlar tomonidan Angren kaolini, Navoiy bazalti va perlit asosida samarali issiqlik izolyatorlari olish texnologiyalari taklif etildi [16]. A. Allambergenov va boshqa tadqiqotchilar gazobeton hamda penobetonlarning issiqlik-fizik xossalari O‘zbekistonning quruq-issiq iqlimiga moslashtirish bo‘yicha tadqiqot ishlarini olib borishmoqda [17]. So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligi chiqindilari (paxta poyasi, somon) asosida biokompozit materiallar yaratish bo‘yicha ilmiy izlanishlar faollashgan bo‘lib, ular energiya sarfini 25-40% ga kamaytirishi aniqlangan. Tadqiqotlar natijasida O‘zbekistonda binolarni loyihalash standartlari bir necha bor yangilandi. 2017-2021 yillarda BMTTD va O‘zbekiston Qurilish vazirligi hamkorligida qishloq joylarda kam uglerodli uylar qurish loyihasi amalga oshirildi. 2022-yilda yangilangan qurilish me‘yorlari (ShNK 2.01.04-22) binolarning issiqlik qarshiligiga (R) bo‘lgan talablarni 1,5 baravardan ko‘proqqa oshirdi, bu esa ilmiy asoslangan izolyatsiyani majburiy qildi.

Solishtirma tahlillar shuni ko‘rsatadiki, amalga oshirilgan tadqiqotlar va ularning amaliyotga tatbiqi natijasida:

- Binolarni isitishga sarflanadigan energiya miqdori o‘rtacha 30-45% ga qisqardi.
- Ko‘p qavatli binolarda poliuretan panellar qo‘llanilishi issiqlik yo‘qotishini 2 barobargacha kamaytirgan.
- Respublikada 11 mingdan ortiq qurilish materiallari korxonalarini modernizatsiya qilinib, energiya auditi tizimi joriy etildi.

Muhokama

Energiya tejamkor materiallarning asosiy ko‘rsatkichi ularning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ hisoblanadi. Bu koeffitsiyent materialning issiqlikni o‘zidan qanchalik darajada o‘tkazishini ko‘rsatadi: qiymat qanchalik past bo‘lsa, material shunchalik yaxshi izolyator hisoblanadi.

O‘tkazilgan tahlillar quyidagi natijalarni ko‘rsatdi. Quyida qurilishda keng qo‘llaniladigan materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari $\left(\frac{W}{m} \cdot K da\right)$ va ularning xususiyatlari keltirilgan.

1. Yuqori samaradorlikka ega zamonaviy izolyatorlar. Ushbu materiallar eng past koeffitsiyentga ega bo‘lib, binoni tashqi muhitdan maksimal darajada himoya qiladi (1-jadval).

1-jadval

Yuqori samaradorlikka ega zamonaviy izolyatorlar

Material nomi	Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari $\left(\frac{W}{m} \cdot K\right)$	Izoh
Vakuimli panellar (VIP)	0,004 – 0,008	Eng yuqori samaradorlik, juda yupqa qatlam kifoya
Aerogel	0,013 – 0,020	Kosmik texnologiyadan kelgan, juda yengil va samarali
PIR/PUR (Poliizotsianurat)	0,022 – 0,028	Qattiq plita ko‘rinishida, namlikka chidamli
XPS (Ekstrudirlangan polistirol)	0,028 – 0,038	Poydevor va pollar uchun ideal, suv shimilmaydi

2. An’anaviy va keng tarqalgan materiallar. O‘zbekiston qurilish bozorida eng ko‘p qo‘llaniladigan, narx va sifat mutanosibligi yaxshi bo‘lgan materiallar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

An’anaviy va keng tarqalgan materiallar

Material nomi	Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari $\left(\frac{W}{m} \cdot K\right)$	Izoh
EPS (Penoplast)	0,030 – 0,046	Arzon va oson o‘rnatiladi
Mineral jun (Bazalt/Shisha paxta)	0,035 – 0,040	Yong‘inga chidamliligi bilan ajralib turadi
Ekovata (Sellyuloza):	0,037 – 0,041	Qayta ishlangan qog‘ozdan olinadi, ekologik toza.

3. Konstruktiv materiallar bilan qiyosiy tahlil

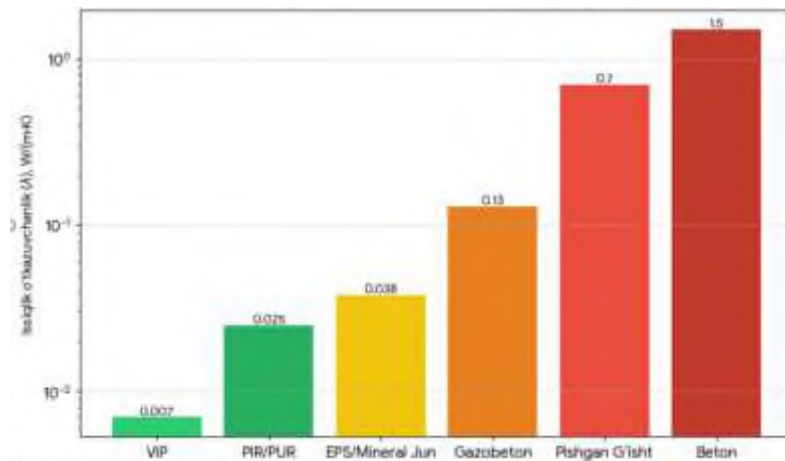
3-jadvalda an'anaviy qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari keltirilgan bo'lib, izolyatsiya materiallarining ulardan qanchalik farq qilishini ko'rish mumkin.

3-jadval

An'anaviy qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari

Material nomi	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari $\left(\frac{W}{m} \cdot K\right)$	Izoh
Gazobeton (avtoklavli)	0,11 – 0,16	Devorning o'zi ham izolyator vazifasini bajaradi
Pishgan g'isht	0,50 – 0,80	Issiqlikni tez o'tkazadi, qo'shimcha izolyatsiya talab etadi.
Beton	0,80 – 1,00	Issiqlikni juda yaxshi o'tkazadi (sovuq o'tkazuvchan).
Shisha	0,80 – 1,00	Oynalar binoning "zaif" nuqtasi hisoblanadi

Yuqorida keltirilgan materiallarning qiyosiy issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlari 1-rasmida keltirilgan.



1-rasm. Materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik qiyosiy grafigi.

Bino va inshootlar qurilishida ishlatiladigan materiallarning samaradorligini ko'rsatish uchun uning qalinligi va issiqlik o'tkazuvchanligi o'rtasidagi bog'liqlikni bilish lozim. Materialning issiqlik oqimiga qarshi turish ko'rsatkichiga ega va u quyidagi formula bilan hisoblanadi

$$R = \delta / \lambda, \quad (1)$$

bu yerda R -material qatlamining issiqlik uzatishga bo'lgan qarshiligi, bu ko'rsatkich qanchalik yuqori bo'lsa, bino issiqlikni shunchalik yaxshi saqlaydi; δ - material qatlamining qalinligi, m.

Gazobeton issiqlik saqlashi bo'yicha o'rtacha bo'lsada, devor qalinligi katta bo'lgani uchun umumiy issiqlik samaradorligi yuqori. Polistirol beton yengil bo'lsada, issiqlik o'tkazuvchanligi balandroq qo'shimcha izolyatsiya talab qiladi. XPS va sandwich panel 3–4 baravar ko'proq issiqlikni ushlaydi. Material og'irligining devorga ta'siri quyidagicha aniqlanadi

$$P = \rho g V, \quad (2)$$

bu yerda: P — og'irlik kuchi; ρ — zichlik; V — material hajmi.

EPS va XPS – eng yengil izolyatorlar bo'lib, binoga minimal yuklama beradi. Gazobeton esa yengil devor materiali, seysmik hududlar uchun ideal hisoblanadi. Bazalt paxta yengil bo'lishiga qaramay, yong'inga chidamli, ovozni yaxshi yutadi va samarali material bo'lib xizmat qiladi.

Gazobeton yoki g'isht devor bilan bir qatorda XPS yoki bazalt paxta qo'shish orqali devorning issiqlik qarshiligini R 2–3 barobar oshirish mumkin. Sandwich panellar yoki honeycomb Honeycomb Panel (G'isht effektli panellar)lar yordamida energiya yo'qotilishini sezilarli kamaytirish mumkin. Shu bilan birga qurilish tezligi va seysmik xavfsizlik oshadi. "Yashil" va qayta ishlangan materiallar: -gepo-beton, qayta ishlangan polimerlar va tabiiy izolyatorlardan foydalanish qurilish sohasida "yashil texnologiya" va LCC (hayotiy sikl xarajatlari) tahlili nuqtai nazaridan juda istiqbolli materiallar hisoblanadi.

Binoning umumiy issiqlik qarshiligi R_{um} barcha qatlamlar (masalan g'ishtli devorlar uchun g'isht + izolyatsiya + suvoq) qarshiliklarining yig'indisiga teng.

O‘zbekistonda binolarni loyihalashda ShNK 2.01.04-22 “Qurilish issiqlik texnikasi” (yangi tahriri) asosiy hujjat hisoblanadi. Unda hududlarning iqlim sharoitidan kelib chiqib, devorlar uchun minimal issiqlik qarshiligi (R_0) belgilanadi. Binoning tashqi devorlari orqali issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish uchun konstruksiyaning umumiy issiqlik uzatishga bo‘lgan qarshiligi (R_0) ShNK talablariga mos kelishi kerak. Ko‘p qatlamli devor uchun formula quyidagicha ifodalanadi:

$$R_0 = \frac{1}{e_{int}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (3)$$

bu yerda e_{int} , α_{ext} -ichki va tashqi yuzalarning issiqlik almashinish koeffitsiyentlari.

Bunda $\frac{\delta_i}{\lambda_i}$ nisbat har bir materialning samaradorligini belgilaydi.

Toshkent shahri misolida qaraydigan bo‘lsak bu ko‘rsatkich tashqi devorlar uchun $R_0 \approx 2,1 - 2,5 m^2 \cdot KW$, yopiq cherdak va tomlar uchun $R_0 \approx 3,5 - 4,0 m^2 \cdot KW$ (o‘rtacha ko‘rsatkichlar) bo‘lishi talab etiladi. Toshkentda ShNK talabini (masalan, $R=2,5$) bajarmoqchi bo‘lsak, u holda devor qalinligi quyidagicha bo‘lishi kerak: pishgan g‘isht uchun $\lambda = 0,70$ bo‘lganda $\delta = 1,75 m$, Gazobeton (D500) uchun $\lambda = 0,14$ bo‘lganda $\delta = 0,14 m$, bazalt paxtasi izolyatsiya sifatida ishlatilganda $\lambda = 0,04$ bo‘lganda $\delta = 0,04 m$ bo‘lishi kerak.

O‘zbekiston iqlimining o‘ziga xosligi shundaki, yoz oylarida bino tashqi sirti quyosh radiatsiyasi hisobiga $+65$ °C gacha qizishi mumkin. Bunday sharoitda materialning issiqlik o‘tkazuvchanligi doimiy koeffitsiyent λ bilan emas, balki haroratga bog‘liq funksiya sifatida qaralishi lozim:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1 + \beta \cdot (T - T_0)), \quad (4)$$

bu yerda λ_0 -standart sharoitdagi (20 °C) issiqlik o‘tkazuvchanlik; β -materialning haroratga bog‘liq holdagi koeffitsiyenti; T - materialning ishchi harorati.

Ushbu bog‘liqlik shuni ko‘rsatadiki, mineral junli izolyatorlar yozgi issiqda o‘z xususiyatini 8-12% ga yo‘qotadi, bu esa konditsionerlash tizimiga qo‘shimcha yuklama beradi.

O‘rganilishi lozim bo‘lgan ko‘rsatkichlardan yana biri devor qatlamlari orasidagi namlikning tarqalishidir. Ko‘p qatlamli devor (masalan: g‘isht + mineral jun + suvoq) uchun suv bug‘larining qarshiligi (R_p) quyidagicha aniqlanadi:

$$R_p = \sum \frac{\delta_i}{\mu_i \cdot P_{sat}}, \quad (5)$$

bu yerda μ - materialning bug‘ o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti; P_{sat} - to‘yingan suv bug‘larining bosimi. Bu qiymat odatda tashqi yoki ichki muhit haroratiga bog‘liq bo‘ladi va maxsus fizik jadvallardan olinadi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, agar izolyatsiya qatlami noto‘g‘ri tanlansa (masalan, bug‘ o‘tkazmaydigan material g‘ishtning tashqarisiga qo‘yilsa), qatlamlar orasida kondensat to‘planib, materialning λ koeffitsiyentini 2-3 barobar oshirib yuboradi.

Hozirgi kunda ventilyatsiya qilinadigan fasad tizimlari zamonaviy qurilishda juda keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, ko‘p qavatli turar-joylar, biznes markazlari va ma‘muriy binolar qurilishida u asosiy yechimlardan biriga aylangan. Ushbu tizimning ilmiy yangiligi shundaki, devor va tashqi qoplama orasidagi havo qatlami (20-50 mm) quyosh radiatsiyasini konveksiya yo‘li bilan olib chiqib ketadi. Havoning harakat tezligi (ϑ) quyidagi formula bilan baholanadi:

$$\vartheta = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \frac{T_{in} - T_{out}}{T_{in}}}, \quad (6)$$

bu yerda h – havo ustunining balandligi, m; T_{in} - binoning ichidagi (yoki fasad bo‘shlig‘idagi) havoning mutlaq harorati; T_{out} - binoning tashqarisidagi havoning mutlaq harorati.

Formula shuni ko‘rsatadiki, ichki va tashqi harorat o‘rtasidagi farq qanchalik katta bo‘lsa va havo kanali (h) qanchalik baland bo‘lsa, havo oqimi shunchalik tez harakatlanadi. Bu “Mo‘ri effekti” deb ataladi.

Bu tizimning ommalashganiga sabab bo‘lgan asosiy afzalliklari quyidagilardir:

- Devor va tashqi qoplama orasidagi havo bo‘shlig‘i namlikning (kondensatning) tashqariga chiqib ketishini ta‘minlaydi.

- Mineral jun kabi izolyatsiya qatlamlari binoni qishda issiq, yozda salqin saqlaydi.

• Tashqi qoplam (keramogranit, alyumin panellar yoki kompozit) devorni yomg‘ir, qor va quyosh nurlaridan himoya qiladi.

• Binoga zamonaviy va turli rangdagi ko‘rinish berish imkoniyati yuqori.

Bino va inshootlar qurilishi loyihalarida qo‘llaniladigan materiallarning iqtisodiy samaradorligi keltirilishi lozim. Buning uchun quriladigan bino yoki inshootning LCC tahlili o‘tkaziladi. LCC-bu mahsulot yoki bino hayotiy siklining barcha bosqichlari uchun sarflanadigan umumiy xarajatlar tahlili hisoblanadi. Bino misolida LCC tarkibi quyidagi formulaga asoslanadi:

$$LCC = C + O_p + M + R_{ep} - S, \quad (7)$$

bu yerda C - dastlabki xarajatlar (Capital Cost); O_p - ekspluatatsiya xarajatlari; M va R_{ep} - xizmat ko‘rsatish va ta‘mirlash; S - qoldiq qiymati.

Muhokama

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, izolyatsiya qilingan binoda qurilish xarajatlari 8-12% ga oshadi, isitish va sovutish xarajatlari yillik o‘rtacha 35-40% ga kamayadi, 50 yil davomida tejalgan mablag‘ miqdori dastlabki investitsiyadan 4,8 barobar ko‘p bo‘ladi.

Energiya tejamkor materiallarni qo‘llashdagi dastlabki investitsiyalarning o‘zini oqlash muddati (T) quyidagi bog‘liqlik orqali aniqlanadi:

$$T = \frac{K_{izol} + K_{oddiy}}{C_{en} \times (Q_{oddiy}) - Q_{izol}}, \quad (8)$$

bu yerda K – qurilish xarajatlari; C – energiya ta‘rifi Q – yillik yo‘qotish miqdori.

O‘zbekiston sharoitida devorlarni bazalt paxtasi bilan izolyatsiya qilish (qalinligi 10 sm) isitish mavsumida energiya sarfini 42% ga, yozgi sovutish (konditsioner) sarfini esa 28% ga kamaytiradi.

Investitsiyalarning o‘zini oqlash muddati (T) hisoblanganda, 10 sm qalinlikdagi bazalt izolyatsiyasi O‘zbekistonning amaldagi energiya tariflarida 5,2 yil ichida o‘zini to‘liq qoplashi va bino ekspluatatsiyasi davomida (50 yil) xarajatlarni 3,5 barobar tejashi aniqlandi.

Tahlillar asosida kelajakdagi ustuvor vazifalar sifatida quyidagilarni belgilash mumkin:

1. Beton va suvoq qorishmalariga nano-dispers qo‘shimchalar qo‘shish orqali ularning mustahkamligini saqlagan holda issiqlik o‘tkazuvchanligini pasaytirish.

2. Xorijiy qimmatbaho texnologiyalarni emas, balki o‘zimizning bauxit, gips va sanoat chiqindilari asosidagi arzon izolyatsiya materiallarini sanoat usulida ishlab chiqarish.

3. O‘zbekistonda binolarni energiya auditidan o‘tkazish va “yashil” sertifikatlash tizimini ilmiy asoslangan holda takomillashtirish.

4. Faqat g‘isht yoki betondan foydalanmay, ularni samarali izolyatorlar (minvata, penopolistirol) bilan birga qo‘llash orqali devor qalinligini 2 barobar kamaytirishga erishish.

5. O‘zbekistonning janubiy (Termiz) va shimoliy (Nukus) hududlari uchun alohida, tabaqalashgan issiqlik saqlash koeffitsiyentlarini qo‘llash zaruriyati.

6. Qurilgan binolarni topshirishda teplovizorlar yordamida “issiqlik ko‘prikchalari”ni aniqlash, temir-beton karkasli binolarda "nam fasad" tizimini qo‘llash orqali issiqlik ko‘prikchalarini to‘liq bartaraf etish.

7. Izolyatsiya materialining λ koeffitsiyenti namlik 5% ga ortganda issiqlik saqlash xususiyatini 15-20% ga yo‘qotadi. Shuning uchun izolyatsiya materiallarini namlikdan himoya qilish uchun gidroizolyatsiya qatlamini to‘g‘ri loyihalash zarur.

8. Izolyatsiya materialining uzoq muddatli samaradorligini ta‘minlash uchun binoning ichki tomonidan bug‘ izolyatsiyasi qatlamini majburiy joriy etish.

Xulosa

Energiya tejamkor materiallarni qo‘llash shunchaki tanlov emas, balki barqaror rivojlanish talabidir. Maqolada keltirilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy izolyatorlardan foydalanish binoning energiya auditida “A” va “B” klasslariga erishishning yagona yo‘lidir.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, an‘anaviy pishgan g‘ishtli devorlarni bazalt yoki polistirol kabi izolyatorlar bilan qoplash binoning issiqlik yo‘qotishini 40-50% gacha kamaytiradi.

Kelajakdagi tadqiqotlar mahalliy xomashyo bazasida “intellectual” (faza o‘zgaruvchan) materiallar yaratishga yo‘naltirilishi lozim. O‘zbekistonda energiya tejamkor materiallar narxini

pasaytirish uchun mahalliy xomashyolar (perlit, gips va qishloq xo‘jaligi chiqindilari) asosida issiqlik saqlovchi plitalar ishlab chiqarishni kengaytirish zarur.

Energiya tejamkor materiallardan foydalanish binolarni isitish va sovtutishga ketadigan xarajatlarni 30-50% gacha tejash imkonini beradi. Binolarni loyihalashda yangilangan ShNK 2.01.04-22 talablariga qat’iy rioya qilish nafaqat energiyani tejash, balki binoning xizmat muddatini ham uzaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, shu kunga qadar o‘tkazilgan tadqiqotlar O‘zbekiston sharoitida energiya tejamkor qurilish materiallari sanoatining ilmiy-nazariy asosini yaratib berdi. Biroq, tadqiqotlarning aksariyati stasionar rejimlarga qaratilgan bo‘lib, kelajakda binolarning dinamik issiqlik o‘zgarishlari, va “aqli” materiallar va aerogellarni integratsiya qilish ustida ishlash dolzarb bo‘lib qoladi va uni mahalliy sharoitga moslashtirish qurilish sohasida texnologik sakrashga olib keladi.

Adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4422-sonli qarori. “Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”. – Toshkent, 2019.
- [2] Feist W. “The Passive House House Planning Package”. Passive House Institute, Darmstadt, Germany, 2015.
- [3] Hens H. “Building Physics: Heat, Air and Moisture”. Ernst & Sohn Publishing, Berlin, 2017. – 312 p.
- [4] Abdullaev, U., Dzhusuev, U., Asanova, S., Matniyazov, Z., & Pavlovskiy, S. (2025). Research into modern methods of producing energy-efficient building materials. *AIS-Architecture Image Studies*, 6 (1), 126-141.
- [5] Chel, A., & Kaushik, G. (2018). Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building. *Alexandria engineering journal*, 57(2), 655-669.
- [6] Khair, A. I., Aburumman, G. A., Gholipour, S., & Afrand, M. (2025). Up-to-date literature review on zero-carbon buildings and cities: energy innovations, challenges, and prospects. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 82, 104505.
- [7] Cornaro, C., & Buratti, C. (2020). Energy efficiency in buildings and innovative materials for building construction. *Applied Sciences*, 10(8), 2866.
- [8] Genjebaev, T. (2023). THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN THE CITY OF NUKUS. *Modern Science and Research*, 2(10), 437-440.
- [9] Kulmirzayev, J. (2025). INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF RESIDENTIAL BUILDINGS' EXTERIOR WALLS MADE OF GASO-CONCRETE BLOCKS. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(4), 256-260.
- [10] Kurbanova, S. (2024). Increasing the innovation potential of construction materials industry enterprises. *YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT*, 2(11).
- [11] Matyokubov, B., & Zoyirova, E. (2025). HEAT INSULATION AND ENERGY-SAVING CONSTRUCTION MATERIALS. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(2), 1378-1383.
- [12] Samigov N.A. “Energiya va resurs tejamkor qurilish materiallari va texnologiyalar”. O‘quv qo‘llanma. -T.: 2016, 424 bet.
- [13] International Energy Agency (IEA). "Energy Efficiency in Buildings Report". www.iea.org.
- [14] O‘zbekiston Qurilish vazirligi rasmiy sayti. www.mc.uz.
- [15] UNDP Uzbekistan (2021). Energiya tejamkor binolar qurilishi bo‘yicha hisobot.
- [16] Raximov M.A. “Qurilish materiallari va buyumlari”. Darslik. – Toshkent: “O‘qituvchi”, 2015. – 320 b.
- [17] Tulyaganov A.A. “Mahalliy xomashyolar asosida energiya tejamkor qurilish materiallari ishlab chiqarish texnologiyasi”. Ilmiy to‘plam. – Toshkent: TQQU, 2020
- [18] Сатторов, З., & Отажонов, О. (2023). Issiqlik elektr stansiyasi kullari asosidagi avtoklavlanmaydigan gazkulbeton qorishmasining reologik xossalariga “sdj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasining ta’siri. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 190-193.