

UO‘K: 691:620.9

QURILISHDA ENERGIYA TEJAMKOR MATERIALLARNING TAHLILI

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 qurilish jarayonlarida energiya tejamkor materiallardan foydalanishning nazariy asoslari, texnologik yondashuvlari hamda amaliy samaradorligi tahlil qilinadi. Energiya samaradorligini oshirish, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish, binolarning ekspluatatsion xarajatlarini pasaytirish va ekologik barqarorlikni ta‘minlash bugungi kunda qurilish sohasining eng dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotda mahalliy va xorijiy energiya tejamkor qurilish materiallarining tarkibi, fizik-mexanik xususiyatlari, issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari, ishlab chiqarish texnologiyasi va ularning qo‘llanish sohasi keng yoritilgan. Shuningdek, issiqlik izolyatsion materiallar, gazobeton, penopolistirool, bazalt paxta, energiya tejamkor g‘ishtlar, kompozit panellar va innovatsion “yengil monolit” texnologiyalarining afzalliklari hamda ularning qurilish iqtisodiyotiga ta‘siri o‘rganilgan. Energiya sarfini kamaytirish bo‘yicha amaliy hisob-kitoblar, energiya samarador devor kesimlarining tavsifi va ularni qo‘llash orqali erishiladigan tejamkorlik darajasi baholangan. Tadqiqot natijalari energiya tejamkor qurilish materiallarini tanlash va loyihalashda, shuningdek, yashil qurilish ("green building") talablari asosida energiya samarador binolar yaratishda muhim metodik asos bo‘lib xizmat qiladi. Ish natijalari qurilish muhandislari, loyihalovchilar, ilmiy tadqiqotchilar va magistrantlar uchun amaliy qo‘llanma sifatida tavsifiya etiladi.

Kalit so‘zlar: energiya tejamkor material, texnologik, samaradorlik, issiqlik yo‘qotishlar, ekologik barqarorlik, izolyatsion materiallar, gazobeton, penopolistirool, bazalt paxta, energiya tejamkor g‘ishtlar, kompozit panellar, “yengil monolit”, qurilish materiallar, green building.

УДК: 691:620.9

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

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

Рахматов Махмуд Исмаатович – кандидат технических наук, доцент ,

Шерматов Бехруз Бекзод угли – магистрант.

Каршинский государственный технический университет, г.Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические основы, технологические подходы и практическая эффективность использования энергоэффективных материалов в строительных процессах. Повышение энергоэффективности, снижение теплопотерь, уменьшение эксплуатационных расходов зданий и обеспечение экологической устойчивости являются одними из наиболее актуальных вопросов современной строительной отрасли. Исследование охватывает состав, физико-механические свойства, показатели теплопроводности, технологию производства и сферу применения отечественных и зарубежных энергоэффективных строительных материалов. Также изучаются преимущества теплоизоляционных материалов, газобетона, вспененного полистирола, базальтовой ваты, энергоэффективного кирпича, композитных панелей и инновационных технологий «легких монолитов», а также их влияние на экономику строительства. Оцениваются практические расчеты по снижению энергопотребления, описание энергоэффективных стеновых профилей и уровень экономии, достигаемый за счет их использования. Результаты исследования служат важной методической основой для

выбора и проектирования энергоэффективных строительных материалов, а также для создания энергоэффективных зданий в соответствии с требованиями «зеленого строительства». Результаты работы рекомендуются в качестве практического руководства для инженеров-строителей, проектировщиков, научных сотрудников и аспирантов.

Ключевые слова: энергоэффективный материал, технологический, эффективность, теплопотери, экологическая устойчивость, изоляционные материалы, газобетон, пенополистирол, базальтовый хлопок, энергоэффективный кирпич, композитные панели, «легкий монолит», строительные материалы, экологичное строительство.

UDC: 691:620.9

ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT MATERIALS IN CONSTRUCTION

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 Texnical University, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *This article analyzes the theoretical foundations, technological approaches, and practical effectiveness of using energy-efficient materials in construction processes. Enhancing energy efficiency, minimizing heat loss, lowering the operational costs of buildings, and ensuring environmental sustainability are among the most pressing issues in the construction industry today. The study comprehensively examines the composition, physical and mechanical properties, thermal conductivity indicators, production technologies, and application areas of both domestic and foreign energy-saving building materials. Furthermore, the advantages of thermal insulation materials, aerated concrete, polystyrene foam, basalt wool, energy-efficient bricks, composite panels, and innovative "lightweight monolithic" technologies, as well as their impact on the construction economy, are investigated. Practical calculations for reducing energy consumption, descriptions of energy-efficient wall cross-sections, and the level of savings achievable through their application are evaluated. The research findings serve as an important methodological basis for selecting and designing energy-efficient building materials, as well as for creating energy-efficient buildings in accordance with "green building" requirements. The results of this work are recommended as a practical guide for civil engineers, designers, researchers, and master student.*

Key words: *Energy-efficient material, technological, efficiency, heat loss, environmental sustainability, insulation materials, aerated concrete, expanded polystyrene, basalt wool, energy-efficient bricks, composite panels, "lightweight monolith," construction materials, green building.*

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. Ayniqsa, qurilish sohasi energiya sarfining yirik ulushini tashkil etgani sababli, binolarning konstruktiv elementlarida energiya tejamkor materiallardan foydalanish muhim amaliy ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasida ham energiya tejamkorlik va “yashil iqtisodiyot” tamoyillarini joriy etish bo‘yicha qator davlat dasturlari, normativ hujjatlar va standartlar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular qurilishda innovatsion va kam energiya sarflovchi materiallar qo‘llanishini rag‘batlantirmoqda. Bugungi kunda mahalliy korxonalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan gazobeton bloklari, polistirol 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 optimal energiya tejamkor qurilish materiallarini aniqlash muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Ushbu maqolaning dolzarbligi energiya resurslaridan oqilona foydalanish, barqaror arxitektura tamoyillarini joriy etish, qurilishda sifat va samaradorlikni oshirish, shuningdek, yashil qurilish standartlariga mos binolar loyihalash zarurati bilan belgilanadi. Ishda energiya tejamkor materiallarning tarkibi, xossalari, klassifikatsiyasi, qo‘llash sohalari, iqtisodiy samaradorligi va texnologik afzalliklari har tomonlama o‘rganiladi. Maqola tahlili va mazkur ishning natijalari energiya tejamkor materiallarni tanlash, loyihalash yechimlarini ishlab chiqish, resurslarni tejovchi qurilish texnologiyalarini takomillashtirish hamda ekologik barqaror binolar yaratishda muhim ilmiy-amaliy ish bo‘lib xizmat qiladi. Qurilishda energiya tejamkor materiallarni aniqlashga doir 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, T.O. Juraev A. Qahhorov Sh. Usmonov Abdullaev U. Dzhusuev U. Asanova S. Matniyazov Z. Pavlovskiy Chel. A. Kaushik. G. Cornaro, C. Buratti. C. Genjebaev T. Kulmirzayev J. Matyokubov B. Zoyirova E. Samigov N.A. va boshqa tadqiqotchilar tomonidan ko‘pgina nazariy, laboratoriya va natura sharoitlarida tadqiqotlar olib borilgan [1-5; 6; 7; 8-9].

Uslub va materiallar

Ushbu maqolada qurilishda energiya tejamkor materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari, issiqlik-texnik ko‘rsatkichlari, ekologik barqarorlik darajasi hamda iqtisodiy samaradorligini baholashga qaratilgan zamonaviy ilmiy-uslubiy yondashuvlardan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida mahalliy va xorijiy ishlab chiqaruvchilarning energiya tejamkor materiallari o‘rganildi, ularning tarkibi, yasaliş texnologiyasi va qo‘llanilish samaradorligi solishtirildi.

Energiya tejamkor materiallarga doir xorijiy va mahalliy ilmiy maqolalar, standartlar (ISO, EN, GOST, O‘zDSt), shuningdek, ilg‘or qurilish texnologiyalari bo‘yicha adabiyotlar o‘rganildi. Gazobeton, polistirol beton, issiqlik izolyatsion panellar, bazalt tolali materiallar va kompozit bloklarning samaradorligi bo‘yicha 100 dan ortiq ilmiy manbadan tahliliy ma’lumotlar yig‘ildi. Ba’zi materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanligi λ (W/m·K), zichligi, mustahkamligi, suv shimish ko‘rsatkichlari qayta tahlili ko‘rib chiqildi. Devor kesimlarining issiqlik qarshiligi R ni aniqlash uchun issiqlik texnik hisoblash formulalaridan foydalanildi: [6-7; 8-9].

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 koeffitsienti, 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. Materiallarni qo‘llash orqali o‘rnatiladigan energiya tejalişhi (kWh/yil) hisoblandi. “Hayotiy sikl xarajati” (Life Cycle Cost – LCC) tahlili orqali uzoq muddatli foyda aniqlanadi:

$$LCC = C_i + C_{ex} + C_m + C_r + C_s$$

Gazobeton issiqlik o‘tkazuvchanligi $\lambda = 0.10-0.14$ W/m·K. Yengil, issiqlikni yaxshi ushlaydi, energiya tejashda eng samarali devor materiali hisoblanadi.

Polistirol beton (EPS Concrete) tarkibi tsement, qum, suv va polistirol granulalari, afzalligi issiqlik izolyatsiyasi yuqori, og‘irligi past. Energiya samarador devor panellarini ishlab chiqarishda keng qo‘llanadi.

Bazalt tolali issiqlik izolyatsiyasi $\lambda=0.035-0.043$ W/m·K - yalang‘och toshning 1400°C da eritilib cho‘zilishi orqali olinadi. Ovoz izolatsiyasi va yong‘inga chidamliligi yuqori material bo‘lib hisoblanadi.

Polimer asosli izolyatsiyalar XPS (ekstrudirovanniy polistirol) 0.028–0.032 W/m·K. EPS (ko‘pik polistirol), 0.031–0.040 W/m·K— Energiya tejamkor fasad tizimlarida ko‘p ishlatiladi.

Sandwich-panellar 3 qatlamli konstruksiya metall + izolyatsiya + metal, Ichki izolyatsiya poliuretan, bazalt paxta yoki EPS, korxonalar, omborlar, sovutkich binolari uchun eng samarali materiallardan biri hisoblanadi.

Energiya tejankor g'ishtlar ko'p bo'shliqli tuzilma tufayli issiqlik yo'qotishlari 25–40% kamayadi.

Kompozit panellar uglerod tolali, shisha tolali kompozitlar, ularning mustahkamligi yuqori, og'irligi esa juda past bo'ladi. Yashil arxitekturada keng qo'llanmoqda.

“Yashil” ekologik materiallar gepolon, gepo-beton, qayta ishlangan materiallardan olingan bloklar. Ular CO₂ miqdorini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni yaxshilaydi. Materialning issiqlik oqimiga qarshi turish ko'rsatkichiga ega.

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

bu yerda:

R — issiqlik qarshiligi

δ — qatlam qalinligi (m)

λ — issiqlik o'tkazuvchanligi (W/m·K)

$$R = \frac{0.10}{0.03} = 3.33(m^2 K / W)$$

Eng yaxshi materiallar XPS (0.03), Sandwich panel (0.025), Bazalt paxta (0.04). Gazobeton issiqlik saqlashi bo'yicha o'rtacha bo'lsada, devor qalinligi katta bo'lgani uchun umumiy issiqlik samaradorligi yuqori. Polistiroil 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 formulasi quyidagicha aniqlanadi

$$P = \rho gV$$

bu yerda:

P — og'irlik kuchi

ρ — zichlik

V — material hajmi

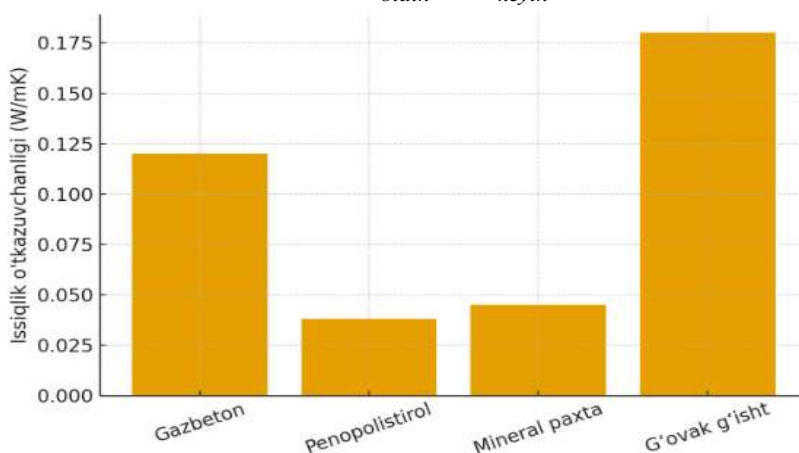
EPS va XPS – eng yengil izolyatorlar binoga minimal yuklamani beradi. Gazobeton esa yengil devor materiali, seysmik hududlar uchun ideal hisoblanadi. Bazalt paxta yengil bo'lishiga qaramay, yong'inga chidamli, ovozni yaxshi yutadi va samarali material bo'lib hismat qiladi.

Tejalgan energiyani hisoblash formulasi binoning devor kesimida issiqlik yo'qotilishi bo'yicha:

$$Q = \frac{A \cdot \Delta T}{R}$$

Material qo'llangandan keyingi energiya tejalishini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E = Q_{oldin} - Q_{keyin}$$



1-rasm. Energiya tejankor materiallarning issilik o'tkazuvchanligi

Gazobeton yoki g'isht devor bilan bir qatorda XPS yoki bazalt paxta qo'shish orqali devorning issiqlik qarshiligini R 2–3 barobar oshirish mumkin. Masalan: Gazobeton 250 mm + XPS 50 mm R $\approx 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, yuqori samarali kompozit materiallar qo'llash-Sandwich panellar yoki honeykomb g'ishtlar yordamida energiya yo'qotilishini sezilarli kamaytirish. Shu bilan birga qurilish tezligi va seysmik xavfsizlik oshadi. "Yashil" va qayta ishlangan materiallardan foydalanish-gepo-beton, qayta ishlangan polimerlar va tabiiy izolyatorlar ekologik toza va uzoq muddatli xizmat qiladi. devor qalinligini va qatlamlarni optimallashtirish-devorda har bir qatlamning qalinligini va λ qiymatini tahlil qilib, minimal qalinlik bilan maksimal izolyatsiyani tanlash. Yong'inga chidamli izolyatorlar-bazalt paxta yoki mineral tolali materiallar yong'inga chidamli, ovoz izolyatsiyasini oshiradi.

Har bir material uchun 30–50 yillik xarajat va tejashni hisoblab chiqish. Shu orqali qaysi material kombinatsiyasi eng foydali ekanini aniq belgilash. Payback va NPV hisoblarini loyixa bosqichida qo'llash - turli energiya tariflari va diskont stavkalarida simulyatsiya qilish, masalan, energiya narxi oshsa, sandwich panel yoki XPS izolyatsiya tezroq o'zini oqlaydi. Energiya tejash monitoring qurilishdan keyin har bir binoda energiya samaradorligini kuzatish tajriba va statistik ma'lumotlar yig'ish. Qo'shimcha tejash texnologiyalari quyosh panellari integratsiyasi, passiv quyosh isitish tizimi, ventilatsiya tizimlarini qo'shish kabilardir.

Xulosalar

1. Gazobeton, XPS, EPS, bazalt paxta va sandwich panellar binolarda issiqlik yo'qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi. Issiqlik o'tkazuvchanlik (λ) qiymati past bo'lgan materiallar (XPS 0.03 W/m·K, sandwich panel 0.025 W/m·K) eng yuqori energiya samaradorligini beradi. Devor qalinligi va izolyatsiya qatlamining kombinatsiyasi R qiymatini oshiradi, bu esa binoning umumiy energiya xarajatini kamaytiradi.

2. Soddalashtirilgan payback hisoblari shuni ko'rsatadiki, qo'shimcha izolyatsiya materiallariga investitsiya uzoq muddatda energiya tejalishi orqali o'zini qoplaydi. Diskontlangan NPV hisoblariga ko'ra, energiya narxi va xizmat muddati bilan bog'liq o'zgarishlar investitsiya samaradorligini sezilarli ta'sir qiladi. Masalan, energiya narxi oshsa, sandwich panel yoki XPS izolyatsiya bilan devorlar investitsiyani qisqa muddatda oqlashi mumkin.

3. Qurilish loyihalarida materiallarni tanlashda nafaqat R va λ ko'rsatkichlari, balki xizmat muddati, og'irlik, yong'inga chidamlilik, ovoz izolatsiyasi va iqtisodiy jihatlar hisobga olinishi zarur. Prefabrik va sandwich panellar yengil, tez quriladigan va yuqori energiya samarador materiallar sifatida tavsiya etiladi. Mahalliy materiallar bilan xorijiy standart materiallarni taqqoslab, optimal variantni tanlash iqtisodiy va ekologik samaradorlikni oshiradi.

4. Qurilishda energiya tejamkor materiallarning qo'llanilishi bo'yicha mahalliy va xorijiy amaliy tajribalarni yig'ish, monitoring va statistik tahlil amalga oshirilishi kerak. Parametrik tahlil va 3D modellashtirish yordamida devor kesimlarining optimallashtirilishi va LCC (hayotiy sikl xarajatlari) hisob-kitoblari yanada aniq va samarali bo'lishi mumkin. Yashil qurilish va qayta ishlangan materiallardan foydalanish orqali binolarning ekologik barqarorligi oshiriladi. Energiyaga tejamkor materiallar qurilishda nafaqat energiya xarajatlarini kamaytiradi, balki binoning xizmat muddatini oshiradi, yengil va ekologik toza konstruksiyalar yaratadi. Shu bilan birga, iqtisodiy tahlil ko'rsatadiki, dastlabki qo'shimcha xarajatlarda uzoq muddatda o'zini oqlaydi va loyiha samaradorligini oshiradi.

Adabiyotlar

- [1] 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.
- [2] Chel, A., & Kaushik, G. (2018). Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building. *Alexandria engineering journal*, 57(2), 655-669.
- [3] 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.

- [4] Cornaro, C., & Buratti, C. (2020). Energy efficiency in buildings and innovative materials for building construction. *Applied Sciences*, 10(8), 2866.
- [5] Genjebaev, T. (2023). THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN THE CITY OF NUKUS. *Modern Science and Research*, 2(10), 437-440.
- [6] 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.
- [7] Kurbanova, S. (2024). Increasing the innovation potential of construction materials industry enterprises. *YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT*, 2(11).
- [8] Matyokubov, B., & Zoyirova, E. (2025). HEAT INSULATION AND ENERGY-SAVING CONSTRUCTION MATERIALS. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(2), 1378-1383.
- [9] Samigov N.A. “Energiya va resurs tejankor qurilish materiallari va texnologiyalar”. O‘quv qo‘llanma. -T.: 2016, 424 bet.
- [10] 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.