ISNN 3030-3907

2025/4
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

KENGAYTIRILGAN VERMIKULIT-BOG‘LOVCHI ASOSLI ISSIQLIK IZOLYATSIYA MATERIALLARINING ISSIQLIK XUSUSIYATLARI

Hojiyev To‘xta Siroj o‘g‘li
Buxoro davlat pedagogika instituti
Boltayev San’at Axmadovich
Buxoro davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Ushbu ishda vermikulitning issiqlik izolyatsiya materiali sifatidagi xossalari va qurilish sohasidagi qo‘llanishi tahlil qilinadi. Vermikulit tabiiy mineral bo‘lib, yuqori haroratda kengaytirilganda g‘ovak va yengil struktura hosil qiladi. Ushbu struktura ichida havo qatlamlari mavjud bo‘lib, ular issiqlik o‘tkazuvchanlikni sezilarli darajada kamaytiradi. Tadqiqot davomida vermikulitning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, zichligi va namlikka ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, vermikulit asosidagi materiallar an’anaviy qurilish materiallariga nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega va energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, vermikulitning yengilligi konstruksiyaga tushadigan yukni kamaytiradi, yong‘inga chidamliligi esa xavfsizlikni oshiradi. Biroq materialning namlikni singdirish xususiyati uning issiqlik xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin, shu sababli amaliyotda gidroizolyatsiya bilan birga qo‘llash zarur. Tadqiqotda vermikulitning beton va suvoq tarkibida qo‘llanishi ham ko‘rib chiqildi va bunda issiqlik izolyatsiya samaradorligi oshishi aniqlandi. Olingan natijalar energiya tejovchi va ekologik xavfsiz qurilish materiallarini yaratishda vermikulit muhim komponent ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: vermikulit, issiqlik izolyatsiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik, energiya samaradorligi, yengil beton, g‘ovak tuzilma, qurilish materiallari

Аннотация. В данной работе анализируются свойства вермикулита как теплоизоляционного материала и его применение в строительстве. Вермикулит — это природный минерал, который при расширении при высоких температурах образует пористую и легкую структуру. Эта структура содержит воздушные слои, которые значительно снижают теплопроводность. В ходе исследования изучались коэффициент теплопроводности, плотность и влияние вермикулита на влажность. Результаты показывают, что материалы на основе вермикулита обладают более низкой теплопроводностью, чем традиционные строительные материалы, и способствуют повышению энергоэффективности. Кроме того, легкость вермикулита снижает нагрузку на конструкцию, а его огнестойкость повышает безопасность. Однако влагопоглощающие свойства материала

ISSN 3030-3907

могут негативно влиять на его тепловые характеристики, поэтому на практике его необходимо использовать в сочетании с гидроизоляцией. В исследовании также рассматривалось использование вермикулита в бетоне и штукатурке, и было установлено, что это повышает эффективность теплоизоляции. Полученные результаты показывают, что вермикулит является важным компонентом при создании энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов.

Ключевые слова: вермикулит, теплоизоляция, теплопроводность, энергоэффективность, легкий бетон, пористая структура, строительные материалы

Abstract. This work analyses the properties of vermiculite as a thermal insulation material and its application in the construction industry. Vermiculite is a natural mineral that, when expanded at high temperatures, forms a porous and lightweight structure. This structure contains air layers, which significantly reduce thermal conductivity. During the study, the thermal conductivity coefficient, density, and the effect of vermiculite on humidity were studied. The results show that vermiculite-based materials have lower thermal conductivity than traditional building materials, thereby increasing energy efficiency. Also, the lightness of vermiculite reduces the load on the structure, and its fire resistance increases safety. However, the material's moisture-absorption properties can negatively affect its thermal performance; therefore, in practice, it is necessary to use it in combination with waterproofing. The study also considered the use of vermiculite in concrete and plaster, and found that it increases thermal insulation efficiency. The results show that vermiculite is an important component in creating energy-efficient, environmentally friendly building materials.

Keywords: vermiculite, thermal insulation, thermal conductivity, energy efficiency, lightweight concrete, porous structure, building materials

KIRISH.

Binolar global energiya talabining 36 % dan ortig‘ini va umumiy issiqxona gazlari chiqindilarining 19 % ini tashkil etadi[1],[2], [3]. Shu bois binolardagi energiya iste’molini qisqartirish dolzarb masalaga aylanib, bugungi dunyoda siyosati uchun jiddiy sinov bo‘lib turibdi[4], [5]. Ushbu muammoni hal qilish maqsadida, binolarning tashqi qoplamasining issiqlik qarshiligini oshirishga qaratilgan turli farmonlar va qurilish me’yorlari e’lon qilingan. Shu nuqtai nazardan, issiqlik izolyatsiyasi darajasi binolarni isitish va sovitish ehtiyojini kamaytirishda, shuningdek ularning ekologik ta’sirini qisqartirishda muhim ahamiyatga ega [1]. Amalda qo‘llanilayotgan izolyatsiya materiallari to‘rt guruhga bo‘linadi: noorganik metall bo‘lmaganlar, ko‘pik plastmassalar, biomassa tolalari

ISSN 3030-3907

va aerojellar. Ko‘pik plastmassalar issiqlikni yaxshi ushlab turadi va ishlov berish oson, biroq yong‘inga chidamli emas hamda ekologik xavotir tug‘diradi. Biomassa tolalari barqaror rivojlanish va yashil bino talablari bilan mos, lekin mexanik mustahkamligi sust, yong‘in va suvga chidamliligi esa hali takomillashtirilishi kerak. Aerogellar eng past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega, biroq yuqori narxi sabab faqat yuqori talabli va ekstremal sharoitlarda qo‘llanadi[6]. Aksincha, noorganik, metall bo‘lmagan izolyatsiya materiallari ekologik xavfsizligi va arzonligi sababli keng qo‘llaniladi. Ularning keng tarqalgan turlari - kengaytirilgan vermikulit, kengaytirilgan perlit, mineral paxta, silikat va keramika materiallari. Kengaytirilgan vermikulit (EV) past issiqlik o‘tkazuvchanligi, yengilligi, katta sirt maydoni va a’lo darajadagi izolyatsiya xususiyatlari bilan ajralib turadi va qurilish materiallarida keng qo‘llanadi[6],[7].

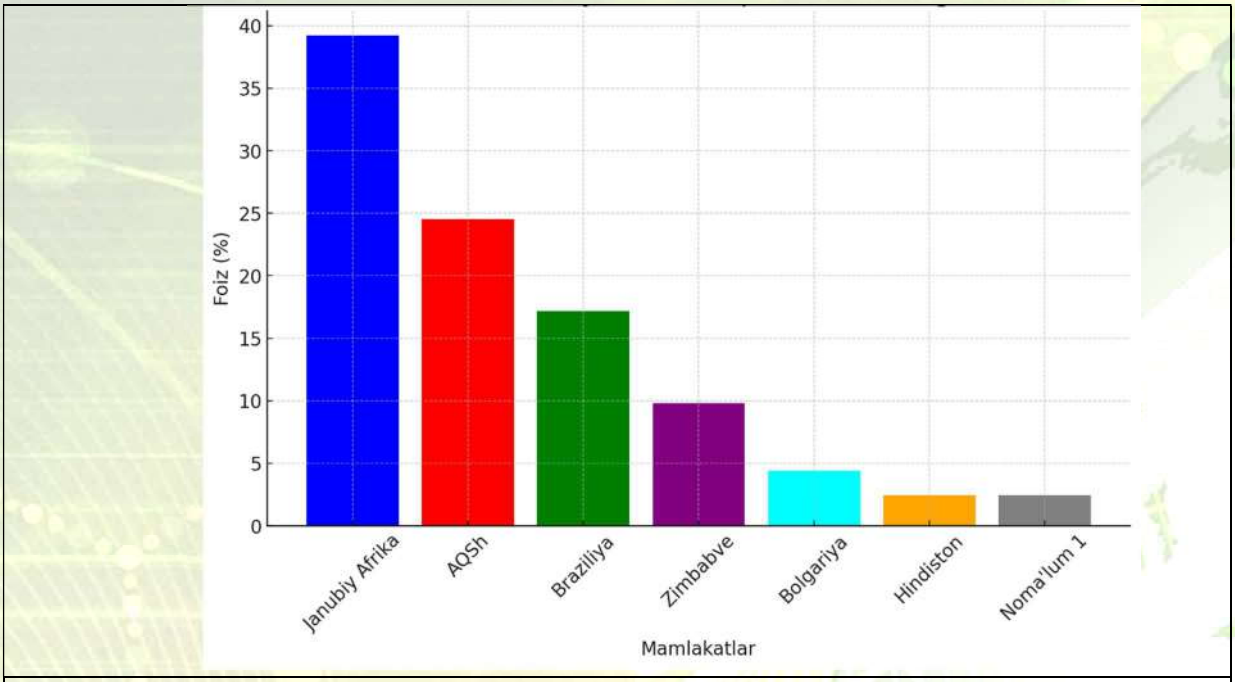
Ushbu tadqiqot ishida vermikulitning issiqlik izolyatsiya materiali sifatidagi xossalari o‘rganiladi. Uning past issiqlik o‘tkazuvchanligi, yengil tuzilmasi va qurilishdagi qo‘llanish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

MATERIALLAR VA METODLAR.

“Vermikulit” nomi lotincha *vermicularis* (“chuvalchanga o‘xshash”) so‘zidan kelib chiqqan bo‘lib, bu kristallarning yuqori haroratga to‘satdan duch kelganda qurtdek egilgan va cho‘zilgan ustunlarga bo‘linishi bilan bog‘liq. Vermikulit yaltiroq pardaga o‘xshash plastinkalari bo‘lgan, fillosilikatlar guruhiga mansub slýuda-simon mineral (1-rasm). U tabiiy sharoitda biotitning gidrotermal o‘zgarishi yoki flogopitning nurashi natijasida hosil bo‘ladi. Vermikulit rudasi asosan SiO_2 (37–42 wt %), MgO (12–14 wt %), Al_2O_3 (10–13 wt %), Fe_2O_3 (5–17 wt %), H_2O (8–18 wt %) hamda kam miqdorda FeO (1–3 wt %) dan tarkib topgan[8], [9]. Vermikulitning kimyoviy tarkibi o‘zgargan sari fizik xususiyatlari ham farqlanadi. U kimyoviy jihatdan neytral, inert va pH∼7 ga ega. Uning umumiy kimyoviy formulasi $(Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+})_3[(SiAl)_4O_{10}]\ OH_2 \cdot 4H_2O$[8] [10].

Vermikulit 650–950 °C gacha qizdirilganda kengayadi; bu jarayon eksofoliatsiya deb ataladi. Yuksak harorat ta’sirida u “popkorn”dek 8–30 baravar kattalashib, havoga to‘yinib ketgan yengil, bo‘lak–bo‘lak shaklga aylanadi. Eksofoliyatsiyadan keyin vermikulitning ommaviy zichligi dastlabkidan 10–11 baravar kamayib, 80–120 kg/m³ atrofida bo‘ladi; issiqlik o‘tkazuvchanligi 0,04–0,12 W/m·K gacha pasayadi, eritilish harorati esa nisbatan yuqori 1240–1430 °C[8] [9]. Vermikulit konlari dunyoning ko‘plab mamlakatlarida joylashgan (2-rasm). Jahon vermikulit ishlab chiqarishining taxminan 97,5 % ini olti asosiy mamlakat - Janubiy Afrika, Qo‘shma Shtatlar, Braziliya, Zimbabve, Bolgariya va Hindiston ta’minlaydi[8-12].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Dunyo bo‘yicha vermikulit ishlab chiqarish ulushi (2015-yil)[8]

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI.

Vermikulit issiqlik izolyatsiya materiali sifatida zamonaviy qurilishda keng qo‘llanilayotgan samarali va istiqbolli yechimlardan biridir. U tabiiy mineral bo‘lib, yuqori harorat ta’sirida kengayish xususiyatiga ega. Qizdirilganda vermikulitning hajmi 20–30 barobar ortadi va natijada g‘ovak, yengil hamda ko‘p havo tutuvchi struktura hosil bo‘ladi. Aynan shu tuzilma uning issiqlik izolyatsiya xossalarini belgilaydi, chunki havo issiqlikni yomon o‘tkazuvchi muhit hisoblanadi. Shu sababli kengaytirilgan vermikulit past issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ega bo‘lib, odatda 0.04–0.07 W/m·K oralig‘ida bo‘ladi. Bu qiymat ko‘plab an’anaviy qurilish materiallariga nisbatan ancha past. Masalan, oddiy g‘ishtning issiqlik o‘tkazuvchanligi taxminan 0.6–1.0 W/m·K, beton esa 1.5 W/m·K atrofida bo‘ladi. Bu esa vermikulit asosidagi materiallar energiya samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Vermikulitning asosiy afzalliklaridan biri uning yengilligidir. Zichligi odatda 60 dan 150 kg/m³ gacha bo‘ladi, bu esa uni konstruksiyalarga ortiqcha yuk bermasdan qo‘llash imkonini beradi. Bundan tashqari, u yuqori darajada yong‘inga chidamli bo‘lib, 1000°C gacha bo‘lgan haroratlarda ham o‘z xossalarini saqlaydi va yonmaydi. Bu xususiyat uni sanoat pechlari, issiqlik qurilmalari va xavfsizlik talab qilinadigan obyektlarda qo‘llash uchun juda qulay qiladi. Vermikulit ekologik jihatdan xavfsiz material hisoblanadi, chunki u tabiiy kelib chiqishga ega va zararli moddalar chiqarmaydi.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, vermikulitning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Uning mexanik mustahkamligi past bo‘lgani sababli, ko‘pincha mustaqil konstruktiv material sifatida emas, balki aralashmalar tarkibida ishlatiladi. Masalan, vermikulit beton yoki suvoq tarkibiga qo‘shilib, ularning issiqlik izolyatsiya xossalarini yaxshilaydi. Yana bir muhim jihat — uning namlikka sezgirligi. Vermikulit suvni oson singdiradi va agar u himoyasiz qolsa, namlik ta’sirida issiqlik o‘tkazuvchanligi oshishi mumkin. Shu sababli amaliyotda uni gidroizolyatsiya qatlamlari bilan birga qo‘llash tavsiya etiladi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vermikulit asosidagi kompozit materiallar issiqlik yo‘qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi. Xususan, yengil beton tarkibida vermikulit qo‘llanilganda issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti 30–50% gacha kamayishi mumkin. Bu esa energiya tejovchi binolar qurishda muhim ahamiyatga ega. Qurilishda vermikulit devorlar, tomlar, pollar va shiftlarni izolyatsiya qilishda keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari, u sanoat sohasida ham issiqlikni saqlash va energiya yo‘qotilishini kamaytirish maqsadida ishlatiladi.

XULOSA.

Vermikulit issiqlik izolyatsiya materiali sifatida yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan tabiiy yechimdir. U kengaytirilgan holatda g‘ovak tuzilma hosil qiladi va bu tuzilma ichida havo saqlaydi. Natijada issiqlik o‘tkazuvchanligi past bo‘ladi va binolarda issiqlik yo‘qotilishi kamayadi. Shu sababli vermikulit energiya tejovchi qurilish materiallari qatoriga kiradi. Uning yengil vazni konstruksiyalarga ortiqcha yuk bermaydi, bu esa ayniqsa ko‘p qavatli va zamonaviy binolar uchun muhim hisoblanadi. Bundan tashqari, vermikulit yuqori haroratga chidamli va yonmaydigan material bo‘lib, yong‘in xavfsizligini oshiradi. Ekologik jihatdan ham u xavfsiz, chunki tabiiy mineral asosida hosil qilingan.

Biroq, vermikulitni qo‘llashda ayrim omillarni hisobga olish zarur. U namlikni oson singdiradi, shuning uchun gidroizolyatsiya bilan birga ishlatish talab etiladi. Shuningdek, uning mexanik mustahkamligi past bo‘lgani sababli ko‘pincha beton yoki suvoq tarkibida qo‘llanadi. Umuman olganda, vermikulit to‘g‘ri texnologiya asosida ishlatilganda issiqlik izolyatsiyasi samaradorligini oshiradi va energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *2021 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. (n.d.). www.globalabc.org.

2. Berardi, U. (2017). A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends. *Resources, Conservation and Recycling*, *123*, 230–241. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.014 *GOST_7076-99*. (n.d.).

ISSN 3030-3907

3. Guo, L., Wang, S., Leng, Y., & Yin, C. (2025). Water resistance and thermal insulation properties of modified expanded vermiculite composites. *Materials Today Communications*, *42*. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.111424
4. Islam, S., & Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 251). Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536
5. Iwaro, J., & Mwasha, A. (2010). A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. *Energy Policy*, *38*(12), 7744–7755. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.027
6. Liu, J., Zhuge, Y., Ma, X., Liu, M., Liu, Y., Wu, X., & Xu, H. (2022). Physical and mechanical properties of expanded vermiculite (EV) embedded foam concrete subjected to elevated temperatures. *Case Studies in Construction Materials*, *16*, e01038. https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2022.E01038
7. Parracha, J. L., Santos, A. R., Lazera, R., Flores-Colen, I., Gomes, M. G., & Rodrigues, A. M. (2023). Performance of lightweight thermal insulating mortars applied on brick substrate specimens and prototype wall. *Construction and Building Materials*, *364*. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129954
8. Rashad, A. M. (2016). Vermiculite as a construction material – A short guide for Civil Engineer. In *Construction and Building Materials* (Vol. 125, pp. 53–62). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.019
9. Shmuradko, V. T., Panteleenko, F. I., Reut, O. P., Panteleenko, E. F., & Kirshina, N. V. (2012). COMPOSITION, STRUCTURE, AND PROPERTY FORMATION OF HEAT INSULATION FIRE-AND HEAT-REFLECTING MATERIALS BASED ON VERMICULITE FOR INDUSTRIAL POWER GENERATION. In *Refractories and Industrial Ceramics* (Vol. 53, Issue 8).
10. Suvorov, S. A., & Skurikhin, V. V. (2003). *VERMICULITE-A PROMISING MATERIAL FOR HIGH-TEMPERATURE HEAT INSULATORS* (Issue 2).
11. wwwinterpriborru. (n.d.). *Научно-производственное предприятие ИТС-1 Измеритель теплопроводности РУКОВОДСТВО ПО ЭСКПЛУАТАЦИИ*.

ISSN 3030-3907