UDK 691.328.4:614.84

OLOVBARDOSH GILTUPROQ VA SHAMOT QO'SHILGAN KO'PIKBETONNING FIZIK-MEXANIK, ISSIQLIK-TEXNIK XOSSALARI VA YUQORI HARORATGA BARDOSHLILIGI

Rashidov Jasur G‘ayrat o‘g‘li
Toshkent arxitektura va qurilish universiteti, t.f.d.(DSc)professor.v.b,.
Turapov Farxod Xursanovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti dotsent,v.b,.
ORCID: 0009-0000-1550-8657
Rajabaliyev O‘tkir O‘ktam o‘g‘li
Madina va O‘tkir X/K direktor o‘rinbosari

Annotatsiya. Maqolada ko'pikbetonning yuqori haroratga bardoshliligini oshirish maqsadida sementning bir qismi mahalliy mineral xom ashyo bilan almashtirilgan tarkiblarning xossalari o'rganilgan. Sherobod tumani konlaridan olinib, "Surxon Ark Keramiks" MCHJ korxonasida qayta ishlangan olovbardosh giltuproq va shamotning ko'pikbeton xossalariga ta'siri tekshirildi. Mineral qo'shimchalar 15–20 mkm dispersligacha maydalanib, 1 m³ dagi sement miqdori 400 kg dan 150–300 kg gacha kamaytirilgan holda olti xil tarkibga kiritildi. Namunalarning zichligi va siqilishga mustahkamligi 7, 14 va 28 kunlik yoshda, issiqlik o'tkazuvchanligi GB/T 10294-2008 bo'yicha himoyalangan issiq plastinka usulida, yuqori haroratga bardoshliligi esa mufel pechda 1000 °C gacha bosqichma-bosqich qizdirish orqali baholandi. 150–200 kg sement, 150 kg giltuproq, 100 kg shamot va 50 kg cho'l qumi saqlagan tarkiblar 426 va 414 kg/m³ zichlikda 1,35 va 1,25 MPa mustahkamlikka erishdi, ya'ni etalon tarkibdan (563 kg/m³, 1,38 MPa) 24–27% yengil bo'lgan holda unga yaqin mustahkamlikni ta'minladi. Namunalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti tabiiy namlikda 0,195–0,268 Vt/(m·K) ni tashkil etdi. 1000 °C gacha qizdirilganda giltuproq va shamot ulushi yuqori bo'lgan namunalar geometrik yaxlitligini saqlab, massasini 3,2–5,6% ga yo'qotdi, qolgan namunalarda esa bu ko'rsatkich 6,3–9,1% ni tashkil etib, yoriqlar paydo bo'ldi. Natijalar mahalliy giltuproq va shamot sement sarfini kamaytirib, ko'pikbetonning yuqori haroratdagi yaxlitligini saqlashga yordam berishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *ko'pikbeton, olovbardosh giltuproq, shamot, mineral qo'shimcha, siqilishga mustahkamlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, yuqori harorat, yong'inga bardoshlilik, massa yo'qotilishi.*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТОЙКОСТЬ К ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ПЕНОБЕТОНА С ОГНЕУПОРНОЙ ГЛИНОЙ И ШАМОТОМ

Аннотация. В статье изучены свойства пенобетона, в котором часть цемента заменена местным минеральным сырьём, с целью повышения его стойкости к высоким температурам. Исследовано влияние огнеупорной глины и шамота из месторождений Шерабадского района, переработанных на предприятии ООО «Surxon Ark Keramiks», на свойства пенобетона. Минеральные добавки, измельчённые до дисперсности 15–20 мкм, вводились в шесть составов при снижении расхода цемента с 400 до 150–300 кг на 1 м³. Плотность и прочность при сжатии определяли в возрасте 7, 14 и 28 суток, теплопроводность — методом защищённой горячей плиты по GB/T 10294-2008, стойкость к высоким температурам — ступенчатым нагревом в муфельной печи до 1000 °C. Составы, содержащие 150–200 кг цемента, 150 кг глины, 100 кг шамота и 50 кг эолового песка, при плотности 426

и 414 кг/м³ достигли прочности 1,35 и 1,25 МПа, то есть при массе на 24–27% меньше эталона (563 кг/м³, 1,38 МПа) обеспечили близкую к нему прочность. Коэффициент теплопроводности образцов в состоянии естественной влажности составил 0,195–0,268 Вт/(м·К). При нагреве до 1000 °С образцы с повышенным содержанием глины и шамота сохранили геометрическую целостность при потере массы 3,2–5,6%, тогда как у остальных образцов потеря массы составила 6,3–9,1% и появились трещины. Результаты показывают, что местные огнеупорная глина и шамот позволяют сократить расход цемента и сохранить целостность пенобетона при нагреве.

Ключевые слова: *пенобетон, огнеупорная глина, шамот, минеральная добавка, прочность при сжатии, теплопроводность, высокая температура, огнестойкость, потеря массы.*

PHYSICAL-MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES AND HIGH-TEMPERATURE RESISTANCE OF FOAM CONCRETE CONTAINING REFRACTORY CLAY AND CHAMOTTE

Abstract. The paper studies the properties of foam concrete in which part of the cement is replaced with local mineral raw materials in order to improve its high-temperature resistance. The effect of refractory clay and chamotte from the Sherobod district deposits, processed at «Surxon Ark Keramiks» LLC, on the properties of foam concrete was examined. The mineral additives were ground to a fineness of 15–20 μm and introduced into six mixtures while the cement content was reduced from 400 to 150–300 kg per 1 m³. Density and compressive strength were measured at 7, 14 and 28 days, thermal conductivity by the guarded hot plate method according to GB/T 10294-2008, and high-temperature resistance by stepwise heating in a muffle furnace up to 1000 °C. Mixtures containing 150–200 kg of cement, 150 kg of clay, 100 kg of chamotte and 50 kg of aeolian sand reached 1.35 and 1.25 MPa at densities of 426 and 414 kg/m³, i.e. they were 24–27% lighter than the reference mixture (563 kg/m³, 1.38 MPa) while providing similar strength. The thermal conductivity of the specimens at natural moisture was 0.195–0.268 W/(m·K). When heated to 1000 °C, specimens with a high clay and chamotte content retained their geometric integrity with a mass loss of 3.2–5.6%, whereas the other specimens lost 6.3–9.1% of their mass and developed cracks. The results show that local refractory clay and chamotte make it possible to reduce cement consumption and to preserve the integrity of foam concrete on heating.

Keywords: *foam concrete, refractory clay, chamotte, mineral additive, compressive strength, thermal conductivity, high temperature, fire resistance, mass loss.*

KIRISH

Ko'pikbeton yengilligi va past issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli devorbop issiqlik izolyatsion material sifatida keng qo'llanilmoqda [1–3]. Bino va inshootlarning yong'in xavfsizligi talablari nuqtai nazaridan ko'pikbeton yonmaydigan material hisoblanadi, biroq yuqori harorat ta'sirida uning strukturasi o'zgaradi: g'ovaklardagi va kimyoviy bog'langan suvning ajralib chiqishi, gidratatsiya mahsulotlarining parchalanishi hamda sement toshi va to'ldiruvchining issiqlikdan turlicha kengayishi yoriqlar paydo bo'lishi va mustahkamlik pasayishiga olib keladi.

Sement asosidagi materiallar ishlab chiqarishda kuydirilmaganligi sababli qizdirilganda birinchi marta termik o'zgarishlarga uchraydi. Shu bois ko'pikbeton tarkibiga oldindan yuqori haroratda kuydirilgan, termik barqaror komponentlarni — xususan, olovbardosh giltuproqdan olinadigan shamotni kiritish uning yuqori haroratga bardoshliligini oshirishning istiqbolli yo'li hisoblanadi. Kuydirish jarayonida kaolinit metakaolin orqali mullitga ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) aylanadi, bu esa shamotning qayta qizdirilganda hajmiy barqarorligini ta'minlaydi.

Surxondaryo viloyatida, jumladan Sherobod tumanidagi konlarda alyumosilikat tarkibli olovbardosh giltuproqlar mavjud bo'lib, ular Termiz tumanidagi "Surxon Ark Keramiks" MCHJ korxonasida qayta ishlanadi. Mahalliy mineral xom ashyo va sanoat chiqindilarini ko'pikbeton tarkibida qo'llash bo'yicha muallifning avvalgi ishlarida [4–7], shuningdek kimyoviy qo'shimchalarning ko'pikbeton xossalariga ta'siri bo'yicha tadqiqotlarda [8–10] ularning sement sarfini kamaytirish va material xossalarini boshqarish imkoniyati ko'rsatilgan. Biroq olovbardosh giltuproq va shamotning kompleks qo'shimcha sifatida ko'pikbetonning mustahkamligi, issiqlik o'tkazuvchanligi va yuqori haroratga bardoshliligiga birgalikdagi ta'siri yetarli o'rganilmagan.

Tadqiqotning maqsadi — mahalliy olovbardosh giltuproq va shamot qo'shilgan ko'pikbetonning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xossalarini hamda 1000 °C gacha qizdirilgandagi holatini tajriba yo'li bilan baholash va mineral qo'shimchalar ulushining ushbu xossalarga ta'sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari: (1) sement miqdori kamaytirilgan olti xil ko'pikbeton tarkibini tayyorlash; (2) ularning zichligi va siqilishga mustahkamligini 7, 14 va 28 kunlik yoshda aniqlash; (3) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va termik qarshiligini o'lchash; (4) namunalarning 1000 °C gacha qizdirilgandagi holati, massa yo'qotilishi va qoldiq mustahkamligini baholash.

MATERIALLAR VA USULLAR

Materiallar. Bog'lovchi sifatida "ANDIJON WCC CEMENT" MCHJ ishlab chiqargan "WEST" CEM II/B-I 32,5N portlandsementi qo'llanildi. Mineral qo'shimcha sifatida Sherobod tumani konlaridan olinib, "Surxon Ark Keramiks"

MCHJ korxonasida qayta ishlangan olovbardosh giltuproq va shamot (1300–1400 °C da kuydirilgan) ishlatildi. Ularning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan. Mineral qo'shimchalar laboratoriya sharli tegirmonida bosqichma-bosqich tuyilib, elakdan o'tkazildi va sement zarrachalariga yaqin — 15–20 mkm dispersligacha keltirildi. Mayda to'ldiruvchi sifatida Jarqo'rg'on tumanidagi yiriklik moduli 1,25 bo'lgan cho'l qumi, ko'pik hosil qiluvchi sifatida Alpha Olefin Sulphonate (AOS, Aarti Surfactants Limited, Hindiston) qo'llanildi. Kimyoviy qo'shimcha ishlatildi.

1-jadval

Olovbardosh giltuproq va shamotning kimyoviy tarkibi (oraliq qiymatlar), mass. %

Oksid	Xom giltuproq	Shamot (1300–1400 °C)
SiO_2	50–65	50–60
Al_2O_3	23–40	35–42
Fe_2O_3	0,8–2,5	1,0–2,8
TiO_2	1,0–2,2	1,2–2,5
CaO	0,3–1,5	0,3–1,8
MgO	0,3–1,5	0,3–1,8
$K_2O + Na_2O$	0,5–2,0	0,5–2,2
Kuydirishdagi yo'qotish	8–14	0,3–1,0

Tarkiblar. Tajribada olti xil tarkib tayyorlandi (2-jadval). 1-tarkib mineral qo'shimchasiz etalon hisoblanadi. Qolgan tarkiblarda sement miqdori 300 kg dan 150 kg gacha kamaytirilib, uning o'rniga olovbardosh giltuproq (100–150 kg) va shamot (0–150 kg) kiritildi. Barcha tarkiblarda ko'pik hosil qiluvchi (1,2 l) va suv (250 l) miqdori o'zgarmas saqlandi, 2–6-tarkiblarga kimyoviy qo'shimcha 1,0 l miqdorda qo'shildi. Ko'pikbeton aralashmasi alohida tayyorlangan ko'pikni mineral qorishmaga aralashtirish usulida tayyorlandi [11; 12].

2-jadval

Ko'pikbeton tarkiblari (1 m³ ga)

Tarkib	Sement, kg	Olovbardosh giltuproq, kg	Shamot, kg	Cho'l qumi, kg	AOS, l	Suv, l	Kimyoviy qo'shimcha, l
1 (etalon)	400	—	—	100	1,2	250	—
2	300	100	—	100	1,2	250	1,0
3	300	100	100	—	1,2	250	1,0
4	150	150	100	50	1,2	250	1,0
5	200	150	100	50	1,2	250	1,0

Tarkib	Sement, kg	Olovbardosh giltuproq, kg	Shamot, kg	Cho'l qumi, kg	AOS, l	Suv, l	Kimyoviy qo'shimcha, l
6	150	150	150	—	1,2	250	1,0

Zichlik va mustahkamlik. Zichlik va siqilishga mustahkamlik 10×10×10 sm o'lchamli kub namunalarda 7, 14 va 28 kunlik yoshda aniqlandi. Namunalar massasi elektron tarozida o'lchandi (namuna hajmi 1000 sm³ bo'lgani uchun o'rtacha zichlik, kg/m³, son jihatdan grammdagi massaga teng), siqilishga mustahkamlik kompyuterlashtirilgan universal gidravlik pressda GOST 10180-2012 va GB/T 50081-2019 talablariga muvofiq aniqlandi. Solishtirma mustahkamlik 28 kunlik mustahkamlikning shu yoshdagi zichlikka nisbati (R_{28}/ρ_{28}, MPa·m³/t) sifatida hisoblandi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (λ) va termik qarshilik (R) Jizzax politexnika instituti qoshidagi akkreditatsiyalangan sinov laboratoriyasida GB/T 10294-2008 bo'yicha ikki namunali sxemadagi himoyalangan issiq plastinka qurilmasida aniqlandi [13]. Namuna o'lchami 300×300×40 mm, o'lchov yuzasi 0,0225 m², issiq plita harorati 35 °C, sovuq plita harorati 15 °C. Namunalar tabiiy namlik holatida sinaldi. Termik qarshilik $R = d / \lambda$ munosabatiga mos keladi, bu yerda d = 0,04 m — namuna qalinligi.

Yuqori haroratga bardoshlilik. Yuqori haroratga bardoshlilikni baholash uchun 10×10×10 sm kub namunalar "INtest" mufel pechida 200 °C dan 1000 °C gacha bosqichma-bosqich qizdirildi: har bir pog'onada (200, 400, 600, 800 va 1000 °C) namuna 30 daqiqa ushlab turildi, pog'onalar orasidagi qizdirishga ham 30 daqiqa sarflandi. Qizdirish davomida namunalar holati (yoriqlar, tutun ajralishi, yaxlitlik) vizual qayd etildi. Xona haroratigacha sovitilgandan so'ng namunalarning massasi va siqilishga mustahkamligi o'lchanib, massa yo'qotilishi (Δm) va qoldiq mustahkamlik koeffitsienti (K) quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblandi:

$$\Delta m = (m_0 - m_1) / m_0 \cdot 100, \quad (1)$$

$$K = R_q / R_{28}, \quad (2)$$

bu yerda m_0 va m_1 — namuna massasi qizdirishdan oldin va keyin, g; R_q — qizdirilgandan so'ng o'lchangan (qoldiq) siqilishga mustahkamlik, MPa; R_{28} — 28 kunlik mustahkamlik, MPa.

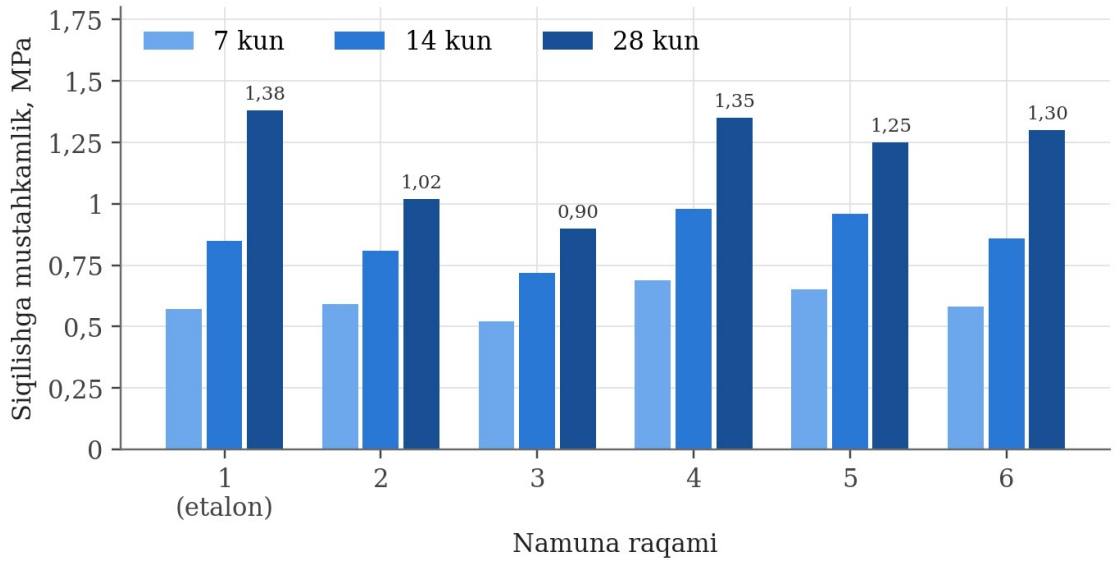
NATIJALAR

Zichlik va mustahkamlik. Sinov natijalari 3-jadvalda va 1-rasmda keltirilgan. Barcha namunalarda qotish davomida zichlik kamayib (o'rtacha 554,5 kg/m³ dan 504,5 kg/m³ gacha, ~9%), mustahkamlik barqaror ortib bordi (o'rtacha 0,60; 0,86 va 1,20 MPa). 28 kunlik yoshda eng yuqori mustahkamlik etalon tarkibda (1,38 MPa) qayd etildi. Mineral qo'shimchali tarkiblar orasida 4-, 6- va 5-tarkiblar yuqori natija berdi (1,35; 1,30 va 1,25 MPa), 2- va 3-tarkiblarning mustahkamligi esa 1,02 va 0,90 MPa ni tashkil etdi.

3-jadval

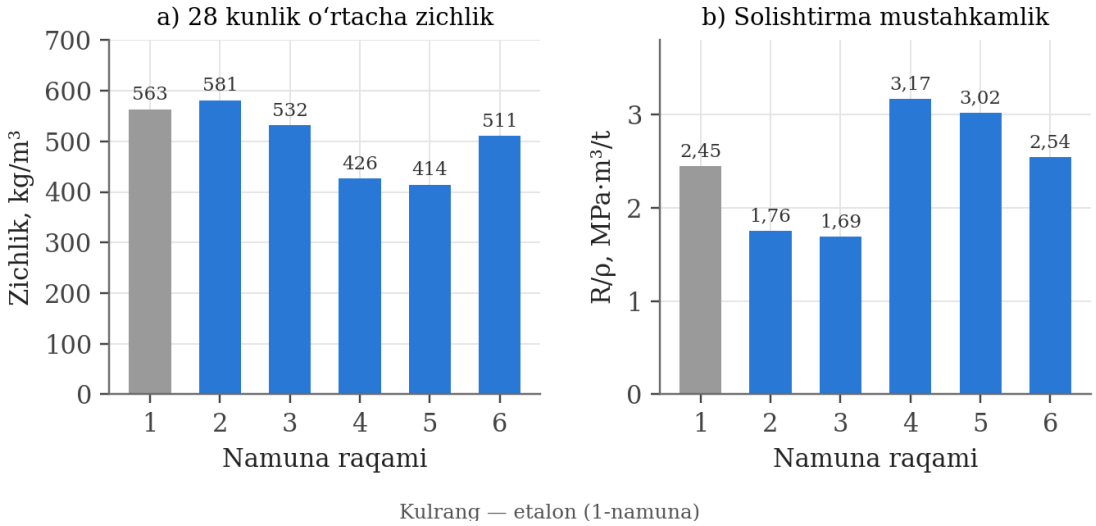
Ko'pikbeton namunalarining zichligi va siqilishga mustahkamligi

Tarkib	Zichlik, kg/m³			Siqilishga mustahkamlik, MPa			R_{28}/ρ_{28}, MPa·m³/t
	7 kun	14 kun	28 kun	7 kun	14 kun	28 kun	
1 (etalon)	605	585	563	0,57	0,85	1,38	2,45
2	612	601	581	0,59	0,81	1,02	1,76
3	596	584	532	0,52	0,72	0,90	1,69
4	504	496	426	0,69	0,98	1,35	3,17
5	463	452	414	0,65	0,96	1,25	3,02
6	547	523	511	0,58	0,86	1,30	2,54



1-rasm. Ko'pikbeton namunalari siqilishga mustahkamligining qotish muddatiga bog'liqligi

4- va 5-tarkiblar etalondan 24–27% past zichlikka (426 va 414 kg/m³) ega bo'lishiga qaramay, unga yaqin mustahkamlikni ta'minladi. Natijada ularning solishtirma mustahkamligi (R_{28}/ρ_{28}) 3,17 va 3,02 MPa·m³/t ni tashkil etib, etalonnikidan (2,45) 23–29% yuqori bo'ldi (2-rasm). Giltuproq miqdori 100 kg bo'lgan 2- va 3-tarkiblarda esa solishtirma mustahkamlik etalondan past bo'ldi.



Kulrang — etalon (1-namuna)

2-rasm. Namunalarning 28 kunlik zichligi (a) va solishtirma mustahkamligi (b)

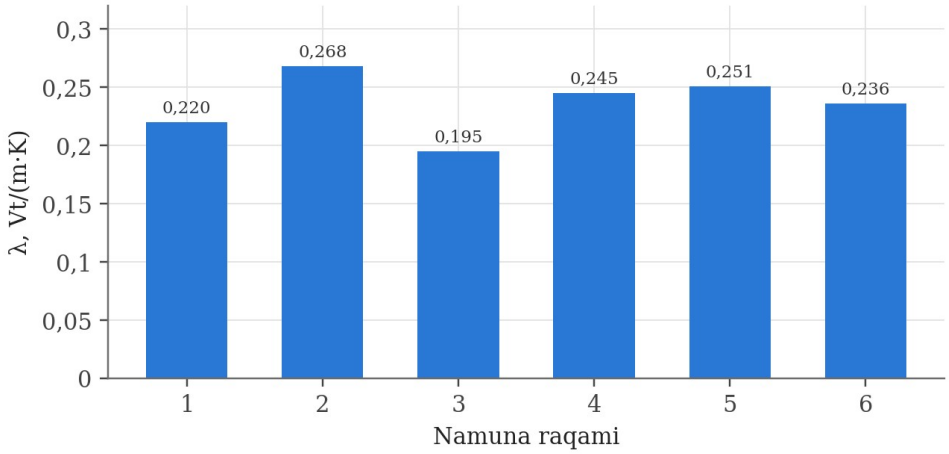
Issiqlik-texnik xossalar. Tabiiy namlik holatida namunalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,195–0,268 Vt/(m·K) oralig'ida bo'ldi (4-jadval, 3-rasm). Eng past λ (0,195 Vt/(m·K)) va eng yuqori termik qarshilik (0,205 m²·K/Vt) 3-namunada qayd etildi. Rasmiy sinov hisobotlari mavjud bo'lgan 3–6-namunalar uchun λ = 0,195–0,251 Vt/(m·K), R = 0,159–0,205 m²·K/Vt ni tashkil etdi.

4-jadval

Namunalarning issiqlik-texnik ko'rsatkichlari (GB/T 10294-2008, tabiiy namlik)

Namuna	λ, Vt/(m·K)	R, m²·K/Vt	Sinov davomiyligi, s
1	0,220	—*	120
2	0,268	—*	283
3	0,195	0,205	1281
4	0,245	0,163	218
5	0,251	0,159	108
6	0,236	0,169	2285

** 1- va 2-namunalar bo'yicha termik qarshilikning rasmiy hisobot qiymati mavjud emas.*



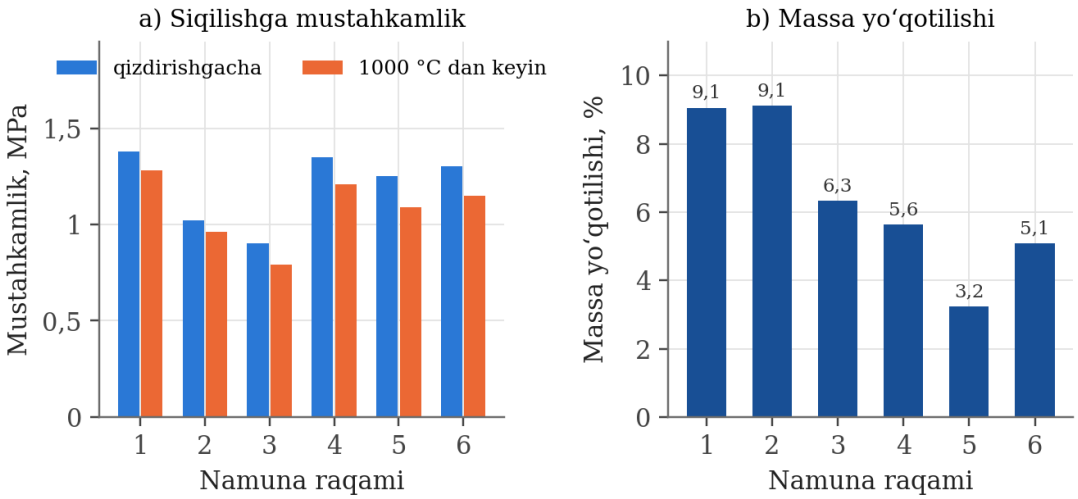
3-rasm. Namunalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (tabiiy namlik holatida)

Yuqori haroratga bardoshlilik. Mufel pech sinovi natijalari 5-jadvalda va 4-rasmda keltirilgan. Giltuproq va shamot ulushi yuqori bo'lgan 4-, 5- va 6-namunalar 1000 °C gacha qizdirilganda geometrik yaxlitligini saqlab qoldi, ularning massa yo'qotilishi 3,2–5,6% ni tashkil etdi. Etalon namunada 800–1000 °C oralig'ida tashqi yoriqlar paydo bo'ldi, 2- va 3-namunalarda esa yoriqlar, qisman tutun ajralishi va 1000 °C da qisman to'kilish kuzatildi; bu namunalarning massa yo'qotilishi 6,3–9,1% ga yetdi. Qoldiq mustahkamlik koeffitsienti barcha namunalarda 0,87–0,94 oralig'ida bo'ldi.

5-jadval

Namunalarning 1000 °C gacha qizdirishdan oldingi va keyingi ko'rsatkichlari

Namuna	Massa oldin / keyin, g	Δ*m*, %	*R* oldin / keyin, MPa	*K*	Kuzatilgan holat
1 (etalon)	563 / 512	9,1	1,38 / 1,28	0,93	800–1000 °C da tashqi yoriqlar
2	581 / 528	9,1	1,02 / 0,96	0,94	Yoriqlar, qisman tutun, 1000 °C da qisman to'kilish
3	532 / 498,3	6,3	0,90 / 0,79	0,88	Yoriqlar, qisman tutun, 1000 °C da qisman to'kilish
4	426 / 402	5,6	1,35 / 1,21	0,90	Yaxlitlik saqlangan
5	414 / 400,6	3,2	1,25 / 1,09	0,87	Yaxlitlik saqlangan
6	511 / 485	5,1	1,30 / 1,15	0,88	Yaxlitlik saqlangan



4-rasm. 1000 °C gacha qizdirishdan oldingi va keyingi siqilishga mustahkamlik (a) hamda massa yo'qotilishi (b)

Iqtisodiy ko'rsatkich. 4-tarkibli 1 m³ ko'pikbetonning xom ashyo bo'yicha tannarxi 165 139 so'mni tashkil etdi; bunda mahalliy mineral qo'shimchalar — giltuproq, shamot va cho'l qumining ulushi ~13% ga teng bo'ldi.

MUHOKAMA

4- va 5-tarkiblarning sement miqdori kam bo'lishiga qaramay yuqori solishtirma mustahkamlikka erishishi mayda dispers giltuproq va shamot zarralarining mikroto'ldiruvchi sifatida g'ovaklararo to'siqlarni zichlashtirishi bilan izohlanishi mumkin. Alyumosilikat zarralarining sement gidratatsiyasida ajraladigan $Ca(OH)_2$ bilan o'zaro ta'sirlashishi ham ehtimoldan xoli emas, biroq kuydirilmagan giltuproq va yuqori haroratda kuydirilgan shamotning puzzolan faolligi cheklangan bo'lgani uchun bu mexanizm mikrostruktura tahlili (SEM, rentgenofaza tahlili) bilan tasdiqlanishi talab etiladi. Giltuproq ulushi kam (100 kg) bo'lgan 2- va 3-tarkiblarda sement miqdori kamaygani holda mineral qo'shimcha uni to'liq qoplay olmagan va mustahkamlik pasaygan.

Tabiiy namlikda o'lchangan issiqlik o'tkazuvchanlik (0,195–0,268 Vt/(m·K)) quritilgan past zichlikli issiqlik izolyatsion namunalarnikiga nisbatan yuqori bo'lib, bu namlik va mineral qo'shimchalar hisobiga qattiq faza ulushining ortishi bilan bog'liq [13]. Shu sababli ushbu tarkiblarni konstruktiv-issiqlik izolyatsion material sifatida baholash maqsadga muvofiq. λ ning zichlikka qat'iy bog'liq emasligi

(masalan, 3-namuna 532 kg/m³ da eng past λ ga ega) g'ovak strukturasining ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Yuqori haroratdagi natijalar mineral qo'shimchalarning asosiy samarasi qoldiq mustahkamlikda emas, balki namunaning yaxlitligini saqlash va massa yo'qotilishini kamaytirishda namoyon bo'lishini ko'rsatadi. Oldindan kuydirilgan shamot qayta qizdirilganda hajmiy o'zgarishga uchramaydi va sement toshi suvsizlanib zaiflashganda termik barqaror karkas vazifasini bajaradi. Bundan tashqari, sement toshi ulushining kamayishi qizdirilganda ajralib chiqadigan kimyoviy bog'langan suv miqdorini kamaytiradi, bu esa massa yo'qotilishining pastligini izohlaydi. Qoldiq mustahkamlik koeffitsientining barcha namunalarda yaqin (0,87–0,94) bo'lishi mustahkamlik bo'yicha farqni aniqlash uchun namunalar sonini ko'paytirish va olovbardoshlikni standart yong'in rejimida (GOST 30247.0-94) baholash zarurligini ko'rsatadi.

Iqtisodiy jihatdan mahalliy mineral qo'shimchalarning nisbatan kichik ulushi (~13%) ularning material tannarxini sezilarli oshirmasdan yuqori haroratga bardoshlilikni yaxshilash imkonini berishini ko'rsatadi [14; 15].

Tadqiqot cheklovlari. Tadqiqot natijalari cheklangan namunalar soniga asoslangan bo'lib, yong'inga bardoshlilik sifat jihatidan (vizual kuzatuv) va qoldiq mustahkamlik bo'yicha baholandi. Keyingi bosqichda takroriy sinovlar, mikrostruktura tahlili va standart olovbardoshlik sinovlarini o'tkazish rejalashtirilgan.

XULOSA

1. Mahalliy olovbardosh giltuproq (150 kg) va shamot (100 kg) qo'shilib, sement miqdori 150–200 kg gacha kamaytirilgan ko'pikbeton 414–426 kg/m³ zichlikda 1,25–1,35 MPa mustahkamlikka ega bo'lib, uning solishtirma mustahkamligi etalonnikidan 23–29% yuqori.
2. Giltuproq ulushi 100 kg bo'lgan tarkiblarda sement miqdorining kamaytirilishi mustahkamlikning 0,90–1,02 MPa gacha pasayishiga olib keladi; mineral qo'shimchalarning samarali ulushi 250–300 kg/m³ ni tashkil etadi.

3. Namunalarning tabiiy namlikdagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,195–0,268 Vt/(m·K), termik qarshiligi (3–6-namunalar) 0,159–0,205 m²·K/Vt bo'lib, ular konstruktiv-issiqlik izolyatsion material sifatida qo'llanilishi mumkin.
4. 1000 °C gacha qizdirilganda giltuproq va shamot ulushi yuqori namunalar geometrik yaxlitligini saqlaydi va massasini 3,2–5,6% ga yo'qotadi, qolgan namunalarda massa yo'qotilishi 6,3–9,1% ga yetib, yoriqlar paydo bo'ladi. Qoldiq mustahkamlik koeffitsienti barcha namunalarda 0,87–0,94 ni tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Turapov F.Kh. Use of heat insulation wall materials in construction // American Journal of Technology and Applied Sciences. – 2022. – Vol. 5. – P. 27–30.
2. Turapov F.Kh. Study of the physical-mechanical properties of foam-concrete // American Journal of Research in Humanities and Social Sciences. – 2023. – Vol. 14. – P. 26–30.
3. Turapov F., Abdumuminov O., Abduraximov A. Determination of technological parameters of peno-concrete based on local materials // AIP Conference Proceedings. – 2025. – Vol. 3268. – 030003. – DOI: 10.1063/5.0260006.
4. BAUCRETE 319 AES giperplastifikatori. Pasport № 155 (partiya № 1125, 04.11.2025). TI 308277930:01-2021. – Toshkent: “BAUCHEM” MCHJ, 2025.
5. Шахова Л.Д. Технология пенобетона. Теория и практика. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 248 с.
6. Портик А.А. Все о пенобетоне. – СПб., 2003. – 224 с.
7. Пат. RU 2077521. Сырьевая смесь, способ производства строительных изделий / Ахундов А.А., Гудков Ю.В., Иваницкий В.В., Гончар В.Ф. – Заявл. 16.06.1994; опубл. 20.04.1997.
8. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
9. Орентлихер Л.П. Бетоны на пористых заполнителях в сборных железобетонных конструкциях. – М.: Стройиздат, 1983. – 144 с.
10. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. – М.–Л.: Госстройиздат, 1962.
11. Turapov F.X. Penobeton uchun xomashyolar tasnifi // Journal of Engineering, Mechanics and Modern Architecture (SamDAQU xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari). – 2023. – B. 162–165.
12. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. – М.: Химия, 1979. – 424 с.