UDK 691.328.4:666.972.16

KIMYOVIY QO'SHIMCHALAR VA CHO'L QUMINING KO'PIKBETONNING FIZIK-MEXANIK VA ISSIQLIK IZOLYATSIYA XOSSALARIGA TA'SIRI

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 energiya tejamkor devorbop material — ko'pikbetonning mustahkamligi va issiqlik izolyatsiya xossalarini mahalliy xom ashyo hamda plastiklashtiruvchi qo'shimchalar yordamida yaxshilash imkoniyatlari o'rganilgan. "Sikament RMC-519" superplastifikatori va BAUCRETE 319 AES giperplastifikatorining Sherobod CEM II/A-I 32,5 (PC400 D20) va "WEST" CEM II/B-I 32,5N portlandsementlari xamirining qotish muddatlariga hamda sement toshining siqilishga mustahkamligiga ta'siri, ko'pik hosil qiluvchilar turg'unligining haroratga bog'liqligi, shuningdek Jarqo'rg'on tumanidagi cho'l qumi qo'shilgan ko'pikbetonning fizik-mexanik va issiqlik izolyatsiya xossalari tekshirildi. "Sikament RMC-519" ning 1,0% miqdori Sherobod sementi toshining 7 va 28 kunlik mustahkamligini mos ravishda 30,8 va 22,8% ga oshirdi; "WEST" sementida suv-sement nisbati 0,27 dan 0,22 gacha kamaytirilganda 7 kunlik mustahkamlik 68,9% ga ortdi. BAUCRETE 319 AES normal quyuqlik uchun zarur suv miqdorini 25,9% ga kamaytirdi, biroq uning mustahkamlikka ta'siri dozaga nomonoton bog'liq bo'ldi. Sement:qum = 1:1 nisbatdagi ko'pikbeton 447,5 kg/m³ zichlikda 28 kunlik 1,8 MPa mustahkamlikka erishdi. Quritilgan namunalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,059–0,110 Vt/(m·K) ni tashkil etdi, namlikning har 1% ga ortishi esa uni 1,5–2,7% ga oshirdi. Natijalar cho'l qumi sement sarfini ikki baravar kamaytirib, mustahkamlikni oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *ko'pikbeton, superplastifikator, giperplastifikator, qotish muddati, siqilishga mustahkamlik, ko'pik turg'unligi, cho'l qumi, issiqlik o'tkazuvchanlik, namlik.*

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И ЭОЛОВОГО ПЕСКА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА

Аннотация. В статье рассмотрены возможности улучшения прочности и теплоизоляционных свойств энергоэффективного стенового материала — пенобетона — за счёт местного сырья и пластифицирующих добавок. Исследовано влияние суперпластификатора «Sikament RMC-519» и гиперпластификатора BAUCRETE 319 AES на сроки схватывания цементного теста и прочность при сжатии цементного камня на основе портландцементов Шерабадского завода CEM II/A-I 32,5 (PC400 D20) и «WEST» CEM II/B-I 32,5N, зависимость устойчивости пены различных пенообразователей от температуры, а также физико-механические и теплоизоляционные свойства пенобетона с эоловым песком Джаркурганского района. Установлено, что введение 1,0% «Sikament RMC-519» повышает 7- и 28-суточную прочность цементного камня на Шерабадском цементе на 30,8 и 22,8% соответственно, а для цемента «WEST» при снижении водоцементного отношения с 0,27 до 0,22 7-суточная прочность возрастает на 68,9%. BAUCRETE 319 AES снижает водопотребность теста нормальной густоты на 25,9%, однако его влияние на прочность немонотонно зависит от дозировки. Пенобетон состава цемент:песок = 1:1 при плотности

447,5 кг/м³ достиг 28-суточной прочности 1,8 МПа. Коэффициент теплопроводности высушенных образцов составил 0,059–0,110 Вт/(м·К), а увеличение влажности на каждый 1% повышало его на 1,5–2,7%. Эоловый песок позволяет вдвое сократить расход цемента с одновременным ростом прочности.

Ключевые слова: *пенобетон, суперпластификатор, гиперпластификатор, сроки схватывания, прочность при сжатии, устойчивость пены, эоловый песок, теплопроводность, влажность.*

EFFECT OF CHEMICAL ADMIXTURES AND AEOLIAN SAND ON THE PHYSICAL-MECHANICAL AND THERMAL INSULATION PROPERTIES OF FOAM CONCRETE

Abstract. The paper examines ways of improving the strength and thermal insulation properties of foam concrete, an energy-efficient wall material, by using local raw materials and plasticizing admixtures. The study covers the effect of the «Sikament RMC-519» superplasticizer and the BAUCRETE 319 AES hyperplasticizer on the setting time of cement paste and the compressive strength of cement stone made with Sherobod CEM II/A-I 32.5 (PC400 D20) and «WEST» CEM II/B-I 32.5N Portland cements, the temperature dependence of foam stability for several foaming agents, and the physical-mechanical and thermal insulation properties of foam concrete containing aeolian sand from Jarqo'rg'on district. Adding 1.0% of «Sikament RMC-519» increased the 7- and 28-day strength of Sherobod cement stone by 30.8% and 22.8%, respectively; for «WEST» cement, reducing the water-cement ratio from 0.27 to 0.22 raised the 7-day strength by 68.9%. BAUCRETE 319 AES reduced the water demand of normal-consistency paste by 25.9%, but its effect on strength was non-monotonic with dosage. Foam concrete with a cement:sand ratio of 1:1 reached a 28-day strength of 1.8 MPa at a density of 447.5 kg/m³. The thermal conductivity of dried specimens was 0.059–0.110 W/(m·K), and each 1% increase in moisture content raised it by 1.5–2.7%. Aeolian sand halved the cement consumption while increasing the strength.

Keywords: *foam concrete, superplasticizer, hyperplasticizer, setting time, compressive strength, foam stability, aeolian sand, thermal conductivity, moisture.*

KIRISH

Binolarning energiya samaradorligini oshirish talablari kuchayib borayotgan sharoitda zichligi past, issiqlik o'tkazuvchanligi kichik va yetarli mustahkamlikka ega devorbop materiallarga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Ko'pikbeton ana shunday materiallardan biri bo'lib, uning g'ovak strukturasi yuqori issiqlik izolyatsiya xossasini ta'minlaydi, biroq zichlik kamayishi bilan mustahkamlik ham pasayadi [1–3]. Shu sababli ko'pikbeton texnologiyasining asosiy vazifalaridan biri — past zichlikni saqlagan holda g'ovaklararo to'siqlarni tashkil etuvchi sement toshining sifatini oshirishdir [4].

Sement toshining zichligi va mustahkamligini oshirishning samarali usuli — suv-sement nisbatini kamaytirish imkonini beruvchi plastiklashtiruvchi kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish. Muallifning avvalgi ishlarida superplastifikatorlar va

kimyoviy kompleks qo'shimchalarning portlandsement va ko'pikbeton xossalariga ta'siri o'rganilgan [5–11]. Ushbu ishlar qo'shimcha samarasi sementning mineralogik tarkibiga, undagi mineral qo'shimcha ulushiga va suv-sement nisbatiga bog'liqligini ko'rsatdi. Tarkibida ohaktosh qo'shimchasi bo'lgan CEM II turidagi kompozit sementlar uchun optimal dozani tajriba yo'li bilan aniqlash zarurati saqlanib qolmoqda.

Ko'pikbeton sifatiga ko'pikning turg'unligi ham kuchli ta'sir ko'rsatadi: aralashtirish va qotishning dastlabki bosqichida ko'pik buzilsa, zichlik ortib, g'ovak strukturasi notekis bo'lib qoladi [12]. Surxondaryo viloyatining issiq iqlim sharoitida bu omil alohida ahamiyat kasb etadi. Mahalliy cho'l (eol) qumlaridan mayda to'ldiruvchi sifatida foydalanish esa sement sarfini kamaytirish va mahalliy xom ashyo bazasidan samarali foydalanish imkonini beradi [13; 14].

Tadqiqotning maqsadi — ikki xil mahalliy portlandsementda "Sikament RMC-519" va BAUCRETE 319 AES qo'shimchalarining ta'sirini qiyosiy baholash, ko'pik hosil qiluvchilarning haroratga bog'liq turg'unligini aniqlash hamda cho'l qumi qo'shilgan ko'pikbetonning fizik-mexanik va issiqlik izolyatsiya xossalarini, shu jumladan namlikning issiqlik o'tkazuvchanlikka ta'sirini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari: (1) qo'shimchalarning sement xamirining qotish muddatlariga va sement toshining siqilishga mustahkamligiga ta'sirini aniqlash; (2) ko'pik turg'unligining eritma haroratiga bog'liqligini baholash; (3) cho'l qumi qo'shilgan ko'pikbetonning zichligi va mustahkamligini aniqlash; (4) namlikning ko'pikbeton issiqlik o'tkazuvchanligiga ta'sirini o'lchash.

MATERIALLAR VA USULLAR

Materiallar. Bog'lovchi sifatida Sherobod sement zavodining CEM II/A-I 32,5 (PC400 D20) portlandsementi hamda "ANDIJON WCC CEMENT" MCHJ ishlab chiqargan "WEST" savdo markali CEM II/B-I 32,5N (PC-450+) portlandsementi qo'llanildi. Kimyoviy qo'shimcha sifatida "Sikament RMC-519" superplastifikatori va "BAUCHEM" MCHJ ishlab chiqargan BAUCRETE 319 AES giperplastifikatori (zichligi 1,1 g/sm³, quruq qoldig'i 22,8%) ishlatildi. Mayda to'ldiruvchi sifatida Jarqo'rg'on tumani Zartepa mahallasidan olingan, yiriklik moduli 1,25 bo'lgan cho'l

(eol) qumi, ko'pik hosil qiluvchi sifatida Zimpor, PB-Lyuks va PB-2000 sirt-faol moddalari tanlandi.

Sement xamiri va sement toshi. Sement xamirining normal quyuqligi va qotish muddatlari GOST 310.3-76 bo'yicha Vika asbobida aniqlandi. Qo'shimchalar sement massasiga nisbatan 0,5; 1,0; 1,5 va 2,0% miqdorda ikki rejimda kiritildi: birinchi rejimda suv-sement nisbati (S/S) o'zgarmas — 0,27 saqlandi, ikkinchisida qo'shimchaning plastiklash samarasidan foydalanib, bir xil quyuqlikni ta'minlagan holda suv miqdori kamaytirildi (S/S = 0,27 dan 0,20–0,22 gacha). Bunday yondashuv qo'shimchaning o'z ta'sirini suv-sement nisbati kamayishi samarasidan ajratib baholash imkonini berdi. Sement toshining siqilishga mustahkamligi 2×2×2 sm o'lchamli kub namunalarda, namlik kamerasida 7 va 28 kun saqlangandan so'ng gidravlik pressda aniqlandi.

Ko'pik va ko'pikbeton. Ko'pik turg'unligi ko'pik hosil qiluvchi eritmasining harorati 12, 20, 35 va 50 °C bo'lganda ko'pikning o'z hajmini saqlash vaqti (daqiqa) bo'yicha baholandi; eritmalarning pH qiymatlari ham o'lchandi. Ko'pikbeton an'anaviy usulda — alohida tayyorlangan ko'pikni sement (sement-qum) qorishmasiga aralashtirish orqali tayyorlandi [13; 15]. Uch xil tarkib tanlandi (5-jadval): qo'shimchasiz nazorat tarkibi, "Sikament RMC-519" qo'shilib suv miqdori kamaytirilgan tarkib va sementning yarmi cho'l qumi bilan almashtirilgan tarkib (sement:qum = 1:1). Namunalarning zichligi GOST 12730.1, siqilishga mustahkamligi GOST 10180-2012 bo'yicha 7 va 28 kunlik yoshda aniqlandi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 150×150×20 mm o'lchamli plita namunalarda GOST 7076-99 bo'yicha statsionar issiqlik oqimi usulida ITS-1 qurilmasida (o'lchash diapazoni 0,02–1,5 Vt/(m·K), xatoligi ±5%) aniqlandi. Namunalar ikki holatda sinaldi: xona sharoitida tabiiy namlikda va massasi barqarorlashguncha quritilgan holatda. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va termik qarshilik quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblandi:

$$\lambda = q \cdot d / \Delta T, \quad (1)$$

$$R = d / \lambda, \quad (2)$$

bu yerda q — namunadan o'tayotgan issiqlik oqimi zichligi, Vt/m²; d — namuna qalinligi, m; ΔT — namuna yuzalaridagi harorat farqi, K. Namunaning namligi tabiiy va quritilgan holatdagi massalar farqi bo'yicha hisoblandi.

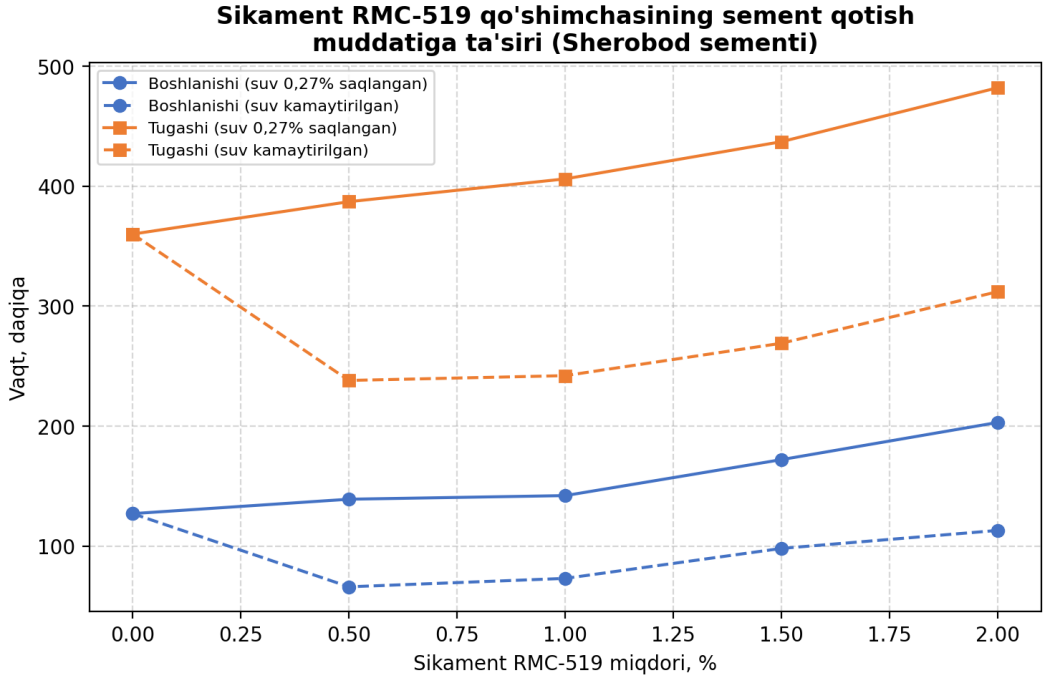
NATIJALAR

Qotish muddatlari. S/S = 0,27 o'zgarmas saqlanganda "Sikament RMC-519" dozasi oshishi bilan Sherobod sementi xamirining qotish boshlanishi 127 daqiqadan 203 daqiqagacha, tugashi 360 daqiqadan 482 daqiqagacha uzaydi (1-jadval, 1-rasm). Suv miqdori bir vaqtda kamaytirilganda esa qotish boshlanishi nazorat namunasiga nisbatan ham qisqarib, 66–113 daqiqani tashkil etdi.

1-jadval

"Sikament RMC-519" ning Sherobod sementi xamiri qotish muddatlariga ta'siri

Qo'shimcha, %	S/S o'zgarmas rejim			S/S kamaytirilgan rejim		
	S/S	Boshlanishi, daq	Tugashi, daq	S/S	Boshlanishi, daq	Tugashi, daq
0	0,27	127	360	0,27	127	360
0,5	0,27	139	387	0,26	66	238
1,0	0,27	142	406	0,24	73	242
1,5	0,27	172	437	0,23	98	269
2,0	0,27	203	482	0,22	113	312



1-rasm. "Sikament RMC-519" miqdorining Sherobod sementi xamiri qotish muddatlariga ta'siri (uzluksiz chiziq — S/S o'zgarmas, uzuq chiziq — S/S kamaytirilgan)

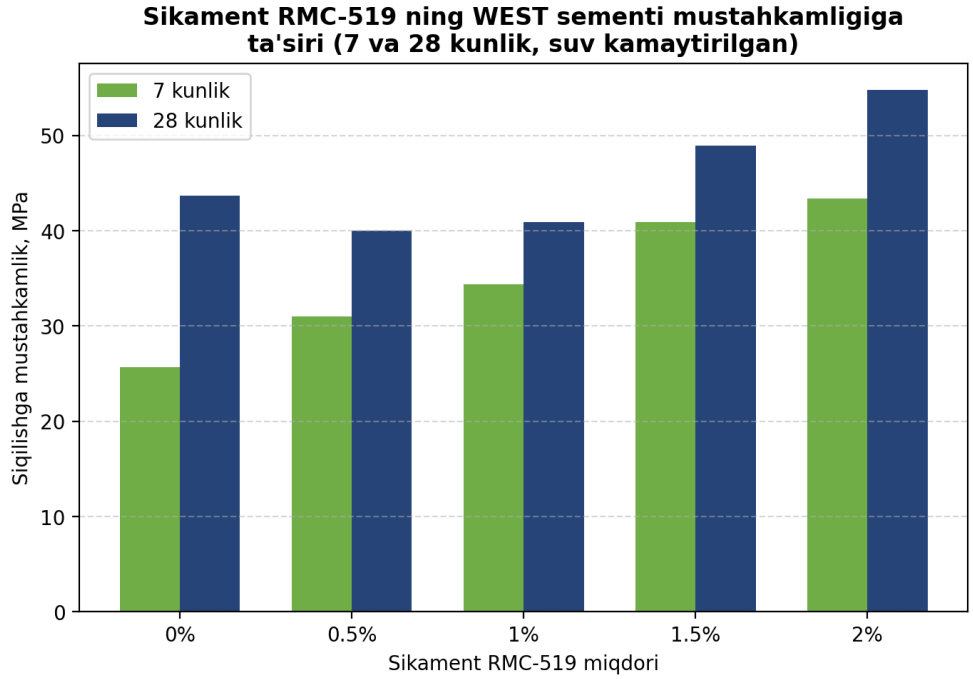
Sement toshining mustahkamligi. Sherobod sementida "Sikament RMC-519" ning 1,0% miqdori eng yuqori natijani berdi: 7 kunlik mustahkamlik 30,2 dan 39,5 MPa gacha (+30,8%), 28 kunlik mustahkamlik 40,3 dan 49,5 MPa gacha (+22,8%) ortdi (2-jadval). 1,5% dozada mustahkamlik 36,6 va 40,2 MPa gacha pasaydi.

2-jadval

"Sikament RMC-519" ning Sherobod sementi toshi siqilishga mustahkamligiga ta'siri

Qo'shimcha, %	7 kunlik, MPa	28 kunlik, MPa
0	30,2	40,3
0,5	34,6	43,6
1,0	39,5	49,5
1,5	36,6	40,2
2,0	38,2	41,5

"WEST" sementida suv miqdori kamaytirilgan rejimda "Sikament RMC-519" ta'sirida 7 kunlik mustahkamlik dozaga deyarli mutanosib ravishda 25,7 MPa dan 43,4 MPa gacha (2,0% dozada +68,9%) oshdi (2-rasm). 28 kunlik mustahkamlik 0,5–1,0% dozalarda nazoratdan biroz past (40,0–40,9 MPa) bo'lib, 1,5% dozada 48,9 MPa (+11,9%), 2,0% dozada 54,8 MPa (+25,4%) ga yetdi.



2-rasm. "Sikament RMC-519" ning "WEST" sementi toshi mustahkamligiga ta'siri (suv miqdori kamaytirilgan rejim)

BAUCRETE 319 AES giperplastifikatori "WEST" sementi xamirining normal quyuqligi uchun zarur suv miqdorini 400 g sementga 108 ml dan 80 ml gacha, ya'ni

25,9% ga kamaytirdi. Biroq uning mustahkamlikka ta'siri nomonoton bo'ldi (3-jadval). S/S o'zgarmas saqlanganda barcha dozalarda mustahkamlik nazorat namunasidan past bo'ldi. Suv miqdori kamaytirilganda eng yuqori 7 kunlik mustahkamlik 0,5% dozada — 43,1 MPa (+7,8%), eng yuqori 28 kunlik mustahkamlik 2,0% dozada — 54,3 MPa (+5,8%) qayd etildi. 1,5% dozada ikkala muddatda ham mustahkamlikning keskin pasayishi (27,4 va 33,1 MPa) kuzatildi.

3-jadval

BAUCRETE 319 AES ning "WEST" sementi toshi siqilishga mustahkamligiga ta'siri, MPa

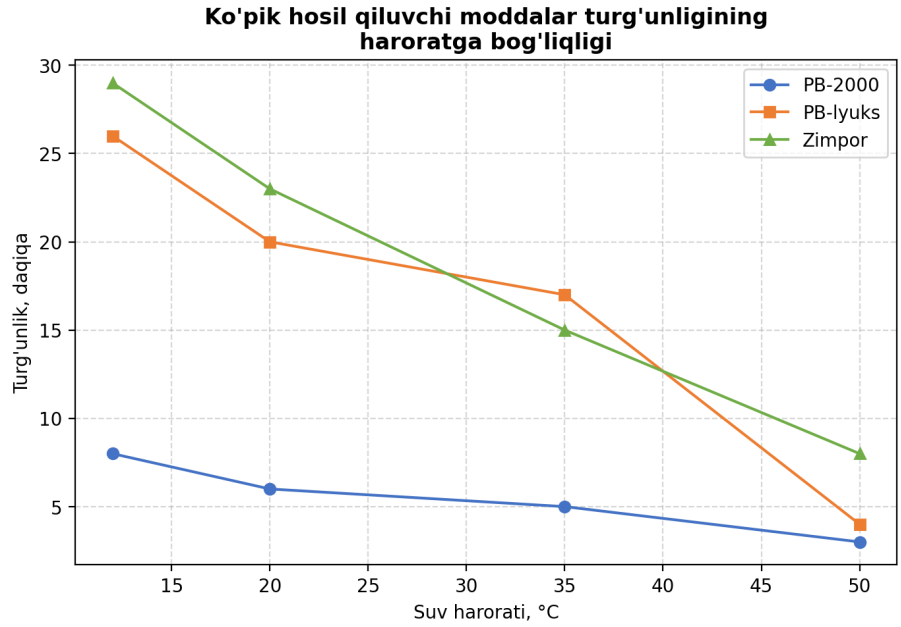
Qo'shimcha, %	7 kunlik		28 kunlik		S/S (kamaytirilgan rejim)
	S/S = 0,27	S/S kamaytirilgan	S/S = 0,27	S/S kamaytirilgan	
0	40,0	40,0	51,3	51,3	0,27
0,5	37,4	43,1	38,1	48,6	0,24
1,0	37,0	42,0	39,6	45,8	0,23
1,5	35,0	27,4	42,7	33,1	0,215
2,0	38,4	36,5	45,9	54,3	0,20

Ko'pik turg'unligi. Ko'pik hosil qiluvchi eritmalarning pH qiymati 7,0 (PB-Lyuks) dan 9,0 (PB-2000) gacha bo'ldi (Zimpor — 8,0, Arekom-4 — 8,7). Barcha moddalarda harorat ortishi bilan ko'pik turg'unligi kamaydi (4-jadval, 3-rasm). 12–20 °C da Zimpor (29–23 daq) va PB-Lyuks (26–20 daq) eng yuqori turg'unlikni ko'rsatdi, PB-2000 esa barcha haroratlarda past natija berdi (8–3 daq). 50 °C da barcha moddalarning turg'unligi 3–8 daqiqagacha tushdi.

4-jadval

Ko'pik turg'unligining eritma haroratiga bog'liqligi, daqiqa

Ko'pik hosil qiluvchi	Ko'pik hajmi, ml	12 °C	20 °C	35 °C	50 °C
PB-2000	600	8	6	5	3
PB-Lyuks	720	26	20	17	4
Zimpor	320	29	23	15	8



3-rasm. Ko'pik hosil qiluvchilar turg'unligining eritma haroratiga bog'liqligi

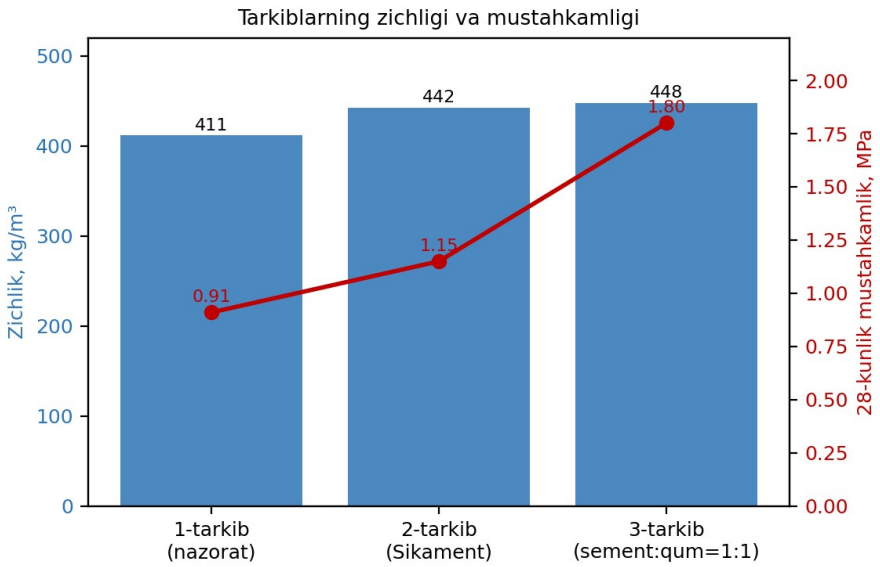
Ko'pikbetonning fizik-mexanik xossalari. Uch xil tarkib bo'yicha olingan natijalar 5-jadvalda va 4-rasmda keltirilgan. Nazorat tarkibining (1) 28 kunlik mustahkamligi 0,91 MPa ni tashkil etdi. "Sikament RMC-519" qo'shilib, suv 108 l dan 100 l gacha kamaytirilgan 2-tarkibda mustahkamlik 1,15 MPa gacha ortdi. Sement miqdori 400 kg dan 200 kg gacha kamaytirilib, o'rniga 200 kg cho'l qumi kiritilgan 3-tarkibda 447,5 kg/m³ zichlikda eng yuqori — 1,8 MPa mustahkamlik olindi.

5-jadval

Ko'pikbeton tarkiblari (1 m³ ga) va ularning xossalari

Tarkib	Sement, kg	Qum, kg	Sikament, l	Suv, l	Zimpor, l	Zichlik 7/28 kun, kg/m³	Mustahkamlik 7/28 kun, MPa
1	400	—	—	108	1,5	411,5 / 411,5	0,90 / 0,91
2	400	—	4	100	1,5	442,4 / 442,4	0,90 / 1,15
3	200	200	2	65	1,5	447,4 / 447,5	1,30 / 1,80

Izoh: barcha tarkiblarda ko'pik tayyorlash uchun 40 l suv sarflandi.



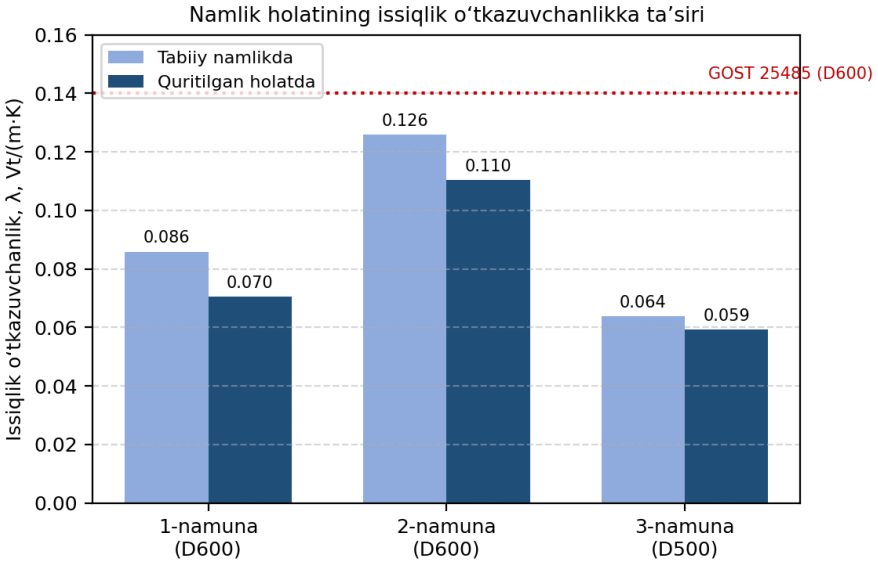
4-rasm. Ko'pikbeton tarkiblarining zichligi va 28 kunlik siqilishga mustahkamligi

Issiqlik izolyatsiya xossalari. Plita namunalarining issiqlik-texnik ko'rsatkichlari 6-jadvalda va 5-rasmda keltirilgan. Quritilgan holatda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,0593–0,1104 Vt/(m·K) ni tashkil etib, GOST 25485 da tegishli zichlik markalari uchun belgilangan chegaradan (D500 uchun 0,12, D600 uchun 0,14 Vt/(m·K)) past bo'ldi. Eng past qiymat (0,0593 Vt/(m·K)) va eng yuqori termik qarshilik (0,2561 m²·K/Vt) sement:qum = 1:1 tarkibli 3-namunada qayd etildi. Tabiiy namlikdagi λ qiymatlari quritilgan holatdagiga nisbatan 7,8–21,8% yuqori bo'ldi.

6-jadval

Plita namunalarining tabiiy namlik va quritilgan holatdagi issiqlik-texnik ko'rsatkichlari

Namuna	Zichlik markasi	Massa (tabiiy / quruq), g	Namlik, %	λ tabiiy, Vt/(m·K)	λ quruq, Vt/(m·K)	λ ortishi, %	R quruq, m²·K/Vt
1	D600	270 / 250	8,0	0,0859	0,0705	21,8	0,1806
2	D600	290 / 270	7,4	0,1260	0,1104	14,1	0,1902
3	D500	200 / 190	5,3	0,0639	0,0593	7,8	0,2561



5-rasm. Namlik holatining ko'pikbeton namunalari issiqlik o'tkazuvchanligiga ta'siri

MUHOKAMA

Olingan natijalarni kimyoviy qo'shimchalar ta'sirida ikki qarama-qarshi mexanizm raqobatlashishi bilan izohlash mumkin. Suv miqdori o'zgarmas bo'lganda polikarboksilat asosidagi "Sikament RMC-519" molekulalari sement zarrachalari yuzasida adsorbsiyalanib, elektrostatik va sterik to'siq hosil qilishi hamda gidratatsiya mahsulotlarining kristallanishini sekinlashtirishi mumkin — natijada qotish muddati uzayadi. Suv-sement nisbati kamaytirilganda esa g'ovak eritmadagi Ca^{2+} va OH^- ionlari konsentratsiyasi ortib, gidratatsiya tezlashadi; bu mexanizm ustunlik qilgani uchun qotish muddati nazoratdan ham qisqaradi. Amaliy jihatdan bu superplastifikatorni suv miqdorini kamaytirish bilan birga qo'llash texnologik tsiklni qisqartirish imkonini berishini anglatadi.

"WEST" sementida "Sikament RMC-519" ta'sirida 7 kunlik mustahkamlikning 28 kunlikka nisbatan ancha ko'proq ortishi qo'shimchaning asosiy samarasi erta yoshdagi strukturani zichlashtirishda namoyon bo'lishini ko'rsatadi. BAUCRETE 319 AES ning nomonoton ta'siri esa uning dozasi va suv-sement nisbatini birgalikda tanlash zarurligini tasdiqlaydi: suv kamaytirilmasdan qo'shilganda xamirning ortiqcha suyulishi va ajralishi (segregatsiya) hisobiga kapillyar g'ovaklik ortib, mustahkamlik pasayishi mumkin. Suv kamaytirilgan rejimdagi 1,5% dozada qayd etilgan keskin pasayish (27,4 va 33,1 MPa) umumiy tendensiyadan ajralib turadi va qoliplash jarayonidagi nuqson bilan bog'liq bo'lishi mumkin; bu nuqta takroriy sinovlar bilan

tekshirilishi lozim. Ikki qo'shimchaning samaradorligidagi farq sementlarning mineralogik tarkibi va mineral qo'shimcha ulushidagi tafovutni hisobga olib, har bir sement uchun optimal doza tajribada aniqlanishi kerakligini ko'rsatadi.

Ko'pik turg'unligining harorat ortishi bilan kamayishi suyuqlik plyonkalaridan suvning oqib ketishi (drenaj) va sirt tarangligining pasayishi bilan izohlanadi. Surxondaryo sharoitida yoz oylarida suv harorati 35 °C dan oshishi mumkinligini hisobga olib, ko'pik tayyorlashda suv haroratini 20 °C atrofida ushlab turish va past haroratda turg'un bo'lgan Zimpor yoki PB-Lyuks moddalarini qo'llash tavsiya etiladi.

Sementning yarmi cho'l qumi bilan almashtirilgan 3-tarkibda mustahkamlikning oshishi qum zarralarining g'ovaklararo to'siqlarda qattiq "skelet" vazifasini bajarishi, to'siqlarning yupqalashishi va uzilishining oldini olishi bilan izohlanadi. Demak, ko'pikbeton mustahkamligi faqat sement miqdoriga emas, balki qattiq fazaning bir tekis taqsimlanishiga ham bog'liq; bu esa sement sarfini ikki baravar kamaytirish imkonini beradi.

Namlikning issiqlik o'tkazuvchanlikka ta'siri suvning issiqlik o'tkazuvchanligi (≈0,6 Vt/(m·K)) havonikidan (≈0,026 Vt/(m·K)) taxminan 23 marta yuqoriligi bilan bog'liq: g'ovaklardagi namlik "issiqlik ko'prigi" vazifasini bajaradi [3]. Olingan bog'liqlik (namlikning har 1% ga ortishi λ ni 1,5–2,7% ga oshiradi) ekspluatatsiya sharoitidagi issiqlik-texnik hisoblarda namlikni hisobga olish va zarurat bo'lganda gidrofobizatsiya choralarini ko'rish lozimligini ko'rsatadi. Bir xil D600 markali 1- va 2-namunalarda λ ning sezilarli farq qilishi (0,0705 va 0,1104 Vt/(m·K)) issiqlik o'tkazuvchanlikka zichlik bilan bir qatorda g'ovaklar o'lchami va taqsimoti ham ta'sir qilishini ko'rsatadi. Shu bilan birga, ishlab chiqilgan tarkiblarning mustahkamligi (0,9–1,8 MPa) issiqlik izolyatsion ko'pikbeton uchun xos darajada bo'lib, mustahkamlik va issiqlik izolyatsiyasi o'rtasidagi muvozanatni mineral qo'shimchalar yordamida yanada optimallashtirish keyingi tadqiqotlar vazifasi hisoblanadi.

Tadqiqot cheklovlari. Tadqiqot ikki xil sement, ikki qo'shimcha va uch xil ko'pikbeton tarkibi bilan cheklangan. Ko'pikbetonning uzoq muddatli chidamliligi (jumladan sovuqqa chidamliligi va kirishish deformatsiyasi) o'rganilmagan, ko'pik turg'unligi esa faqat ko'pikning hajm saqlash vaqti bo'yicha baholangan. Yuqorida keltirilgan mexanizmlar ishda bevosita (masalan, gidratatsiya issiqligini o'lchash yoki

mikrostruktura tahlili orqali) tekshirilmagan, shu sababli ular ehtimoliy izoh sifatida qaralishi lozim. Sherobod sementi uchun topilgan optimal doza (1,0% "Sikament RMC-519") faqat sinalgan materiallarga tegishli.

XULOSA

1. "Sikament RMC-519" superplastifikatorining Sherobod sementi uchun optimal miqdori 1,0% ni tashkil etib, sement toshining 7 va 28 kunlik mustahkamligini mos ravishda 30,8 va 22,8% ga oshiradi. "WEST" sementida suv-sement nisbati 0,27 dan 0,22 gacha kamaytirilganda 7 kunlik mustahkamlik 68,9% ga, 28 kunlik mustahkamlik 25,4% ga ortadi.
2. BAUCRETE 319 AES giperplastifikatori suvga talabchanlikni 25,9% ga kamaytiradi, biroq uning mustahkamlikka ta'siri nomonoton bo'lib, eng yuqori o'sish 7 kunlikda 0,5% dozada (+7,8%), 28 kunlikda 2,0% dozada (+5,8%) qayd etiladi; qo'shimchani suv miqdorini kamaytirmasdan qo'llash maqsadga muvofiq emas.
3. Ko'pik turg'unligi haroratga kuchli bog'liq: 12–20 °C da Zimpor va PB-Lyuks 20–29 daqiqa turg'unlikni ta'minlaydi, 50 °C da esa barcha moddalarning turg'unligi 3–8 daqiqagacha kamayadi.
4. Sement:qum = 1:1 nisbatdagi ko'pikbeton 447,5 kg/m³ zichlikda 1,8 MPa mustahkamlikka ega bo'lib, cho'l qumi sement sarfini ikki baravar kamaytirgan holda mustahkamlikni oshiradi.
5. Quritilgan namunalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,059–0,110 Vt/(m·K) bo'lib, GOST 25485 talablariga javob beradi; namlikning har 1% ga ortishi uni 1,5–2,7% ga oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. BAUCRETE 319 AES giperplastifikatori. Pasport № 155 (partiya № 1125, 04.11.2025). TI 308277930:01-2021. – Toshkent: “BAUCHEM” MCHJ, 2025.
2. Шахова Л.Д. Технология пенобетона. Теория и практика. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 248 с.
3. Портик А.А. Все о пенобетоне. – СПб., 2003. – 224 с.

4. 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.
5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
6. Орентлихер Л.П. Бетоны на пористых заполнителях в сборных железобетонных конструкциях. – М.: Стройиздат, 1983. – 144 с.
7. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. – М.–Л.: Госстройиздат, 1962.
8. Turapov F.X. Penobeton uchun xomashyolar tasnifi // Journal of Engineering, Mechanics and Modern Architecture (SamDAQU xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari). – 2023. – B. 162–165.
9. 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.
10. Turapov F.Kh. Investigation of the properties of foam generators // American Journal of Technology and Applied Sciences. – 2023. – Vol. 19. – P. 172–175.
11. Turapov F.X. Ko'pikbeton xossalariga qo'shimchalar ta'sirini tadqiq etish: monografiya. – 2025. – 119 b.
12. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. – М.: Химия, 1979. – 424 с.