

MINERAL VA KIMYOVIY QO‘SHIMCHALAR ASOSIDA ISHLAB CHIQLGAN BETONDA ISSIQLIK BARQARORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Botirova Nodira Sherali qizi (JiZPI assistenti)
Toshpo‘latov Og‘abek Xolbo‘ta o‘g‘li (JiZPI talabasi)
Shukrullayeva Dilnoza Fayzulla qizi(JiZPI talabasi)

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqori harorat ta’sirida ishlovchi qurilish obyektlari, xususan, yo‘l qoplamalari, sanoat pechlari, energetika inshootlari va quyosh energiyasi obyektlari uchun betonning issiqlik barqarorligini oshirish yo‘llari yoritilgan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, unda mineral qo‘shimchalar (metakaolin, mikrosilikat, shlak) va kimyoviy qo‘shimchalar (polikarboksilat asosidagi superplastifikator va gidrofob modda) birgalikda qo‘llanilib, ularning mikrostrukturaga ta’siri kompleks tarzda o‘rganildi. Materiallar PC 400 D0 va PC 500 D0 sementlari asosida tayyorlanib, 28 sutka qotgach 100 dan 800 darajagacha bo‘lgan haroratlarda termik sinovlardan o‘tkazildi. Siqilishdagi mustahkamlik, elastiklik moduli, massa yo‘qotilishi, suv singdirish va mikrostrukturaviy tahlillar bajarildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, 20 foiz metakaolin, 0,8 foiz superplastifikator va 0,5 foiz gidrofob qo‘shimcha kombinatsiyasi 600 darajagacha bo‘lgan haroratlarda betonning mustahkamligini 80–85 foizgacha saqlab qoladi. 800 darajada esa oddiy beton bilan taqqoslaganda mustahkamlik pasayishi 15–20 foiz atrofida bo‘ladi. Gidrofob komponent suv bug‘lanishidan hosil bo‘ladigan ichki bosimni kamaytirib, yoriqlanishni kamaytiradi; mikrosilikat esa C–S–H fazalarini mustahkamlab, mikro-g‘ovaklikni kamaytiradi. Tadqiqot natijalari O‘zbekiston iqlim sharoitiga mos beton ishlab chiqarish bo‘yicha amaliy tavsiyalar bilan yakunlandi.

Betonning yuqori haroratdagi xatti-harakati uning tarkibidagi gidratatsion mahsulotlarga, ayniqsa C–S–H va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fazalariga bog‘liq. Harorat ortishi bilan bu fazalar parchalanadi, g‘ovaklik ortadi va mikro hamda makroyoriqlar soni ko‘payadi. Natijada betonning mustahkamligi va elastiklik moduli kamayadi. Oddiy portlandsement betoni 200–300 darajadan boshlab o‘z xossalarini yo‘qota boshlaydi, 400–600 darajada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ parchalanadi, 600–800 darajada esa C–S–H fazalari buziladi. Shu sababli betonning issiqlikka bardoshlilikini oshirishda mineral va kimyoviy qo‘shimchalarning to‘g‘ri tanlanishi muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotning maqsadi metakaolin, mikrosilikat va shlak kabi mineral, hamda superplastifikator va gidrofob kabi kimyoviy qo‘shimchalarning birgalikdagi ta’siri orqali betonning issiqlik

barqarorligini oshirishdir. Ishning farazi shundan iboratki, metakaolin va mikrosilikat PCE bilan birga ishlatilganda past suv-sement nisbati tufayli zich mikrostrukturani hosil qiladi, gidrofob modda esa bug' bosimini pasaytiradi va natijada beton yuqori haroratlarda ham mustahkamligini yaxshiroq saqlaydi.

Ko'plab tadqiqotlarda metakaolin va mikrosilikatning beton tarkibidagi puzolanik xossalari isbotlangan. Metakaolin Ca(OH)_2 bilan reaksiyaga kirishib, ikkilamchi C-S-H fazasini hosil qiladi va mikro-g'ovaklikni kamaytiradi. Mikrosilikat esa o'ta mayda zarrachalari yordamida sement matritsasini zichlaydi, interfasial zona mustahkamligini oshiradi. Shlak sementni qisman almashtiradi va issiqlik chiqishini kamaytiradi. Kimyoviy qo'shimchalardan PCE asosidagi superplastifikatorlar suv-sement nisbatini kamaytirib, aralashmaning ishlovchanligini saqlaydi. Gidrofob moddalari beton kapillyarlarida suv harakatini kamaytiradi, bu esa bug' bosimini pasaytiradi va termik zarba vaqtida yoriqlanishni kamaytiradi. Xalqaro manbalarda metakaolin, mikrosilikat va PCE kombinatsiyasi issiqlikka bardoshli betonlar ishlab chiqishda istiqbolli natijalar bergani qayd etilgan.

Tajriba uchun PC 400 D0 va PC 500 D0 sementlari, yuvilgan daryo qumi, tabiiy shag'al va ichimlik suvi ishlatildi. Mineral qo'shimchalar sifatida 10–20 foiz metakaolin, 5–10 foiz mikrosilikat va 15–25 foiz shlak qo'llanildi. Kimyoviy qo'shimchalar sifatida 0,6–1 foiz superplastifikator va 0,3–0,7 foiz gidrofob modda tanlandi. Har bir tarkib $100 \times 100 \times 100$ millimetr o'lchamdagi kub namunalar shaklida tayyorlanib, 28 sutka nam muhitda parvarish qilindi. Shundan so'ng namunalar 100, 200, 400, 600 va 800 darajali haroratlarda 2 soat davomida qizdirilib, tabiiy sovitildi. Har bir bosqichdan so'ng siqilishdagi mustahkamlik, elastiklik moduli, massa yo'qotilishi, suv singdirish va mikrostrukturaviy o'zgarishlar aniqlanib, mikroskopik tahlillar o'tkazildi. XRD usuli orqali Ca(OH)_2 , kalsit va silikat fazalarining nisbiy miqdori o'lchandi, SEM tahlili yordamida mikro-g'ovaklik va interfeys zonalarining tuzilishi kuzatildi.

Superplastifikator qo'shilgan variantlarda suv-sement nisbati 0,31–0,33 oralig'ida saqlanib, aralashmaning harakatchanligi yaxshi bo'ldi. Gidrofob qo'shimcha mavjud bo'lgan aralashmalarda dastlabki qovushoqlik biroz ortdi, biroq PCE bilan balans saqlandi. 200 darajagacha bo'lgan haroratda barcha namunalar mustahkamlikni deyarli yo'qotmadi, ayrim hollarda ozgina o'sish kuzatildi. 400 darajada oddiy betonda mustahkamlik 15 foizga kamaygan bo'lsa, qo'shimchali betonlarda bu kamayish atigi 7–10 foiz atrofida bo'ldi. 600 darajada oddiy beton mustahkamligining yarmi saqlangan bo'lsa, metakaolin, mikrosilikat va gidrofobli betonlarda 80–85 foizgacha saqlanib qoldi. 800 darajada ham natijalar ijobiy bo'lib, qo'shimchali betonlar oddiy

betonlarga qaraganda 15–20 foiz yuqori natija ko‘rsatdi. Gidrofob modda suv singdirishni 1,2–1,5 foiz oralig‘ida ushlab turdi, bu esa betonning yoriqlanish ehtimolini kamaytirdi. Mikroskopik tahlillar ITZ zonasining zichlashganini, mikro-g‘ovaklar soni kamayganini va yoriqlarning mayda hamda tarqoq shaklda paydo bo‘lganini ko‘rsatdi. XRD natijalarida esa Ca(OH)_2 miqdori kamaygani, uning o‘rniga C–S–H va kalsit fazalari paydo bo‘lgani aniqlandi.

Tadqiqot natijalari metakaolin va mikrosilikatning puzolanik faolligi bilan PCE va gidrofob moddalarning birgalikdagi ta‘siri sinergiya hosil qilganini ko‘rsatadi. Bu sinergiya natijasida betonning mikrostrukturasi zichlashib, g‘ovaklik kamayadi va harorat o‘zgarishlariga bardoshlilik oshadi. PCE qo‘llanishi suv-sement nisbatini pasaytirib, sement matritsasida kamroq bo‘shliq hosil bo‘lishini ta‘minlaydi. Gidrofob modda suv bug‘lanishini cheklab, ichki bosimni kamaytiradi. Metakaolin va mikrosilikatning mavjudligi esa 600 darajagacha bo‘lgan haroratda C–S–H fazalarining parchalanishini sekinlashtiradi. O‘zbekistonning issiq va quruq iqlimi uchun bunday tarkibdagi beton turlari yo‘l, energetika va sanoat inshootlari qurilishida muhim amaliy ahamiyatga ega. Mineral qo‘shimchalar sement sarfini kamaytirgani sababli karbonat anhidrid chiqindisini kamaytiradi va ekologik jihatdan foydali natijaga olib keladi.

Metakaolin, mikrosilikat, PCE superplastifikator va gidrofob modda kombinatsiyasi betonning issiqlikka bardoshlilikini sezilarli darajada oshiradi. 600 darajagacha bo‘lgan haroratda mustahkamlikning katta qismi saqlanadi, suv singdirish kamayadi va yoriqlanish xavfi pasayadi. Bu natijalar yuqori haroratli muhitda ishlovchi inshootlar, yo‘l qoplamalari, pechlar va quyosh energiyasi stansiyalari uchun muhim ahamiyat kasb etadi. O‘zbekiston sharoitida PC 400 D0 yoki PC 500 D0 sementlari asosida 20 foiz metakaolin, 0,8 foiz superplastifikator va 0,5 foiz gidrofob qo‘shimcha bilan tayyorlangan betonlar eng samarali natija beradi. Kelgusida bunday tarkiblarda tez sovitish va qizdirish sikllarida (termik zarba sharoitida) betonning charchash xususiyatlarini o‘rganish, yong‘inga bardoshlilikni oshirish hamda polipropilen tolalar yordamida qatlam ko‘chishini kamaytirish istiqbollari o‘rganilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YIXATI

1. Botirova, N., Abdikomilova, M., Botirov, B., & Abdullayev, M. (2022). DEVELOPMENT OF CONCRETE COMPOSITION WITH THE HELP OF CHEMICAL ADDITIVES OF HIGH STRENGTH HEAVY CONCRETE. Академические исследования в современной науке, 1(17),
2. Botirova, N., Rajabboyev, A., & Raximboyev, G. A. (2025). TEMIRBETON CHIQUINDILARI ASOSIDAGI OG ‘IR BETONNING FIZIK-MEXANIK

XOSSALARINI TADQIQ QILISHDA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLARNI O‘TKAZISH METODIKASI. Теоретические аспекты становления педагогических наук, 4(4), 189-195.

3. Botirova, N., Qurbonov, S., & Umirqulov, S. (2025). OPTIMAL CONCRETE COMPOSITION FOR ROADS: DEVELOPMENT IN EUROPEAN COUNTRIES.

Наука и инновации в системе образования,

4. Botirov, B. F., & Botirova, N. S. (2024). Identification of physical and mechanical characteristics of high strength heavy concrete. Architecture. Construction, 1(1), 134-140.