RESEARCH FOCUS
xalqaro ilmiy jurnali
hamkorligida

DOI
10.66073/ReFocus-Conf/0910013

QR-kod maqolaning DOI sahifasini ochadi

SAHIFALAR 90–93
TIL O‘zbek

IQTIBOS UCHUN
Najimova Sarbinaz Karamatdinovna, Abilova Amina Janabayevna. Xo‘jakul kaolin gili va Tebinbuloq titanomagnetit chiqindilari asosida past klinkerli kompozitsion sementning fizik-kimyoviy va mustahkamlik xossalari // «O‘zbekiston olima ayollarining mamlakat taraqqiyotiga qo‘shayotgan hissasi» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari (Nukus, 2026-yil 9–10-oktyabr). – Nukus, 2026. – B. 90–93. – DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/0910013

UDK: 666.9.015

XO‘JAKUL KAOLIN GILI VA TEBINBULOQ TITANOMAGNETIT CHIQINDILARI ASOSIDA PAST KLINKERLI KOMPOZITSION SEMENTNING FIZIK-KIMYOVIY VA MUSTAHKAMLIK XOSSALARI

Najimova Sarbinaz Karamatdinovna
Bazaviy doktorant, Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Qoraqalpog‘iston bo‘limi
E-mail: najimova.sarbinaz@aknuk.uz
Abilova Amina Janabayevna
Kimyo fanlari doktori (DSc), «Nanotexnologiyalar va materiallar kimyosi» laboratoriyasi mudiri, Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Qoraqalpog‘iston bo‘limi
E-mail: abilova.amina@aknuk.uz

Annotatsiya: Maqolada Qoraqalpog‘iston Respublikasining mahalliy mineral xomashyolari asosida klinker miqdori kamaytirilgan kompozitsion sement olish imkoniyati o‘rganildi. Xo‘jakul kaolin gili 800 °C da termik faollashtirilib, metakaolin, Tebinbuloq titanomagnetitni boyitish jarayonida hosil bo‘lgan temirli texnogen material esa mineral komponent sifatida qo‘llanildi. Asosiy tarkib 80% klinker, 12% termik faollashtirilgan kaolin, 5% titanomagnetitli texnogen material va 3% gipsdan iborat bo‘ldi; nazorat tarkibi 97% klinker va 3% gipsdan tashkil topdi. 40×40×160 mm o‘lchamdagi namunalar 3, 7, 14 va 28 sutkalik qotish muddatlarida sinovdan o‘tkazildi. MKT-3 ning 28 sutkalik siqilishdagi mustahkamligi 53,5 MPa bo‘lib, nazorat tarkibining 96,9% darajasida saqlandi, klinker ulushi esa 17 foiz punktiga qisqartirildi. Natijalar termik faollashtirilgan kaolin va temirli texnogen materialni birgalikda qo‘llash orqali klinker sarfini kamaytirgan holda mexanik mustahkamlikni saqlash mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: kompozitsion sement, past klinkerli sement, kaolin gili, metakaolin, titanomagnetit, texnogen material, gidratatsiya, mineral komponent, mustahkamlik, mahalliy xomashyo.

Kirish. Portlandsement ishlab chiqarishda klinkerning yuqori ulushi energiya sarfi va karbonat xomashyosining termik parchalanishi bilan bog‘liq ekologik yuklamani oshiradi. Shu bois klinkerning bir qismini mineral komponentlar va termik faollashtirilgan alumosilikatlar bilan almashtirish zamonaviy sement texnologiyasining muhim yo‘nalishidir. Kaltsinlangan kaolin asosidagi sement tizimlarida metakaolinning gidratatsiyadagi roli va kalsiyli komponentlar bilan o‘zaro ta’siri keng o‘rganilgan [1, 2].

Kaolinning termik faollashuvi kaolinit kristall tuzilmasini buzib, yuqori reaktivlikka ega metakaolin hosil qiladi. Uning sement tizimidagi faolligi kimyoviy va mineralogik tarkib, termik ishlov harorati hamda davomiyligiga bog‘liq [1, 3].

Qoraqalpog‘iston kaolin xomashyosi va temirga boy texnogen mineral materiallardan birgalikda foydalanish mahalliy xomashyo bazasidan foydalanish va klinker sarfini kamaytirish

nuqtai nazaridan qiziqish uyg‘otadi. Xo‘jakul kaolin gili va Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materiali asosidagi past klinkerli kompozitsion sement avvalgi tadqiqotimizda mikrostrukturaviy va mexanik jihatdan baholangan [4], ularning morfologik va element tarkibi esa SEM–EDS orqali tavsiflangan [5].

Tadqiqotning maqsadi Xo‘jakul kaolin gilini termik faollashtirish va Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialidan foydalanish asosida klinker miqdori kamaytirilgan kompozitsion sementning mustahkamligini aniqlash hamda natijalarni nazorat tarkibi bilan taqqoslashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari. Xo‘jakul kaolin gilini 800 °C da termik faollashtirish; Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialini mineral komponent sifatida qo‘llash; klinker miqdori kamaytirilgan kompozitsion sement namunalarining siqilishdagi mustahkamligini belgilangan qotish muddatlarida aniqlash va natijalarni nazorat tarkibi bilan taqqoslash.

Materiallar va tadqiqot usullari. Tadqiqotda portlandsement klinkeri, Xo‘jakul kaolin gili, Tebinbuloq titanomagnetitni boyitish jarayonida hosil bo‘lgan temirli texnogen mineral material va gips ishlatildi.

Xo‘jakul kaolin gilining asosiy kimyoviy tarkibi SiO_2–69,07 %, Al_2O_3–21,43 %, Fe_2O_3–1,85 % va qizdirishda yo‘qotish–6,00 % ni tashkil etdi. Kaolinga 800 °C da 60 minut davomida termik ishlov berilib, MK-800 metakaolin olindi. Jarayon kaolinit strukturasini buzish va reaktiv alumosilikat fazani shakllantirish uchun amalga oshirildi [1, 3].

Asosiy kompozitsiyaning tarkibi quyidagicha bo‘ldi:

1-jadval. Asosiy kompozitsiya (MKT-3) komponentlarining miqdori, massa %

Komponent	**Miqdori, massa %**
Klinker	80
Termik faollashtirilgan kaolin (MK-800)	12
Titanomagnetitli texnogen material	5
Gips	3
Jami	100

Nazorat tarkibi 97 % klinker va 3 % gipsdan iborat bo‘ldi. MKT-3 da klinker miqdori 97 % dan 80 % gacha, ya’ni 17 foiz punktiga kamaytirildi.

Komponentlar 0,08 mm elakdan o‘tkazilib, belgilangan nisbatlarda aralashtirildi. 40×40×160 mm o‘lchamdagi namunalar GOST 310.4-81 da qo‘llaniladigan prizmatik namunalar geometriyasiga mos tayyorlandi. Mazkur standart egilish va siqilishdagi mustahkamlikni aniqlashni hamda sement-qum qorishmasidan foydalanishni nazarda tutadi.

Namunalar 3, 7, 14 va 28 sutka davomida qotirildi. Har bir tarkib va muddat uchun uchta namuna sinovdan o‘tkazilib, siqilishdagi mustahkamlik aniqlandi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Nazorat va tajriba tarkiblarining qotish muddatiga bog‘liq siqilishdagi mustahkamlik ko‘rsatkichlari 2-jadvalda keltirilgan.

MKT-2 va MKT-3 tarkiblarida dastlabki qotish bosqichlarida nazoratga nisbatan biroz yuqori mustahkamlik kuzatildi. MKT-3 ning 3 sutkadagi ko‘rsatkichi 29,1 MPa bo‘lib, nazoratdan 0,7 MPa yuqori; 7 sutkada farq 1,3 MPa, 14 sutkada esa 1,5 MPa ni tashkil etdi.

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/0910013

2-jadval. Tadqiq etilgan kompozit sementlarning tarkibi va turli muddatlarda qotishdagi siqilishdagi mustahkamligi

Tarkib	3 sutka (MPa)	7 sutka (MPa)	14 sutka (MPa)	28 sutka (MPa)
Nazorat 97% klinker+3% gips	28,4	39,2	48,1	55,2
MKT -2 (82%klinker, metakaolin10%, 5% titanomagnetit, 3%gips)	28,7	39,8	48,5	52,9
MKT-3 (80%klinker, metakaolin12%, 5% titanomagnetit, 3%gips)	29,1	40,5	49,6	53,5

28 sutkada MKT-3 ning siqilishdagi mustahkamligi 53,5 MPa, nazorat tarkibida 55,2 MPa bo‘ldi. Mutlaq farq 1,7 MPa, nisbiy farq taxminan 3,1 % ni tashkil etdi; MKT-3 mustahkamligi nazorat qiymatining 96,9 % iga teng bo‘ldi.

Klinker ulushi 97 % dan 80 % gacha kamaytirilganiga qaramay, MKT-3 ning 28 sutkalik mustahkamligi nazoratga yaqin saqlangan. Bu termik faollashtirilgan kaolinning faol mineral komponent sifatidagi rolini ko‘rsatishi mumkin. 800 °C dagi ishlov kaolinit kristall tuzilmasini buzib, reaktiv alumosilikat fazaning shakllanishiga sharoit yaratadi. Gidratatsiya jarayonida u kalsiyli gidratatsiya mahsulotlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, qo‘shimcha bog‘lovchi fazalar hosil bo‘lishiga hissa qo‘shishi mumkin [1, 2]. Kaltsinlangan kaolinning sement tizimlaridagi faolligi va mexanik xossalarga ta’siri avvalgi tadqiqotlarda ham qayd etilgan [3].

Avvalgi SEM–EDS tadqiqotimizda Xo‘jakul kaolin gili asosidagi MK-800 ning morfologik va element tarkibi tavsiflangan. Metakaolindagi kremniy va alyuminiyning yuqori ulushi uning alumosilikat tabiatini ko‘rsatadi [4-5]. Bu ma’lumotlar MK-800 ning kompozitsion sementdagi mineral komponent sifatidagi qo‘llanishini asoslashga xizmat qiladi.

Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialining ta’sirini esa ehtiyotkorlik bilan talqin qilish lozim. Tadqiqot sharoitida u klinker mineralizatori emas, balki temirga boy mineral texnogen komponent sifatida qaraldi. Mayda dispers zarrachalar granulometrik joylashuv va qattiq fazalar orasidagi kontaktlarning shakllanishiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Avvalgi tadqiqotda Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialining past klinkerli kompozitsion sementdagi mineral komponent sifatidagi qo‘llanish imkoniyati baholangan [4]. SEM–EDS natijalari uning tarkibida Fe, Si, Mg, Al va Ti mavjudligini ko‘rsatgan [5]. Shuning uchun MKT-3 mustahkamligini faqat titanomagnetitli komponentning alohida ta’siri bilan izohlash mumkin emas. Kuzatilgan natija klinker, termik faollashtirilgan kaolin, titanomagnetitli texnogen material va gipsning kompleks fizik-kimyoviy hamda strukturaviy ta’siri bilan bog‘liq. Alohida TMT-nazorat tarkibi mavjud emasligi sababli uning mustaqil hissasini ajratib ko‘rsatish imkoni yo‘q.

MKT-3 da klinker 17 foiz punktiga kamaytirilgan holda 28 sutkalik mustahkamlikning nazoratga yaqin saqlanishi mahalliy mineral komponentlardan foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi va Xo‘jakul metakaolini hamda Tebinbuloq titanomagnetitli materialini kombinatsiyalangan qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlarni davom ettirish uchun asos yaratadi [5].

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/0910013

Xulosa. Xo‘jakul kaolin gili 800 °C da 60 minut davomida termik faollashtirilib, MK-800 metakaolin olindi. 80 % klinker, 12 % MK-800, 5 % Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen material va 3 % gipsdan iborat MKT-3 tarkibi 28 sutkada 53,5 MPa siqilishdagi mustahkamlikni ko‘rsatdi. Klinker miqdori nazoratdagi 97 % dan 80 % gacha, ya’ni 17 foiz punktiga kamaytirilgan bo‘lsa-da, mustahkamlik nazorat qiymatining 96,9 % darajasida saqlandi. Dastlabki qotish bosqichlarida MKT-3 mustahkamligi nazoratdan yuqori bo‘lib, 28 sutkada farq 1,7 MPa yoki taxminan 3,1 % ni tashkil etdi.

Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialining alohida ta’sir mexanizmini ajratish mumkin emas; natija klinker, metakaolin, titanomagnetitli komponent va gipsning kompleks o‘zaro ta’siri bilan izohlanadi. Umuman, Xo‘jakul kaolin gili va Tebinbuloq titanomagnetitli texnogen materialidan foydalanish klinker miqdori kamaytirilgan kompozitsion sement olish imkoniyatini ko‘rsatdi. Kelgusida gidratatsiya mahsulotlari, fazaviy tarkib, mikrostrukturaviy rivojlanish va uzoq muddatli mustahkamlik o‘rtasidagi bog‘liqlikni kompleks baholash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Avet F., Scrivener K. Investigation of the calcined kaolinite content on the hydration of Limestone Calcined Clay Cement (LC³) // Cement and Concrete Research.–2018.–Vol.107.–P.124–135.DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.02.016.

2. Scrivener K., Martirena F., Bishnoi S., Maity S. Calcined clay limestone cements (LC³) // Cement and Concrete Research. – 2018. – Vol. 114. – P. 49–56. DOI: 10.1016/j.cemconres.2017.08.017.

3. Said-Mansour M., Kadri E.-H., Kenai S., Ghrici M., Bennaceur R. Influence of calcined kaolin on mortar properties // Construction and Building Materials. –2011.–Vol.25,No. 5. – P. 2275–2282. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2010.11.017.

4. Niyazimbetova S.A., Najimova S.K., Abilov J.J., Abilova A.J., Jumambetova N.A. Influence of calcined clay and titanomagnetite tailings on the microstructure and mechanical properties of low-carbon composite cement // Science and Education in Karakalpakstan. – 2026– № 3/1. – ISSN 2181-9203.

5. Najimova S.K., Abilova A.J., Niyazymbetova S.A., Jumambetova N.A. Морфологическая и элементная характеристика минеральных компонентов для низкоуглеродного композиционного цемента по данным SEM-EDS // International Conference on Sustainable Development, Artificial Intelligence and Global Innovation (SDAIGI–2026). – P. 118–119.

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/0910013