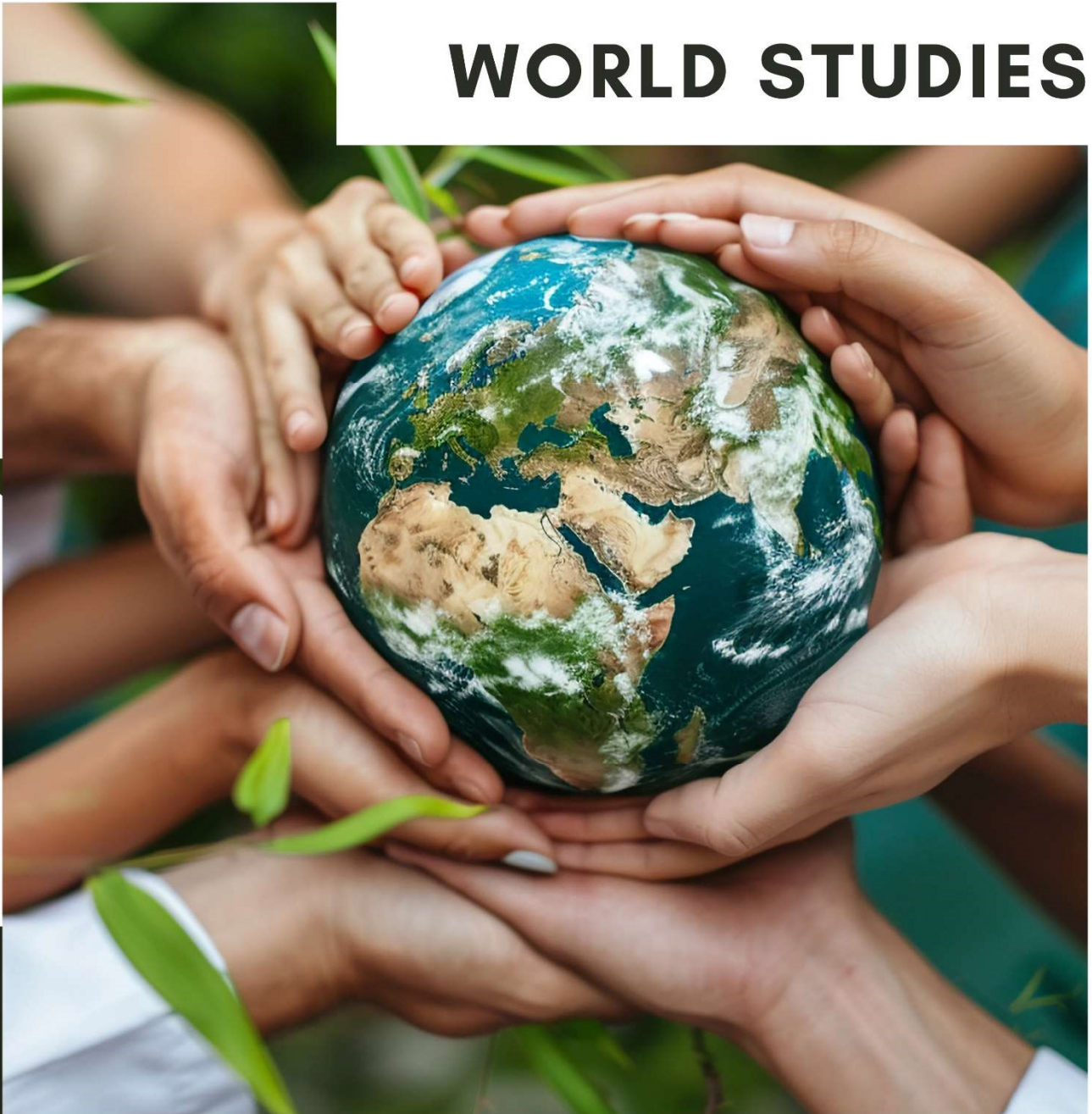


VOL 4. ISSUE 10

JOURNAL OF CONTEMPORARY WORLD STUDIES



zenodo

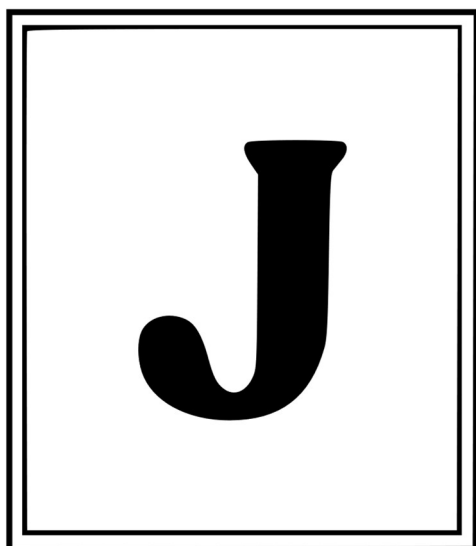
OpenAIRE | EXPLORE

ISSN

INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

ISSN:
3030-3311

VOLUME | 4 ISSUE | 10 | JUNE | 2026



JCWS

PORTLANDSEMENT TARKIBIGA FAOL MINERAL QO'SHIMCHALAR KIRITISH ORQALI BETONNING SUV O'TKAZUVCHANLIGINI KAMAYTIRISH

Mahmudov Doston Farhod o'g'li

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali

Xodimlar bo'limi xodimlar bo'yicha muhandis

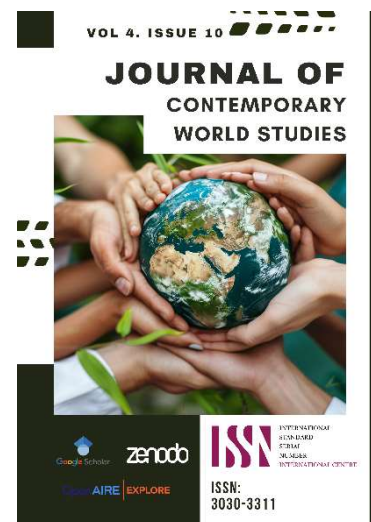
e-mail: mahmudovdoston@gmail.com

ANNOTATION:

Ushbu maqolada portlandsement asosidagi beton tarkibiga faol mineral qo'shimchalar kiritish orqali uning suv o'tkazuvchanligini kamaytirish masalalari tizimli tahlil qilingan. Betonning suv o'tkazuvchanligi uning uzoq muddatli mustahkamligi, armaturaning korroziyaga chidamliligi va agressiv muhitlarga (xlorid, sulfat ionlari) bardoshligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Kremniy changi, metakaolin, uchuvchi kul, granulalangan domna shlaki va tabiiy pussolanlar kabi faol mineral qo'shimchalarning pussolan reaksiyasi orqali beton g'ovak tuzilishini zichlashtirish mexanizmi o'rganilgan hamda ularning tavsiya etiladigan dozalari va qo'shimcha samaralari qiyosiy tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida amaliyotda qo'llash uchun konkret tavsiyalar ishlab chiqilgan.

KEYWORDS:

portlandsement, faol mineral qo'shimcha, suv o'tkazuvchanlik, pussolan reaksiyasi, kremniy changi, metakaolin, uchuvchi kul, betonning bardoshliligi, kapillyar g'ovaklik.



June 25, 2026,
Published Date:
June 30, 2026

Journal Website:

<https://d-pressa.com/index.php/jcws/>

License



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

KIRISH

Beton konstruksiyalarning uzoq muddatli ekspluatatsiya davomida ishonchli xizmat qilishi ko'p jihatdan uning suv va agressiv eritmalarga nisbatan o'tkazuvchanlik darajasiga bog'liq. Yuqori suv o'tkazuvchanlikka ega beton konstruksiyalarida namlik va u bilan birga kiruvchi xlorid hamda sulfat ionlari armatura po'latining korroziyalanishini tezlashtiradi, bu esa konstruksiyaning erta muddatda buzilishiga va ta'mirlash xarajatlarining oshishiga olib keladi. Shu sababli suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish beton texnologiyasi va konstruksiyalar bardoshlilikini ta'minlashning eng muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

An'anaviy portlandsement asosidagi beton tarkibida sement gidratatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan kaltsiy gidroksid va boshqa gidratatsiya mahsulotlari orasida kapillyar g'ovaklar saqlanib qoladi, bu g'ovaklar orqali suv va agressiv ionlar konstruksiya ichkarisiga kirib borishi mumkin. Ushbu muammoni hal etishning samarali yo'llaridan biri — beton tarkibiga faol mineral qo'shimchalarni kiritishdir, ular pussolan reaksiyasi orqali erkin kaltsiy gidroksid bilan bog'lanib, qo'shimcha bog'lovchi mahsulotlar hosil qiladi va shu orqali beton g'ovak tuzilishini zichlashtiradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — portlandsement tarkibiga kiritiladigan turli faol mineral qo'shimchalarning betonning suv o'tkazuvchanligini kamaytirishdagi samaradorligini tahlil qilish va ularni amaliyotga tatbiq etish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: faol mineral qo'shimchalarning pussolan reaksiyasi mexanizmini nazariy jihatdan asoslash; turli qo'shimcha turlarining suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish samaradorligini qiyosiy tahlil

qilish; qo'shimchalarning optimal dozalari va amaliy qo'llash yo'nalishlarini aniqlash.

MAVZUGA

OID

ADABIYOTLAR SHARHI

Faol mineral qo'shimchalar (pussolanlar)ning kimyoviy-mineralogik tasnifi va sifat talablari xalqaro standartlarda, xususan ASTM C618 standartida, batafsil belgilangan bo'lib, unda tabiiy pussolanlar, uchuvchi kul va boshqa kremniyli-alyuminiyli materiallarning pussolan faolligiga qo'yiladigan talablar keltirilgan [1]. Pussolan reaksiyasining nazariy asoslari sement kimyosiga oid fundamental adabiyotlarda keng yoritilgan bo'lib, unga ko'ra faol mineral qo'shimchalar tarkibidagi amorf kremniy dioksidi sement gidratatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan erkin kaltsiy gidroksid bilan reaksiyaga kirishib, qo'shimcha kaltsiy gidrosilikatlarni hosil qiladi, bu esa beton matritsasining zichligini oshiradi [2].

Betonning suv o'tkazuvchanligini baholash metodologiyasi xalqaro standartlarda, jumladan EN 12390-8 (bosim ostida suv kirib borish chuqurligini aniqlash) standartida belgilangan bo'lib, ushbu metod turli tadqiqotlarda faol mineral qo'shimchalarning samaradorligini baholash uchun keng qo'llaniladi [3]. Kremniy changi va metakaolinning betonning kapillyar g'ovakligini kamaytirishdagi yuqori samaradorligi bo'yicha ko'plab tajriba-tadqiqot ishlari mavjud bo'lib, ularda ushbu qo'shimchalarning ultra mayda zarracha o'lchami va yuqori pussolan faolligi asosiy omil sifatida ko'rsatilgan [4].

Uchuvchi kul va granulalangan domna shlakining uzoq muddatli bardoshlilik ko'rsatkichlariga, xususan xlorid ionlari diffuziyasiga qarshilikka ta'siriga bag'ishlangan tadqiqotlarda ushbu qo'shimchalarning sekin kechuvchi, ammo barqaror pussolan-gidravlik reaksiyasi

tufayli uzoq muddatda beton zichligini sezilarli oshirishi ko'rsatilgan [5]. Markaziy Osiyo mintaqasida mavjud tabiiy pussolan xom ashyo (vulqon kuli, trepel) zahiralardan foydalanish salohiyatiga bag'ishlangan mahalliy tadqiqotlar ham mavjud, biroq turli faol mineral qo'shimchalarning suv o'tkazuvchanlikni kamaytirishdagi samaradorligini yagona qiyosiy tizim asosida, dozlash tavsiyalari bilan birga taqdim etuvchi kompleks tadqiqotlar hali yetarli emas, bu esa ushbu maqolaning ilmiy-amaliy yangiligini belgilaydi [6].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda qiyosiy-tahliliy va tizimli yondashuv metodlaridan foydalanildi. Beton tarkibiga kiritiladigan beshta asosiy faol mineral qo'shimcha turi — kremniy changi, metakaolin, uchuvchi kul, granulalangan domna shlaki va tabiiy pussolanlar — tanlab olindi. Ushbu qo'shimchalarni tanlashda ularning pussolan faolligi darajasi, xalqaro standartlarda tan olinganligi hamda mahalliy sharoitda resurs bazasining

mavjudligi asosiy mezon sifatida hisobga olindi.

Tadqiqot jarayonida quyidagi metodlardan foydalanildi: standartlar va ilmiy-me'yoriy hujjatlarni kontent-tahlil qilish, har bir qo'shimcha turi bo'yicha suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish mexanizmini nazariy jihatdan tizimlashtirish, hamda qo'shimcha turlari va ularning tavsiya etiladigan dozalarini qiyoslash uchun qiyosiy tahlil. Tahlil ikki bosqichda amalga oshirildi: birinchi bosqichda har bir qo'shimcha turining kimyoviy-fizik ta'sir mexanizmi alohida-alohida o'rganildi; ikkinchi bosqichda ushbu ma'lumotlar umumiy jadvalga solinib, amaliy tatbiq etish bo'yicha tavsiyalar shakllantirildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

O'tkazilgan tahlil natijasida beton tarkibiga kiritiladigan beshta asosiy faol mineral qo'shimchaning suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish mexanizmi va samaradorligi bo'yicha o'ziga xos xususiyatlari aniqlandi. Quyidagi jadvalda ushbu qo'shimchalar, ularning ta'sir mexanizmi, tavsiya etiladigan dozasi va qo'shimcha samarasi umumlashtirilgan.

Faol mineral qo'shimcha	Suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish mexanizmi	Tavsiya etiladigan doza (sement massasiga %)	Qo'shimcha samarasi
Kremniy changi (silika fume)	Ultra mayda zarrachalari orqali g'ovaklarni fizik to'ldirish va kuchli pussolan reaksiyasi	5–10%	Mustahkamlikni ham sezilarli oshiradi, biroq ishlanuvchanlikni pasaytiradi
Metakaolin	Yuqori reaktivlikka ega pussolan reaksiyasi orqali kaltsiy gidroksidni bog'lash	10–15%	Kapillyar g'ovaklikni sezilarli kamaytiradi, rangi och bo'lgani sababli arxitektura betonida qulay
Uchuvchi kul (fly ash)	Sekin kechuvchi pussolan reaksiyasi va sharsimon zarrachalar orqali g'ovak tuzilishini zichlashtirish	15–30%	Uzoq muddatli suv o'tkazmaslikni yaxshilaydi, erta yoshdagi mustahkamlikni sekinlashtiradi

Faol mineral qo'shimcha	Suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish mexanizmi	Tavsiya etiladigan doza (sement massasiga %)	Qo'shimcha samarasi
Granulalangan domna shlaki	Gidravlik-pussolan xususiyati orqali beton matritsasini zichlashtirish	20–40%	Xlorid va sulfat ionlari diffuziyasiga qarshilikni sezilarli oshiradi
Tabiiy pussolanlar (vulqon kuli, trepel)	O'rtacha reaktivlikka ega pussolan reaksiyasi orqali g'ovak tuzilishini qisman zichlashtirish	10–20%	Mahalliy xom ashyo bazasiga tayangan holda iqtisodiy jihatdan maqbul

Tahlil shuni ko'rsatadiki, kremniy changi va metakaolin ultra mayda zarracha o'lchami va yuqori pussolan faolligi hisobiga eng tezkor va sezilarli natija beradi — bu qo'shimchalar nafaqat kimyoviy reaksiya orqali, balki fizik jihatdan ham g'ovaklarni to'ldirish (mikrofiller effekti) orqali beton zichligini oshiradi. Biroq bu ikki qo'shimchani yuqori solishtirma yuzasi aralashmaning suv talabini oshiradi, shu sababli ularni qo'llashda superplastifikatorlardan birgalikda foydalanish tavsiya etiladi.

Uchuvchi kul va granulalangan domna shlaki, aksincha, sekinroq kechuvchi, ammo uzoq muddatda barqaror pussolan-gidravlik reaksiyasi orqali natija beradi — bu qo'shimchalar erta yoshdagi mustahkamlikni biroz sekinlashtirsa-da, 28 kundan keyingi va undan uzoqroq muddatlarda beton zichligi va xlorid ionlariga qarshiligini sezilarli darajada oshiradi, bu esa ularni suv inshootlari, ko'prik tayanchlari va boshqa uzoq muddatli agressiv muhitga duch keladigan konstruksiyalar uchun ayniqsa maqbul qiladi. Tabiiy pussolanlar o'rtacha samaradorlik ko'rsatsa-da, mahalliy xom ashyo bazasiga asoslanganligi sababli iqtisodiy jihatdan eng maqbul variant sifatida ajralib turadi.

Umumiy tahlil shuni ko'rsatadiki, faol mineral qo'shimchalarni tanlashda faqat suv o'tkazuvchanlikni kamaytirish

samarasiga emas, balki konstruksiyani ekspluatatsiya sharoiti (erta yoshdagi mustahkamlik talabi, agressiv muhit turi, iqtisodiy imkoniyatlar) ga ham e'tibor qaratish zarur. Bir nechta qo'shimchani birgalikda (masalan, kremniy changi va uchuvchi kulni) qo'llash orqali ham tezkor, ham uzoq muddatli zichlashtirish samarasiga erishish mumkinligi alohida ta'kidlanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan tadqiqot natijasida shuni xulosa qilish mumkinki, portlandsement tarkibiga faol mineral qo'shimchalar kiritish betonning suv o'tkazuvchanligini kamaytirishning samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul usuli hisoblanadi, biroq qo'shimcha turini tanlash konstruksiyani ekspluatatsiya sharoiti va texnik talablariga mos ravishda amalga oshirilishi zarur. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi amaliy takliflar ishlab chiqildi:

1. Suv inshootlari, hovuzlar va boshqa doimiy namlik ta'sirida bo'ladigan konstruksiyalarda kremniy changi yoki metakaolin asosidagi qo'shimchalarni superplastifikator bilan birgalikda qo'llashni tavsiya etish.

2. Ko'prik tayanchlari, dengiz va daryo bo'yidagi inshootlar kabi xlorid va sulfat ta'siriga uzoq muddat duch keladigan konstruksiyalarda granulalangan domna shlaki yoki uchuvchi kul asosidagi

qo'shimchalarni yuqori foizda (20–40%) qo'llash.

3. Mahalliy tabiiy pussolan xom ashyo zahiralarini geologik jihatdan baholash va ularni kichik hamda o'rta hajmdagi qurilish loyihalarida iqtisodiy jihatdan maqbul qo'shimcha sifatida qo'llashni rag'batlantirish.

4. Erta yoshdagi mustahkamlik talab qilinadigan loyihalarda tezkor va uzoq muddatli qo'shimchalarni (masalan, kremniy changi va uchuvchi kulni) kombinatsiyalab qo'llash orqali muvozanatlangan natijaga erishish.

5. Faol mineral qo'shimchalar qo'llanilgan beton tarkiblarini loyihalashda suv o'tkazuvchanlik sinovlarini (EN 12390-8 yoki unga muvofiq milliy standart asosida) majburiy nazorat bosqichi sifatida joriy etish.

Keltirilgan takliflarni amalga oshirish beton konstruksiyalarning uzoq muddatli bardoshlilikini oshirish, ta'mirlash-tiklash xarajatlarini kamaytirish hamda qurilish materiallari resursidan samarali foydalanishga xizmat qiladi. Kelgusi tadqiqotlarda turli faol mineral qo'shimchalar kombinatsiyasining uzoq muddatli (10 yildan ortiq) ekspluatatsiya sharoitidagi samaradorligini dala sharoitida kuzatish muhim yo'nalish bo'lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ASTM C618. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International.

2. Sement kimyosi va pussolan reaksiyasi mexanizmiga oid fundamental o'quv-uslubiy adabiyotlar.

3. EN 12390-8. Testing Hardened Concrete — Part 8: Depth of Penetration of Water Under Pressure. European Committee for Standardization.

4. Kremniy changi va metakaolinning beton mikrostrukturasiga ta'siriga bag'ishlangan ilmiy-tadqiqot ishlari.

5. Uchuvchi kul va domna shlakining beton bardoshlilikiga uzoq muddatli ta'siriga oid tadqiqotlar.

6. Markaziy Osiyo va O'zbekiston hududidagi tabiiy pussolan xom ashyo zahiralarini qurilish materiallari sifatida qo'llash salohiyatiga bag'ishlangan mahalliy ilmiy ishlar.