

**TEXNOGEN DISPERS TIZIMLAR ASOSIDAGI EKOLOGIK
BOG'LOVCHILARNING SULFATLI VA XLORIDLI AGRESSIV
KORROZIYA DESTRUKSIYASIGA FIZIK-KIMYOVIY
BARDOSHLILIGINI BAHOLASH**

Muhammadxonova G.Z., talaba

Li Yuanbo., magistr

Habibullayeva M., F., magistr

Najmiddinov R.Yu., dotsent

Namangan davlat texnika universiteti

ANNOTATSIYA: Maqolada klinker komponentining bir qismini sferik uchuvchi kul hamda ohaktosh dispers kukunlari kabi texnogen mahsulotlar bilan binar almashtirish asosida olingan ekologik toza kompozit sementlarning sulfat-xloridli destruktiv muhitlardagi destruksiyaga bardoshliligi tadqiq etilgan. Gidro-agressiv sulfat va xlorid anionlarining sement gidratatsiyasi mahsullari bilan o'zaro ta'sir mexanizmlari (gips, ikkilamchi ettringit hamda taumasit mineral fazalarining gomeostatik strukturani buzishi, xloridlarning diffuzion kirib borishi va Fridel tuzining shakllanishi) mikrokimyoviy darajada tahlil qilingan. Tizimning uzoq muddatli barqarorligini prognozlash uchun ekspress-sinov muhitlari parametrlari, namunalarning retseptura tarkibi hamda miqdoriy identifikatsiya indikatorlari (konstruktiv chidamlilik koeffitsiyenti, chiziqli o'lchamlarning kengayishi va ionli diffuziya koeffitsiyenti) asosi keltirilgan. Maqola materiallaridan sho'rlangan geotexnik sharoitlarda hamda yuqori mineralizatsiyalashgan yer osti suvlari zonasida ishlovchi gidrotexnik va fuqarolik konstruksiyalari uchun sulfatga chidamli ekologik

bog'lovchilar tarkibini tanlashda amaliy amaliyot uslubiyoti sifatida foydalanish tavsiya etiladi.

TAYANCH SO'ZLAR: *kompozit bog'lovchilar, mineralizatsiyalashgan muhitlar, destruktiv korroziya, diffuzion chidamlilik koeffitsiyenti, texnogen mikrokukunlar, kalsitli modifikator, gips-ettringit ekspansiyasi, Fridel tuzi komplekslari.*

KIRISH

Sementli beton konstruksiyalarning ekspluatatsion xizmat muddati hamda strukturaviy yaxlitligi nafaqat ularning boshlang'ich mexanik mustahkamlik ko'rsatkichlari, balki atrof-muhitning geokimyoviy tajovuzkorlik darajasi bilan ham uzviy bog'liqdir. Ayniqsa, faol sug'oriladigan agrolandshaftlar hamda sho'rlanishga moyil bo'lgan hududlarda grunt qatlamlari va yer osti sizot suvlari tarkibida yuqori konsentratsiyali sulfat (SO_4^{2-}), xlorid (Cl^-) hamda magniy (Mg^{2+}) ionlarining mavjudligi biogeokimyoviy agressivlikni keltirib chiqaradi. Binolarning poydevor qismlari, svayali tayanchlar, irrigatsiya kanallari va yer osti kommunikatsiya quvurlari kabi strategik infratuzilma obektlari ushbu minerallashgan gidro-muhitlar bilan uzluksiz gidrodinamik aloqada bo'lganligi sababli, kompozit sement toshining destruktiv degradatsiyaga chidamliligini prognozlash dolzarb muhandislik muammosi hisoblanadi.

Tizimli kimyoviy tahlillarga ko'ra, sulfat ionlarining sement toshining kapillyar-g'ovakli fazasiga diffuzion kirib borishi natijasida gips hamda ikkilamchi ettringit kabi ekspansiv gidratlar kristallizatsiyalanadi. Mazkur jarayon mineral karkas ichida sezilarli darajada ichki kristallooptik bosim va hajmiy kengayishni (ΔV) keltirib chiqaradi, bu esa o'z navbatida mikroyoriqlarning generatsiyasiga hamda yakuniy mexanik mustahkamlikning regressiv pasayishiga sabab bo'ladi. Parallel ravishda, xlorid ionlarining ingressiyasi sement matritsasi orqali ichki armatura karkasigacha diffuziyalanishi natijasida po'lat yuzasidagi passivlashtiruvchi oksidli himoya pardasini barbod qiladi va elektrokimyoviy korroziya destruksiyasini induksiylaydi.

Sho'rlangan geotexnik sharoitlarda ushbu ikki destruktiv mexanizm polifaktorli va sinergetik tarzda kechib, materialning emirilishini keskin tezlashtiradi.

Zamonaviy sement sanoati dunyodagi antropogen karbonat angidrid (CO_2) emissiyasining salmoqli qismiga javobgar bo'lgan ekologik tarmoqlardan biridir. Ushbu global ekologik yuklamani kamaytirish hamda "yashil materialshunoslik" prinsiplarini joriy etishning eng samarali strategik yo'nalishi — an'anaviy portlandsement klinkeri ulushini dispers texnogen chiqindilar, xususan, sferik uchuvchi kul hamda ohaktosh mikrotoldiruvchi kukunlari bilan gibridd kombinatsiyalash hisoblanadi. Mazkur yondashuv tabiiy xomashyo zaxiralarini tejash va sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish imkonini beradi. Biroq, polidispers mineral qo'shimchalarning tajovuzkor gidro-kimyoviy muhitlardagi kinetik tabiati turlichadir, bu esa ishlab chiqilgan har bir optimal tarkibning korroziyaga bardoshlilik potensialini fundamental verifikatsiya qilishni taqozo etadi.

Tadqiqotning maqsadi: Portlandsement, faol uchuvchi kul va karbonatli ohaktosh kukuni komponentlaridan tashkil topgan gibridd mineral bog'lovchi tizimlarning sho'rlangan tuproq komplekslari, yuqori mineralizatsiyalashgan yer osti suvlari hamda boshqa kimyoviy agressiv korroziya muhitlarida destruksiyaga bardoshlilikini, mikrostrukturaviy barqarorligini hamda fizik-mexanik xossalarini saqlab qolish imkoniyatlarini kompleks baholashdan iborat.

Ushbu ilmiy maqsadga erishish uchun quyidagi tizimli **tadqiqot vazifalari** belgilab olindi:

1. Uch komponentli (portlandsement - uchuvchi kul - ohaktosh) modifikatsiyalangan tizim misolida sulfatli va xloridli korroziya destruksiyasining kimyoviy hamda topokimyoviy mohiyatini, fazaviy aylanishlar mexanizmini tahlil qilish;
2. Kompozit bog'lovchilarning gidro-kimyoviy chidamliligini miqdoriy baholash uchun laboratoriya va model sinov muhitlari parametrlarini hamda ekspress-diaagnostika uslubiyotlarini optimallashtirish;

3. Гибрид тизим tarkibini maqsadli tanlashning fundamental mezonlarini ishlab chiqish hamda taklif etilayotgan bog'lovchilarning ekologik-iqtisodiy (karbonat neytralligi va resurs tejamkorligi) samaradorligini baholash.

Тажриба qismi

Tadqiqotda oddiy CEM I portlandsementi, ko'mir yoqiladigan issiqlik elektr stansiyasidan olinadigan uchuvchi kul va kalsit miqdori yuqori bo'lgan ohaktosh kukuni qo'llanishi nazarda tutiladi. Kulning kimyoviy tarkibi, ayniqsa CaO miqdori, oldindan tekshirilishi kerak. Materiallar imkon qadar bir xil mayinlikda tayyorlanadi.

Тarkiblar va namunalar

Гибрид kompozit tizimlarning strukturaviy va kimyoviy modifikatsiyalanish qonuniyatlarini aniqlash maqsadida jami yetti xil retsepturaviy omixta tarkibi shakllantirildi (1-jadval). Taqdim etilgan omixtalar silsilasida **S-0 tarkibi** tarkibida mineral modifikatorlar mavjud bo'lmagan 100 foizli an'anaviy portlandsement asosidagi etalon (nazorat) namunasi hisoblanadi.

Qolgan tajriba tarkiblarida esa sement klinkerining massaviy ulushi komponentlarning optimal sinergetik mutanosibligini topish maqsadida 10% dan 30% gacha bo'lgan diapazonda yuqori dispersli faol uchuvchi kul hamda karbonatli ohaktosh mikrotoldiruvchi kukunlari kombinatsiyalari hisobiga qisman almashtirildi.

1-jadval. Tajriba tarkiblari (massa bo'yicha, %)

Tarkib indeksi	Portlandsement, %	Dispers uchuvchi kul, %	Ohaktosh mikrokukuni, %
S-0	100	0	0
S-1	90	10	0
S-2	80	20	0
S-3	90	0	10
S-4	80	10	10
S-5	70	20	10
S-6	70	15	15

Tajriba qorishmalari gibridd bog'lovchi komponentlar majmuasi va standart kvartsi qumini 1:3 massaviy mutanosiblik nisbatida gomogen aralashtirish orqali tayyorlandi. Tizimning reologik konstantalarini va strukturaviy g'ovakligini barqarorlashtirish maqsadida, suv-sement (S/S) nisbati $0,40 \leq S/S \leq 0,50$ optimal chegaraviy diapazonida tanlab olindi. Gomogenlashtirilgan plastik dispers aralashma xalqaro standartlar asosida $40 \times 40 \times 160$ mm geometrik o'lchamdagi maxsus metall qoliqli prizmalarga quyildi. Shakllantirilgan namunalar 20 ± 2 °C izotermik harorat hamda $\geq 95\%$ nisbiy namlik darajasiga ega bo'lgan gidratsiya kamerasida 28 sutka davomida normativ saqlash rejimida saqlanib, to'liq boshlang'ich strukturaviy mustahkamlik holatiga keltirildi.

Modellashtirilgan agressiv korroziya muhitlari

2-jadval. Eksperimental korrozion-sinov muhitlarining differensial tavsifi

Muhit indeksi	Modellashtirilgan eritma va reaktivlar tarkibi	Izotermik harorat rejimi	Tizimli maqsad va destruksiya predmeti
M-0	Distillangan suv (H_2O) – etalon muhiti	20 ± 2 °C	Gidratatsiya evolutsiyasini solishtirish uchun nazorat-boshlang'ich holati
M-1	5% li natriy sulfat (Na_2SO_4) faol gidro-eritmasi	20 ± 2 °C	Sement matritsasida sof natriy-sulfatli ingressiya va ettringit destruksiyasi
M-2	5% li magniy sulfat ($MgSO_4$) faol gidro-eritmasi	20 ± 2 °C	Kaltsiy gidrosilikatlarining parchalanishi va magniy-sulfatli agressiya
M-3	5% li magniy sulfat ($MgSO_4$) faol gidro-eritmasi	5 °C	Past haroratli kriogen sharoitda taumasit (TSH) kristallizatsiyasi
M-4	3, 5% li natriy xlorid ($NaCl$) gidro-eritmasi	20 ± 2 °C	Xlorid ionlari ingressiyasi, diffuziyasi va Fridel tuzi shakllanishi
M-5	$NaCl + Na_2SO_4$ aralash mineralizatsiyalashgan tizimi	20 ± 2 °C	Aralash anion-kationli sho'rlangan muhitlarning sinergetik destruktiv ta'siri
M-6	Siklik namlash (eritma ichida) va termik quritish rejimi	Xona/Laboratoriya	G'ovaklarda tuzlar kapillyar kristallanishining mexanik kuchlanish effekti

Normativ 28 sutkalik gidratsiya tsiklini yakunlagan namunalarning kimyoviy va mikrostrukturaviy degradatsiyaga bardoshliligini sinalishi uchun ular maxsus tayyorlangan sun'iy agressiv eritmalarga submersiya qilindi (2-jadval). Korroziya jarayonlarining kinetik jadalligini va gidro-kimyoviy reaksiyalar muvozanatini barqaror saqlash maqsadida submersiya eritmalarining tarkibi har 28 sutkada majburiy ravishda yangilanib turildi va ularning pH vodorod ko'rsatkichi monitoring qilindi. Gibrid tizimlarning uzoq muddatli korroziyaga chidamlilik potentsiali dinamikada, ya'ni 28, 90, 180 va 360 sutkalik ekspozitsiya muddatlarida fizik-mexanik hamda destruktiv o'lchovlar majmuasi orqali baholandi.

Ko'rsatkichlar va usullar

Chidamlilik koeffitsiyenti agressiv eritmada saqlangan namunaning mustahkamligini toza suvda saqlangan namunaning mustahkamligi bilan solishtirish orqali aniqlanadi:

$$K = R_{agr} / R_{suv} \quad (1)$$

Namunaning kengayishi uning boshlang'ich uzunligi va sinovdan keyingi uzunligi orasidagi farq bilan hisoblanadi:

$$\varepsilon = (L_t - L_0) / L_0 \cdot 100 \% \quad (2)$$

Boshqa ko'rsatkichlar, ularni o'lchash usullari va baholash mezonlari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. Eksperimental tadqiqot ko'rsatkichlari va analitik-instrumental usullar majmuasi

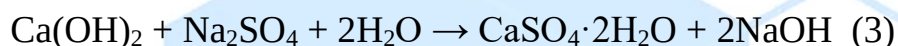
Identifikatsiya ko'rsatkichi	Qo'llaniladigan analitik usul va mezonlar	Hisoblash matematik formulasi	Monitoring maqsadlari va destruksiya predmeti
---	--	--	--

Korroziyaga chidamlilik koeffitsiyenti	Ekspozitsiya muddatlaridan keyingi mexanik mustahkamlik destruksiyasini qiyosiy baholash	$K = R_{agr} / R_{suv}$	Agressiv gidro-muhit silsilasida saqlangan namunalarning nazorat namunalariga nisbatan mustahkamlik regressiyasini aniqlash
Nisbiy chiziqli kengayish deformatsiyasi	Kompozit prizmalarning chiziqli o'lchamlari o'zgarishini yuqori aniqlikdagi komparator yordamida o'lchash	$\varepsilon = \Delta L / L_0$	Kristallik mineral fazalarning (ettringit, gips, taumasit) ekspansiv bosimi hisobiga yuzaga keladigan hajmiy anomalialar va shikastlanishlarni baholash
Xlorid ionlarining effektiv diffuziyasi	Namuna chuqurligi gorizontlari bo'yicha titrlash hamda xlorid-ion miqdorini aniqlash	D_{app}	Tajovuzkor xlorid frontining sement matritsasi kapillyar-g'ovak tizimi bo'ylab diffuzion kirib borish kinetikasi va tezligini modellashtirish
Kation-anion o'tkazuvchanligi (Elektr zaryadi)	ASTM C1202 xalqaro standarti bo'yicha elektromigratsion ekspress-tahlil	Q	Sement toshining strukturaviy zichligi va xloridli ingressiyaga bo'lgan migratsion barqarorligini elektrokimyoviy

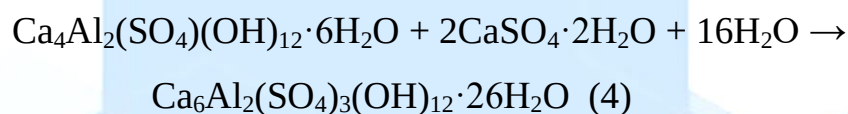
			ko'rsatkichlar orqali ekspress-baholash
Mineralogik va submikron fazaviy tarkib	Rentgenofazaviy difraktsiya (XRD), termogravimetrik va differensial-termik tahlil (TG-DTA) hamda FTIR- spektroskopiya	—	Korroziya mahsuli bo'lgan ikkilamchi kristallogidratlarni, yangi shakllangan birikmalarni va faza barqarorligini submikron darajada kognitiv aniqlash
Mikrostrukturaviy arxitektonika va g'ovaklik	Skannerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va simmetrik laboratoriya g'ovaklik tahlili	—	Matritsaning strukturaviy gomeostazini, zichligini, mikroyoriqlar toponimikasini hamda mikrotuzilma shikastlanishi belgilarini yuqori optik aniqlikda kuzatish

Sulfat ta'siri

Natriy sulfat ta'sirida sement toshidagi portlandit sulfat ionlari bilan reaksiyaga kirishib, gips hosil qiladi:



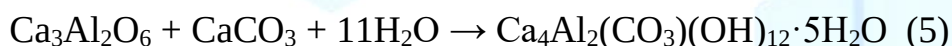
Gips esa alyuminatli fazalar (monosulfat) bilan birikib, ikkilamchi ettringitga aylanadi:



Ettringit kristallari sement toshining g'ovaklarida o'sib, ichki bosimni oshiradi. Natijada mayda yoriqlar paydo bo'lishi, namuna kengayishi va mustahkamligi pasayishi mumkin. Bu jarayon sement tarkibidagi C_3A va $Ca(OH)_2$ miqdoriga bog'liq.

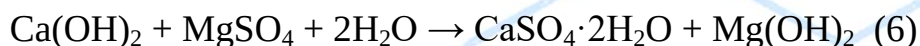
Uchuvchi kul sement ulushini kamaytiradi va uning tarkibidagi kremniy dioksidi $Ca(OH)_2$ bilan reaksiyaga kirishib, qo'shimcha bog'lovchi gel hosil qilishi mumkin. Bu tuzilmani zichlashtirishga yordam beradi. Ammo kuldagi reaktiv alyuminiy ham sulfat reaksiyalariga ta'sir qilishi mumkin, shuning uchun uning tarkibi oldindan tekshiriladi.

Ohaktosh kukunidagi kalsit esa alyuminatlar bilan reaksiyaga kirishib, monokarboalyuminat hosil qiladi:



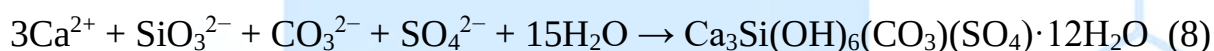
Hosil bo'lgan monokarboalyuminat ayrim sharoitlarda ettringit hosil bo'lishiga ta'sir qiladi va sulfat bilan reaksiyaga kirishadigan alyuminat miqdorini o'zgartiradi. Natijaviy ta'sirni tajribada tekshirish lozim.

Magniy sulfat bilan vaziyat jiddiyrq. U portlanditni gipsga aylantiradi, shu bilan birga C-S-H dan kalsiyni ham tortib oladi:



Bu reaksiya sxematik tarzda berilgan. Hosil bo'lishi mumkin bo'lgan magniy gidrosilikatning bog'lovchilik xususiyati past. Shu sababli magniy sulfat sement toshini jiddiy yemirishi mumkin va M-2 sinovi muhim hisoblanadi.

Taumasit odatda 15 °C dan past haroratda, namlik yetarli bo'lganda hamda sulfat bilan birga karbonat manbai mavjud bo'lganda paydo bo'ladi:



Taumasit sement toshidagi asosiy bog'lovchi gelning xususiyatlarini buzib, uni yumshoq massaga aylantirishi mumkin. Bu xavf past harorat va namlikda, sulfat hamda karbonat manbai mavjud bo'lganda ortadi. Shu sababli ohaktoshli tarkiblar M-3 sharoitida alohida tekshiriladi.

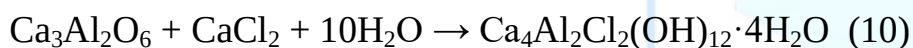
Xloridlar

Xloridlarning betonga kirishi asosan diffuziya orqali kechadi va uni Fikning ikkinchi qonuni bilan yozish qulay:

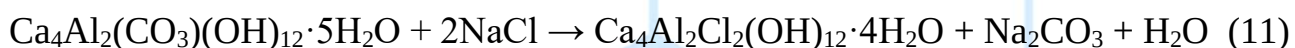
$$C(x,t) = C_s - (C_s - C_i) \cdot \operatorname{erf}\left[x / (2\sqrt{(D_{\text{app}} \cdot t)}) \right] \quad (9)$$

Bu formulada $C(x,t)$ — x chuqurlikda va t vaqtda xlorid miqdori, C_s — beton sirtidagi miqdor, C_i — boshlang'ich miqdor, D_{app} esa xloridning ko'rinma diffuziya koeffitsiyentidir. Tajribada turli chuqurlikdagi xlorid miqdori aniqlanib, ushbu koeffitsiyent hisoblanishi mumkin.

Xloridlarning bir qismi diffuziya jarayonida alyuminatli fazalar bilan kimyoviy birikib, Fridel tuzini hosil qiladi va shu bilan «bog'lanadi»:



Ohaktosh ishtirokida hosil bo'lgan monokarboalyuminat ham xloridni bog'lay oladi:



Alyuminatli birikmalar xloridlarning bir qismini bog'lab qolishi mumkin, ammo sulfatli muhitda shu birikmalar ettringit hosil bo'lishida ham qatnashadi. Demak, tarkibni faqat xlorid yoki faqat sulfat ta'siriga qarab tanlash yetarli emas. Uchuvchi kul g'ovaklarni zichlashtirib, xloridlarning ichkariga kirishini sekinlashtirishi mumkin.

Po'lat armaturaning passiv holati buzilishi uchun zarur bo'lgan xloridning kritik miqdori (C_{cr}) adabiyotlarda odatda sement massasiga nisbatan 0,2–0,4 % atrofida

keltiriladi. Himoya qatlami qalinligi c bo'lganda, armatura sirtiga shu miqdor yetib borguncha o'tadigan vaqtni ($C_i = 0$ deb) quyidagicha baholash mumkin:

$$t_i = c^2 / (4 \cdot D_{app} \cdot [\operatorname{erf}^{-1}(1 - C_{cr} / C_s)]^2) \quad (12)$$

Sulfat va xloridlar birgalikda

Sho'rlangan tuproqlarda sulfat va xlorid ionlari ko'pincha birgalikda uchraydi. Bunday muhitda sulfat sababli hosil bo'lgan yoriqlar xloridlarning kirishini tezlashtirishi mumkin. Namlanish va qurish takrorlanganda esa g'ovaklarda tuz kristallari hosil bo'lib, qo'shimcha bosim paydo qiladi. Shu bois aralash muhitdagi sinovlar amaliy sharoitni baholashda muhimdir.

Tarkibni tanlash:

Gibrid mineral bog'lovchilar tarkibini tanlash va optimallashtirish quyidagi mezonlar majmuasiga asoslanadi:

Korroziyaga chidamlilik potentsiali: Agressiv gidro-muhitlardagi 360 sutkalik ekspozitsiyadan so'ng chidamlilik koeffitsiyenti $K \geq 0.8$ shartini bajarishi shart.

Deformatsion barqarorlik: Strukturaviy fazalar bosimi hisobiga yuzaga keladigan chiziqli kengayish deformatsiyalari (ε) me'yoriy chegaralardan oshmasligi lozim.

Diffuzion o'tkazuvchanlik: Tizimning kapillyar-g'ovak strukturasi tajovuzkor xlorid ionlari ingressiyasiga nisbatan yuqori qarshilik ko'rsatib, D_{app} diffuziya koeffitsiyenti past toifaga mansub bo'lishi kerak.

Konstruktiv mustahkamlik: Modifikatsiyalangan kompozitsiyalarning me'yoriy sharoitdagi 28 sutkalik boshlang'ich mustahkamligi R_{28} loyiha sinfi talablariga to'liq javob berishi aniqlanadi.

Eksperimental tahlillarda tarkibida uchuvchi kul miqdori yuqori bo'lgan omixtalar xlorid diffuziyasi sinovlarida, ohaktosh mikrotoldiruvchisi kiritilgan tizimlar esa past izotermik haroratda kechadigan sulfatli agressiya sharoitida ettringit-taumasit hosil bo'lish tabiati bo'yicha alohida instrumental nazoratdan o'tkaziladi.

Ekologik va iqtisodiy samaradorlikni baholash

Gibrid mineral bog'lovchilarni qo'llashning ekologik-iqtisodiy samaradorligi quyidagi fundamental omillar orqali tavsiflanadi:

Ekologik va resurs samaradorligi: Portlandsement klinkerining muayyan qismini qo'shimchalar bilan almashtirish CO₂ uglerod emissiyasini va xomashyo tannarxini kamaytiradi. Yakuniy ekologik balans qo'shimchalarni tashish va qo'shimcha mexanik ishlov berish (maydalash) uchun sarflanadigan E_{tot} energiya sarfiga bog'liq.

Ekspluatatsion-iqtisodiy samora: Tizimda xlorid ionlarining D_{app} diffuziya koeffitsiyenti pasaytirilishi armatura karkasining korrozion degradatsiyaga uchrash muddatini sezilarli darajada kechiktiradi. Bu esa konstruksiyalarning T_{serv} xizmat muddatini uzaytirib, kapital ta'mirlash xarajatlarini qisqartiradi.

Keltirilgan parametrlar prognoz xarakteriga ega bo'lib, konstruksiyalarning uzoq muddatli xizmat muddatini aniq modellashtirish uchun D_{app} koeffitsiyentining haqiqiy laboratoriya qiymatlari asos qilib olinishi shart.

Xulosa

Ushbu tadqiqot ishida an'anaviy portlandsement klinkerining muayyan qismini yuqori dispersli faol uchuvchi kul hamda karbonatli ohaktosh mikrotoldiruvchilari bilan binar modifikatsiyalash hamda olingan gibrid bog'lovchi kompozitsiyalarning xlorid-sulfatli gidro-tajovuzkor muhitlardagi destruktiv barqarorligini baholash prinsiplari tizimli ravishda tahlil qilindi. Modifikatsiyalangan sement toshining kimyoviy-fizik xossalari uning retsepturaviy mineral tarkibiga, kapillyar-g'ovak tizimining topologik tuzilishiga hamda eksternal korrozion omillar konfiguratsiyasiga uzviy bog'liqdir. Yuqori faol dispers uchuvchi kul sferik mikromorfologiyasi hamda puzzolanik potentsiali hisobiga sement matritsasining submikron tuzilmasini zichlashtirishga va g'ovaklar distributsiyasini optimallashtirishga xizmat qiladi. O'z navbatida, tizim tarkibidagi faol alyuminatli faza komplekslari diffuziyalanuvchi erkin

xlorid ionlarining salmoqli qismini kimyoviy bog‘lab, Fridel tuzi ko‘rinishida fiksatsiyalash qobiliyatiga ega.

Biroq, magniy sulfat ($MgSO_4$) bilan kechadigan almashinish reaksiyalari sement toshining karkasini tashkil etuvchi kalsiy gidrosilikatlarining (C-S-H jeli) parchalanishiga va destruktiv mineral fazalarning cho‘kishiga olib kelishi ko‘rsatib o‘tildi. Ayniqsa, past izotermik harorat sharoitida va doimiy yuqori namlik muhitida xavfli ekspansiv birikma — taumasit kristallogidratining shakllanishi, shuningdek, siklik namlanish va termik quritish rejimida kapillyar g‘ovaklar ichida tuz kristallari o‘shining yuqori mexanik bosim hosil qilishi material strukturasini parchalaydi. Shu sababli, uchuvchi kul yoki ohaktosh kukunini kompozitsiyaga kiritish tizim chidamliligini mutlaq oshiradi, degan chiziqli va empirik xulosaga kelish ilmiy jihatdan to‘g‘ri emas; mineral modifikatorlarning samaradorligi komponentlar nisbati hamda destruktiv muhit sharoitlarining o‘zaro sinergetik ta‘siriga bog‘liq.

Tadqiqot dasturi doirasida yetti xil retsepturaviy omixta tarkibi hamda distillangan suv (nazorat), gidro-sulfatli, xloridli va anion-kationli aralash mineralizatsiyalashgan model eritmalarini qamrab oluvchi keng qamrovli sinov metodologiyasi taklif etildi. Belgilangan eksperimental muddatlarda (28, 90, 180 va 360 sutka) kompozit prizmalarning mexanik mustahkamlik degradatsiyasi, nisbiy chiziqli kengayish anomaliyalari va xlorid frontining effektiv diffuziya ko‘rsatkichlarini tizimli monitoring qilish gibrid tizimlar orasida ob‘ektiv va ilmiy asoslangan qiyosiy tahlil o‘tkazish imkonini beradi. Ayni bosqichda yakuniy laboratoriya natijalari to‘liq shakllanib ulgurmaganligi sababli, gibrid retsepturalarning ma‘lum bir tarkibini eng korroziyabardosh faza sifatida tasniflash imkonsiz bo‘lib, fundamental va aniq xulosalar faqat uzoq muddatli haqiqiy kinetik sinovlar verifikatsiyasidan so‘ng taqdim etilishi lozim.

Portlandsement klinkerini sanoat ob‘ektlarining texnogen chiqindilari bilan almashtirish sement sanoatining global uglerod izini (CO_2 emissiyasini) sezilarli darajada kamaytirish va dekarbonizatsiya prinsiplarini ta‘minlashda yuqori iqtisodiy-

ekologik samora beradi. Shunga qaramay, mazkur ekologik toza kompozit materiallarni sho'rlanish darajasi yuqori bo'lgan tuproq gorizontlari va tajovuzkor sizot suvlari gidro-ekspluatatsiya sharoitlarida ishlovchi real bino va inshootlar amaliyotiga keng joriy etishdan oldin, ularning chidamlilik koeffitsiyenti va submikron darajadagi kimyoviy barqarorligi taklif etilgan laboratoriya ekspress-sinovlari orqali to'liq tasdiqlanishi shart.

Foydalanilgan adabiyot

1. Crammond N.J. The Thaumasite Form of Sulfate Attack in the UK. New York, Cement and Concrete Composites, Vol. 25, No. 8, 2003.
2. Thomas M.D.A., Hooton R.D., Scott A., Zibara H. The Effect of Supplementary Cementitious Materials on Chloride Binding in Hardened Cement Paste. Amsterdam, Cement and Concrete Research, Vol. 42, No. 1, 2012.
3. NT Build 443. Concrete, Hardened: Accelerated Chloride Penetration. Espoo, Nordtest, 1995.
4. GOST 310.4-81. Cementy. Metody opredeleniya predela prochnosti pri izgibe i szhatii. Moskva, Izdatelstvo standartov, 1981.
5. GOST 27677-88. Zashchita ot korrozii v stroitelstve. Betony. Obshchie trebovaniya k provedeniyu ispytaniy. Moskva, Gosstroy SSSR, 1988.