

7-Mavzu: Beton va temirbeton konstruksiyalarning korroziyalanishi

Reja:

- 1. Beton va temirbeton konstruksiyalarning korroziyalanishi.**
- 2. Betondagi va armaturadagi korroziya turlari.**
- 3. Temirbeton konstruksiyalarda korroziyaning yuzaga kelish sabablari.**
- 4. Korroziyadan muhofaza qilish usullari.**

Tayanch va iboralar: Konstruksiya, korroziya, himoya, qoplama, quvvat, ishqor, antikorroziya, modda, epoksid, sink, ingibitor, katod, ohak.

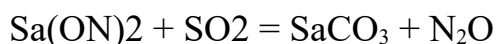
Beton va temirbeton konstruksiyalarning korroziyalanishi

Hozirgi kunda beton va temirbeton konstruksiyalarni korroziyalanishining 4 turi mavjud.

I tur korroziya. Bu turdagi korroziya suvning betonga singib uning tarkibidan tashkil etuvchilar, xususan, so'ndirilgan ohak- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni yuvib chiqaradi. Bu jarayonga ohakning ishqorlanishi deyiladi va beton uchun juda xavflidir. Ohaktosh esa deyarli barcha turdagi sementning asosiy tashkil etuvchisidir. Masalan, kimyoviy tarkibi bo'yicha portlandsement – 64-68% ohaktoshdan, 21-24% kremney tuprog'idan, 4-7% loyutuproqdan, 1-3% temir va magniy oksididan iborat.

1-turdagi korroziyaning tashqi belgisi - betonning tashqi devorini oq poroshok sifat modda bilan qoplanishidir.

Bunda kalsiy gidrooksidi- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ havodagi is qazi- SO_2 ta'sirida kalsiy karbonatga- CaCO_3 ga aylanadi:



Agarda ta'sir qiluvchi suvning miqdori kam bo'lib va suv betonning sirtida parlanib tursa (betonga singmasdan), bunda kalsiy gidrooksidi- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ beton tarkibida qoladi va bu jarayon betonning o'z-o'zidan davolanishi deyiladi.

1-turdagi korroziyaning asosiy ko'rsatkichi kalsiy gidrooksidining erish tezligidir.

Tajribalardan ma'lumki, ohaktoshning dastlabki 16% ishqorlanishi beton musahkamligini 20%, keyingi 14% esa mustahkamlikni 50% ga kamayishiga olib

keladi. Konstruksiyaning to'liq buzilishi ohaktoshning yemirilishining 35-50% miqdoriga to'g'ri keladi.

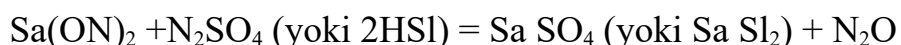
Betonning 1-tur korroziyaga bardoshliligini baholashda asosiy omil sifatida betonning zichligi va sementning tarkibi (uning tarkibidagi ohaktoshning kamligi) muhimdir.

Turli xildagi sementlarning 1-tur korroziyaga bardoshliligi ulardagi ohaktosh miqdoriga bog'liq. Bu ko'rsatkich bo'yicha portlandsement bardoshsiz, pussolanli va shlakli portlandsement zichligi nisbatan katta va bardoshli hisoblanadi.

Shunday qilib, 1-tur korroziya - bu betonning ishqorlanishi. Bino va inshootlarni korroziyaning bu turidan saqlash, konstruksiyani suv ta'siridan saqlash, gidroizolyasiya ishlarini bajarish, sizot suvlarini qochirishdan iborat.

II tur korroziya. 2-tur korroziya yoki kimyoviy yemirilish, betonda kislota, tuz va ishqorlar ta'sirida yuzaga keladigan korroziyadir. 2-tur korroziyaga yaqqol misol sifatida sanoat korxonalarida ko'p uchraydigan kislota ta'sirida yemirilishdir. Kislotaga nisbatan portlandsement bardoshli hisoblansa, pussolanli portlandsement esa bardoshsiz hisoblanadi. Shuning uchun agressiv muhitda ishlaydigan sharoit uchun maxsus kislotabardosh sementlar qo'llaniladi.

2-tur korroziya jarayoni quyidagicha rivojlanadi. Sement toshining asosiy oksidi bo'lib, kalsiy oksidi hisoblanadi. Kalsiy gidroksidlari bilan kislotalarning o'zaro ta'siri natijasida beton yemiriladi.



Kislotalarning betonga ta'siri natijasida beton butunlay buzilishi mumkin. Kislotalarning ta'sir darajasi past bo'lgan holatda 1- tur korroziya jarayoni ketadi. Ularning ta'siri darajasi ortishi bilan 2-tur korroziya jarayoniga o'tadi. Bu narsa suv muhitida turgan tashqi devor sirtidan betonga singuvchi jarayonga bog'liq. Korroziya - kislotalar konsentrasiyasining ortishi va filtrasiya jadalligining ortib borishi bilan tezlashadi.

2- tur korroziyaning rivojlanishi 3 ta asosiy zona bilan xarakterlanadi.

1- zona: **yemirilish** - bunda agressiv suv karbonatlar bilan ta'siri natijasida bikarbonat ($\text{Sa(NSO}_3\text{))}$ lar bilan to'yinadi va sement toshini yemiradi (buzadi). Bikarbonat suv bilan tashariga chiqib ketib, beton tarkibida biriktiruvchi xususiyatga ega bo'lmagan oksidlar qoladi.

2- zona: **zichlashish** - bunda kalsiy bikarbonatlari va erkin SO_2 bilan to'yingan suv kalsiy gidroksidlari bilan uchrashadi; natijada ularning o'zaro ta'siri

natijasida eruvchanlik darajasi past bo'lgan kalsiy karbonati cho'kma sifatida qoladi. Bu cho'kma g'ovaklarni to'ldirib, natijada betonda zichlashish jarayoni boshlanadi. Demak, 2-tur korroziya jarayonining 2-zona bosqichida beton konstruksiyasining "o'z-o'zini davolash" jarayoni kuzatiladi.

3- zona: ***ohaktoshning ishqorlanishi*** - bunda agressiv kislotalardan mahrum bo'lgan suv beton tarkibidagi tez eruvchan zarralarni yuvadi.

Shunday qilib, konstruksiyada faqatgina 1-zona shakllansa u ko'proq yemirilishga moil bo'ladi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda shunday xulosa qilish mumkin, beton konstruksiyasini tayyorlashda nafaqat sementga, balki to'ldiruvchining tarkibi (g'ovakligi)ga ko'proq e'tibor beriladi. Beton tarkibi qancha zich bo'lsa, unga tashqi agressiv suvlarning singish tezligi kamayadi.

2- tur korroziyadan saqlash- bu konstruksiyani tashqi suvlar (namlik)dan himoyalash hamda tashqi agressiv muhit ta'sirini kamaytirishdan iboratdir.

III tur korroziya. 3-tur korroziya yoki betonning kristalli yemirilishi, beton tarkibidagi mayda g'ovaklarda tuz kristallarining yig'ilib qolishi natijasida sodir bo'ladi. Tuzlarning bunday yig'ilib qolishi 2 ta sababga ko'ra amalga oshadi:

- sement toshi tarkibining agressiv muhit bilan o'zaro ta'sirida kimyoviy reaksiyalar natijasida;

- tashqaridan suv (namlik) bilan birgalikda tuzlarning beton tarkibiga yig'ilishi va suvning parlanishi natijasida tuzlarning qolib ketishi, masalan, quruq issiq iqlimli sharoitlarda tuproqda sho'rlanish darajasi katta bo'lgan joylarda bu ko'proq uchraydi.

Dastlabki bosqichda tuz kristallarining to'planishi betonni mustahkamlab boradi. Lekin, ma'lum vaqt o'tgandan so'ng kristallashuv shunday darajaga yetadiki, bunda g'ovkalik va kapilyarlar devorlaridagi cho'zuvchi kuch buzuvchi kuchga aylanadi va beton tarkibi buzila boshlanadi, natijada mustahkamligi kamayadi.

Betonning bunday kristalli yemirilishi agressiv muhitda joylashgan g'ovakli betonlarda juda tez, bir hafta yoki bir oyda rivojlanishi mumkin. Zichligi katta betonlarda esa bu jarayon bir necha yillarga cho'ziladi.

1 va 2-tur korroziyalar natijasida sement toshlari tarkibining suv ta'sirida sekin yoki tez, mexanik yoki kimyoviy erishi va yuvilishi natijasida yemiriladigan bo'lsa, 3-tur korroziyada aksincha, asosiy ko'rsatkich bo'lib, beton tarkibida yangi

shakllangan va beton tarkibini buzuvchi tuz kristallari hisoblanadi. 3-tur korroziyada asosiy ta'sir qiluvchi omil sizot suvlarining tarkibidir.

3-tur korroziyadan saqlash ham konstruksiyani tashqi suvlar (namlik)dan, ayniqsa, tarkibida natriy, kalsiy yoki magniy sulfatlari bo'lgan suvlardan himoyalash yoki ularni kamaytirish bilan amalga oshiriladi.

IV tur korroziya. 4-tur korroziya - bu temirbeton konstruksiyasining yemirilishidir. Temirbeton konstruksiyasining umrboqiyligi deganda, beton va armaturani tashqi agressiv muhit ta'sirida o'zaro uzoq muddat ishlashi tushuniladi.

Temirbeton konstruksiyasining buzilishi betonning yemirilish natijasida, xuddi shunday, armaturaning korroziyalanishi natijasida ham sodir bo'lishi mumkin.

Armaturaning korroziyasi betonning himoya qatlamda darzlarni paydo bo'lishi bilan bog'liq. Darzlar orqali kislorod, karbonat angidrid, suv yoki kapilyarlar orqali sizib o'tuvchi agressiv eritmalar armaturani korroziyalanishiga sabab bo'ladi. Karbonat angidrid (SO_2) ta'sirida karbonizasiya jarayoni oddiy atmosfera muhitida juda sekin rivojlanadi.

Atmosferaning nisbiy namligi 60-80% bo'lishi, armaturaning korroziyalanishi uchun eng qulay muhit hisoblanadi. Bunday muhitda g'ovaklik va kapilyarlar orqali ham havo ham suv kirish mumkin. Nisbiy namligi 50-60%dan kam bo'lgan sharoitda armaturada korroziya jarayoni deyarli rivojlanmaydi [2].

Ma'lumki, odiy atmosfera sharoitida temirbeton konstruksiyada armatura korroziyalanmasligi nuqtai nazaridan 0.2 mm kenglikda darzlarning paydo bo'lishiga ruxsat etiladi. Quruq va isitiladigan xonalarda esa ular 0.4mm gacha bo'lishi mumkin. Biroq, agressiv muhitda joylashgan temirbeton konstruksiyada darzlarning paydo bo'lishiga ruxsat etilmaydi.

Beton va armatura bir vaqtning o'zida kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyadan muhofaza qilinadi.

Beton va armaturadagi korroziya turlari

Korroziya — bu qurilish materiallarining tashqi muhit ta'sirida kimyoviy yoki fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida yemirilishi va o'z xususiyatlarini yo'qotishi jarayonidir.

Ximiyaviy korroziya

- Beton tashqi muhitdagi kislota, ishqor, sulfat, xlorid va boshqa faol moddalar ta'sirida kimyoviy reaksiyaga kiradi.
- Bu holatda sementli tuzilmalar yemiriladi, struktura zaiflashadi.
- Sulfatli suvlar beton bilan reaksiyaga kirib, uni shishirib, parchalab yuborishi mumkin.

Misol: Sulfat kislotasi ta'sirida kalsiy gidroksid kalsiy sulfatga aylanadi, u esa hajmni oshirib, betonni parchalatadi.

Karbonizasiya

- Atmosferadagi CO₂ gazi betondegi kalsiy gidroksid bilan reaksiyaga kirib, kalsiy karbonat hosil qiladi.
- Bu jarayon **betonning ishqoriy muhitini pasaytiradi**, armaturaning muhofaza qatlami zaiflashadi.

Fizik-klimatik korroziya (mexanik shikastlanish)

- Muzlash-yerishi sikllari (osobenno qishloq joylarda) betonda mikroyoriqlarni hosil qiladi.
- Suv kirib muzlaganda hajm oshadi va beton parchalanadi.
- Uzoq muddatda konstruksiya shikastlanadi.

Elektroximiyaviy korroziya

- Bu eng keng tarqalgan turi bo'lib, armatura bilan beton o'rtasidagi elektrolit muhitda yuz beradi.
- Agar betonda namlik va kislorod bo'lsa, armaturada galvanik element hosil bo'ladi.
- Bu jarayon zangni keltirib chiqaradi.

Asosiy sabablar:-Beton yoriqlari orqali suv va kislorod kirishi.-Korroziyaga qarshi muhofaza qatlamining yo'qligi.

Xloridli korroziya (pitting korroziya)

- Dengiz suvi yoki xlorid moddalar (yo'l tuzlari) bilan bog'liq muhitlarda armaturada nuqtali zang (pitting) paydo bo'ladi.
- Bu korroziya tashqi tomondan ko'rinmasligi mumkin, lekin ichki zaiflashishga sabab bo'ladi.

Korroziya oqibatlari:-Konstruksiyaning mustahkamligi pasayadi, -armatura ishini yo'qotadi, -beton parchalanadi, tuzilish buziladi, -avariya holati yuzaga kelishi mumkin.

Temirbeton konstruksiyalarda korroziyaning yuzaga kelish sabablari

Temirbeton konstruksiyalardagi **armatura korroziyasi** asosan **betonning muhofaza xususiyatlari buzilganda va tashqi agressiv muhit ta'sirida** yuzaga keladi. Bu jarayonlar konstruksiyaning mustahkamligi, ishonchliligi va uzoq muddatligiga jiddiy tahdid soladi.

Beton yoriqlari (trëşınalar).-Temirbetondagi mikryoriqlar va katta yoriqlar orqali namlik, kislorod, gazlar va agressiv moddalar armaturagacha yetib boradi.-bu korroziya jarayonini tezlashtiradi.

Karbonizasiya jarayoni

-Atmosferadagi CO₂ gazi betondegi ishqoriy muhitni neytrallashtiradi.

- Natijada, **armaturani muhofaza qiluvchi ishqoriy muhit (pH > 12)** pasayadi va zanglash boshlanadi.

Xlorid ionlarining ta'siri (NaCl, CaCl₂)

- Xloridlar (ayniqsa yo'l tuzlari, dengiz suvi, sementdagi xloridlar) betonga singib, armaturada **pitting (nuqtali) korroziyani** keltirib chiqaradi.

- Ushbu turdagi korroziya ko'zga ko'rinmaydi, lekin konstruksiyani kuchsizlantiradi.

Beton qoplamasining yetarli emasligi

-Agar armatura yuzasi bilan tashqi muhit o'rtasidagi beton qatlami **3 sm dan kam** bo'lsa, korroziya xavfi keskin oshib boradi.

-Inshoot qurilishdagi texnik xatolar sababli yoki ekspluatasiya jarayonida beton shikastlanganda ham shunday holat kuzatiladi.

Betonning past sifatda tayyorlanishi

-Armatura atrofida g'ovak struktura hosil bo'lsa, u suv, kislorod va ionlarni o'tkazadi.

-Suvni o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan beton tezda korroziyaga olib keladi.

Suv va namlikning to'planishi

-Davomli nam muhit (yerusti suvlar, yomg'ir, suyuqliklar to'planishi) armaturani zanglatadi.

-Namlik va kislorod – korroziyaning asosiy manbalari.

Agressiv muhitda ekspluatasiya qilish

-Ishlab chiqarish binolaridagi kimyoviy moddalar (kislota, ishqor, tuzlar)

-Yo'llar, ko'priklar va dengiz infratuzilmalaridagi agressiv muhitlar

Temperatura va namlikning o'zgaruvchanligi

-Muzlash-yerish sikllari betonni shikastlab, mikryoriqlar va porozlar hosil qiladi, shu orqali korroziya rivojlanadi.

Armaturani noto'g'ri o'rnatish

-Armaturani beton ichida noto'g'ri joylashtirish (juda yuzaga yaqin)

-Qoplama yetishmasligi yoki kontakt nuqsonlari

Korroziyadan muhofaza qilish usullari

Korroziyadan himoya qilish usullari shartli ravishda 3 guruhga bo'linadi:

1. Konstruktiv muhofaza usullari
2. Texnologik muhofaza usullari
3. Ekspluatasion va profilaktik choralar

1. Konstruktiv muhofaza usullari

Beton qoplamasining yetarli quvvati:

- Armatura tashqi muhit ta'siridan yaxshi himoyalinishi uchun beton qatlami kamida **30–50 mm** bo'lishi kerak.
- Yetarli beton qalinligi armaturani namlik va gazlardan saqlaydi.

Yoriqlarga qarshi choralar:

- Temirbeton konstruksiyalar to'g'ri hisoblangan va loyihalashgan bo'lishi kerak.
- Cho'kish va termal ta'sirlardan himoya qilish zarur.

Suv o'tkazmaslik (gidroizolyasiya):

- Qoplamali qatlamlar (bitum, plyonka, membrana) orqali beton va armaturani suvdan himoyalash.

2. Texnologik muhofaza usullari

Armaturani qoplash:

- **Epoksid qatronlar, sink, alyuminiy** yoki boshqa antikorroziya qoplamalar bilan qoplash.
- Bu qoplamalar armaturani zanglashdan ximiyaviy va mexanik himoya qiladi.

Korroziyaga chidamli armatura qo'llash:

- **Passivlashgan yoki zangga chidamli (nerjaveyumi)** armatura turlari.
- Ayniqsa dengiz sohalari va kimyoviy ishlab chiqarish binolarida muhim.

Qo'shimchalar (dobavkalar) ishlatish:

- Betonga **ingibitorlar** (korroziya to'xtatuvchi moddalar), **gidrofob moddalar, plomblovchi moddalar** qo'shish.
- Ular betonning suv o'tkazuvchanligini kamaytiradi va armaturani himoyalaydi.

Katod muhofaza usuli:

- Armatura manfiy zaryad bilan to'yintiriladi, korroziyaning elektrokimyoviy jarayoni to'xtaydi.
- Bu usul neft, kimyo, dengiz inshootlarida qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Temirbeton konstruksiyalarda korroziyaga qarshi qanday asosiy muhofaza usullari mavjud?
2. Beton qoplamasining nimasi armaturani korroziyadan himoya qiladi?
3. Armaturani qanday moddalar bilan qoplash mumkin va bu qanday ta'sir ko'rsatadi?
4. Katod muhofaza usuli qanday mexanizm asosida korroziyani to'xtatadi?
5. Korroziya ingibitorlari nimalar va ularning betondagi roli qanday?
6. Davriy texnik nazorat va profilaktikaning ahamiyati nimada?
7. Qanday hollarda betondagi yoriqlar korroziya uchun xavflidir?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abduraxmonov Sh.Sh. — *Temirbeton konstruksiyalar va ularni muhofaza qilish usullari*, Toshkent, 2018.
2. Nazarov O.B. — *Korroziya va uning oldini olish choralari*, Toshkent, 2016.
3. Petrov V.I. — *Korroziya i zauqita betonnyx i jelezobetonnyx konstruksiy*, Moskva, 2015.
4. GOST 31384-2007 — *Beton va temirbeton konstruksiyalarning korroziyaga qarshi muhofazasi*.
5. Mamedov R.K. — *Texnika bezopasnosti pri ekspluatatsii betonnyx konstruksiy*, Baku, 2017.
6. Ivanov A.A., Smirnov P.P. — *Zauqita jelezobetonnyx konstruksiy ot korrozii*, Sankt-Peterburg, 2019.
7. Kozlov Yu.V. — *Materialy i texnologii zauqity stroitelnyx konstruksiy*, Moskva, 2020.
8. Sayt: www.concreteprotection.ru — Informasiya po zauqite betonnyx konstruksiy ot korrozii.
9. Amerikanskiy standart ASTM C876 — *Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete*.
10. Master-klass i leksii po stroitelnoy ximii, Tashkentskiy arxitekturno-stroitelnyy institut, 2022.