

**NOORGANIK-MINERAL XOMASHYOLAR ASOSIDA ANTIKORROZION  
QOPLAMALAR OLISH TEKNOLOGIYASI**

**Abrayeva O'g'ilshod Baxodir qizi**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti magistranti

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada **noorganik-mineral xomashyolar asosida antikorrozion qoplamalar olish texnologiyasining** ilmiy-texnologik mazmuni, tarkibiy unsurlari, shakllanish omillari, qo'llanish sohalari va rivojlantirish yo'llari tahlil qilinadi. Metall konstruksiyalar, quvurlar, rezervuarlar, texnologik jihozlar va transport vositalarining xizmat muddati ko'p jihatdan ularning korroziyaga chidamliligiga bog'liq. Noorganik-mineral xomashyolar asosidagi qoplamalar metall sirtida zich, adgezion mustahkam va kimyoviy barqaror himoya qatlami hosil qilib, namlik, kislorod, tuzlar, kislotalar, ishqorlar va sanoat gazlarining yemiruvchi ta'sirini kamaytiradi. Maqolada mahalliy mineral resurslardan foydalanish, import o'rnini bosuvchi tarkiblar yaratish, ekologik xavfsiz qoplama kompozitsiyalarini ishlab chiqish, qoplama sifatini elektrokimyoviy va fizik-kimyoviy usullar orqali baholash masalalari yoritiladi. Tadqiqot natijalari ushbu yo'nalish sanoat, qurilish, neft-gaz, energetika va mashinasozlik uchun amaliy ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** noorganik-mineral xomashyo, antikorrozion qoplama, korroziya, mineral to'ldiruvchi, suyuq shisha, adgezion mustahkamlik, elektrokimyoviy himoya, mahalliy xomashyo, kompozitsion material.

### **KIRISH**

**Korroziya** metall va qotishmalarning tashqi muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'sirlashuvi natijasida yemirilish jarayonidir. Bu jarayon oddiy zanglash ko'rinishida namoyon bo'lsa-da, uning oqibati sanoat xavfsizligi, iqtisodiy samaradorlik va ekologik barqarorlikka bevosita ta'sir qiladi. Jahon amaliyotida korroziya sababli yuzaga keladigan yillik zarar 2,5 trillion AQSh dollari atrofida baholanadi va bu global yalpi ichki mahsulotning 3,4 foiziga teng deb ko'rsatiladi. Bunday ko'rsatkich korroziyaga qarshi himoyani faqat texnik xizmat turi emas, balki strategik sanoat muammosi sifatida qarash zarurligini anglatadi.

Metall buyumlar sanoatning deyarli barcha tarmoqlarida qo'llanadi. Neft-gaz sanoatida quvurlar va rezervuarlar sho'r suv, vodorod sulfidi, karbonat angidrid va mexanik aralashmalar ta'sirida yemiriladi. Qurilishda po'lat armatura namlik va karbonatlanish jarayoni tufayli mustahkamligini yo'qotadi. Energetika tizimida issiqlik almashinish uskunalari, qozon agregatlari va texnologik quvurlar yuqori harorat, kondensat va tuzli eritmalar bilan kontaktda bo'ladi. Shu sababli **antikorrozion**

**qoplamalar olish texnologiyasi** metall sirtini muhitdan ajratish, elektrokimyoviy jarayonlarni sekinlashtirish va materialning xizmat muddatini uzaytirishga qaratilgan kompleks ilmiy-texnik yo'nalish hisoblanadi.

**Noorganik-mineral xomashyolar** asosidagi antikorrozion qoplamalarning ahamiyati shundaki, ular mahalliy resurslar, tabiiy minerallar, sanoat chiqindilari va kimyoviy qayta ishlangan mineral komponentlardan foydalanish imkonini beradi. Bunday xomashyolarga kvarts qumi, kaolin, bentonit, bazalt kukuni, talk, grafit, temir oksid pigmentlari, rux oksidi, titan dioksidi, suyuq shisha, sementli yoki silikatli bog'lovchilar, fosfatli birikmalar va boshqa mineral dispers materiallar kiradi. Noorganik bog'lovchilar sirasiga sement, ohak, gips va suyuq shisha kirishi, mineral to'ldiruvchilar esa qoplama qatlamining mexanik va kimyoviy barqarorligini oshirishi adabiyotlarda alohida qayd etiladi.

O'zbekiston sharoitida ushbu mavzuning dolzarbligi mahalliy mineral-xomashyo bazasining kengligi, sanoat korxonalarida metall konstruksiyalar ulushining yuqoriligi va import qoplamalar hamda inhibitorlarga qaramlikni kamaytirish ehtiyoji bilan belgilanadi. Mahalliy tadqiqotchilar tomonidan organomineral va kompozitsion antikorrozion materiallar, gossypol smolasi, mineral to'ldiruvchilar, nanozarralar, elektrokimyoviy monitoring va agresiv muhitlarda qoplama barqarorligini baholash bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. Toshkent kimyo-texnologiya instituti tadqiqotchisi J. A. Bakirovning "Mahalliy xomashyolar asosida metall korroziyasini oldini oluvchi antikorrozion qoplamalar olish" mavzusidagi PhD dissertatsiyasi himoyaga qo'yilgani bu yo'nalish mamlakat ilmiy maktabida mustaqil tadqiqot obyektiga aylanganini ko'rsatadi.

#### **Adabiyotlar tahlili va metodologiya**

Mahalliy va xorijiy adabiyotlar tahlili antikorrozion qoplamalar samaradorligi uchta asosiy omilga bog'liqligini ko'rsatadi. Ular **qoplama tarkibi, metall sirtini tayyorlash sifati** va **ekspluatatsion muhitning agressivlik darajasi** bilan belgilanadi. Qoplama tarkibida bog'lovchi modda plyonka hosil qiluvchi asos vazifasini bajaradi, mineral to'ldiruvchi qatlamni zichlashtiradi, pigmentlar korroziyaga qarshi passivlashtiruvchi ta'sir ko'rsatadi, modifikatorlar esa adgeziya, elastiklik, issiqqa chidamlilik va suv o'tkazmaslik xossalarini yaxshilaydi.

H. R. Shodiev, K. S. Negmatova, S. S. Negmatov, N. S. Abed, A. Sh. Nasriddinov va hamkorlari tomonidan bajarilgan tadqiqotlarda organomineral ingredientlar asosida antikorrozion kompozitsion materiallar ishlab chiqish, mahalliy xomashyo va ishlab chiqarish chiqindilaridan foydalanish, neft-gaz uskunalari agresiv muhitlardan himoyalash masalalari yoritilgan. Mualliflar mamlakatda korroziya inhibitorlariga bo'lgan ehtiyojning ma'lum qismi import hisobidan

qoplanishi mahalliy xomashyo asosida samarali himoya materiallari yaratish zaruratini kuchaytirishini ta'kidlaydi.

J. Ziyamukhamedov, J. Nafasov, E. Rakhmatov, Z. Tadjikhodjaev va A. Djumabaev tadqiqotlarida organomineral geterokompozitlar asosidagi antikorrozion materiallar neft va neft mahsulotlarini saqlash hamda tashish inshootlarida real ekspluatatsion sharoitda o'rganilgan. Ushbu ishda mexanik aralashmalar, qo'shimcha suv tarkibi va metall yuzasida kechadigan jarayonlar qoplama tanlashda muhim texnologik omil ekanligi ko'rsatilgan.

Y. Isroilov, M. Sattarov va F. Erkinov tomonidan korroziyaga qarshi qoplamalar va inhibitorlar samaradorligini elektrokimyoviy usullar asosida tadqiq etish masalasi o'rganilgan. Tadqiqotda laboratoriya tajribalari, elektrokimyoviy monitoring, SEM-EDX tahlil, real ekspluatatsion kuzatuvlar va matematik modellashtirish qo'llangani qayd etilgan. Mualliflar korroziya tezligi muhitning pH darajasi, ion tarkibi va haroratiga sezilarli bog'liq ekanini ta'kidlaydi.

Mazkur maqola nazariy-analitik metodologiyaga tayanadi. Unda ilmiy adabiyotlarni qiyosiy tahlil qilish, texnologik jarayonlarni umumlashtirish, antikorrozion qoplama tarkibiy qismlarining funksional rolini aniqlash, amaliy qo'llanish sharoitlarini baholash va rivojlantirish yo'llarini modellashtirish usullaridan foydalanildi. Qoplama sifatini baholashda **adgezion mustahkamlik, suv shimuvchanlik, kimyoviy barqarorlik, tuzli tuman sharoitida chidamlilik, qattqlik, yoriqlanishga qarshilik, elektrokimyoviy qarshilik** va **korroziya tezligi** asosiy mezon sifatida ko'rib chiqildi. ISO 12944 standarti po'lat konstruksiyalarni himoya bo'yoq tizimlari orqali korroziyadan saqlashda muhim xalqaro me'yoriy asos sanaladi, ASTM B117 esa tuzli tuman muhitini yaratish tartibi va sinov sharoitlarini belgilaydi.

### **Tahlil va natijalar**

**Noorganik-mineral xomashyolar asosidagi antikorrozion qoplama** metall sirtida fizik to'siq, kimyoviy passivlashtiruvchi qatlam va ayrim hollarda elektrokimyoviy himoya mexanizmini hosil qiladigan kompozitsion tizimdir. Uning samaradorligi tarkibdagi komponentlarning o'zaro mosligi bilan belgilanadi. Suyuq shisha, fosfatli bog'lovchilar, sementli yoki silikatli asoslar metall sirtga yopishuvchi zich qatlam hosil qiladi. Kvars, bazalt, kaolin, bentonit, talk va grafit kabi mineral to'ldiruvchilar qoplamaning g'ovakligini kamaytiradi, mexanik mustahkamlikni oshiradi va agressiv eritmalarning metall yuzasiga yetib borishini sekinlashtiradi. Rux oksidi, temir oksid pigmentlari va titan dioksidi qoplamaga rang, barqarorlik va passivlashtiruvchi xususiyat beradi. Grafit va qatlamli silikatlar diffuziya yo'lini uzaytirib, namlik va ionlarning o'tishini qiyinlashtiradi.

Texnologik jarayon metall sirtini tayyorlashdan boshlanadi. Sirt yogʻ, chang, eski boʻyoq, oksid qatlamlari va tuz qoldiqlaridan tozalanmasa, qoplama tarkibi qanchalik sifatli boʻlmasin, uning xizmat muddati qisqaradi. Metall sirt mexanik silliqlash, qum purkash, kimyoviy yogʻsizlantirish yoki fosfatlash orqali tayyorlanadi. Tayyorlangan sirtga qoplama kompozitsiyasi purkash, choʻtka, valik, botirish yoki maxsus sanoat uskunalari orqali surtiladi. Quritish va qotirish bosqichida bogʻlovchi modda mineral toʻldiruvchilarni birlashtirib, metall yuzasiga yopishgan monolit himoya qatlamini hosil qiladi. Qoplama qalinligi amaliy sharoitga qarab tanlanadi. Atmosfera muhitida ishlaydigan metall buyumlar uchun yupqaroq qatlam yetarli boʻlishi mumkin, kislota, ishqor, tuzli suv yoki neft mahsulotlari bilan kontaktdagi uskunalarda uchun koʻp qatlamli tizim talab etiladi.

Tahlil shuni koʻrsatadiki, noorganik-mineral qoplamalar oddiy lak-boʻyoq qatlamidan farqli ravishda yuqori harorat, ultrabinafsha nurlanish, namlik va kimyoviy muhitga nisbatan barqaror boʻlishi mumkin. Ayniqsa silikat asosli qoplamalar yongʻinga chidamlilik va ekologik xavfsizlik jihatidan muhim ahamiyatga ega. Suyuq shisha asosidagi tarkiblar kvars, bazalt, andezit, diabaz va boshqa kislotabardosh toʻldiruvchilar bilan qoʻllanganda kimyoviy chidamlilik ortadi. Adabiyotlarda kislotaga chidamli sementlar natriy silikati eritmasi va mineral toʻldiruvchilar asosida olinishi, ular yuqori mexanik mustahkamlik va yaxshi adgeziyaga ega boʻlishi koʻrsatiladi.

Amaliy jihatdan bunday qoplamalar neft-gaz rezervuarlari, metall quvurlar, sanoat sexlaridagi poʻlat konstruktsiyalar, temir yoʻl va avtomobil transporti detallarida, gidrotexnika inshootlarining metall qismlarida, qishloq xoʻjaligi texnikasi va kimyoviy uskunalarda qoʻllanishi mumkin. Masalan, shoʻr suv bilan ishlaydigan nasos detallari yoki neft mahsulotlari saqlanadigan idishlar ichki yuzasida qoplama gʻovakligi past, adgezion mustahkamligi yuqori va kimyoviy inert boʻlishi kerak. Qurilishda ishlatiladigan metall ustunlar va armatura uchun esa atmosfera korroziyasi, namlik va harorat almashinuvi asosiy xavf omili hisoblanadi. Bunday holatda qoplama metall yuzani kislorod va suv bugʻidan ajratishi, yoriqlanmasligi va mexanik zarbaga chidashi zarur.

**Antikorrozion himoya mexanizmi** bir qatlamli emas, koʻp omilli jarayondir. Fizik himoya metall bilan tashqi muhit orasida toʻsiq hosil qiladi. Kimyoviy himoya metall yuzasida passiv qatlam paydo boʻlishiga yordam beradi. Elektrokimyoviy himoya anod va katod jarayonlarini sekinlashtiradi. Mineral toʻldiruvchi esa qoplama ichida ionlarning harakat yoʻlini murakkablashtiradi. Shu sababli samarali tarkib yaratishda faqat bitta komponentni kuchaytirish yetarli emas. Bogʻlovchi, pigment,

to'ldiruvchi, plastifikator, disperslovchi modda va qotiruvchi o'zaro muvozanatda bo'lishi kerak.

Qoplama sifatini baholashda laboratoriya va real ekspluatatsion sinovlar uyg'unlashishi lozim. Tuzli tuman kamerasi sinovi qisqa muddatda qoplamaning nisbiy chidamliligini aniqlash imkonini beradi. Elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi qoplama orqali elektrolit o'tish darajasini baholaydi. SEM-EDX tahlili qoplama yuzasi va kesimidagi mikrostruktura, yoriq, g'ovaklik va elementlar taqsimotini ko'rsatadi. Adgezion sinov metall bilan qoplama orasidagi yopishish kuchini aniqlaydi. Oddiy ishlab chiqarish sharoitida esa qoplama rangi o'zgarishi, pufaklanishi, qatlamlardan ajralishi, zang dog'lari paydo bo'lishi va mexanik shikastlanishlar muntazam kuzatiladi.

### **Muhokama**

Noorganik-mineral xomashyolar asosidagi antikorrozion qoplamalarni rivojlantirishda asosiy muammo tarkibning laboratoriya sharoitidagi yaxshi natijasini sanoat miqyosida barqaror takrorlash bilan bog'liq. Mineral xomashyoning granulometrik tarkibi, namligi, kimyoviy tozaligi va dispersligi partiyadan partiyaga farq qilishi mumkin. Qoplama tayyorlashda zarracha o'lchami ortiqcha yirik bo'lsa, qatlam g'ovaklashadi. Juda mayda zarrachalar esa bog'lovchi sarfini oshiradi va kompozitsiyaning reologik xossalarini o'zgartiradi. Shu sababli mineral xomashyoni maydalash, elash, quritish, faollashtirish va sirtini modifikatsiyalash texnologiyaning muhim bosqichi hisoblanadi.

Mahalliy xomashyodan foydalanish iqtisodiy jihatdan foydali, lekin u sifat nazoratining kuchaytirilishini talab qiladi. Kaolin, bentonit, talk, kvarts yoki bazalt kukuni qoplama kiritilishidan oldin kimyoviy tarkibi, dispersligi, namlik miqdori va begona aralashmalari bo'yicha tekshirilishi kerak. Sanoat chiqindilaridan foydalanilganda ekologik xavfsizlik ham alohida baholanadi. Metallurgiya changlari, fosfogips, neft shlami yoki mineral qoldiqlar qoplama tarkibiga kiritilishi mumkin, lekin ularning og'ir metallar, eruvchan tuzlar va zararli organik aralashmalar bo'yicha me'yoriy talablarga javob berishi zarur.

Texnologiyani rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishlari **nanotarkibli pigmentlar, qatlamli silikatlar, fosfat-silikat bog'lovchilar, ekologik xavfsiz suvli dispersiyalar, aqlli indikatorli qoplamalar va kombinatsiyalangan himoya tizimlari** bilan bog'liq. Nanodispers mineral zarrachalar qoplama ichidagi kapillyar bo'shliqlarni kamaytiradi, ionlar diffuziyasini sekinlashtiradi va mexanik mustahkamlikni oshiradi. Fosfatli modifikatorlar metall yuzasida passiv qatlam shakllanishiga yordam beradi. Grafit, talk va qatlamli silikatlar qoplamaning to'siq

xususiyatini kuchaytiradi. Elektrokimyoviy monitoring esa qoplama eskirishini ko'z bilan ko'rinadigan zang paydo bo'lishidan oldin aniqlash imkonini beradi.

Mazkur texnologiyani ishlab chiqarishga joriy etishda ilmiy laboratoriya, sanoat korxonasi va standartlashtirish tizimi o'rtasidagi aloqani kuchaytirish zarur. Laboratoriyada tanlangan tarkib haqiqiy muhitda, masalan, neft-gaz quvuri, sho'r suvli rezervuar, ochiq atmosfera yoki yuqori namlikdagi sex sharoitida tekshirilmasa, uning amaliy qiymati to'liq baholanmaydi. Qoplama texnologiyasi tarkib retseptidan tashqari sirtni tayyorlash, qoplash usuli, qatlam qalinligi, quritish rejimi, sinov protokoli va ekspluatatsion nazoratni ham o'z ichiga olishi kerak. Shunda **noorganik-mineral xomashyolar asosidagi antikorrozion qoplamalar** mahalliy sanoat uchun import o'rnini bosuvchi, iqtisodiy samarali va ekologik maqbul himoya tizimiga aylanishi mumkin.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Bakirov J. A. Oligomer tipli antikorrozion qoplamalar // "XXI asrda innovatsion texnologiyalar, fan va ta'lim taraqqiyotidagi dolzarb muammolar" nomli Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. 2025. T. 3, № 1. B. 281–283.
2. Bakirov J. A. Antikorrozion qoplamalari va ularning ahamiyati // International Conference on Multidisciplinary Science. 2025. T. 3, № 2. B. 67–69.
3. Isroilov Y. Y., Sattarov M., Erkinov F. Korroziyaga qarshi qoplamalar va inhibitorlar samaradorligini elektrokimyoviy usullar asosida tadqiq etish // Techscience.uz. Texnika fanlarining dolzarb masalalari. 2025. T. 3, № 12. B. 94–102.
4. Shodiev X. R., Negmatova K. S., Negmatov S. S., Abed N. S., Nasriddinov A. Sh., Sultanov S. U., Kamalova D. I. Антикородзионные композиционные материалы на основе органоминеральных ингредиентов // Universum: технические науки. 2021. № 1(82).
5. Negmatov S. S., Negmatova K. S. va boshq. Разработка импортозамещающих антикоррозийных композиционных материалов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств // Universum: технические науки. 2021. № 8-2. B. 68–72.
6. Ziyamukhamedov J., Nafasov J., Rakhmatov E., Tadjikhodjaev Z., Djumabaev A. Research of hydroabrasive wear resistance of organomineral coatings depending on operating environment conditions // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 401. Article 05072.
7. Mardonova G. V. Nanotarkibli pigmentlar asosidagi qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish // Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. 2025. B. 351–357.

8. Pardayev A. A., Abdurahmonova A. J., Radjabov T. Antikorrozion polimer kimyoviy chidamli qoplamalarni qo'llashning texnologik asoslari // Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Toshkent, 2020.
9. Sangirov B. va boshq. Korroziyadan himoya qilish. O'quv qo'llanma. Toshkent, 2019.
10. Fayzullaev K. Vibration-damping, anti-corrosion composite coating for automobile bumpers // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. 2024. № 1.