

**KORROZIA VA UN DAN HIMOYALANISH USULLARI**

**Abdullayev Akram Ahmadjonovich**

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Biotexnologiya, injinering va farmatsiya  
fakultetining 1-bosqich talabasi*

*Email: [abdullayevakram19@gmail.com](mailto:abdullayevakram19@gmail.com) / Tel: +998954304555*

**Iskandarova Joziba Bektosh qizi**

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Biotexnologiya, injinering va farmatsiya  
fakultetining 1-bosqich talabasi*

*Email: [beki45118@gmail.com](mailto:beki45118@gmail.com) / Tel: +998503771303*

*Ilmiy rahbar: **Kiyamova Dilfuza Sharifovna***

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Tibbiy kimyo kafedrasida dotsenti, PhD  
Samarqand, Uzbekistan*

**MAQOLA  
MALUMOTI**

**ANNOTATSIYA:**

**MAQOLA TARIXI:**

*Received: 20.06.2026*

*Revised: 21.06.2026*

*Accepted: 22.06.2026*

**KALIT SO'ZLAR:**

*korroziya,  
elektrokimyoviy  
yemirilish, metall  
oksidlanishi, himoya  
qoplamalari, katodik  
himoya, anod va katod  
jarayonlari, korroziya  
ingibitorlari, galvanik  
korroziya,  
nanoqoplamalar,  
materiallar  
mustahkamligi, sanoat  
xavfsizligi, texnik  
degradatsiya.*

*Korroziya — bu metall va qotishmalarning atrof-  
muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy reaksiyaga  
kirishishi natijasida ularning asta-sekin yemirilishi  
jarayonidir. Ushbu tabiiy, biroq juda xavfli fizik-  
kimyoviy hodisa sanoat, qurilish, energetika,  
transport va tibbiy texnologiyalar kabi ko'plab  
sohalarda jiddiy iqtisodiy yo'qotishlarga hamda  
texnik xavfsizlik muammolariga sabab bo'ladi.  
Korroziya jarayonining tezligi va intensivligi  
metallning tarkibi, muhitning namligi, harorati, pH  
darajasi hamda agressiv kimyoviy moddalar  
mavjudligiga bevosita bog'liqdir. Mazkur maqolada  
korroziya jarayonining nazariy asoslari, uning turlari  
(bir xil yuzali, galvanik, nuqtaviy, yoriqli va biologik  
korroziya), shuningdek, turli sharoitlarda yuzaga  
kelish mexanizmlari keng yoritiladi. Bundan tashqari,  
korroziyaga qarshi kurashishning zamonaviy va  
an'anaviy usullari, jumladan himoya qoplamalari  
qo'llash, katodik himoya, inhibitorlardan foydalanish  
hamda materiallarni legirlash kabi texnologik  
yondashuvlar tahlil qilinadi. Tadqiqotda  
korroziyaning iqtisodiy va ekologik oqibatlariga ham*

*alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, uning oldini olish bo'yicha samarali muhandislik yechimlari taklif etiladi. Shuningdek, maqolada korroziyaga qarshi kurashishning innovatsion yo'nalishlari, xususan nanoqoplamalar, polimer asosli himoya tizimlari va smart-materiallardan foydalanish istiqbollari ham ko'rib chiqiladi. Ushbu yondashuvlar metall konstruktsiyalarning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytirish va texnik xavfsizlikni oshirish imkonini beradi.*

**Kirish:** Korroziya muammosi zamonaviy fan va texnika rivojlanishida eng dolzarb amaliy va iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan fizik-kimyoviy jarayonlardan biri hisoblanadi. Metall va metall qotishmalarining tashqi muhit omillari ta'sirida asta-sekin yemirilishi nafaqat sanoat tizimlarining ishonchliligini pasaytiradi, balki yirik iqtisodiy yo'qotishlarga, avariya holatlarga hamda ekologik xavflarning ortishiga sabab bo'ladi. Jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, korroziya oqibatida har yili ishlab chiqarilayotgan metall mahsulotlarining sezilarli qismi yo'qotiladi va bu holat yalpi ichki mahsulotga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Korroziya jarayoni murakkab elektrokimyoviy mexanizmlarga asoslangan bo'lib, unda metall atomlarining oksidlanishi, elektronlar almashinuvi va atrof-muhitdagi oksidlovchi moddalarning ishtiroki muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, namlik, kislorod, tuzlar, kislotalar va boshqa agressiv muhit komponentlari korroziya jarayonining tezlashishiga olib keladi. Ushbu jarayonning intensivligi metallning kimyoviy tarkibi, kristall tuzilishi, sirt holati hamda ekspluatatsiya sharoitlariga bevosita bog'liqdir. So'nggi yillarda olib borilgan ilmiy izlanishlarda korroziya faqat texnik muammo sifatida emas, balki biomuhit bilan bog'liq murakkab tizim sifatida ham o'rganilmoqda. Xususan, tibbiy adabiyotlarda ham metall implantlar, protezlar va jarrohlik asboblarning biologik muhitda korroziyaga uchrashi alohida muammo sifatida qayd etilgan. Organizmdagi fiziologik suyuqliklar — qon plazmasi, limfa va hujayralararo suyuqliklar elektrolit xususiyatiga ega bo'lib, ular metall implantlarning korroziyaga uchrash jarayonini tezlashtirishi mumkin. Bu esa tibbiy qurilmalarning biouyumligi, uzoq muddatli barqarorligi va xavfsizligi masalasini dolzarb qilib qo'yadi. Shu nuqtayi nazardan, korroziya jarayonini chuqur o'rganish, uning mexanizmlarini aniqlash hamda samarali himoya usullarini ishlab chiqish muhandislik, materialshunoslik va tibbiy texnologiyalar kesishgan muhim ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy yondashuvlar korroziyaga qarshi kurashda faqat an'anaviy himoya usullariga tayanib qolmasdan, balki nanomateriallar, biofaol qoplamalar va innovatsion kompozit tizimlardan foydalanishni ham o'z ichiga oladi. Ushbu maqolada korroziya jarayonining nazariy asoslari, uning turlari, yuzaga kelish mexanizmlari hamda zamonaviy himoya usullari ilmiy nuqtayi nazardan tahlil qilinadi. Shuningdek, korroziyaning sanoat va

tibbiyotdagi amaliy oqibatlar ham keng yoritilib, uning oldini olish bo'yicha samarali yondashuvlar muhokama qilinadi.

**Adabiyotlar tahlili:** Korroziya jarayoni va unga qarshi kurashish usullari bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar juda keng qamrovli bo'lib, u metallshunoslik, elektrokimyoviy, materiallar fizikasi hamda biotibbiyot muhandisligi sohalarini qamrab oladi. Klassik adabiyotlarda korroziya asosan elektrokimyoviy jarayon sifatida talqin qilinib, uning asosiy mexanizmlari anod va katod reaksiyalari orqali izohlangan. Ushbu yo'nalishda M. Fontana va N. Greene tomonidan yaratilgan "Corrosion Engineering" asari korroziya nazariyasining fundamental manbalaridan biri sifatida keng tan olingan bo'lib, unda turli muhitlarda metallarning yemirilish qonuniyatlari batafsil yoritilgan. Shuningdek, D. Jonesning "Principles and Prevention of Corrosion" asarida korroziya kinetikasi, galvanik juftliklar hosil bo'lishi hamda himoya usullarining samaradorligi chuqur tahlil qilingan. Ushbu manbada ayniqsa katodik himoya va inhibitorlardan foydalanish mexanizmlariga alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, u amaliy muhandislik yechimlari uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda korroziya jarayoniga nanomateriallar va yuzaki muhandislik yondashuvlari orqali ta'sir qilish masalasi keng o'rganilmoqda. Masalan, so'nggi yillarda chop etilgan maqolalarda (2020–2025 yy.) nanostrukturallari qoplamalar, grafen asosidagi himoya qatlamlari hamda polimer-kompozit materiallarning korroziyaga chidamliligi sezilarli darajada yuqori ekani qayd etilgan. Ushbu yondashuvlar metall sirtida barqaror passiv qatlam hosil qilib, agressiv muhit bilan bevosita kontakti kamaytiradi. Tibbiy adabiyotlarda esa korroziya muammosi biometallar va implant materiallari nuqtayi nazaridan o'rganiladi. Titanium, zanglamaydigan po'lat va kobalt-xrom qotishmalarining biologik muhitda korroziyaga chidamliligi keng tahlil qilingan bo'lib, organizmdagi xlorid ionlari, pH o'zgarishi va yallig'lanish jarayonlari metall degradatsiyasini tezlashtirishi mumkinligi aniqlangan. Ushbu yo'nalishda ratibiyadagi implantlarning uzoq muddatli biouyumliligi va toksik ionlar ajralib chiqishi klinik ahamiyatga ega muammo sifatida qaraladi. MDH va O'zbekiston olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham korroziya jarayonining mahalliy sanoat sharoitlarida kechishi, xususan, yuqori harorat, changli muhit va sho'r suv ta'siridagi metall konstruktsiyalarning yemirilishi o'rganilgan. Bu ishlarda himoya qoplamalari, lak-bo'yoq tizimlari hamda elektrokimyoviy himoya usullarining samaradorligi amaliy tajribalar asosida baholangan. Umuman olganda, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, korroziya muammosi nafaqat fundamental ilmiy, balki amaliy muhandislik va tibbiy jihatdan ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Shu sababli, zamonaviy tadqiqotlar integratsiyalashgan yondashuv — ya'ni materialshunoslik, nanoteknologiya va biotibbiyot yutuqlarini birlashtirish orqali korroziyaga qarshi samarali yechimlar ishlab chiqishga qaratilmoqda.

**Asosiy qism:** Metallarning korroziyasi tabiatda o'z-o'zidan sodir bo'ladigan, termodinamik jihatdan barqaror yo'nalishga ega bo'lgan jarayon bo'lib, uning mohiyati metall atomlarining oksidlanishi va natijada barqaror kimyoviy birikmalar — oksidlar,

gidroksidlar, tuzlar va boshqa birikmalarga aylanishi bilan ifodalanadi. Ushbu jarayonning asosiy harakatlantiruvchi kuchi metallning yuqori energiyali, erkin holatdan past energiyali, barqaror birikma holatiga o'tishga intilishidir. Tabiiy sharoitlarda deyarli barcha metallar, ayniqsa temir va uning qotishmalari, kislorod va namlik ishtirokida elektrokimyoviy mexanizm orqali yemiriladi. Bu jarayonning tezligi va yo'nalishi esa muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlariga, metallning ichki tuzilishiga hamda tashqi ekspluatatsion omillarga bog'liq holda keskin o'zgarishi mumkin. Korroziya jarayonida anod va katod sohasining shakllanishi muhim o'rin tutadi. Metall sirtida bir jinsli bo'lmagan joylar paydo bo'lishi natijasida mikrogalvanik elementlar hosil bo'ladi. Anod sohasida metall atomlari elektron yo'qotib, ion holatiga o'tadi va eritmaga chiqadi, katod sohasida esa oksidlovchi komponentlar elektronlarni qabul qilib qaytarilish reaksiyalariga kirishadi. Natijada elektr toki oqimi hosil bo'lib, bu jarayon metall yemirilishini davom ettiradi. Ayniqsa, elektrolit mavjud bo'lgan muhitda, masalan, tuzli suv yoki nam havo sharoitida korroziya jarayoni sezilarli darajada tezlashadi. Korroziyaning bir nechta asosiy turlari mavjud bo'lib, ular yuzaga kelish mexanizmi va tashqi ko'rinishi bilan bir-biridan farqlanadi. Bir xil yuzali korroziya metall sirtining nisbatan teng yemirilishi bilan xarakterlanadi va odatda agressiv muhitda uzoq muddatli ta'sir natijasida yuzaga keladi. Galvanik korroziya esa ikki xil metallning elektrokimyoviy potentsiallari farqi tufayli paydo bo'lib, bunda nisbatan faol metall tezroq yemiriladi. Nuqtaviy korroziya juda xavfli hisoblanadi, chunki u metall sirtida kichik teshiklar hosil qilib, ichki strukturaning tez buzilishiga olib keladi. Yoriqli korroziya esa metall yuzasidagi yoriqlar, choklar va yopiq zonalarda kislorod yetishmasligi natijasida rivojlanadi. Bundan tashqari, biologik korroziya ham mavjud bo'lib, mikroorganizmlar faoliyati natijasida metall yuzasida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradi. Korroziya jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, muhitning namligi eng muhim rol o'ynaydi. Namlik elektrolit muhitini hosil qilib, ionlarning erkin harakatini ta'minlaydi va elektrokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi. Harorat oshishi esa kimyoviy reaksiyalar tezligini orttiradi, natijada korroziya intensivligi ham kuchayadi. Muhit tarkibidagi xlorid, sulfat va boshqa agressiv ionlar metall sirtidagi passiv qatlamni buzib, korroziya jarayonini faollashtiradi. Metallning ichki tuzilishi, donadorligi va legirlovchi elementlar ham korroziyaga chidamlilik darajasini belgilaydi. Masalan, xrom, nikel va molibden kabi elementlar metall yuzasida barqaror oksid qatlam hosil qilib, himoya xususiyatini oshiradi. Amaliyotda korroziyaga qarshi kurashishning bir nechta samarali usullari ishlab chiqilgan. Eng keng tarqalgan usullardan biri himoya qoplamalarini qo'llash bo'lib, u metall yuzasini tashqi muhitdan ajratib turadi. Bo'yoq, lak, emal va polimer asosli qoplamalar shu maqsadda keng ishlatiladi. Ushbu qoplamalar metall bilan agressiv muhit o'rtasida fizik to'siq vazifasini bajaradi. Biroq vaqt o'tishi bilan qoplamalarda mikro yoriqlar paydo bo'lishi mumkin, shuning uchun ularni muntazam nazorat qilish zarur. Elektrokimyoviy himoya usullari ham yuqori samaradorlikka ega. Katodik himoya usulida metall konstruktsiya tashqi tok manbai yoki faol anodlar yordamida katod holatiga o'tkaziladi. Natijada metallning oksidlanish

jarayoni to'xtatiladi yoki sezilarli darajada sekinlashadi. Bu usul asosan quvurlar, yer osti inshootlari va suv osti konstruksiyalarida keng qo'llaniladi. Anodik himoya esa metall yuzasida barqaror passiv qatlam hosil qilishga asoslangan bo'lib, ayniqsa zanglamaydigan po'latlar uchun muhimdir. Ingibitorlar yordamida korroziyani kamaytirish usuli ham amaliy ahamiyatga ega. Inhibitorlar muhitga qo'shilganda metall sirtida himoya plyonkasi hosil qiladi yoki anod va katod reaksiyalarini sekinlashtiradi. Ular kichik konsentratsiyalarda ham samarali bo'lib, sanoat tizimlarida, ayniqsa sovitish va isitish tizimlarida keng qo'llaniladi. So'nggi yillarda korroziyaga qarshi kurashishda nanoteknologiyalar muhim o'rin egallamoqda. Nanostrukturali qoplamalar metall sirtini yanada zich va bir jinsli himoya qatlami bilan qoplab, agressiv muhitning kirib borishini sezilarli darajada kamaytiradi. Grafen, nanooksidlar va funksional polimerlar asosidagi materiallar korroziyaga chidamlilikni bir necha baravar oshirishi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, "aqli qoplamalar" deb ataluvchi tizimlar shikastlangan joylarni avtomatik tiklash xususiyatiga ega bo'lib, bu yo'nalish istiqbolli tadqiqot sohaslaridan biri hisoblanadi. Materiallarni legirlash ham korroziyaga chidamlilikni oshirishning muhim yo'li hisoblanadi. Temir asosli qotishmalarga xrom va nikel qo'shilishi natijasida passiv oksid qatlam hosil bo'lib, metallning tashqi muhitga chidamliligi ortadi. Shu sababli zanglamaydigan po'latlar sanoat va tibbiyotda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, tibbiy implantlar ishlab chiqarishda korroziyaga chidamli materiallardan foydalanish juda muhim bo'lib, organizm suyuqliklari ta'sirida metall ionlarining ajralib chiqishi inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Korroziya jarayonining iqtisodiy ahamiyati ham juda katta. Metall konstruksiyalarning yemirilishi nafaqat ularni almashtirish xarajatlarini oshiradi, balki ishlab chiqarish jarayonlarida uzilishlar, avariya va xavfsizlik muammolariga ham olib keladi. Shu sababli korroziyaga qarshi kompleks yondashuv ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Ushbu yondashuv material tanlash, muhitni boshqarish, himoya qoplamalari qo'llash va elektrokimyoviy usullarni birgalikda qo'llashni o'z ichiga oladi. Umuman olganda, korroziya jarayoni murakkab fizik-kimyoviy hodisa bo'lib, uni to'liq bartaraf etish mumkin emas, ammo uning tezligini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Zamonaviy ilmiy yondashuvlar korroziyaga qarshi kurashda an'anaviy usullarni innovatsion texnologiyalar bilan uyg'unlashtirishni talab etadi. Bu esa kelajakda yanada mustahkam, uzoq xizmat qiluvchi va xavfsiz materiallar yaratish imkonini beradi.

**Muhokama:** Korroziya jarayonining tabiatini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, u nafaqat oddiy kimyoviy yemirilish hodisasi, balki murakkab elektrokimyoviy, fizik va hatto mikrobiologik omillar uyg'unlashgan ko'p bosqichli tizimdir. Ushbu jarayonning asosiy xususiyati uning o'z-o'zidan kechishi va tashqi muhit sharoitlariga juda sezgirligi bilan izohlanadi. Olib borilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalari korroziya tezligining muhit tarkibi, harorat, namlik va metallning strukturaviy holatiga bevosita bog'liqligini yana bir bor tasdiqlaydi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, korroziya jarayonining eng xavfli jihatlaridan biri uning lokal shakllari — nuqtaviy va yoriqli korroziyadir. Bu turlar tashqi

ko'rinishda sezilarsiz bo'lishiga qaramasdan, metall konstruksiyaning ichki mustahkamligini keskin pasaytiradi. Ayniqsa, xlorid ionlari mavjud bo'lgan muhitlarda passiv qatlamning buzilishi natijasida nuqtaviy korroziya tez rivojlanadi. Bu holat sanoat uskunalarida kutilmagan avariya holatlarning yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Elektrokimyoviy nuqtayi nazardan qaraganda, korroziya jarayoni anod va katod reaksiyalarining muvozanatsizligi natijasida yuzaga keladi. Amaliy kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, mikrogalvanik juftliklar metall yuzasida hatto juda kichik strukturaviy bir jinslilik buzilishlarida ham hosil bo'lishi mumkin. Bu esa korroziya jarayonining boshlanishi uchun juda kichik energetik farqlar ham yetarli ekanligini anglatadi. Shu sababli, metall yuzasining tozaligi va bir xilligi korroziyaga chidamlilikni oshirishda muhim omil hisoblanadi. Korroziyaga qarshi himoya usullarini tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, alohida bir usulning qo'llanilishi ko'pincha yetarli samarani bermaydi. Masalan, faqat lak-bo'yoq qoplamalari vaqt o'tishi bilan mikro yoriqlar hosil bo'lishi sababli himoya xususiyatini yo'qotishi mumkin. Xuddi shuningdek, elektrokimyoviy himoya ham muhit sharoitlari noto'g'ri tanlanganda to'liq samarali bo'lmasligi mumkin. Shu sababli zamonaviy yondashuvlarda kompleks himoya tizimlaridan foydalanish tavsiya etiladi. So'nggi yillardagi ilmiy izlanishlar nanostrukturallari materiallarning korroziyaga chidamlilikni sezilarli darajada oshirishini tasdiqlamoqda. Ayniqsa, grafen va nanooksidlar asosidagi qoplamalar metall yuzasida juda zich va bir jinsli himoya qatlamini hosil qilib, ionlarning kirib borishini keskin cheklaydi. Biroq ushbu texnologiyalarning sanoat miqyosida keng joriy etilishi hali ham iqtisodiy va texnologik cheklavlar bilan bog'liq. Tibbiy muhitda korroziya muammosi yanada murakkab hisoblanadi, chunki bu yerda metall implantlar biologik suyuqliklar bilan doimiy kontaktga kirishadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, organizmdagi pH o'zgarishi, yallig'lanish jarayonlari va xlorid ionlari implant materiallarining korroziyasini tezlashtirishi mumkin. Bu esa toksik metall ionlarining ajralib chiqishiga olib kelib, to'qimalarda yallig'lanish yoki allergik reaksiyalarni keltirib chiqarishi ehtimolini oshiradi. Shu sababli biotibbiyotda korroziyaga chidamli qotishmalar tanlash va yuzani maxsus biofaol qoplamalar bilan ishlov berish dolzarb vazifa hisoblanadi. Iqtisodiy jihatdan qaralganda, korroziya har yili sanoat tarmoqlariga katta zarar yetkazadi. Ushbu yo'qotishlar faqat materiallarning yemirilishi bilan cheklanib qolmay, balki texnik xizmat ko'rsatish, avariya oqibatlarini bartaraf etish va ishlab chiqarishdagi to'xtalishlar bilan ham bog'liq. Shu sababli korroziyaga qarshi kurashish strategiyasi iqtisodiy samaradorlik nuqtayi nazaridan ham muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, korroziya muammosi ko'p omilli va murakkab tizim bo'lib, uni chuqur tushunish va samarali boshqarish uchun materialshunoslik, elektrokimyovo, nanoteknologiya va biotibbiyot yo'nalishlarining integratsiyasi talab etiladi. Kelajakdagi tadqiqotlar aynan shu integratsiyalashgan yondashuv asosida yanada samarali, uzoq muddatli va ekologik xavfsiz himoya tizimlarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim.

**Xulosa va takliflar:** Korroziya jarayoni metall materiallarning ekspluatatsion barqarorligini belgilovchi eng muhim fizik-kimyoviy omillardan biri bo'lib, uning mohiyati

elektrokimyoviy oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida metall strukturasi bosqichma-bosqich yemirilishi bilan ifodalanadi. O'rganilgan ma'lumotlar va ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, korroziya jarayoni ko'p omilli bo'lib, uning rivojlanishiga muhitning kimyoviy tarkibi, namlik darajasi, harorat, elektrolitlar konsentratsiyasi hamda metallning mikrostrukturaviy xususiyatlari bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, lokal korroziya shakllari — nuqtaviy va yoriqli korroziya — konstruksiyalarning xavfsizligini keskin pasaytirishi bilan alohida xavf tug'diradi. Tibbiy muhit nuqtayi nazaridan qaralganda, korroziya jarayoni biotibbiyot materiallari, xususan implantlar, stentlar va jarrohlik asboblari uchun ham dolzarb muammo hisoblanadi. Organizmdagi fiziologik suyuqliklar elektrolit muhit sifatida metall yuzasida korroziya jarayonini faollashtirishi mumkin. Natijada metall ionlarining ajralib chiqishi, to'qimalarda toksik reaksiyalar, yallig'lanish jarayonlari va implant atrofida biologik moslashuvning buzilishi kabi asoratlar yuzaga kelishi ehtimoli ortadi. Shu bois biouyumlilik va korroziyaga chidamlilik tibbiy materiallar tanlovida asosiy mezonlardan biri hisoblanadi. Sanoat va muhandislik tizimlarida korroziya oqibatida yuzaga keladigan iqtisodiy yo'qotishlar ham juda katta bo'lib, bu holat nafaqat materiallarning bevosita yemirilishi, balki texnik xizmat xarajatlarining oshishi, avariya holatlari va ishlab chiqarish jarayonlaridagi uzilishlar bilan ham bog'liqdir. Shu sababli korroziyaga qarshi samarali, kompleks va uzoq muddatli himoya tizimlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa sifatida qaraladi. Olib borilgan tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi: korroziya jarayonini to'liq bartaraf etish mumkin emas, biroq uning tezligi va intensivligini sezilarli darajada kamaytirish mumkin; elektrokimyoviy mexanizmlar korroziyaning asosiy harakatlantiruvchi kuchi bo'lib, ularni boshqarish orqali samarali himoya ta'minlanadi; material tarkibini legirlash, himoya qoplamalari qo'llash va elektrokimyoviy usullarni integratsiyalash korroziyaga qarshi eng samarali yondashuvlardan hisoblanadi; zamonaviy nanoteknologiyalar va biofaol qoplamalar korroziyaga chidamlilikni yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Taklif sifatida quyidagilarni ajratib ko'rsatish mumkin: sanoat korxonalarida korroziya monitoringining zamonaviy raqamli tizimlarini joriy etish, ya'ni sensorlar va real vaqt kuzatuv texnologiyalaridan foydalanish; tibbiyotda qo'llaniladigan implant materiallarini tanlashda faqat mexanik mustahkamlik emas, balki elektrokimyoviy barqarorlik va biouyumlilikni ham majburiy mezon sifatida kiritish; himoya qoplamalarini ishlab chiqishda nanokompozit va o'z-o'zini tiklovchi (self-healing) materiallarga ustuvorlik berish; agressiv muhitlarda ishlaydigan konstruksiyalar uchun kompleks himoya tizimlarini (katodik himoya + qoplama + inhibitor) standart sifatida qo'llash; hamda korroziya jarayonini modellashtirish va prognoz qilish bo'yicha matematik va sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlarni keng rivojlantirish. Shuningdek, ilmiy tadqiqotlarda korroziya va biologik tizimlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni chuqur o'rganish, ayniqsa implant atrofida yuz beradigan mikrobiologik korroziya mexanizmlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Bu yo'nalishda interdisipliner yondashuv — materialshunoslik, tibbiyot, biofizika va kimyo fanlarining integratsiyasi

asosida yangi avlod biomateriallarini yaratish istiqbolli hisoblanadi. Xulosa qilib aytganda, korroziya muammosi global ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo'lib, uning samarali yechimi faqat an'anaviy usullar bilan emas, balki innovatsion texnologiyalar, raqamli monitoring tizimlari va biomuhandislik yondashuvlarini uyg'unlashtirish orqali ta'minlanishi mumkin.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Fontana M.G., Greene N.D. *Corrosion Engineering*. – New York: McGraw-Hill Education, 2016. – 682 b.
2. Jones D.A. *Principles and Prevention of Corrosion*. – London: Prentice Hall, 2018. – 572 b.
3. Revie R.W. *Uhlig's Corrosion Handbook*. – Hoboken: Wiley, 2011. – 1350 b.
4. Davis J.R. *Corrosion of Metals*. – Materials Park: ASM International, 2000. – 390 b.
5. Sedriks A.J. *Corrosion of Stainless Steels*. – New York: Wiley-Interscience, 1996. – 437 b.
6. Marcus P. *Corrosion Mechanisms in Theory and Practice*. – Boca Raton: CRC Press, 2012. – 1040 b.
7. Koch G.H. *Cost of Corrosion and Preventive Strategies*. – Houston: NACE International, 2017. – 310 b.
8. Revie R.W., Uhlig H.H. *Corrosion and Corrosion Control*. – New Jersey: Wiley, 2008. – 512 b.
9. Romanov A. *Nanocoatings for Corrosion Protection*. – Berlin: Springer, 2020. – 285 b.
10. Li X., Zhang Y. *Graphene-Based Materials for Corrosion Protection*. – Amsterdam: Elsevier, 2021. – 356 b.
11. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi. *Materialshunoslik va korroziya asoslari*. – Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2022. – 248 b.
12. Karimov Sh.Sh. *Metallar korroziyasi va himoya usullari*. – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2021. – 214 b.