KONSTRUKSION METALLARNING KORROZIYAGA CHIDAMLILIGINI OSHIRISHDA NANOTEXNOLOGIK YONDASHUVLAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA AMALIY YECHIMLAR

Mirzayeva Yulduzoy Alizafar qizi
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika universiteti
muxlis19931119@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada zamonaviy sanoatda konstruksion metallar va qotishmalarning korroziyaga chidamliligini oshirishda nanotexnologik yondashuvlarning o‘rni va ahamiyati tahlil qilingan. Fizika, kimyo va materialshunoslik fanlari tutashgan nuqtada nanomateriallar hamda nano-qoplamalardan foydalanish orqali metall yuzasining passivatsiyalanishi va ekspluatatsiya muddatini uzaytirish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari resurs tejamkorligini ta’minlash va barqaror sanoat altyernativalarini yaratishga xizmat qiladi.*

Kalit so’zlar: *konstruksion metallar, korroziya, nanotexnologiya, nano-qoplamalar,fanlararo tadqiqotlar, barqaror kelajak.*

Аннотация. *В данной статье анализируется роль и значение нанотехнологических подходов в повышении коррозионной стойкости конструкционных металлов и сплавов в современной промышленности. На стыке физики, химии и материаловедения рассмотрены возможности использования наноматериалов и нанопокрытий для пассивации поверхности металлов и продления срока их эксплуатации. Результаты исследования способствуют обеспечению ресурсосбережения и созданию экологически устойчивых промышленных решений.*

Ключевые слова: *конструкционные металлы, коррозия, нанотехнологии, нанопокрытия, междисциплинарные исследования, устойчивое будущее.*

Abstract. *This article analyzes the role and importance of nanotechnological approaches in enhancing the corrosion resistance of structural metals and alloys in modern industry. At the intersection of physics, chemistry, and materials science, the potential of using nanomaterials and nanocoatings for surface passivation and extending the operational lifespan of*

metals is explored. The research results contribute to ensuring resource efficiency and developing sustainable industrial solutions.

Keywords: *structural metals, corrosion, nanotechnology, nanocoatings, interdisciplinary research, sustainable future.*

Kirish. Sanoat tarmoqlari hamda metallurgiya majmualarida ishlatiladigan texnik inshootlar va mashina detallarining uzoq muddat xizmat qilishi Bevosita ularning tashqi muhit ta’siriga chidamliligiga bog‘liq. Amaliyotda keng qo‘llaniladigan St3, 40X rusumli konstruksion po‘latlar va alyuminiy-titan qotishmalari namlik hamda tajovuzkor kimyoviy muhitda tezkor korroziyaga uchrab, o‘zining dastlabki mexanik xossalarini yo‘qotadi. Statistika ma’lumotlariga ko‘ra, ishlab chiqarilgan metall fondining salmoqli qismi aynan elektrokimyoviy yemirilish oqibatida muddatidan ilgari ishdan chiqadi va bu holat iqtisodiyotga va resurslar sarfiga jiddiy zarar yetkazadi. An’anaviy bo‘yoq va standart galvanik himoya usullari mikro-darajadagi darsliklar hamda kovaklar sababli uzoq muddatli himoyani ta’minlay olmaydi. Shu munosabat bilan, O‘zbekiston Respublikasida materialshunoslik sohasida olib borilayotgan tajribaviy izlanishlar, jumladan Parkentdagi Materialshunoslik instituti kabi ilmiy markazlarda bajarilayotgan tadqiqotlar metall yuzasini nano-darajada modifikatsiyalash zaruratini ko‘rsatmoqda. Physical-chemical va materialshunoslik fanlarining o‘zaro integratsiyasi asosida metallar yuzasida nanostrukturaviy passivatsiyalovchi qatlamlar hosil qilish ushbu texnik muammoni hal etishda eng istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Asosiy qism. Metallar va qotishmalarning sirtini korroziyadan muhofaza qilishda nanotexnologik usullarni qo‘llash ularning fizik-kimyoviy xossalarini ildizdan o‘zgartirishga imkon beradi. Materialshunoslik laboratoriyalarida va amaliyotda sinovdan o‘tkazilayotgan asosiy texnologik yondashuvlar quyidagi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi:

1.Nanostrukturaviy oksid va keramik qoplamalar. Metallar yuzasiga Magnetronli changitish hamda Plazmaviy-elektrolitik oksidlash (PEO) texnologiyalari orqali titan oksidi (TiO_2), alyuminiy oksidi (Al_2O_3) hamda sirkoniy birikmalari asosida nanozarrachali keramik qatlamlar tushiriladi. Bu jarayonda metall yuzasida juda zich kristalli panjara shakllanadi va mikroqattiqlik ko‘rsatkichi 2-3- barobarga oshishi kuzatiladi.

2.Polimer va gibrid nano-kompozitlar. Epoksid hamda poliuretan birikmalariga grafen nano-varaqalari, uglerod nanotubokalari va nano-SiO_2 zarrachalari kiritilishi natijasida gibrid kompozit qoplamalar olinadi. Nano-

o‘lchamli to‘ldirgichlar polimer matrisadagi kapillyar tirqishlarni yopib, Cl^-ionlari hamda kislorod molekulalarining metall sirtiga kirib borishiga to‘sqinlik qiladi.

3.O‘z-o‘zini tiklovchi nano-ingibitorlar. Kapsulalangan nano-ingibitorlar qoplama mexanik shikastlanganda (tirnalganda yoki mikroyoriqlar hosil bo‘lganda) faollashib, metall sirtida avtomatik ravishda qayta passivatsiyalovchi pardahosilqiladi.

Tajribaviy va elektrokimyoviy ko‘rsatkichlar tahliliLaboratoriya sharoitida 3.5% li NaCl tuzli eritmasida o‘tkazilgan elektrokimyoviy sinovlar nano-modifikatsiyalangan qoplamalarning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi. Konstruksion po‘lat namunalaridagi korroziya tezligi va himoya qatlamlarining ko‘rsatkichlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Metall/ Qoplama turi	**Qoplama qalinligi** (Цm)	**Korroziya tezligi** (mm/yil**)**	**Himoya samaradorligi (%)**
Oddiy konstruksion po‘lat (qoplamasiz)	-	0.45 – 0.50	0 %
An’anaviy epoksid qoplama	50-80	0.08-0.12	75-80%
Nano-TiO_2 qo‘shilgan gibrid qoplama	15-25	0.005-0.01	96-98%
Nanostrukturaviy keramik PEO-qoplama	10-20	0.002-0.005	98-99%

Olingan ko‘rsatkichlar shuni tasdiqlaydiki, nanotexnologik qoplamalarning qalinligi an’anaviy bo‘yoqlarga qaraganda sezilarli darajada kichik (10-25 \ \mu m) bo‘lsada, ularning korroziyaga chidamliligi va mexanik qattiqligi bir necha barobar yuqoridir. Bu esa texnik inshootlar va mashina detallarining og‘irligini oshirmasdan ularning ekspluatatsiya muddatini uzaytirish imkonini beradi. Shunday qilib, metallar korroziyasi muammosini samarali hal etish fizika, kimyo hamda materialshunoslik sohalarining uzviy integratsiyasini talab etadi. Nanostrukturaviy qoplamalar metallarni agressiv muhit ta’siridan samarali himoya qiladi va korroziya tezligini 95–99% gacha kamaytiradi. Konstruksion metallarning xizmat muddatini uzaytirish resurs tejamkorligini ta’minlaydi, metallurgiya sanoatida xomashyo sarfini kamaytiradi va atrof-muhitga

ajraladigan zararli moddalar miqdorini qisqartirish orqali barqaror kelajak tamoyillariga to‘liq mos keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure // Acta Materialia. — 2000. — Vol. 48, № 1. — P. 1–29. DOI: 10.1016/S1359-6454(99)00285-2.

2. Khanna A. S. Nanotechnology in Corrosion Control. — Woodhead Publishing, 2008.

3. Montemor M. F. Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances // Surface and Coatings Technology. — 2014. — Vol. 258. — P. 17–37.

4. Ramezanzadeh B. et al. Enhancement of corrosion protection properties of epoxy coating using graphene oxide nanosheets // Corrosion Science. — 2015. — Vol. 100. — P. 252–263.

5. Abdullayev E., Lvov Y. Halloysite clay nanotubes for controlled release of protective agents // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. — 2011. — Vol. 11, № 11. — P. 10007–10026. DOI: 10.1166/jnn.2011.5724.