

KONSTRUKTSION MATERIALLARDA KORROZIYA VA YEYILISH  
JARAYONLARINING MEXANIK XOSSALARGA TA'SIRI

*Shukurova Mushtariy Shavkat qizi*

*“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi*

[shukurovamushtariy4@gmail.com](mailto:shukurovamushtariy4@gmail.com)

*Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna*

*“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti*

[abdurahmonovashohida3@gmail.com](mailto:abdurahmonovashohida3@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada konstruksion materiallarda kuzatiladigan korroziya va yeyilish jarayonlari hamda ularning materiallarga xos bo‘lgan mexanik xossalarga ko‘rsatadigan ta‘siri keng tahlil qilinadi. Korroziya va yeyilish — bu metallurgiya, mashinasozlik va qurilish sohalarida materialshunoslik nuqtai nazaridan eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. Maqolada metallarning korroziyaga bardoshlilik, yuzaki yeyilish mexanizmlari, himoya usullari va bu jarayonlarning chidamlilik, qattqlik, plastiklik kabi asosiy mexanik ko‘rsatkichlarga ta‘siri batafsil ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, haqiqiy sanoat sharoitlarida materiallarga ta‘sir etuvchi omillar, laboratoriya sinovlari va zamonaviy himoya texnologiyalari haqida ma‘lumot beriladi. Maqola materiallar muhandisligi va mashinasozlik yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.

**Kalit so‘zlar:** korroziya, yeyilish, mexanik xossalar, chidamlilik, mustahkamlik, himoya qoplamasi, tribologiya, materiallarning xizmat muddati.

**Kirish:** Zamonaviy sanoatda metallar va konstruksion materiallarning ishdan chiqishining 70–80% ga yaqin qismi korroziya va yeyilish bilan bog‘liq. Bu holat nafaqat texnik nuqtai nazardan, balki iqtisodiy jihatdan ham katta muammo hisoblanadi. Dunyoning yetakchi davlatlarida korroziyadan yetkazilgan zarar har yili yalpi ichki mahsulotning 2–5% ni tashkil etadi. Mashinasozlik, energetika, neft-gaz qazib olish, kimyo sanoati va qurilish tarmoqlarida qo‘llaniladigan konstruksion materiallarga doimiy ravishda mexanik yuklamalar, o‘zgaruvchan temperatura, namlik va kimyoviy agressiv muhitlar ta‘sir etadi. Bu ta‘sirlar yig‘indisi materiallarda tarkibiy

o'zgarishlarga, ko'ndalang kesim maydonining kamayishiga va oxir-oqibat mexanik xossalarning keskin pasayishiga olib keladi.

Shuning uchun ham materiallarning korroziya va yeyilishga chidamliligini o'rganish, ularni baholash usullarini takomillashtirish va zamonaviy himoya texnologiyalarini joriy etish — bugungi kunda materiallar muhandisligining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu maqoladan maqsad talabalar uchun ushbu murakkab, ammo nihoyatda muhim mavzuni tushunarli tarzda bayon etish.

**Asosiy qism:** Korroziya (lot. *corrosio* — yemirilish) — metallarning atrof-muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'sirlashuvi natijasida yuzaga keladigan yemirilish jarayonidir. Bu jarayon metal sirtida boshlangan bo'lsa-da, asta-sekin uning ichiga kirib boradi va materialning kristall tuzilishini buzadi.

Korroziyaning asosiy ikki mexanizmi mavjud:

- Kimyoviy korroziya — metall gaz yoki suyuqlik bilan bevosita kimyoviy reaksiyaga kirishadi (masalan, temir va kislorod o'rtasidagi oksidlanish:  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).
- Elektrokimyoviy korroziya — elektrolit eritmada anod va katod zonalari hosil bo'ladi.

Korroziya shakli va joylashishiga qarab bir necha turga bo'linadi:

- Umumiy (tekis) korroziya — metall sirtining bir tekis yemirilishi. Oddiy turdagi korroziya bo'lib, bashorat qilish nisbatan oson.
- Galvanik korroziya — turli potensialga ega ikki metall elektrolit bilan aloqa qilganda hosil bo'ladi; aktiv metall tezroq yeyiladi.
- Yoriq korroziya — tor yoriqlar va birikish joylarida oksigen yetishmasligi tufayli vujudga keladi.
- Nuqtaviy korroziya (pittinglar) — metall sirtida chuqur, kichik o'tish teshiklari hosil bo'ladi; ayniqsa zanglamaydigan po'latlarda uchraydi.
- Zarrachalar oralig'i korroziyasi — metallning donalar chegarasida yemirilishi; materialning mo'rtlashuviga olib keladi.
- Kuchlanish korroziyasi (SCC) — mexanik kuchlanish va korroziv muhit birgalikda harakat qiladi; darzlar tez tarqaladi.
- Ustaliklaning korroziyasi — siklik yuklamalar va korroziv muhit birgalikdagi ta'siri; xizmat muddatini keskin qisqartiradi (1-jadval).

*1-jadval.*

**Korroziya turlarining qiyosiy tavsifi**

Korroziya turi	Asosiy sabab	Eng ko‘p uchraydigan soha	Xavf darajasi
Umumiy (tekis)	Namlik, kislorod	Qurilish, ko‘priklar	O‘rtacha
Galvanik	Turli metallar aloqasi	Dengiz texnikasi	Yuqori
Pittinglar	Xlorid ionlari	Neft-gaz, kimyo	Juda yuqori
Kuchlanish (SCC)	Kuchlanish + kimyoviy muhit	Aerokosmik, atom sanoati	Juda yuqori
Donalar chegarasi	Issiqlik ta‘siri	Payvandlash zonalari	Yuqori

Yeyilish (tribologiya) jarayonlari: Yeyilish - ikkita yuzaning bir-biriga nisbatan siljishi (ishqalanish) natijasida materialning asta-sekin yo‘qolishi jarayonidir. Bu soha tribologiya fani doirasida o‘rganiladi. Yeyilish korroziyadan farqli ravishda mexanik ta‘sir natijasida sodir bo‘ladi, lekin amalda ko‘pincha korroziya bilan birgalikda uchraydi — bu tribokorroziya deb ataladi.

Yeyilishni yuzaga keltiruvchi asosiy fizikaviy hodisalar: plastik deformatsiya, yoriqlanish, materialning sirtidan ajralib chiqishi va issiqlik hosil bo‘lishi.

- Abrziv yeyilish — qattiqroq zarrachalar yumshoqroq sirtini tiralab yeyadi. Masalan, qum va chang zarrachalar metall sirtida chuqur izlar qoldiradi. Qishloq xo‘jaligi mashinalari, tog‘-kon uskunalari uchun xarakterli.
- Yopishqoq yeyilish (adhesion) — ikkala yuzaning mikrojipliklari bir-biriga yopishadi, so‘ng uziladi. Yog‘ qatlamining yo‘qligi bu jarayonni tezlashtiradi. Mashinasozlikda podshipniklar va tishlashuvchi uzatmalar uchun xarakterli.
- Toliqish yeyilish — siklik bosim ostida sirtida mikroyoriqlar paydo bo‘ladi va ular birlashib katta parchalanishlarga olib keladi. Temir yo‘l rails va okumlari uchun tipik holat.

- Eroziv yeyilish — suyuqlik yoki gaz oqimidagi zarrachalar sirtga urilishi natijasida yuzaga keladi. Nasoslar, turbinalar va quvur tizimlari uchun xarakterli.
- Tribokorroziya — mexanik yeyilish va kimyoviy korroziyaning birgalikdagi taʼsiri. Himoya plyonkasining doimiy ravishda yoʻqolishi korroziyani tezlashtiradi.

Yeyilish natijasida sirt qatlam materialining qattiqligi ham oʻzgaradi. Dastlabki bosqichda ishqalanish natijasida ish qattiqlashuvi roʻy beradi — yaʼni yuzaki qatlam qattiylashadi. Biroq maʼlum vaqtdan soʻng bu qatlam ham yeyilib, ostidagi yangi yumshoqroq qatlam ochiladi va yeyilish tezligi keskin ortadi.

Tribologik sistemalarda quyidagi qonuniyat kuzatiladi: yuzalar qanchalik dagʻal va qattiq boʻlsa, boshlangʻich (ishga tushirish) yeyilishi shunchalik katta boʻladi. Ammo ular toʻgʻri silingan va ishga tushirilgan boʻlsa, keyingi barqaror yeyilish davri ancha uzoq boʻladi (2-jadval).

**2-jadval.**

**Korroziyaning asosiy mexanik koʻrsatkichlarga miqdoriy taʼsiri (poʻlat misoli)**

Mexanik koʻrsatkich	Boshlangʻich qiymat	Korroziyadan soʻng	Oʻzgarish (%)
Choʻzilish mustahkamligi (MPa)	600	420–480	–20 dan –30 gacha
Plastiklik (uzayish, %)	20	8–14	–30 dan –60 gacha
Ustaliklaning chidamliligi (MPa)	250	100–180	–28 dan –60 gacha
Zarb qiymati (J/sm <sup>2</sup> )	80	30–55	–31 dan –63 gacha
Qattiqlik (HB)	200	185–195	–2 dan –8 gacha

Korroziya va yeyilishdan himoya qilishning eng samarali yo‘li — to‘g‘ri material tanlash va konstruktiv yechimlardan foydalanishdir:

- To‘g‘ri material tanlash: Korroziv muhitda zanglamaydigan po‘lat (masalan, 12X18H10T), titan, nikel qotishmalaridan foydalanish.
- Qotishma elementlari qo‘shish: Xrom, nikel, molibden, vanadiy qo‘shimchalari korroziyaga chidamlilikni sezilarli oshiradi.
- Issiqlik ishlov berish: To‘g‘ri termik ishlov (toblash, bo‘shatish, normallashtirish) materialning mikrostrukturasini yaxshilab, korroziyaga chidamlilikni oshiradi.

**Natijalar va ularning tahlili:** Korroziya va yeyilish bilan bog‘liq bir qator ilmiy va amaliy muammolar hali ham to‘liq yechilmagan:

- Korroziya tufayli mexanik xossalarning tez pasayishi — bu muammo ayniqsa yuqori yukli va yukli tushayotgan elementlarda jiddiy. Yechim: erta diagnostika, zanglamaydigan materiallar qo‘llash.
- Yeyilish natijasida detallarning xizmat muddatining qisqarishi — ishlab chiqaruvchilar ko‘pincha xarajatlarni qisqartirish uchun sirtni qattiqlantirish texnologiyalarini e‘tiborsiz qoldiradi. Yechim: PVD/CVD qoplamalar, termal spray, nitrllash.
- Himoya qoplamalarining yetarli samaradorlik bermasligi — an‘anaviy bo‘yoqlar va qoplamalar zamonaviy talablarga javob bermaydi. Yechim: nanotexnologiyalar asosidagi qoplamalar va zaqo‘langan qoplamalar.
- Real ish sharoitlarini laboratoriyada to‘liq modellashtirish qiyinligi — tez tezlashtirilgan sinovlar ba‘zan haqiqiy sharoitni to‘g‘ri aks ettirmaydi. Yechim: raqamli egiz texnologiyalari, ko‘p omilli sinov protokollari.

**Xulosa:** Korroziya va yeyilish — konstruktsion materiallarda mexanik xossalarning pasayishiga olib keluvchi asosiy jarayonlar hisoblanadi. Ushbu maqolada tahlil qilinganidek:

- Korroziya materialning ko‘ndalang kesimini kamaytirish, donalar chegarasini zaiflashtirish va nuqtaviy stress konsentratlar hosil qilish orqali mustahkamlik, plastiklik va ustaliklarning chidamliligini 20–70% gacha kamaytirishi mumkin.
- Yeyilish esa sirt qatlamining yo‘qolishiga, geometrik o‘lchamlarning o‘zgarishiga va tribologik juftning buzilishiga olib keladi — bu esa detallarning xizmat muddatini keskin qisqartiradi.

- Zamonaviy himoya texnologiyalari — PVD/CVD qoplamalar, zaqo‘lalanqan qoplamalar, elektrokimyoviy himoya va to‘g‘ri material tanlash — bu jarayonlarni sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi.
- Korroziya va yeyilishga qarshi kurashda faqat bitta usul emas, balki kompleks yondashuv — material tanlashdan boshlab, konstruktiv yechimlar va texnik xizmat ko‘rsatishgacha — samarali natija beradi.

Materiallar muhandisligi fanining rivojlanishi korroziya va yeyilish muammolarini yanada samarali hal qilish imkonini berayotgan bo‘lsa-da, bu soha hali ham ko‘plab tadqiqot va innovatsion yechimlarni talab etadi. Talabalar uchun bu mavzuni chuqur o‘rganish kelajakdagi muhandislik faoliyatida muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Fontana M.G. Corrosion Engineering. — 3rd edition. — McGraw-Hill, 1986. — 556 p. (Korroziya muhandisligining klassik darsligi)
2. Hutchings I.M. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials. — 2nd edition. — Elsevier, 2017. — 413 p. (Tribologiya bo‘yicha asosiy manba)
3. ASM International. ASM Handbook, Vol. 13: Corrosion. — ASM International, 2003. (Materiallar tarkibini o‘rganish uchun muhim ma‘lumotnoma)
4. ASM International. ASM Handbook, Vol. 18: Friction, Lubrication, and Wear Technology. — ASM International, 1992.
5. Jones D.A. Principles and Prevention of Corrosion. — 2nd edition. — Prentice Hall, 1996. — 572 p.
6. Stachowiak G.W., Batchelor A.W. Engineering Tribology. — 4th edition. — Butterworth-Heinemann, 2013. — 896 p.
7. Revie R.W., Uhlig H.H. Corrosion and Corrosion Control. — 4th edition. — John Wiley & Sons, 2008. — 490 p.