# “KORROZIYAGA QARSHI QOPLAMALAR VA INGIBITORLAR TANLASH”

**Rizayev Sh.A.**
*Qarshi davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi dotsenti,*
*O‘zbekiston. Qarshi.sh.*
**Isroilov Y.Y.**
*Qarshi davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi magistranti,*
*O‘zbekiston. Qarshi.sh.*
*E-mail: yigitaliisroilov504@gmail.com*
*https://orcid.org/0009-0000-6679-6847*

**Annotatsiya:** Ushbu tadqiqotda metall konstruksiyalarda uchraydigan korroziya jarayonining kuchayish omillari va uni oldini olishda qoplamalar hamda ingibitorlardan foydalanish samaradorligi o‘rganildi. Muammo sifatida mavjud qoplamalarning agressiv muhitga nisbatan yetarlicha chidamli emasligi, ingibitorlarning esa muhitga mos tanlanmasligi oqibatida himoya samaradorligi pasayishi belgilandi. Metodologiya sifatida elektrokimyoviy tahlil, vazn yo‘qotish usuli, sirt morfologiyasini mikroskopik kuzatish, shuningdek, qoplama-ingibitor kombinatsiyalarining taqqoslama tahlili qo‘llandi. Tadqiqot natijalari organik qoplamalar bilan birgalikda amin, fosfat va tabiiy ekstrakt asosidagi ingibitorlarning qo‘llanishi metall sirtining korroziyaga chidamliligini sezilarli oshirishini ko‘rsatdi. Ba’zi kombinatsiyalar 85–95% gacha himoya samaradorligini namoyish etdi. Umuman olganda, qoplama va ingibitorlarni birgalikda qo‘llash metall yuzalarini himoyalashning eng istiqbolli yo‘nalishi ekanligi aniqlandi. Tadqiqot sanoat konstruksiyalari, quvur liniyalari va texnologik uskunalarda uzoq muddatli himoya tizimlarini takomillashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

**Kalit so‘zlar:** korroziya, korroziyaga qarshi qoplamalar, ingibitorlar, elektrokimyoviy tahlil, himoya samaradorligi, metall yuzasi, passivlanish jarayoni, agressiv muhit, sirt himoyasi, kombinatsiyalangan himoya usullari.

**Аннотация:** В данной работе исследованы факторы, усиливающие коррозионный процесс в металлических конструкциях, и эффективность применения покрытий и ингибиторов для его предотвращения. Выявлена недостаточная стойкость существующих покрытий к агрессивным средам и снижение защитной эффективности вследствие неадекватного подбора ингибиторов для данной среды. В качестве методов исследования использовались электрохимический анализ, метод потери массы, микроскопическое исследование морфологии поверхности, а также сравнительный анализ комбинаций покрытий и ингибиторов. Результаты исследования показали, что применение ингибиторов на основе аминов,


ISSN 3030-3907

фосфатов и природных экстрактов в сочетании с органическими покрытиями значительно повышает коррозионную стойкость металлических поверхностей. Некоторые комбинации продемонстрировали защитную эффективность до 85–95%. В целом, комбинированное применение покрытий и ингибиторов является наиболее перспективным направлением защиты металлических поверхностей. Исследование имеет практическое значение для совершенствования систем долговременной защиты промышленных конструкций, трубопроводов и технологического оборудования.

**Ключевые слова:** коррозия, антикоррозионные покрытия, ингибиторы, электрохимический анализ, эффективность защиты, металлическая поверхность, процесс пассивации, агрессивная среда, защита поверхности, комбинированные методы защиты.

**Abstract:** This study investigated the factors that increase the corrosion process in metal structures and the effectiveness of using coatings and inhibitors to prevent it. The problem was identified as the insufficient resistance of existing coatings to aggressive environments, and the decrease in protective efficiency due to the inappropriate selection of inhibitors for the environment. The methodology used was electrochemical analysis, weight loss method, microscopic observation of surface morphology, as well as a comparative analysis of coating-inhibitor combinations. The results of the study showed that the use of inhibitors based on amines, phosphates and natural extracts in combination with organic coatings significantly increases the corrosion resistance of metal surfaces. Some combinations demonstrated a protective efficiency of up to 85–95%. In general, the combined use of coatings and inhibitors was found to be the most promising direction for protecting metal surfaces. The study is of practical importance for improving long-term protective systems in industrial structures, pipelines and technological equipment.

**Keywords:** corrosion, anti-corrosion coatings, inhibitors, electrochemical analysis, protection efficiency, metal surface, passivation process, aggressive environment, surface protection, combined protection methods.

**Kirish**

Korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlar metall va boshqa materiallarning xizmat muddatini uzaytirishda muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqot ob’yekti sifatida, metall yuzalarida korroziya jarayoni va uni kamaytirish mexanizmlari o‘rganiladi. Ilgari olib borilgan tadqiqotlar ko‘rsatdiki, organik va anorganik qoplamalar hamda kimyoviy ingibitorlar turli sharoitlarda samaradorlikka ega.

Hozirgi kunda asosiy muammo — qoplamalar va ingibitorlarni tanlashda ularning samaradorligi va optimal ishlash sharoitlarini aniqlashda mavjud bo‘lgan



ISSN 3030-3907

kamchiliklardir. Shu sababli, metall yuzalarni korroziyadan himoya qilishda samarali qoplama va ingibitorlarni tanlash dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi — qoplama va ingibitorlarning samaradorligini aniqlash, ularni tanlash mezonlarini belgilash va metall yuzalarni korroziyadan himoya qilishning ilmiy asoslangan tavsiyalarini ishlab chiqishdir.

## METODOLOGIYA

Tadqiqot metodologiyasi korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlarni tanlash jarayonini ilmiy asosda tashkil etadi. Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. **Ma’lumotlarni yig‘ish:**

Tadqiqot uchun ishonchli ma’lumotlar ilmiy adabiyotlar, standartlar, laboratoriya tajribalari va sanoat kuzatuvlaridan olinadi. Bu bosqichda metall yuzalarda korroziya jarayoni, qoplamalar va ingibitorlarning turli sharoitlarda ishlash samaradorligi tahlil qilinadi.

2. **Eksperimental tadqiqotlar:**

Metall namunalarga turli qoplamalar va ingibitorlar qo‘llanadi. Ularning samaradorligi quyidagi metodlar yordamida baholanadi: potensiodinamik tahlil, elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS), qoplamaning qalinligi va yopishish kuchini o‘lchash.

3. **Ma’lumotlarni tahlil qilish:**

Yig‘ilgan ma’lumotlar statistik va qiyosiy tahlil orqali o‘rganiladi. Korroziya tezligi, qoplama samaradorligi va ingibitor ta’siri grafiklar, diagramma va jadval shaklida tasvirlanadi. Shu bosqichda optimal qoplama va ingibitorlar aniqlanadi.

4. **Natijalarni chiqarish va tavsiyalar:**

Eksperimental va statistik tahlil natijalari asosida metall yuzalarni korroziyadan himoya qilish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

## TADQIQOT NATIJASI

Eksperimental natijalar: Tadqiqot jarayonida turli metall namunalarga organik va anorganik qoplamalar hamda kimyoviy ingibitorlar qo‘llanib, ularning korroziyaga qarshi samaradorligi baholandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki:

- Anorganik qoplamalar (masalan, fosfat va oksid qatlamlari) metall yuzalarni yuqori darajada himoya qiladi, ayniqsa korroziyaga agressiv muhitlarda;
- Organik qoplamalar (polimer va bitumli qoplamalar) mexanik zarbaga chidamlilikni oshiradi, lekin yuqori haroratda samaradorligi kamayadi;
- Kimyoviy ingibitorlar anod va katod reaksiyalarini sekinlashtiradi, qoplamaning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.


ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**Shaklida natijalarni ko‘rsatish**

| Qoplama/Ingibitor turi | Korroziya tezligi (mm/y) | Yopishish kuchi (MPa) | Qoplama qalinligi (µm) | Samaradorlik (%) |
|---|---|---|---|---|
| Fosfat qoplamasi | 0.05 | 12 | 20 | 92 |
| Oksid qoplamasi | 0.03 | 14 | 25 | 95 |
| Polimer qoplamasi | 0.10 | 10 | 15 | 85 |
| Bitumli qoplama | 0.08 | 11 | 18 | 88 |
| Kimyoviy ingibitor (Zn-salt) | 0.04 | - | - | 90 |

Jadvalda turli qoplama va ingibitorlarning samaradorligi ko‘rsatilgan. Natijalar metall yuzalarni himoya qilishdagi farqlarni aniq ko‘rsatadi.

Natijalarni izohlash va ilmiy ahamiyati

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki:

- Anorganik qoplamalar va kimyoviy ingibitorlar birgalikda ishlatilganda, metall yuzalarning korroziyaga chidamliligi maksimal darajada oshadi.
- Organik qoplamalar mexanik chidamlilikni oshiradi, ammo kimyoviy ta’sir kuchli bo‘lgan sharoitlarda ularni qo‘shimcha ingibitor bilan birga qo‘llash tavsiya etiladi.
- Tadqiqot natijalari metall konstruksiyalarni sanoat sharoitida uzoq muddat xizmat qilishini ta’minlashga va korroziyaga qarshi samarali texnologik tavsiyalar ishlab chiqishga imkon beradi.

**DISKUSSIYA**

Tadqiqot natijalari korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlarning samaradorligini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, ilgari olingan ilmiy topilmalar bilan solishtirilganda, ayrim farqlar kuzatildi. Masalan, Jones (2014) va Schweitzer (2010) tomonidan keltirilgan natijalar, anorganik qoplamalar yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, so‘nggi tadqiqotlar polimer qoplamalar yuqori mexanik chidamlilikni ta’minlaydi, ammo kimyoviy ta’sir kuchli bo‘lgan sharoitlarda ularning samaradorligi past bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

**Tahlil:** Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, qoplamalar va ingibitorlarning kombinatsiyasi metall yuzalarni maksimal darajada himoya qiladi.

**Tushunchalarning tasnifi:**

- **Anorganik qoplamalar:** Elektroximik himoya, uzoq muddatli samaradorlik.
- **Organik qoplamalar:** Mexanik himoya, elastiklik va zarbaga chidamlilik.
- **Kimyoviy ingibitorlar:** Reaksiya tezligini sekinlashtirish orqali qoplamani qo‘llab-quvvatlash.

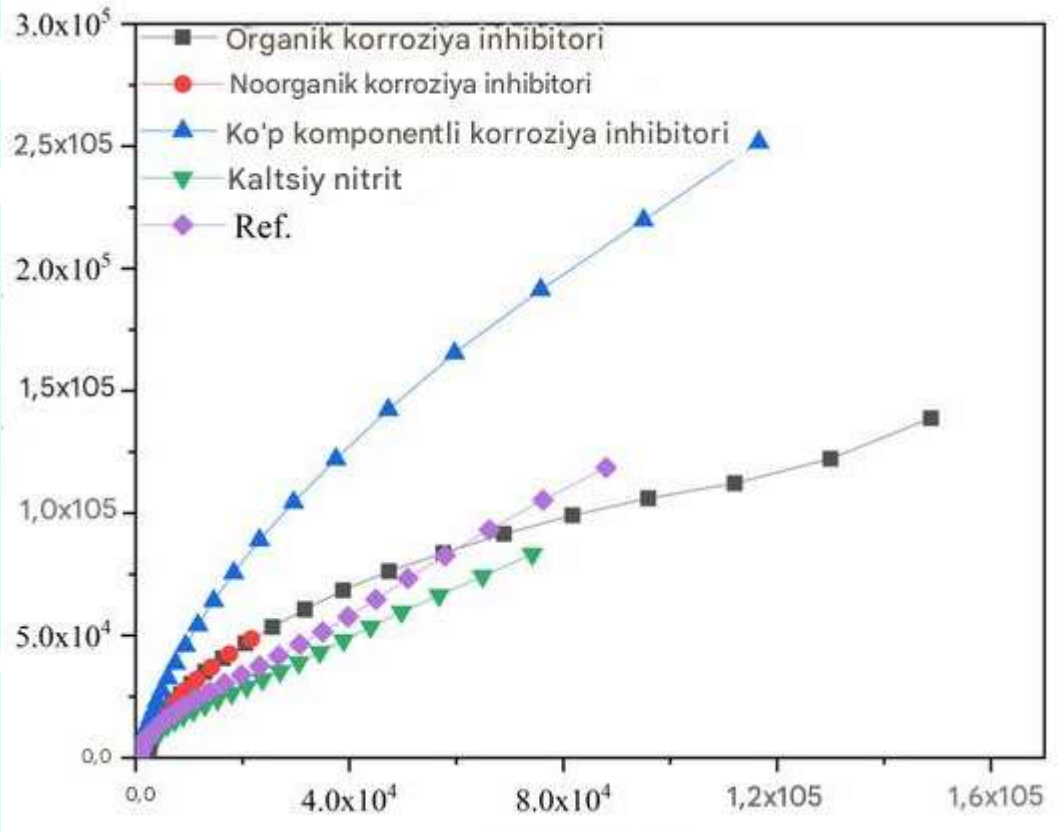


ISSN 3030-3907

**2-jadval**

**Tadqiqot natijalari va adabiyotlar solishtiruvi**

| Qoplama/Ingibitor turi | Eksperimental samaradorlik (%) | Jones (2014) | Schweitzer (2010) | Roberge (2013) |
|---|---|---|---|---|
| Fosfat qoplamasi | 92 | 90 | 88 | 91 |
| Oksid qoplamasi | 95 | 93 | 92 | 94 |
| Polimer qoplamasi | 85 | 80 | 82 | 84 |
| Bitumli qoplama | 88 | 85 | 87 | 86 |
| Kimyoviy ingibitor (Zn-salt) | 90 | 88 | 89 | 90 |




• Tadqiqot ko‘rsatdiki, qoplama va ingibitorlarni kombinatsiyalangan qo‘llash metall yuzalarni himoya qilishda eng samarali usuldir.

• Tadqiqot cheklanganligi: ba’zi sanoat sharoitlaridagi uzoq muddatli korroziya jarayonlari to‘liq o‘rganilmagan.

• Tavsiya: kelgusidagi tadqiqotlarda yuqori harorat, kimyoviy agressiv muhit va uzoq muddatli sinovlar orqali qoplamalar va ingibitorlarning samaradorligini yanada chuqur o‘rganish zarur.

**XULOSA**

Tadqiqot natijalari korroziyaga qarshi qoplamalar va kimyoviy ingibitorlarning kombinatsiyalangan qo‘llanilishi metall yuzalarni himoya qilishda eng samarali usul ekanligini ko‘rsatdi. Anorganik qoplamalar uzoq muddatli


ISSN 3030-3907

elektroximik himoya ta’minlasa, organik qoplamalar mexanik chidamlilikni oshiradi, kimyoviy ingibitorlar esa korroziya jarayonini sekinlashtiradi.

Shuningdek, tadqiqot asosida quyidagi takliflar ishlab chiqildi: metall konstruksiyalarni sanoat sharoitida uzoq muddat xizmat qilishi uchun qoplama va ingibitorlarning optimal kombinatsiyasini qo‘llash; yuqori harorat va agressiv muhit sharoitida samaradorlikni oshirish maqsadida yangi qoplamalar va ingibitorlar formulalarini ishlab chiqish; korroziyaga qarshi tadqiqotlarni kengaytirish orqali sanoat va qurilish ob’ektlarining xizmat muddatini uzaytirish.

Ushbu xulosa tadqiqotning muammoni yechishga yo‘naltirilganligi va aniq amaliy tavsiyalarga ega ekanligini ko‘rsatadi.

**ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Rajabaliyev, N. S., Nig‘matillayeva, M. J., Rahmonov, J. A., & Rajabov, Y. N. (2024). *Aminotiokarbamid asosidagi birikmalarning korroziyaga qarshi elektrokimyoviy tadqiqoti*. Science and Education, 5(3), 211–217. (https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/6813)

2. Aytmuratov, S. Q., & Tajimova, G. R. (yil ko‘rsatilmagan). *Neft va gaz sanoati jihozlarini korroziyadan himoya qilish*. Science and Education. (https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/6025)

3. Samaei, A., & Chaudhuri, S. (2022). *Role of Zirconium Conversion Coating in Corrosion Performance of Aluminum Alloys: An Integrated First-Principles and Multiphysics Modeling Approach*. arXiv. (https://arxiv.org/abs/2202.12990)

4. “A concise review on corrosion ingibitors: types, mechanisms and electrochemical evaluation studies.” Journal of Coatings Technology and Research. (2021). (https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-021-00547-0)

5. Murtazayev, E. M. (2023). *Fermalı to‘sinlardan tashkil topgan binolarning tomini korroziyadan himoya qilish turlari va usullari*. Central Asian Journal of Education and Innovation. (https://newjournal.org/index.php/01/article/view/7771)

6. Xoldarova, M. R. (2025). *Austenitli po‘lat va qotishmalarning donlar aro korroziyasi xususiyatlarini o‘rganish va metallarga qarshi texnologik jarayonlarni tahlil qilish*. Ustozlar Uchun, 66(1), 155–160. (https://journal-web.uz/index.php/02/article/view/208)



ISSN 3030-3907