

## AVTOTRANSPORT DETALLARI SIRTINING YEYILISHGA CHIDAMLILIGINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASI

**Bo‘ynazarov O‘rol Ravshanovich**

Qarshi davlat texnika universiteti, dotsent

**Abdurahimov Alibek Ibrat o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti, magistrant

E-mail: [abdurahimovalibek12@gmail.com](mailto:abdurahimovalibek12@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada avtotransport detallarining ishqalanish sharoitida yeyilishga bardoshliligini oshirishga qaratilgan uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasi tadqiq etilgan. Jarayon sirtni tayyorlash, nitridlash va oksidlash bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, nitrooksidlash natijasida detal sirtida yuqori qattiqlikka ega nitrid qatlamlari va himoya oksid qatlami hosil bo‘lib, ularning yeyilish hamda korroziyaga chidamliligi sezilarli darajada ortadi. Olingan natijalar ushbu texnologiyaning avtotransport detallarining ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash, xizmat muddatini uzaytirish va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytirishda samarali usul ekanligini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar:** nitrooksidlash, nitridlash, oksidlash, avtotransport detallari, yeyilishga bardoshlilik, sirt qattiqligi, tribologik xossalar.

### KIRISH

Avtotransport vositalarining uzluksiz va ishonchli ishlashi ko‘p jihatdan ularning detallarining yeyilishga bardoshliligiga bog‘liq. Dvigatel, transmissiya, yurish qismi va boshqa mexanizmlar tarkibidagi detallar ekspluatatsiya jarayonida doimiy ishqalanish, mexanik yuklama hamda harorat ta’sirida ishlaydi. Buning natijasida detal sirtida yeyilish jarayonlari jadallashib, ularning xizmat muddati qisqaradi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari ortadi. Shu sababli avtotransport detallari sirtining ishqalanish sharoitida yeyilishga bardoshliligini oshirish mashinasozlik va materialshunoslik sohasining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Detallar sirtini mustahkamlash maqsadida turli kimyoviy-termik ishlov berish usullari qoʻllaniladi. Ular orasida nitrooksidlash texnologiyasi alohida ahamiyatga ega boʻlib, sirt qatlamining qattiqligini oshirish, ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirish va korroziyaga chidamliligini yaxshilash imkonini beradi. Ayniqsa, bir necha bosqichda amalga oshiriladigan nitrooksidlash jarayonlari natijasida detal sirtida yuqori sifatli himoya qatlami hosil boʻlib, uning ekspluatatsion xususiyatlari sezilarli darajada yaxshilanadi.

Soʻnggi yillarda transport va mashinasozlik sanoatida resurs tejamkor hamda samarali sirtni mustahkamlash texnologiyalarini yaratishga boʻlgan ehtiyoj ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan avtotransport detallari sirtida yuqori yeyilishga bardoshli qatlam hosil qiluvchi uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasini ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Mazkur ishning maqsadi avtotransport detallarining ishqalanish jarayonida yeyilishga bardoshliligini oshirishga xizmat qiluvchi uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasini ishlab chiqish va uning samaradorligini tadqiq etishdan iborat.

### **TADQIQOT METODOLOGIYASI**

Tadqiqot avtotransport detallarining ishqalanish jarayonida yeyilishga bardoshliligini oshirishga qaratilgan uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasini ishlab chiqish va uning samaradorligini aniqlash maqsadida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida 42CrMo4 turidagi konstruksion poʻlat namunalaridan foydalanildi.

Birinchi bosqichda namunalar mexanik ishlov berilib, sirt qismi oksidlar va iflosliklardan tozalandi hamda faollashtirildi. Ikkinchi bosqichda plazmali nitridlash jarayoni amalga oshirildi. Nitridlash vakuum muhitida 560–570°C haroratda olib borildi. Jarayon davomida metall sirtida azot bilan boyitilgan birikma qatlami va diffuzion zona hosil qilindi. Nitridlash natijasida sirt qattiqligi 900–1100 HV gacha oshirildi, diffuzion qatlam qalinligi 0,20–0,50 mm diapazonda shakllantirildi.

Uchinchi bosqichda nitridlangan namunalar postoksidlash jarayonidan oʻtkazildi. Oksidlash natijasida sirt qatlamida  $Fe_3O_4$  tarkibli himoya oksid qatlami hosil qilindi. Oksidlash jarayoni nitridlashdan soʻng bitta texnologik siklda amalga oshirilib,

korroziyaga chidamli va yeyilishga bardoshli kombinatsiyalangan nitrooksid qatlam olindi.

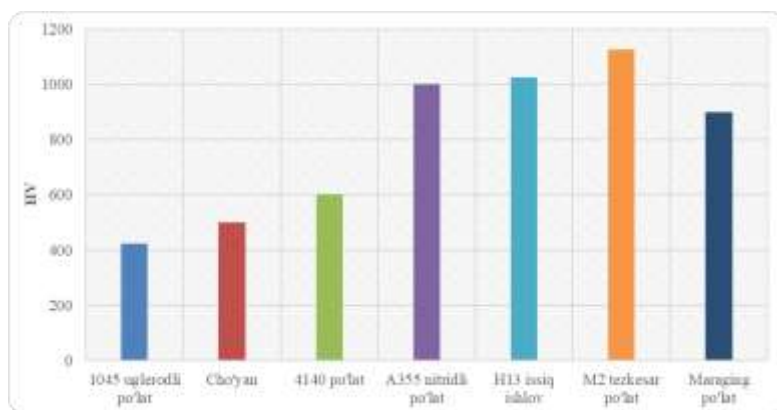
Ishlov berilgan namunalarning mikrostrukturasi metallografik usulda o'rganildi. Hosil bo'lgan qatlamlarning qalinligi va tuzilishi mikroskopik tahlillar yordamida aniqlandi. Qattiqlik ko'rsatkichlari Vickers usuli bo'yicha o'lchandi. Nitrooksidlashdan keyin hosil bo'lgan qatlamning tribologik xususiyatlarini baholash uchun ishqalanish va yeyilish sinovlari o'tkazildi. Sinovlar davomida ishqalanish koeffitsiyenti, massa yo'qotilishi va yeyilish intensivligi aniqlandi hamda natijalar dastlabki holatdagi namunalar bilan taqqoslandi.

Olingan eksperimental ma'lumotlar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlanib, uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasining avtotransport detallarining yeyilishga bardoshlilikiga ta'siri baholandi.

### **NATIJARLAR VA MUHOKAMA**

Tadqiqot davomida avtotransport detallarining ishqalanish sharoitida yeyilishga bardoshlilikini oshirish maqsadida uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasi qo'llanildi. Texnologik ishlov natijasida namuna sirtida nitrid va oksid qatlamlardan tashkil topgan ko'p qatlamli himoya qoplamasi hosil bo'ldi. Metallografik tahlillar natijasida hosil bo'lgan qatlamning bir xil taqsimlangani va asosiy metall bilan mustahkam bog'langanligi aniqlandi.

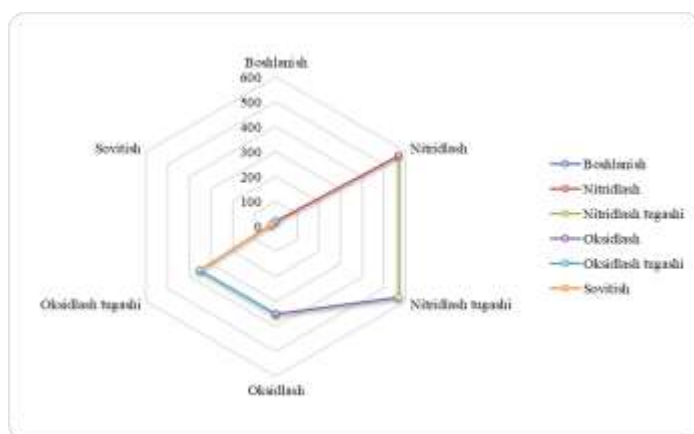
Nitridlash bosqichida metall sirtiga azot atomlarining diffuziyalanishi natijasida yuqori qattiqlikka ega birikma qatlami va diffuzion zona hosil bo'ldi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, bunday qatlamlarning qattiqligi 900–1100 HV gacha yetishi mumkin bo'lib, bu esa boshlang'ich materialga nisbatan bir necha barobar yuqori ko'rsatkich hisoblanadi.



**1-rasm. Nitridlashdan keyin turli po‘latlarning sirt qattiqligi ko‘rsatkichlari.**

Oksidlash bosqichidan so‘ng sirt qatlamida  $Fe_3O_4$  tarkibli himoya qatlami shakllandi. Ushbu qatlam korroziy muhit ta’siridan himoyalaniish bilan bir qatorda ishqalanish vaqtida yuzaga keladigan abraziv yeyilish intensivligini kamaytirishga xizmat qiladi. Nitrooksid qatlamning hosil bo‘lishi natijasida sirtning mikrorelyefi yaxshilandi va ishqalanish juftliklari orasidagi kontakt yuklamalari bir maromda taqsimlandi.

Tribologik sinovlar natijalari nitrooksidlashdan o‘tkazilgan namunalar dastlabki holatdagi namunalarga nisbatan yuqori yeyilishga bardoshlilikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Bunga sirt qattiqligining ortishi, diffuzion zonada siquvchi qoldiq kuchlanishlarning hosil bo‘lishi va oksid qatlamining himoya xususiyatlari sabab bo‘ldi. Ishqalanish jarayonida massa yo‘qotilishi kamayib, detal sirtining ekspluatatsion barqarorligi oshgani kuzatildi.



**2-rasm. Avtotransport detallari uchun uch bosqichli nitrooksidlash jarayonining harorat–vaqt diagrammasi.**

Olingan natijalar uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasi avtotransport detallari uchun samarali sirt mustahkamlash usuli ekanligini ko‘rsatdi. Texnologiyaning qo‘llanilishi detallarning xizmat muddatini uzaytirish, ta‘mirlash xarajatlarini kamaytirish

va transport vositalarining ishonchliligini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, hosil qilingan nitrooksid qatlam yuqori ishqalanish sharoitlarida ishlovchi val, tishli g'ildirak, porshen halqasi va boshqa mas'ul detallar uchun istiqbolli himoya qoplamasi hisoblanadi.

## **XULOSA**

Tadqiqot natijalari avtotransport detallari sirtining ishqalanish sharoitida yeyilishga bardoshliligini oshirishda uch bosqichli nitrooksidlash texnologiyasining yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Nitridlash va keyingi oksidlash jarayonlari natijasida detal sirtida yuqori qattiqlikka ega nitrid qatlamlari hamda himoya xususiyatiga ega oksid qatlami hosil bo'lib, bu sirtning yeyilish va korroziyaga chidamliligini sezilarli darajada yaxshiladi. Olingan natijalar nitrooksidlash texnologiyasining avtotransport detallarining xizmat muddatini uzaytirish, ekspluatatsion ishonchliligini oshirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirishda istiqbolli usul ekanligini tasdiqladi.

## **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Eshkabilov, F. K. (2019). Technology of nitro-oxidation of structural steels. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 6(11), 11654–11658.
2. Eshkabilov, K., Kholboev, T., & Khudaykulov, S. (2023). Structural-phase transformations during nitro oxidation of structural steels. *E3S Web of Conferences*, 401, 03014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103014>
3. Eshkabilov, K., Kholboev, T., & Khudaykulov, S. (2024). Corrosion and tribological properties of diffusion nitride-oxide coatings. *AIP Conference Proceedings*, 3124(1), 050024. <https://doi.org/10.1063/5.0242006>
4. Stramke, S., Huchel, U., & Crummenauer, J. (1997). Pulsed plasma nitriding and combined processes. In *Surface Treatment, Computer Methods and Experimental Measurements* (pp. 391–398). WIT Press.

5. Zlatanovic, M., & Gredic, T. (1993). Matching of TiN coating structures by plasma nitriding of substrates. *Vacuum*, 44(2), 83–88. [https://doi.org/10.1016/0042-207X\(93\)90037-K](https://doi.org/10.1016/0042-207X(93)90037-K)
6. Gredic, T., Zlatanovic, M., Popovic, N., & Bogdanov, Z. (1993). Effect of plasma nitriding on the properties of (Ti,Al)N coatings deposited onto hot work steel substrates. *Thin Solid Films*, 228(1–2), 261–263. [https://doi.org/10.1016/0040-6090\(93\)90754-Y](https://doi.org/10.1016/0040-6090(93)90754-Y)
7. Sun, Y., & Bell, T. (1998). Plasma surface engineering of low alloy steel. *Materials Science and Engineering: A*, 140(1), 419–434. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(97\)00763-4](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(97)00763-4)
8. Bell, T. (2002). Surface engineering of austenitic stainless steel. *Surface Engineering*, 18(6), 415–422. <https://doi.org/10.1179/026708402225006893>
9. Davis, J. R. (Ed.). (2001). *Surface hardening of steels: Understanding the basics*. Materials Park, OH: ASM International.
10. Totten, G. E. (Ed.). (2006). *Steel heat treatment: Metallurgy and technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press.