

KONSTRUKTSION PO'LATLAR SIRTINI NITROOKSIDLASH ORQALI MUSTAHKAMLASH TEKNOLOGIYASI

Boynazarov Urol Ravshanovich

Qarshi davlat texnika universiteti, dotsent.

Email: boynazarov.1963@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda konstruksion po'latlar sirtini nitrooksidlash orqali mustahkamlash texnologiyasi o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida dastlabki oksidlash, azotlash va bug'li oksidlash asosida hosil qilingan oksinitrid qoplamalar yuqori fizik-mexanik va tribologik xossalarga ega ekanligi aniqlandi. Oksinitrid qatlamlarining mikrotverdligi 8,5–12,5 GPa ga yetishi, ishqalanish ko'effitsienti esa 0,04–0,07 oralig'ida bo'lishi qayd etildi. Qoplamalarning yeyilishga chidamliligi 30 % gacha oshgani va xizmat muddati 2–5 martagacha uzaygani aniqlandi. Olingan natijalar nitrooksidlash texnologiyasining tog'-metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoatida qo'llaniladigan detallar ishonchliligi va uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlashda samarali usul ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: nitrooksidlash, oksinitrid qoplama, kimyoviy-termik ishlov berish, mikrotverdlik, yeyilishga chidamlilik, ishqalanish ko'effitsienti, konstruksion po'lat.

Kirish

Hozirgi kunda tog'-metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoatida qo'llaniladigan detallar yuqori mexanik yuklanishlar, abraziv yeyilish, ishqalanish hamda agressiv muhitlar ta'sirida ishlaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sanoat uskunalari detallarining 70–80 % gacha bo'lgan nosozliklari sirt qatlamlarining yeyilishi, korroziyalanishi va kontakt yemirilishi bilan bog'liq. Shu sababli po'latlarning sirt qatlamlarini mustahkamlash, ularning yeyilishga chidamliligi va xizmat muddatini oshirish zamonaviy materialshunoslikning dolzarb ilmiy-amaliy masalalaridan biri hisoblanadi.

Kimyoviy-termik ishlov berish usullari, xususan azotlash va nitrooksidlash texnologiyalari po'latlar sirtida yuqori qattqlikka ega bo'lgan himoya qatlamlarini hosil qilish imkonini beradi. Bunday ishlov berish natijasida hosil bo'ladigan oksinitrid qoplamalar yuqori mikrotverdlik, past ishqalanish ko'effitsienti va yuqori yeyilishga chidamlilik bilan tavsiflanadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, oksinitrid qatlamlarining mikrotverdligi 8,5–12,5 GPa gacha yetishi, ishqalanish ko'effitsienti esa 0,04–0,07 oralig'ida bo'lishi aniqlangan. Bundan tashqari, mazkur qoplamalar qo'llanilganda detalning yeyilishga chidamliligi an'anaviy azotlangan qatlamlarga nisbatan sezilarli

darajada ortib, ishqalanish jarayonida 150 ming siklgacha bo'lgan yuklamalarda ham sirt yemirilishi kuzatilmagan.

Oksinitrid qoplamalarning afzalligi ularning ko'p qatlamli oksid-nitrid tuzilishga ega ekanligi bilan izohlanadi. Ushbu tuzilma kontakt kuchlanishlarini qayta taqsimlaydi, ishqalanish jarayonida hosil bo'ladigan mahalliy kuchlanishlarni kamaytiradi va kontakt charchoqqa chidamlilikni oshiradi. Shu jihatdan nitrooksidlash texnologiyasi sanoat uskunalari detallarining ishonchliligini oshirish hamda ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishning samarali usullaridan biri hisoblanadi.

Mazkur tezisning maqsadi konstruksion po'latlarda nitrooksidlash jarayonida hosil bo'ladigan oksinitrid qoplamalarning shakllanish qonuniyatlarini o'rganish, ularning mikrotuzilishi va fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish hamda qoplamalarning yeyilishga chidamlilik va kontakt charchoqqa ta'sirini baholashdan iborat.

Tadqiqot maqsadi

Tadqiqotning maqsadi konstruksion po'latlar sirtida nitrooksidlash jarayoni orqali hosil qilinadigan oksinitrid qoplamalarning shakllanish mexanizmlarini, strukturaviy-fazaviy holatini va ekspluatatsion xossalarini kompleks ravishda o'rganish hamda ularning sanoat uskunalari detallarining xizmat muddatiga ta'sirini baholashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun dastlabki oksidlash, azotlash va keyingi bug'li oksidlash jarayonlarining diffuziya qatlamining hosil bo'lishiga, mikrotuzilishiga va mexanik xossalariga ta'siri tadqiq qilinadi.

Shuningdek, hosil bo'lgan oksinitrid qoplamalarning mikrotverdlik, yeyilishga chidamlilik, ishqalanish ko'effitsienti va kontakt charchoqqa bardoshlilik ko'rsatkichlarini aniqlash hamda ularni an'anaviy azotlangan qatlamlar bilan qiyosiy baholash ko'zda tutilgan. Tadqiqot davomida oksinitrid qoplamalar tarkibida hosil bo'ladigan yuqori qattiqlikka ega ε va γ' fazalarning shakllanish qonuniyatlari hamda ularning sirt qatlamining mustahkamligiga ta'siri o'rganiladi.

Bundan tashqari, kimyoviy-termik ishlov berishning optimal texnologik parametrlarini aniqlash orqali sirt qatlamining mikrotverdligini 8,5–12,5 GPa gacha oshirish, ishqalanish ko'effitsientini 0,04–0,07 gacha kamaytirish, yeyilishga chidamliligini sezilarli darajada yaxshilash va kontakt charchoqqa qarshiligini oshirish imkoniyatlarini asoslash maqsad qilingan. Tadqiqot natijalari asosida tog'-metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoatida ishlatiladigan detallar uchun yuqori samaradorlikka ega oksinitrid qoplamalar hosil qilish texnologiyasining ilmiy asoslarini ishlab chiqish va ularning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish rejalashtirilgan.

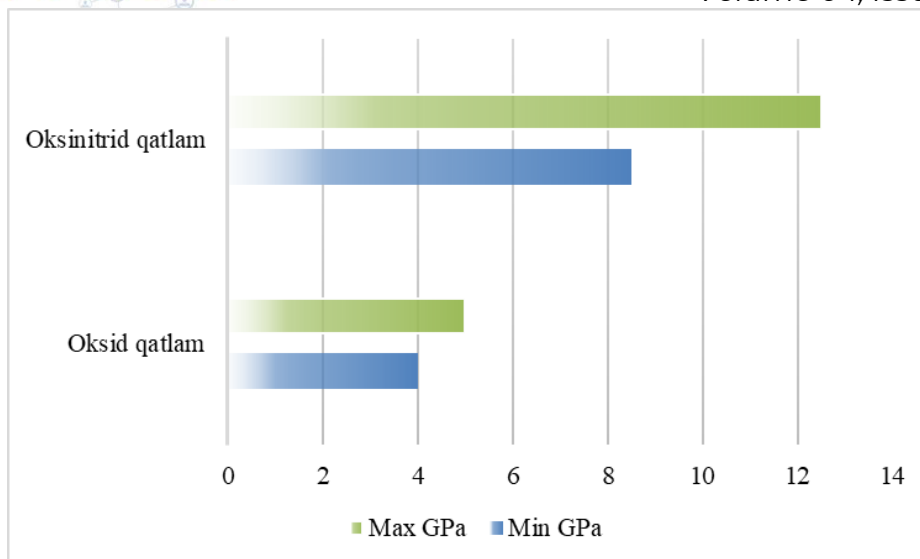
Natijalar

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida nitrooksidlash jarayoni konstruksion po'latlarning sirt qatlamida yuqori fizik-mexanik va tribologik xossalarga ega bo'lgan oksinitrid qoplamalar hosil qilish imkonini berishi aniqlandi. Dastlabki oksidlash 580 °C haroratda 7 minut davomida, azotlash 580 °C da 2 soat va keyingi bug'li oksidlash 580 °C da 30 minut davomida amalga oshirilganda eng yaxshi natijalar kuzatildi. Metallografik tahlillar natijasida po'lat sirtida oksid va nitrid qatlamlaridan tashkil topgan ko'p qatlamli struktura shakllangani hamda diffuzion qatlamning asosiy metall bilan mustahkam bog'langanligi aniqlandi.

Mikrotverdlik bo'yicha o'tkazilgan sinovlar oksinitrid qoplamalarining yuqori mustahkamlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Qoplamaning maksimal mikrotverdligi 8,5–12,5 GPa ni tashkil etdi, bu esa oddiy azotlangan qatlamlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori ko'rsatkich hisoblanadi. Oksid qatlamining mikrotverdligi 4,0–5,0 GPa oralig'ida bo'lib, qatlam bo'ylab qattiqlikning bosqichma-bosqich kamayishi yuzaga keldi. Bunday gradient tuzilma kontakt kuchlanishlarini kamaytirishga va qoplamaning yorilishiga qarshilik ko'rsatishga xizmat qildi.

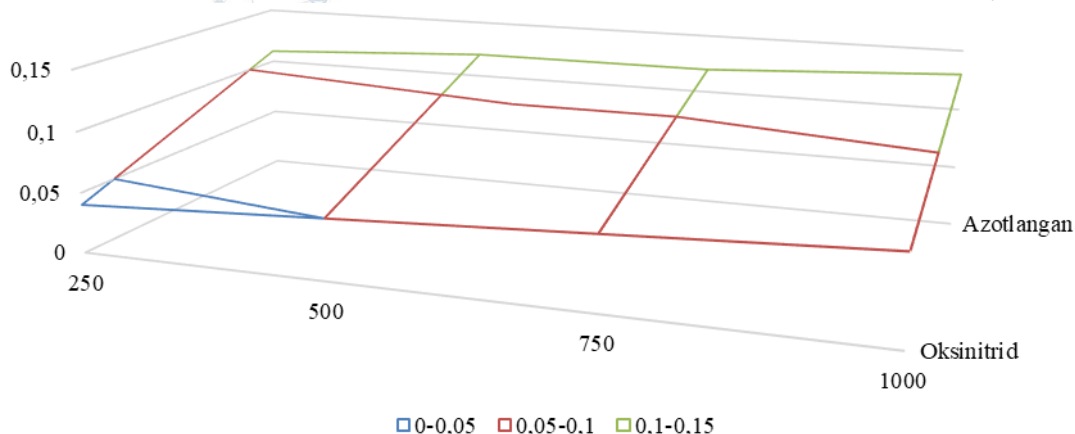
Tribologik tadqiqotlar davomida yuklama 250 N dan 1000 N gacha oshirilganda ham oksinitrid qoplamalarning ishqalanish ko'effitsienti 0,04–0,07 oralig'ida saqlanib qoldi. Taqqoslash uchun, an'anaviy azotlangan qatlamlarda ushbu ko'rsatkich 0,11–0,13 ni tashkil etdi. Natijalar oksinitrid qoplamalarda ishqalanish ko'effitsienti taxminan 40–60 % ga kamayganligini ko'rsatdi. Bu esa ishqalanish jarayonida energiya yo'qotishlarini kamaytirish va detalning ishlash samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Yeyilishga chidamlilik sinovlari qoplamalarning yuqori ekspluatatsion xususiyatlarini tasdiqladi. Oksinitrid qoplama namunalari 150000 siklgacha bo'lgan ishqalanish sinovlarida sirt shikastlanishsiz ishlagan bo'lsa, oddiy azotlangan namunalari taxminan 60000 sikldan keyin yemirilish belgilarini namoyon qildi. Shunday qilib, nitrooksidlash natijasida hosil qilingan qoplamalarning xizmat muddati 2,5 martagacha oshganligi aniqlandi. Bundan tashqari, qoplamalarning yeyilishga chidamliligi 30 % gacha ortgani kuzatildi. Nitrooksidlash jarayonining samaradorligini baholash maqsadida hosil qilingan oksinitrid va oksid qatlamlarining mikrotverdlik ko'rsatkichlari o'rganildi. Mikrotverdlik sirt qatlamining mexanik mustahkamligi va yeyilishga qarshiligini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Olingan natijalar qoplama tarkibida hosil bo'ladigan fazalarning qattiqlikka ta'sirini aniqlash imkonini berdi.



1-rasm. Oksid va oksinitrid qatlamlar mikrotverdligining qiyosiy tahlili

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, oksinitrid qoplamaning mikrotverdligi oksid qatlamiga nisbatan ancha yuqori bo‘lib, uning qiymati 8,5–12,5 GPa oralig‘ini tashkil etdi. Oksid qatlamida esa ushbu ko‘rsatkich 4,0–5,0 GPa atrofida qayd etildi. Oksinitrid qatlam tarkibida yuqori qattqlikka ega ε va γ' fazalarning hosil bo‘lishi mikrotverdlkning oshishiga sabab bo‘lgan. Yuqori mikrotverdlk qoplamaning abraziv yeyilishga chidamliligini oshiradi hamda ekspluatatsiya jarayonida detal sirtining yemirilishini kamaytiradi. Olingan natijalar nitrooksidlash texnologiyasi konstruktsion po‘latlarning sirt qatlamini samarali mustahkamlashini va ularning xizmat muddatini oshirish imkonini berishini tasdiqlaydi. Kontakt charchoq sinovlari natijalariga ko‘ra, oksinitrid qoplamalar kontakt yemirilishiga qarshi yuqori qarshilik ko‘rsatdi. Tadqiqotlarda nitrooksidlash orqali ishlov berilgan namunalarda kontakt kuchlanishlarining bir tekis taqsimlanishi kuzatilib, charchoq yemirilishining rivojlanish tezligi sezilarli darajada kamaydi. Olingan natijalar nitrooksidlash texnologiyasi yordamida po‘lat detallarining xizmat muddatini 2–5 martagacha oshirish, ishqalanish koeffitsientini 0,04–0,07 gacha kamaytirish va mikrotverdlkni 12,5 GPa gacha yetkazish mumkinligini ko‘rsatdi. Bu esa texnologiyaning tog‘- metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoatida qo‘llaniladigan mas’ul detallarni mustahkamlash uchun istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.



2-rasm. Yuklama ta'sirida oksinitrid va azotlangan qoplamalarning ishqalanish koeffitsienti o'zgarishi

Xulosa

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida nitrooksidlash texnologiyasi konstruksion po'latlarning sirt qatlamini samarali mustahkamlashi va ularning ekspluatatsion xossalarini sezilarli darajada yaxshilashi aniqlandi. Dastlabki oksidlash, azotlash va keyingi bug'li oksidlash natijasida hosil bo'lgan oksinitrid qoplamalar 8,5–12,5 GPa gacha mikrotverdlikka, 0,04–0,07 oralig'idagi past ishqalanish koeffitsientiga hamda yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'ldi. Sinovlar davomida qoplangan namunalar 150 ming siklgacha bo'lgan yuklamalarda barqaror ishlashi, xizmat muddatining esa an'anaviy ishlov berilgan po'latlarga nisbatan 2–5 martagacha ortishi kuzatildi. Olingan natijalar nitrooksidlash orqali hosil qilingan oksinitrid qoplamalar tog'-metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoati detallarining ishonchliligi, uzoq muddat xizmat qilishi hamda iqtisodiy samaradorligini oshirishda istiqbolli texnologiya ekanligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bell, T. (2002). Surface engineering of austenitic stainless steel. Surface Engineering, 18(6), 415–422. <https://doi.org/10.1179/026708402225006493>
2. Davis, J. R. (2001). Surface hardening of steels: Understanding the basics. ASM International.
3. Edenhofer, B. (1974). Physical and metallurgical aspects of ion nitriding. Heat Treatment of Metals, 1(2), 23–28.
4. Gavriljuk, V. G. (1996). Nitrogen in iron and steel. Metallurgical and Materials Transactions A, 27(2), 241–250. <https://doi.org/10.1007/BF02648943>
5. Geller, Y. A. (1984). Instrumentalnye stali. Metallurgiya.
6. Holmberg, K., & Matthews, A. (2009). Coatings tribology: Properties, mechanisms, techniques and applications in surface engineering (2nd ed.). Elsevier.

7. Keddarn, M., Kulka, M., Makuch, N., Pertek, A., & Maldzinski, L. (2013). A kinetic model for the boriding process. *Applied Surface Science*, 298, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.09.038>
8. Mittemeijer, E. J. (2013). Fundamentals of nitriding and nitrocarburizing. *ASM Handbook*, 4A, 619–646.
9. Olikar, V. E. (1976). *Khimiko-termicheskaya obrabotka metallov. Mashinostroyeniye*.
10. Podgornik, B., Vizintin, J., Wänstrand, O., Larsson, M., Hogmark, S., Ronkainen, H., & Holmberg, K. (2001). Wear mechanisms and surface engineering of tribological components. *Wear*, 249(3–4), 254–259. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(01\)00557-3](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(01)00557-3)
11. Rakhimov, R. D., & Karimov, A. A. (2020). Surface modification technologies for improving wear resistance of machine parts. *Materials Today: Proceedings*, 25, 45–50.
12. Sun, Y., & Bell, T. (1998). Plasma surface engineering of low alloy steel. *Materials Science and Engineering: A*, 140(1–2), 419–434. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(98\)00211-9](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(98)00211-9)
13. Totten, G. E. (2006). *Steel heat treatment: Metallurgy and technologies*. CRC Press.
14. Tyurin, Y. N., Pogrebnjak, A. D., & Beresnev, V. M. (2017). Modern surface engineering technologies and applications. *Journal of Surface Investigation*, 11(5), 897–909. <https://doi.org/10.1134/S1027451017050184>
15. Zhang, S. (2010). *Modern surface engineering treatments*. CRC Press.