

УО'К: 669.14:621.9:622.8

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.30

## SANOATDA DETALLARNING YEYILISHINI OLDINI OLİSH USULLARI



**Boynazarov O'rrol Ravshanovich**

Qarshi davlat texnika universiteti professori, t.f.n., Qarshi,  
O'zbekiston



**Xasanov Abdirashid Saliyevich**

"Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ Innovatsion  
texnologiyalarni ishlab chiqish va tadbiq etish markazining  
texnologiya bo'yicha direktor o'rinnbosari, t.f.d., professor,  
Olmaliq, O'zbekiston

E-mail: [a.xasanov@srt-journal.uz](mailto:a.xasanov@srt-journal.uz)

ORCID ID: 0009-0004-9162-7622

**Annotatsiya.** Ma'lumki yer usti va yer ostidan qazib olingen minerallarni ajratib olishda ularning tarkibidagi xlorli va boshqa turdag'i tuzlarning birikmalarining mavjudligi metall konstruksiyalariga abraziv ta'sir qilish bilan birgalikda korroziyanish holatlarini ham keltirib chiqaradi. Ushbu maqolada metall konstruksiyalarini ekspluatatsiya qilish muddatini oshirish maqsadida ularning sirt yuzalarini bardoshliligini oshirish va har xil usuldag'i qoplama larning texnologiyasidan foydalanilgan va yeyilishga va korroziyaga qarshi bardoshliligini oshirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

**Kalit so'zlar:** ishchi detal, yeyilish, korroziya, konstruktiv, texnologik, ekspluatatsion, kvarts, granit, dala shpati, pyrit, yoyli qoplama, vibro-ark qoplaması, qo'lda yoyli qoplama, sirt qoplaması, plazma qoplaması, yuqori chastotali induktiv metallash, induksion qoplama, azotlash.

## МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗЪЕДАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Бойназаров Урал Равшанович**

Профессор, к.т.н., Каришинский государственный технический  
университет, Карши, Узбекистан

**Хасанов Абдирашид Салиевич**

Заместитель директора по технологиям Центра разработки  
и внедрения инновационных технологий, АО «Алмалыкский  
горно-металлургический комбинат», доктор технических  
наук, профессор, Алмалык, Узбекистан.

**Аннотация.** Известно, что наличие хлоридных и других солевых соединений при добыче полезных ископаемых с поверхности и под землей, наряду с абразивным воздействием на металлические конструкции, вызывает также коррозию. В данной статье с целью увеличения срока службы металлических конструкций проведены исследования по повышению долговечности их поверхностей и применению различных технологий покрытий для повышения их стойкости к износу и коррозии.

**Ключевые слова:** деталь, износ, коррозия, конструкционный, технологический, эксплуатационный, кварц, гранит, полевой шпат, пирит, дуговое покрытие, вибродуговое покрытие, ручное дуговое покрытие, поверхностное покрытие, плазменное покрытие, высокочастотная индукционная металлизация, индукционное покрытие, азотирование.

## METHODS OF PREVENTING PARTS CORROSION IN INDUSTRY

**Boynazarov Ural Ravshanovich**

Professor, PhD, Karshi State Technical University,  
Karshi, Uzbekistan

**Khasanov Abdirashid Salievich**

Deputy Director for Technology of the Center for Development  
and Implementation of Innovative Technologies, JSC "Almalyk  
Mining and Metallurgical Combine", Doctor of Technical  
Sciences, Professor, Almalyk, Uzbekistan.

**Abstract.** It is known that the presence of chloride and other salt compounds in the extraction of minerals from the surface and underground, along with the abrasive effect on metal structures, also causes corrosion. In this article, in order to increase the service life of metal structures, research was conducted on increasing the durability of their surfaces and using various coating technologies to increase their resistance to wear and corrosion.

**Keywords:** part, wear, corrosion, structural, technological, operational, quartz, granite, feldspar, pyrite, arc coating, vibratory arc coating, manual arc coating, surface coating, plasma coating, high-frequency induction metallization, induction coating, nitriding.

**Kirish.** Olmaliq kon-metallurgiya kombinasi (OKMK) kabi yirik ishlab chiqarish korxonalarida xomashyoni qazib olish va qayta ishlash jarayonlarida foydalilanidigan mashina va uskunalarining ishchi detallarida yeyilish va korroziya keng tarqalgan muammolardandir. Korxonadagi jarayonlarda mashina va uskunalarining ishchi detallari og'ir ekspluatatsion sharoitlarda ishlaydi. Bu holat ularning tez yeyilishi va korroziyaga uchrashi ehtimolini oshiradi. Quyida ushbu jarayonlarda yuz beradigan yeyilish va korroziya mexanizmlari haqida batafsil to'xtalib o'tamiz.

Xalq xo'jaligining turli sohalari uchun mashinalar yaratishda va keyinchalik ularni ekspluatatsiya qilishda uning detallar va ularning birikmalarining xizmat muddatini oshirish uchun turli xil usullar qo'llaniladi. Mashina detallari xizmat muddatini oshirishga xizmat qiladigan bunday usullarni ma'lumki, quyidagi uchta asosiy: konstruktiv, texnologik, ekspluatatsion bosqichga bo'linadi [1, 2].

Yuqorida qayd etilgan bosqichlarning birinchesida yaratiladigan ishchi detalning materiali, geometrik shakli, o'lchami, qaysi sirtiga qanday mexanik, termik, kimyoviy termik va shu kabi boshqa ishlov berish usullari rejasi ko'zda tutilsa, ikkinchi bosqichda tegishli shakl berilgan detal legirlabchi elementlar bilan boyitilib, ishlov berilib tayyor holatga keltiriladi. Uchinchi bosqichda esa ushbu ishchi detallar mashina va uskunalarga yig'lib tegishli talab va xavfsizlikka rioxaya qilinib ekspluatatsiya qilinsa ular ma'lum xizmat muddatiga mustahkamligini ishonchli saqlaydi.

Korxonalarda uskunalarining va jihozlarning ishchi detallarini yeyilish mexanizmlari asosan tabiiy tosh, rudaning mayda qattiq zarrachalarini (masalan, kvarts, granit, dala shpati, pyrit va boshqalar) ishchi sirtlar bilan kontaktlashishida sirtni sidirib yoki kesib tashlashi va boshqalardan

iborat bo'ladi. Bu zarralar yuqori tezlikda harakatlanib, yuzani mexanik yo'l bilan yemiradi. Abraziv zarralar ayniqsa maydalash uskunalarining qoplama laynerlarini, bolg'alarni, tishli g'ildiraklarni intensiv yemiradi.

Bunday yeyilishlar asosan konveyerlarda, maydalagichlarlarda, transport vintlarilarida, nasoslarning rotorlari va korpuslarida, rudani maydalovchi sharli tegirmonlarda (shar va sirtlar orasida) yuz berib, natijada detallarning shaklini buzilishiga, ishlatishda samaradorlik pasayishiga va mexanik nosozliklarlarga olib keladi.

Bu kabi shikastlanishlarning davomli va qayta-qayta takrorlanishi ularning ta'sirini chuqurlashib borishiga va detallarda charchash yeyilishini sodir bo'lishiga sabab bo'ladi. Boshqacha aytganda uzoq muddatli takroriy zarbali yoki yuklama ostidagi ish natijasida detallarning ishchi sirtida mikroyoriqlar yuzaga kelib, ular sirt bo'ylab har xil yo'nalishda rivojlanadi va detal sirtidan parcha ko'chishi ya'ni sirtda molekulyar mustahkamlikni yomonlashishi yuz beradi. Natijada ishqalanuvchi sirtlar orasida urilishni ya'nada tezlashishiga xizmat qiluvchi mahalliy abraziv zarralar massasi oshadi. Ko'p hollarda rudani maydalashda zarba ta'sirida ishlaydigan detallarda (martish plastinalari, bolg'alar) bunday holatlar kuzatiladi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida kuzatiladigan yuqori tezlikda oqadigan gidroaralashmalar (masalan, slurry - suv va rudaning aralashmasi) eroziyaviy yeyilishga uchrab, buning natijasida truboprovodlar, nasoslar, hidrotsiklonlar kabi uskuna detallari yuza qismi yemiriladi. Yuqori bosim ostida harakatlanayotgan metall yuzalar bir-biriga ishqalanib, molekulyar darajada yopishib yeyilishidan keyin ajralib ketganda, yuzaning mayda zarrachalari ajralib chiqadi. Bu ayniqsa vallar, mufta sirtlari orasidagi kontakt joylarda kuzatiladi.

Xomashyo tarkibidagi qattiq zarralar (masalan, kvarts, dala shpati, pyrit va boshqalar) kon uskunalarining (eksavator, maydalagich, maydalovchi tegirmon, transport vintlari) ishchi sirtlariga uriladi yoki siljiydi.

Bundan tashqari detallarni yejilish intensivligiga olib keluvchi omillar sifatida qazib oliadigan rudalarning yuqori abrazivligini, char-chash jarayonini kuchaytiruvchi yuqori haroratni qayd etish mumkin. Ayrim holatlarda detal materialini noto‘g‘ri tanlanishi sirtning yemirilishga chidamlilagini past bo‘lishiga sabab bo‘lsa, detal tayyorlanadigan metalga ishlov berishda haroratni yoki harorat muhitini noto‘g‘ri bo‘lishi metallning mikrostrukturasi zaiflashishiga olib keladi.

Detallarning holatiga ko‘p hollarda ularning korroziya ta’siriga uchrashi va muhitning shunga moyilligi ta’sir etadi. Detallarda korrozion jarayonni kuchaytiruvchi omillarni quyida qarab chiqamiz.

Kislotalilik (past pH) bo‘lgan muhitda detallarni korroziyalanishi tezlashadi. Ekspluatatsiya jarayonida detallarni yuqori haroratda bo‘lishi ham korroziya jarayonini kuchaytiradi. Mashina va uskunalar ishlaydigan muhitda namlik va tuzlarning bo‘lishi detallarda elektrokimyoviy korroziyanı faollashtiradi. Ishlab chiqarish jarayonida elektrokimyoviy korroziyanı faollashtiradigan ko‘plab sulfit, xlorid, nitrat ionlari kabi aggressiv moddalar mavjud. OKMKdagi nam muhitda metall va elektrolit orasida galvanik juftlik hosil bo‘lib, anod zonasida metall ionlari eriydi, bu esa korroziyaga olib keladi [3, 4].

Shu bilan birga yuqori haroratlari quritish, ko‘machlash, eritish jarayonlarida (masalan, piritni kuydirishda) havodagi SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl kabi gazlar bilan reaksiyaga kirishgan yuzalar oksidlanib kimyoviy korroziyadan yemirilish yuz beradi. Ba’zan detallar sirtning lokal nuqtalarida korroziya chuqurchalari hosil bo‘lib u pitting korroziya deb ataladi. Bunday korroziyalar vizual sezilmasligi mumkin, lekin detal strukturasini etarlicha zaiflashtiradi.

Xuddi shuningdek detallarning payvand choklari yoki strukturaviy nuqsonlari bo‘ylab hamda tarkibiy yoriqlari orqali korroziya (inter-kristallik) tarqaladi. Bu metallning ichki birikmalarida kuchlanishlar hosil bo‘lishiga sabab

bo‘ladi.

Bunday yejilish va korroziyalanishlarga uch-raydigan detallar sirasiga maydalagich laynerlari, konveyer tasmalarining barabanlari, nasos korpusi va pervanelari, filtrlar va gidrotsiklonlar, issiqlik almashinuv qurilmalari, quritgichlar va pechlardan misol bo‘ladi.

Bu ta’sirlar natijasida quritgich va pechlarda termik yoriqlar va gazli korroziyalanishlar, maydalagich laynerlarida abraziv yejilishlar va zarbalanishlar, issiqlik almashinuv qurilmalarida yuqori harorat, gazli muhitda oksidlanishlar, konveyer tasmalarining barabanlarida abraziv va yopishish yejilishlar, nasos korpusi va pervanelarida eroziya va korroziya jarayoni hamda filtrlar va gidrotsiklonlarda qattiq zarrachalar ta’siri va kimyoviy korroziya holatlari kuzatiladi.

Detallarni yuqorida qayd etilgan salbiy holatlardan samarali himoyalash mashinalarning ish unumdoorligiga va ishlab chiqariladigan mahsulot tonnarxiga o‘zining ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi. Bu muammoning echimlari muammolarning sabablariga bog‘liq holatda har xil yoki bir nechta ham bo‘lishi mumkin.

Ular jumlasiga ekspluatatsiya sharoitini hisobga olgan holda detallarni sirtini qattiq himoya qoplamlari bilan himoyalash, detallarni materiali sifatida alyuminlangan yoki kompozit materiallardan foydalanish, abrasivga chidamli po‘latlar (55X, 38X2MYuA) yoki keramika/kompozit qoplamlardan foydalanish, ish joyida suyuqlik va gaz muhitlarini (pH, namlik) nazorat qilish, mashinada detallarni yog‘lash tizimlarini to‘g‘ri loyihalash, yuzalarni azotlash, borlash, qoplama bilan himoyalash (Cr, Ni, Ti), Korroziyaga bardoshli zanglamaydigan po‘latlar yoki himoya bo‘yoqlar (epoksi, PVDF), namlikni, haroratni, ishqoriy-kimyoviy muhitni doimiy nazorat qilish va yejilgan qismlarni modulli almashtirish kabi usullardan eng samaralisini foydalanish maqsadga muvofiq.

Quyida yuqorida qayd etilgan detallarni yejilish va korroziyalanishdan samarali himoyasini ta’minlovchi ayrim texnologiyalar haqida fikr yuritamiz.

*Sirt qoplaması.* Sirt qoplamlari ichida elektr yoyidan flius ostida naplavkalash jarayoni detallar sirtini mustahkamlashda muhim o‘rin tutadi. Jarayonning mohiyati quyidagicha: doimiy tok elektrodga va mahsulotga uzatiladi. Naplavka

zonasining butun davomida yilish joylari flius kukan bilan qoplanadi. Doira yonish zonasida detal yuzasi, elektrodning uchlari va unga yaqin flius massasi eriydi. Elektrod simi eritilishi davomida yilish zonasiga yuboriladi. Fliusning erish jarayonida gaz ajraladi va gaz parda hosil bo‘ladi, bu esa eritilgan metallni atmosferadagi gazlardan va legirlangan elementlar yo‘qolishidan samarali himoya qiladi. Shuningdek, flius qoplamasini yilish joyini issiqlikni saqlashga yordam beradi va 400-500 A tok kuchida suyuq metallarni chayqalishidan saqlaydi. Eritilgan metall soviy boshlaganda, u kristallanib, naplavka qatlami hosil bo‘ladi.

Flyus ostida naplavka o‘zgaruvchan yoki doimiy tokda amalga oshirilishi mumkin, bunda yelish joylari tashqi xususiyatlarining pasayishiga ega bo‘lgan manbalardan ta’sirlanadi. Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish maqsadida flius ostida ko‘p elektrodlı naplavka uskunalarini va texnologiyasi ishlab chiqilgan. Ko‘p elektrodlı naplavka past chuqurlikda erish va yuqori samaradorlik bilan ajralib turadi.

Suyuqlik ostida joylashgan yoy ko‘rinisidagi qoplamarining turlaridan biri plastinka yotqizilan elektrond bilan qoplangan. Sirt qo‘yishdan oldin, yotqiziladigan sirt va plastinka elektrodi o‘rtasida oqim qatlami quyiladi va ikkinchi qatlamlari oqim plastik elektrondga quyiladi. Metallni isitish va eritish elektr yoyi bilan amalga oshiriladi, u asosiy metall va gorizontal holatda joylashgan plastinka elektrodi o‘rtasida yotqizilgan sirtga parallel ravishda yonadi. Elektr yoyi oldinga siljishi natijasida erigan metall kristallanadi va cho‘kma qatlama hosil bo‘ladi.

**Tadqiqot qismi.** Suyuqlik ostida yoy ko‘rinisidagi qoplash usuli tekis yuzalarni va tashqi va ichki aylanadigan jismlarning murakkab profillarini qoplash imkonini beradi. Yuzaki qatlarning minimal qalinligi 1,5 mm. Qishloq xo‘jaligi mashinasozligi, neft sanoati, avtomobil transporti va metallurgiya sanoatining ta’mirlash korxonalarida SUV osti yoyi qoplamasini joriy etildi. Shunday qilib, 3X2V8 po‘lat bilan qoplangan 60XG po‘latdan yasalgan barabanlarning yeyilishga qarshiligi, qotib qolgan barabanlarning sirtsiz yeyilish qarshiligiga qaraganda 2-4 baravar yuqori. 55X po‘latdan yasalgan SUV ostidagi metall barabanlarning yeyilishga qarshiligi asosiy metallning qarshiligining 180-200%ni tashkil qiladi.

Usulning muhim kamchiliklari quyidagi lardan iborat:

- istalgan xususiyatlarga va butun sirt bo‘ylab bir xil qattiqlikka ega bo‘lgan yotqizilgan qatlarni olish har doim ham mumkin emas;

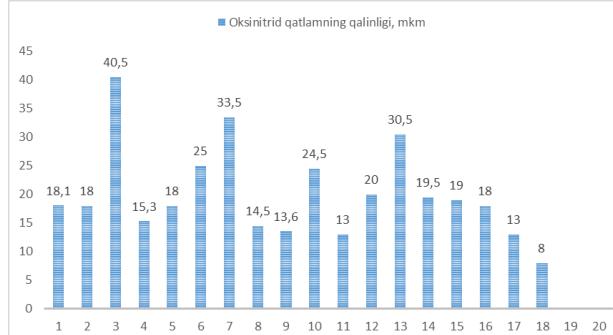
- naplavka qilingan metaldagi rakkovina va teshiklar kuzatiladi, bu esa detallarni yeyilish kuchini pasaytiradi, ingichka qatlamlarni qoplash imkon bo‘lmaydi, chunki asosiy materialni isitish va uning deformatsiyaga uchrashi mumkin;

- material sarfi yuqori, 4 mm diametrli elektrond bilan naplavka qilishda past samaradorlik, diametri 50 mm dan kichik bo‘lgan silindrik qismlarni naplavka qilish imkon yo‘q, detallarni isitish va qotib qolgan qotishmaning oqib ketishi, eritish jarayonida deformatsiyani kamaytirish uchun detalni sovutish uskunalarini qo‘llash zarurati mavjud.

1-jadval

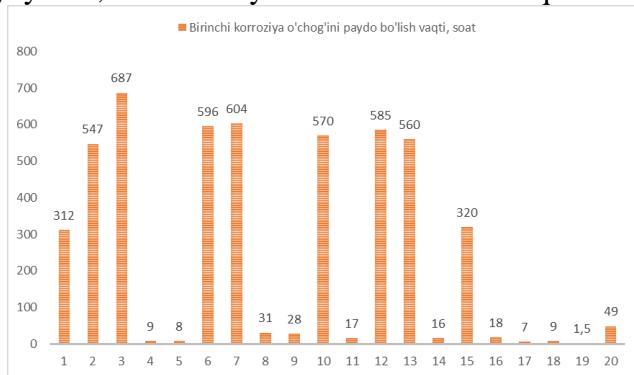
*t=26°C da 3% natriy xloridli tuzli tuman kamerasida korroziya sinovlari natijalari*

T/R	Ishlov berish rejimlari										Oksinitrid qatlarning qalinligi, mkm	Birinchkorroziya o‘chog’ini paydo bo‘lish vaqt, saat	Korroziya maydoni, sinov davomiyligi, %/soat			
	Oldindan oksidlash			Azotlash			Keygingi oksidlash									
	t, °C	t, min	h, mkm	t, °C	t, saat	h, mkm	t, °C	t, min	h, mkm							
1	-	-	-	580	2	15,1	580	30	3,0	18,1	312	5/300				
2*	-	-	-	580	2	15,1	580	30	3,2	18,0	547	10/1125				
3	620	5	2,0	620	2	37	620	30	5,5	40,5	678	5/352				
4*	580	10	2,0	580	2	13,3	580	30	2,0	15,3	9	40/470				
5	550	10	1,2	550	2	15,0	550	30	1,8	18,0	8	20/173				
6	580	7	1,7	580	2	22,0	580	30	2,5	25,0	596	5/726				
7	620	20	4,5	620	2	29,2	620	30	4,3	33,5	604	5/743				
8	550	20	2,0	550	2	12,0	550	30	2,6	14,5	31	50/130				
9	550	10	1,2	550	1	12,0	550	20	1,8	13,6	28	50/163				
10	580	5	1,2	580	2	21,3	580	30	2,1	24,5	570	5/694				
11	580	30	3,6	580	2	10	580	30	4,2	13,0	17	40/125				
12	620	30	5,2	620	2	16	620	30	3,5	20,0	585	5/712				
13	620	5	2,0	620	1	27,5	620	20	2,8	30,5	560	10/1142				
14	580	10	2,0	580	1	16,5	580	20	2,3	19,5	16	45/120				
15	580	20	3,0	580	2	17,0	580	30	2,4	19,0	320	15/570				
16	620	30	5,2	620	1	13,0	620	20	5,7	18,0	18	30/112				
17	550	20	2,0	550	1	10,0	550	20	2,0	13,0	7	20/85				
18	550	30	2,7	550	2	5,0	550	30	2,9	8,0	9	45/70				
Asl namuna											1,5	50/70				
Qattiq xrom qoplama h=16 mkm											49	50/230				

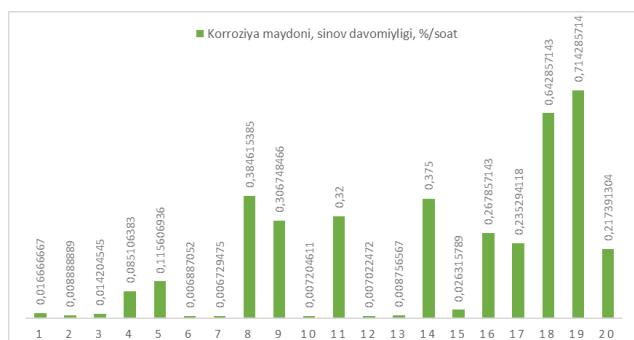


*1-rasm. Turli rejimlarda azotlangan 55X po‘lat namunalarida (1-jadval) oksinityrid himoya qatlarning shakllanishiga ta’siri.*

*Azotlash.* Ma'lumki, Olmaliq konmetallurgiya kombinati (OKMK)dagi uskuna va mashinalar og'ir yuklama, yuqori harorat, abraziv muhit, zarba va kimyoviy ta'sir ostida ishlaydi. Bu sharoitlarda mashina va uskuna detallari tez yeyiladi, deformatsiyalanadi va ishdan chiqadi.



**2-rasm. Turli rejimlarda azotlagan (1-jadval) 55X po'lat namunalarning  $t=26^{\circ}\text{C}$  da 3% natriy xloridli tuzli tuman kamerasida korroziya sinovlari natijalarida birinchi korroziya o'chog'ini paydo bo'lish vaqtini, soat.**



**3-rasm. Turli rejimlarda azotlagan (1-jadval) 55X po'lat namunalarining  $t=26^{\circ}\text{C}$  da 3% natriy xloridli tuzli tuman kamerasida korroziyaga sinashda korroziyaga maydoni, sinov davomiyligi, % /soat.**

Detallar xizmat muddatini uzaytirish, yeyilishga, charchoqqa va korroziyaga bardoshliligini oshirish uchun sirtni mustahkamlash texnologiyalari, xususan, azotlash (nitridlash) usuli ham muhim ahamiyatga ega [1].

Kombinatda foydalanishdagi uskuna va jihozlarda azotlashga yaroqlikigi yaxshi 38X2MYuA va yaroqlikigi o'rtachai 20, 40, 45, 55X, 60X, 60XG, hamda zanglamaydigan 20X13, 30X13 markali po'latlardan tayyorlangan detallar keng qo'llaniladi. Ushbu po'latlardan tayyorlangan

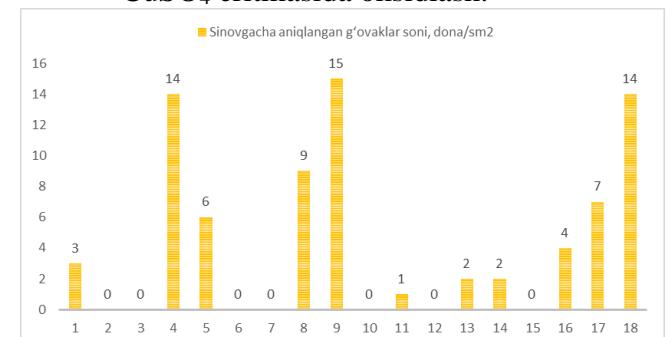
detallar optimal rejimda azotlash jarayonidan so'ng ularning sirtida olingan diffuzion himoya qatlami quyidagi xususiyatlarga ega bo'lganliklarini kuzatish mumkin.

2-jadval

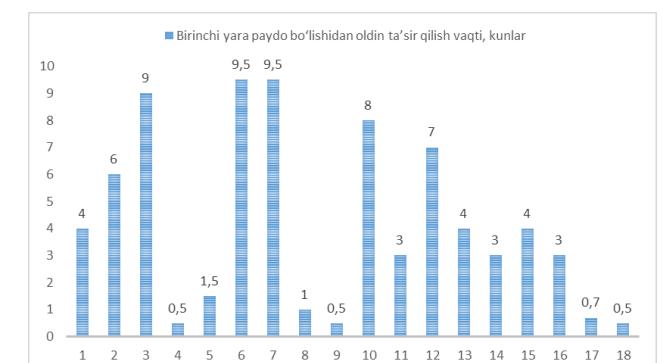
### *Qayta ishlash rejimlarining namunalarning korroziyaga chidamliligiga ta'siri*

T / R	Jarayon harorati, $^{\circ}\text{C}$	Jarayon vaqtini			Sinovgacha aniqlangan g'ovaklar soni, dona/ $\text{sm}^2$	Birinchi yara paydo bo'lishidan oldin ta'sir qilish vaqtini, kunlar
		Oldindan oksidlash vaqtini, min	Azotlash vaqtini, soat	Azotashidan keyingi oksidlash vaqtini, min		
1	580	-	2	30	3	4
2*	580	-	2	30	go'vaksiz	6
3	620	20	2	30	go'vaksiz	9
4*	580	7	2	30	14	0,5
5	550	10	2	30	6	1,5
6	580	7	2	30	go'vaksiz	9,5
7	620	5	2	30	go'vaksiz	9,5
8	550	20	2	30	9	1
9	550	10	1	20	15	0,5
10	580	5	2	30	go'vaksiz	8
11	580	30	2	30	1	3
12	620	30	2	30	go'vaksiz	7
13	620	5	1	20	2	4
14	580	10	1	20	2	3
15	580	20	2	30	go'vaksiz	4
16	620	30	1	20	4	3
17	550	20	1	20	7	0,7
18	550	30	2	30	14	0,5

\* - CuSO<sub>4</sub> eritmasida oksidlash.



**4-rasm. 55X po'lat namunalarini qayta ishlashdan oldin namunalarda aniqlangan g'ovakliklar soni, dona/ $\text{sm}^2$ .**



**5-rasm. Turli rejimlarida ishlov berilgan 55X po'lat namunalarini  $t=26^{\circ}\text{C}$  da 3% natriy xloridli tuzli tuman kamerasida korroziyaga sinashda birinchi korroziya yarasini paydo bo'lish vaqtini, kun.**

Mashinasozlik va sanoatda ishlataladigan po'lat va himoya qoplamlalar ko'pincha past agressiv korroziy muhitida ishlaydigan turli ishqalanish juftlarini ishlab chiqarish uchun ishlataladi.

Shuning uchun, ishqalanish juftlari uchun po'lat va qoplalmalarni tanlashda zaruriy shart nafaqat ularning neytral muhitda yeyilishga bardoshliligi, balki agressiv muhitda korroziyaga chidamliligi hamdir [1, 3].

Nitrid-oksid qatlamlarining korroziyaga chidamliligi ishlov berilmaganlarga nisbatan baholandi. Bundan tashqari, dastlabki oksidalanishsiz olingan nitrid-oksidli qoplamlalar va xrom bilan qoplash jarayonida olingan qoplamlalar solishtirildi.

Korroziyaga chidamlilik sinovlari, shuningdek, tuzli tuman muhitida iqlim kamerasida o'tkazildi. Tadqiqot natijalari 1-2-jadvallar va 1-5 rasmlarda keltirilgan.

Sinovlar shuni ko'rsatdiki, nitro-oksidlangan qismlar boshqa ishlov berish usullariga nisbatan eng kam korroziya dog'lariga ega.

Shuni ta'kidlash kerakki, anodik oqim zichligi metallning erish tezligining o'lchovidir va shunga mos ravishda uning ma'lum bir muhitda korroziyaga chidamliligi ko'rsatkichidir. Ushbu korroziya birliklari osongina mm/yil, g/m<sup>2</sup> va boshqalar kabi birliklarga aylantirilishi mumkin.

55X po'latida olingan nitrooksid himoya qatlami – yuqori qattqlikka 900–1200 HV, yeyilishga oddiy po'latga nisbatan (2–10 baravar yaxshiroq) va charchashga chidamli, 20, 40, 45, 60X, 60XG, 20 da esa - etaricha yaxshi natija (asosiy detallar uchun), 20X13, 30X13 da esa - yuqori haroratli va agressiv muhit uchun yaxshi natijaga ega [2].

3-jadval

**Azotlashning amaliy tajriba asosidagi natijalari**

Ko'rsatkich	Ishlov berilmagan oddiy po'lat	Azotlangan po'lat	Natija
Yeyilishga qarshilik	1×	2×10	2–10 marta yuqori
Sirt qattqligi (HV)	200–300 HV	900–1200 HV	3–5 baravar oshgan
Xizmat muddati (aylanish soni)	100 ming	300–600 ming	Kamida 3 baravar ko'p

Olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarida olingan natijalar bo'yicha OKMK texnologik ehtiyojlari asosida abraziv va zorbaviy va korroziya muhitida ishlaydigan maydalagich, nasos, konveyer baraban, val, tishli g'ildiraklar sirtlarini yeyilishga bardoshli qilish, sovutish tizimi, gidravlika va gidrotsiklon detallarini korroziyadan himoyalash maqsadida ularni tegishli rejimlarda azotlash kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasi sifatida o'zinig qator afzalliklarga ega ekanligini ko'rsatdi.

Azotlash kimyoviy inert qatlam hosil qilib, oksidlanishni sekinlashtiradi, ta'mirlash va tiklash ishlari samaradorligini oshiradi, azotlangan qatlam tiklashdan keyin ham o'z mustahkamligini saqlab qoladi. Azotlashning amaliy tajribalar asosidagi natijalarini 1-jadvalda ko'rish mumkin.

**Xulosa.** Olmaliq kon-metallurgiya kombinati kabi yirik ishlab chiqarish korxonalarida mashina va uskuna detallarining intensiv yeyilishi ularning ishlash samaradorligi va xizmat muddati uchun muhim xavf hisoblanadi. Kombinatdagi og'ir sharoitlarda - yuqori abraziv, kimyoviy agressiv va termik yuklamalar ostida ishlovchi metall detallarning ishdan chiqish holatlari kuzatiladi. Mazkur muammoni samarali hal etish uchun sirtni mustahkamlovchi ilg'or texnologiyalardan, jumladan sirt purkash va gazoplazmenli qoplama usullaridan foydalanish yuqori samara bermoqda.

OKMK sharoitida azotlash texnologiyasi - detallarning ishonchlilagini oshirish, texnologik to'xtalishlarni kamaytirish va xizmat muddatini uzaytirish uchun yuqori samara beruvchi sirt mustahkamlash usulidir. Bu usul abraziv, korroziy va termik yuklamalarga bardoshli mashina detallarini yaratishda muhim rol o'ynaydi. Azotlash OKMKdagi modernizatsiya va raqobatbardoshlik strategiyasining bir qismiga aylanishi mumkin.

Ushbu usullar yordamida metall detallar sirtiga yuqori qattqlikka ega, korroziyaga va ishqalanishga chidamli qoplamlalar hosil qilinadi. Bu esa OKMK tajribasida ko'rsatganidek, mashina va uskuna detallarining xizmat muddatini bir necha baravar oshirishga, remont xarakatlarini kamaytirishga va ishlab chiqarishning uzlusizligini ta'minlashga imkon beradi. Shu bois sirt mustahkamlash texnologiyalarini sanoat miqyosida keng joriy etish OKMK kabi metallurgiya korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Бойназаров, У. Р., Юршев, В. И., & Петрова, Л. Г. (2020, January 23–25). Изгибная прочность оксинитридных покрытий. В Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием) (сс. 490–495). Оренбург, Россия.
- [2] Бойназаров, У. Р., & Раззоков, Т. Х. (2020, July 26). Микротвердость диффузионных нитрооксидных слоев. Universum: технические науки.
- [3] Бойназаров, У. Р., & Хасанов, А. С. (2023). Коррозионная стойкость оксинитридных защитных покрытий с последующим оксидированием в парах воды и в растворах медного купороса. Journal of Advances in Engineering Technology. Рег. №0158.
- [4] Boynazarov, U. R. (2025). Increasing corrosion resistance and abrasive resistance of metal structures based on azoting technology in liquid and gaseous environments. Journal of Multidisciplinary Bulletin, 8(5). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15684862>