

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI

“KIMYOVIY TEXNOLOGIYA” kafedrası

**GALVANOTEXNIKA
FANIDAN**

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

**Mutaxassislik: 60710100 Kimyoviy texnologiya (elektrokimyoviy
ishlab chiqarishlar)**

JIZZAX – 2024



O'quv-uslubiy oshqarmasi
tomonidan ro'yxatga lindi

«____» _____ 2024 yil



O'quv ishlari bo'yicha
prorektor,

v.v.b _____ J.Nasriddinov

«____» _____ 2024 yil

GALVANOTEXNIKA

fani bo'yicha

O'QUV-USLUBIY MAJMUUA

Mazkur o'quv – uslubiy majmua Jizzax politexnika instituti Kengashining 2024 yil _____dagi ____-sonli bayoni bilan tasdiqlangan fan dasturi asosida tayyorlandi.

Tuzuvch:

Tangyarikov N.S. - JizPI“Kimyoviy texnologiya” t.f.d., professor

Taqrizchilar:

**“Jizzax akkumulyator zavodi” AJi
bosh texnologi Q.I.Usmonov**

**Jizzax politexnika instituti dotsenti v.b,
t.f.f.d. D.A.Xadjibayev**

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Jizzax politexnika instituti Kengashida ko'rib chiqilgan va nashrga tavsiya etilgan. (2024 yil “____”_____dagi “____” – sonli bayonnoma)

MUNDARIJA

1	Ma'ruzalar	7
2	Laboratoriya mashg'ulotlar	107
	Amaliy mashg'ulotlar	126
3	Mustaqil topshiriqlar	146
4	Glossariy	151
5	Ilovalar	162
6	O'quv dasturi	162
7	Ishchi dastur	170
8	Tarqatma materiallar	179
9	Test savollari	186
10	Baholash mezoni	205
11	Foydalanilgan adabiyotlar	206

KIRISH

Respublikamiz mustaqillikka erishgandan keyin xalq xo'jaligining barcha tarmoqlari qatori, kimyo sanoatini ham tubdan o'zgartirish, mahsulot sifatini oshirish, unga chet el sarmoyasini jalb etish va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratib kelinmoqda. Mamlakat rivojlanishi uchun ishlab chiqarish korxona va turlarini ko'paytirish, yo'lga qo'yish katta amaliy ahamiyatga egadir. Ayniqsa maxalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri xisoblanadi. Masalan, 2014 yili iqtisodiyotimizning yetakchi tarmoqlarida zamonaviy yuqori texnologiyalarga asoslangan, umumiy miqdori 4 mlrd 200 mln AQSh dollariga teng bo'lgan yirik ob'ektlar foydalanishga topshirildi. Ular qatorida yiliga 60 ming dona avtomobil ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan "Xorazm ishlab chiqarish birlashmasi" mas'uliyati cheklangan jamiyat bazasida "Damas" va "Orlando" rusumidagi yengil avtomobillarni tashkil qilish, Jizzax viloyatida yiliga 760 ming tonna portlandsement va 350 ming tonna oq sement ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, 80 ming tonna rux konsentratini qayta ishlash bo'yicha rux zavodini rekonstruktsiya qilish, mis eritish zavodida yangi sulfat kislota ishlab chiqarish sexini qurish bo'yicha investorlarga keng soliq imtiyozlari va proferentsiyalar berilgan.

"Angren" maxsus industrial zonasi, "Navoiy" erkin industrial iqtisodiy zonasi va "Jizzax" maxsus industrial zonasini tashkil etilganligi yuqori texnologiyalarga asoslangan korxonalarni rivojlantirish imkonini beradi. Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish va mamlakatimizdagi xomashyo va resurslarga boy bo'lgan manbalardan oqilona foydalanish asosida yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan yuksak texnologik mahsulotlarni ishlab chiqarishni ta'minlaydigan istiqbolli iqtisodiyot tarmoqlari haqida bormoqda.

"2011-2015 yillarda O'zbekiston sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari to'g'risida"gi dasturi tasdiqlandi. Ushbu dastur sanoat sohasida umumiy qiymati qariyb 50 mlrd AQSh dollarini tashkil etadigan 500 dan ortiq investitsiya loyihasini amalga oshirishni ko'zda tutadi.

Yaqin besh yil ichida sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini kamida 60 foizga oshirish, yalpi ichki mahsulotda uning ulushini 2010 yildagi 24 foizdan 2015 yilda 28 foizga ko'paytirishni ta'minlash vazifasi qo'yilmoqda. Bu borada mashinasozlik, avtomobilsozlik, kimyo, oziq-ovqat, farmatsevtika, qurilish materiallari sanoati va boshqa sohalarni jadal rivojlantirish hisobidan tarmoqlarda ikki barobardan ziyod o'sishga erishiladi.

Ma'lumki, jahonda ishlab chiqarilayotgan metalning anchagina (10-15%) qismi ularning korroziyalanishi va metall buyumlarning xizmat qilish muddatidan ancha oldin fizikaviy yemirilishi tufayli yaroqsiz holatga kelib qoladi. Shu munosabat bilan eng muhim masalalardan biri metalni maksimal darajada iqtisod qilish va uni yemirilishdan saqlash hisoblanadi.

Elektrolitik metall bilan qoplash (galvanotexnika)dan metallarni korroziyadan himoya qilish, himoya-dekorativ ishlov berish, mexanik yemirilishga qarshilikni va sirt qattiqligini oshirish, antifriksion xossalarni berish, qaytaruvchanlik qobiliyatini va boshqa maqsadlar (galvanostegiya)da foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda galvanotexnika sohasida yangi, muhim vazifalar mavjud. Korroziyaga qarshiligi va mexanik xususiyatlari yaxshi bo'lgan qoplamalar bilan bir qatorda, yuqori yaltiroqlik va alohida magnit xususiyatlarga, yuqori o'tkazuvchanlikka, issiqlikka bardoshlilik, havoda uzoq vaqt saqlangandan keyin ham kavsharlanish xossasini saqlab qolish xususiyatiga ega bo'lgan qoplamalar yaratish talab etiladi. Bu shu bilan birgalikda jarayonni avtomatik boshqarish va jadallashtirish elektrolitik jarayonlarni nazorat qilish va boshqaruvni avtomatlashtirishni joriy etish ham muhim ahamiyatga ega.

Hozirgi vaqtda ko'pincha buyumlarga ishlov berishda dastlab qimmatbaho va ko'p mehnat talab qiladigan usullardan tashqari elektrokimyoviy usullardan ham foydalanilmoqda.

Asosan kimyo sanoatida elektrokimyoviy ishlab chiqarishda asosan metallar turli usullarda korroziyadan ximoya qilinadi, mustaxkamligi oshiriladi. Ximoya bezak maqsadlarida ishlatiladi, shuningdek eyilgan extiyot qismlarni elektrokimyoviy usulda metall qoplash bilan tugallanadi.

Metall va uning qotishmalarini korroziyadan ximoya qilish uchun ular ximoya qoplamalari bilan qoplanadi. Bular metall, metallar qoplamasi, oksid qatlam yoki fosfat qoplama bo'lishi mumkin. Ximoya qoplamalarini kimyoviy yoki elektrokimyoviy usullarda xosil qilish mumkin.

“Galvanotexnika” fani talabalarni turli dielektrik materiallar ustiga metall qoplamalar yaratish, elektrolitlar, ularning xossalari, elektrod bilan elektrolit chegarasida sodir bo'ladigan jarayonlarning amaliy asoslarini o'zlashtirishiga bag'ishlangan. Natijada talabalar elektr energiyasi va kimyoviy energiyalarning bir-biriga aylanishiga asoslangan jarayonlarining qonuniyatlari, bu jarayonlarga asoslangan ishlab chiqarishlarning amaliy asoslari haqida chuqur bilimlarga ega bo'ladilar.

Fanni o'zlashtirgan talaba: dielektrik materiallarga qoplamalar qoplash jarayonlar bo'yicha mustaqil fikr bildirish; elektrokimyoviy va kimyoviy jarayonlarni bir-biridan farqlash; elektr va kimyoviy energiyalarni bir-biriga o'tish yo'llarini tushuntirib berish; metallashda elektrod potentsiali, elektr yurituvchi kuch, elektr toki unumdorligi kabilarni hisoblash; metallashda qutblanish hodisasi, metallarning faolsizlanishi sababini tushuntirish; elektroliz jarayonini tushuntirib berish; kimyoviy energiyadan elektr energiyasini hosil qilish; dielektriklarni metallashda elektr toki hosil bo'lishining moxiyatini ochib berish; elektrodlardagi vodorod qutbsizlantirishidan kislorod qutbsizlantirishini ajratib ko'rsatish, mustaqil xolda dielektriklarni metallash sxemasini tuza olish kabi bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'ladi.

MA'RUZA № 1

MAVZU: Fanning mohiyati va vazifalari. Elektrodlardagi jarayonlari

REJA:

1. **Galvanotexnika**
2. **Elektroliz sanoati jihozlari**
3. **Elektr o'tkazuvchanlik va uni aniqlash usullari**
4. **Ion tashish soni va ion harakatchanligini aniqlash usullari. Gittorf usuli**
5. **Elektr o'tkazuvchanlikning elektrolit va erituvchi tabiatiga bog'liqligi, unga konsentratsiya, temperatura va bosim ta'siri**

Galvanotexnika - elektrokimyoviy ishlab chiqarish sohasida eng ko'p qo'llaniladigan jarayonlardan biri hisoblanib, u quyidagilarni o'z ichiga oladi: buyumlar va detallarni korroziyadan himoya qilish maqsadida metall va nometall buyumlarni sirt yuzasiga metall, metallmas hamda qotishmalar qoplashdan iborat, sirtiga dekorativ - himoya vazifasida, mexanik emirilish va sirt yuzasi qattiqligini oshirish maqsadida, yaltiroqlik qobiliyati (galvanostegiya), hamda metalli nusxalar olish uchun (galvanoplastika) qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda galvanotexnika qo'llanilmagan sanoatning birorta sohasini ko'rsatish qiyin. Juda ko'p ishlab chiqarish zavodlarida yirik galvanikssexlar barpo qilingan bo'lib, ular uskunalarni nazorat qilish avtomatlashtirilgan va yarim avtomatlashilgan nazorat qilishni ilmiy - tekshirishlari elektrokimyoviy laboratoriyalarida olib borilmoqda.

Oxirgi yillarda galvanotexnika oldiga bir qator aniq vazifalar qo'yilmoqda: muhim fizik-kimyoviy (magnitli, yarimo'tkazgichli, yuqori elektr toki o'tkazish, issiqlikka bardoshli va boshqa har xil) qoplamalar olish, intensiv rejimda, jarayon nazorati va avtomatik boshqarishni, uskunalarni avtomatlashtirish va boshqalarni qo'llash.

Boshqa turli usullarda metalli qoplamalarni olish mumkin bo'lmaganda faqat elektrokimyoviy usulda amalga oshirish mumkin. Qo'yilgan masalani echish elektroliz jarayonini o'tkazishni juda chuqur o'rganish va zamonaviy tekshirish usullarini qo'llashni talab etadi.

Elektrolitik usuldan tashqari maqsad yana qoplama qoplashning fizik va kimyoviy usullari ham mavjuddir. Elektrolitik usul quyidagi qulaylik va ustunliklarga ega: har xil strukturali cho'kmalar olish, qoplama qalinligini engil boshqarilishi va aniqligi, metall va nometall buyumlarga bir metall cho'kmalarini bir xil va har xil mexanik xossalarini o'zgartirish, har xil tarkibda va fazoviy tuzilishini o'zgartirib (yuqori temperaturani qo'llamasdan) metall qotishmalari qoplamalarini olish imkoniyati kattadir.

Elektrokimyoviy metallash – elektrokimyoviy ishlab chiqarish sohasida eng ko'p qo'llaniladigan jarayonlardan biri hisoblanib, u quyidagilarni o'z ichiga oladi: buyumlar va detallarni korroziyadan himoya qilish maqsadida metall va nometall buyumlarni sirt yuzasiga metall, nometall va qotishmalar qoplashdan iborat, sirtiga dekorativ himoya vazifasida, mexanik emirilish va sirt yuzasi qattiqligini oshirish

maqsadida, yaltiroqlik qobiliyati (galvanostegiya), hamda metalli nusxalar olish uchun (galvanoplastika) qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda elektrokimyoviy metallash (galvantexnika) qo'llanilmagan sanoatning birorta sohasini ko'rsatish qiyin. Juda qo'p ishlab chiqarish zavodlarida yirik galvanik sexlar barpo qilingan bo'lib, ular uskunalarini nazorat qilish avtomatlashtirilgan va yarim avtomatlashtirilgan nazorat qilishni ilmiy tekirishlari elektrokimyoviy laboratoriyalarda olib borilmoqda.

Oxirgi yillarda galvanotexnika oldiga bir qator aniq vazifalar qo'yilmoqda: muhim fizik-kimyoviy (magnitli, yarim o'tkazgichli, yuqori elektr toki o'tkazish, issiqlikka bardoshli va boshqa har xil) qoplamalar olish, intensiv rejimda, jarayon nazorati va avtomatik boshqarishni, uskunalarni avtomatlashtirish va boshqalarni qo'llash.

Boshqa turli usullarda metalli qoplamalarni olish mumkin bo'lmaganda faqat elektrokimyoviy usulda ularni amalga oshirish mumkin. Qo'yilgan masalani echish elektroliz jarayonini o'tkazishni juda chuqur o'rganish va zamonaviy tekshirish usullarini qo'llashni talab etadi.

Elektroliz usuldan tashqari maqsad yanaqoplama qoplashning fizik va kimyoviy usullari ham mavjuddir. Elektrolitik usul quyidagi qulayliklar va ustunliklarga ega: har xil strukturali cho'kmalar olish, qoplama qalinligini engil boshqarilishi va aniqligi metall va nometall buyumlarga, bir metall cho'kmalarini bir xil va har xil mexanik xossalarni o'zgartirish, har xil tarkibda va fazoviy tuzilishini o'zgartirib (yuqori temperaturani qo'llamasdan) metall qotishmalari qoplamalarini olish imkoniyati kattadir.

Elektroliz sanoati jihozlari

Elektrokimyosanoati elektr toki bilan bog'liq bo'lgan ishlab chiqarishning bir bo'laki bo'lib, bu elektrokimyosanoat zavodlari, elektrokimyosanoat kombinatlari va ishlab chiqarish birlashmalarida amalga oshirilmoqda. Kimyoviy reaksiyalar natijasida elektr toki hosil qiluvchi jarayonlar ham shu sohaga tegishli hisoblanadi.

Kimyoviy tok manbalari, elektr batareyalar, akkumulyatorlar ishlab chiqarish, metallarni elektr toki yordamida ajratib olish, metall qoplamalar olish uchun elektrokimyoviy usulda metallarni cho'ktirish metallar korroziyasi (emirilishi) kabi va boshqa bir qator elektrokimyoviy jarayonlar shular jumlasidandir.

Hozirgi vaqtda elektr tokining kimyoviy manbalaridan bo'lgan yoqilg'i elementlarini yaratish borasida keng ishlar olib borilmoqda. Tez oksidlanuvchi vodorod, gidrazin va boshqa moddalarni yoqilg'i sifatida qo'llash amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Galvanik elementlar xizmatidan hammamizga ma'lum bo'lgan avtomobillarda, samolyot, teplovoz, parovoz va boshqa transport vositalarida keng foydalanilmoqda. Elektr tokining kimyoviy manbalaridan bundan buyon ham kengroq foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Elektroliz sanoati metallurgiyada, noorganik moddalar ishlab chiqarish va galvanotexnikada keng qo'llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Oltin, kumush va boshqa metallar ajratib olinadi. Elektrolitik rafinatsiya, elektroekstraksiya kabi va boshqa sanoat usullaridan foydalaniladi.

Avtomobil sanoatida, mashinasozlik va xalq xo'jaligining boshqa qator sohalarida metallarni elektrolitik qoplash usulidan keng foydalaniladi.

Amaliy elektrokimyoning galvanoplastika bo'limida, galvanoplastika orqali jismlarning aniq metall nusxalari olinadi. Nashriyotlarda (klischelar, matritsa), bosma radiotexnik sxemalar tayyorlanadi. Po'latni elektrolitik silliqdash, alyuminiy va magniyni ohorlash ishlari ham elektroliz yordamida amalga oshiriladi.

Elektrodlar - o'tkazuvchilar bo'lib, elektrolit eritmasiga tegib turadi va elektronlar uchun yo'l vazifasini bajaradi. Elektrodlar orqali elektrokimyoviy qurilmada elektrolitga elektr energiyasi beriladi va olinadi. Tokning kimyoviy manbalarida elektrodlar tok hosil qiluvchi reaksiyada qatnashib eriydi yoki uning kimyoviy tarkibini o'zgartiradi. Ayrim mahsulotlarni olishda elektrodlar reaksiyaga kirishmaydi, elektrokimyoviy reaksiyalarda elektr bilan eritma o'rtasidagi chegara vazifasini bajaradi.

Galvanotexnika va **gidroelektrometallurgiyada** manfiy zaryadlangan elektrod - katodda metallar ajratib olinadi.

Elektrodlarni tuzilishi va tarkibiga bir qancha talablar qo'yiladi:

Ular arzon, tabiatda mavjud, ya'ni kamyob bo'lmagan material bo'lishi kerak, tokni yaxshi o'tkazishi va o'tayotgan tok hamma erida birdek o'tishi, elektroliz mahsuloti va reaksiya uchun olingan reaktivdan tozalash oson bo'lishi kerak.

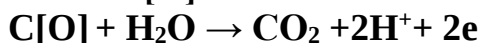
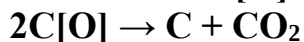
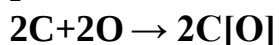
Hozirgi zamon fanining dolzarb muammolaridan biri - erimaydigan anod yaratish va uzoq vaqt bundan foydalanishdir.

Erimaydigan anodlar

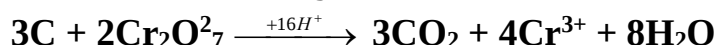
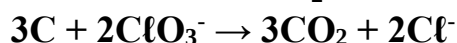
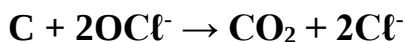
Elektrokimyo sanoatida hozirgi davrgacha erimaydigan anod sifatida sun'iy grafit qo'llanildi, keyin bu anodlar uglerodga almashtirildi.

Ko'mir anodlar kimyoviy va mexanik jihatdan pishiq bo'lmaganligi, uzoq vaqt ishlay olmasligi sababli yana sun'iy grafit ishlatilmoqda.

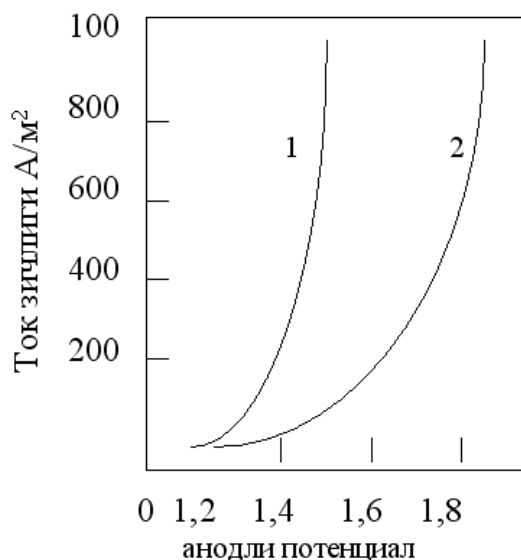
Grafit anod ishlab chiqarishda yirik kristall tuzilishga ega bo'lgan grafit olinadi. Grafit anodlar ish mobaynida emiriladi. Emirilish ikki xil mexanik va kimyoviy bo'ladi. Kimyoviy emirilishda elektroliz natijasida chiqayotgan kislorod anodni o'zi bilan reaksiyaga kirishadi:



Kimyoviy emirilish uglerod bilan oksidlovchilar: M: gipoxlorit, xlorit, bixromatlar bilan ham bo'lishi mumkin.



Uglerod oksidlanish jarayonida intensiv ravishda kislorod ajratib, tok ko'payishi bilan mexanik emiriladi. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, natriy xlorid eritmasida anodda tok zichligi past bo'lsa, kislorodni ajralib chiqish potentsiali past bo'ladi, anodda potentsial oshishi bilan tok zichligi ham oshib boradi.



1 -rasm. Grafit anodda xlor (1) va kislorod (2) ajralib chiqishi voltamper egri chiziqlari.

Elektroдни g'ovakligini kamaytirish uchun tetraxlor uglerodda eritilgan alifmoy shimdiriladi. Bunda g'ovaklik 30% gacha kamayadi, g'ovaklik yo'qotilsa mexanik va kimyoviy ta'sirlarga chidashi 1,8-2,4 martagacha oshadi.

Ayrim elektroliz jarayonlarda erimaydigan anod sifatida **nikel** va **uning oksidlari, PbO₂ - qo'rg'oshin (II) oksidi, temir oksidlaridan**, ruten oksidi, titan oksidlari ham ishlatilishi mumkin, bulardan eng uzoq ishlatiladigan platina va uning qotishmalaridan yasaladigan anoddir.

Lekin platina va uning qotishmalaridan yasaladigan anod qimmat, shuning uchun titan metali olinib sirtiga platina surtiladi. Sanoatning ayrim sohalarida qimmat bo'lsada platina elektrodlardan foydalaniladi.

Eruvchan anodlar

Eruvchan anodlar **galvanotexnika** va **gidrometallurgiyada** elektroliz natijasida anod materiali hosil bo'ladigan jarayonlarda ishlatiladi. Eruvchan anod elektrolizida noorganik oksidlovchilar va metalorganik birikmalar olinadi. Anodning passivlashishiga eritmadagi aralashmalar, elektroliz qilinadigan eritmaning tarkibi, **anod potensiali** va **harorat** sabab bo'ladi. Masalan: Xrom va marganetsning noorganik birikmalari elektrosintezi uchun anod sifatida temir va marganetsning qotishmasi, temir va xrom qotishmasi ishlatiladi. Qo'rg'oshinni tetroalkil birikmalarini elektrosintezi uchun esa anod sifatida qo'rg'oshinni o'zi olinadi.

Katod materiallari

Qutblangan metall katod, korroziyaga uchramaydi. Katod materialining muhim xususiyati vodorod ajralishida haddan ziyod kuchlanishga uchrashidir. Kuchlanishga qarab katod materiallar uch guruhga bo'linadi.

a) yuqori kuchlanishli katod materiallar: **Hg, Pb, Zn, Sn, Cd.**

b) o'rtacha kuchlanishli katod materiallar: **Ag, Fe, Cu, Ni.**

c) past kuchlanishli katod materiallar: **Pt, Pd, Au.**

Vodorod olish jarayonida suvni elektrolizi, xlor va xlorli oksidlovchilar olish uchun katod sifatida past kuchlanuvchi materiallar olinadi. Bu vaqtda elektr energiya

sarfi kamayadi, chunki haddan tashqari vodorod ko'p ajralsa elektrolizyorda kuchlanish ko'payadi.

Agar katodda biron bir elektrokimyoviy sintez ketayotgan bo'lsa, vodoroddan tashqari, elektrod yuzasini katalitik aktivligi katta rol o'ynaydi.

Katod materiali erimaganligi, ya'ni elektrokimyoviy korroziyaga uchramaganligi bilan, lekin ishlash muddati chegaralangan. Tok zichligini yuqoriligi uchun elektrod yuzasi arralanganga o'xshab (**dezintegratsiya**) tilinib ketadi, buning natijasida yuza g'ovak massa bilan qoplanib elektrokimyoviy aktiv moddani eritma va tok bilan kontaktlanishi pasayadi. Dezintegratsiya jarayoni organik birikmalar ishtirokida tez ketadi. Ayrim elektrod materiallar (titan, nikel, xrom) katod sifatida ishlatilganda vodorodni yutadi va mo'rt bo'lib qoladi. Agar shu holat yuzaga kelsa doimiy ravishda katodni yuzasini tozalab turish kerak.

Diafragmalar

Diafragmalar juda ko'p elektrokimyoviy jarayonlarda qo'llanilib, elektrolizyorlarni tarkibiy qismidir, bular yordamida katod va anod fazalari bir-biridan ajratiladi.

Har qanday diafragma ionlarni yutadigan bo'lishi kerak, chunki diafragma yordamida elektrolit orqali tok o'tadi. Elektroliz mahsulotlari va boshlang'ich moddalar diafragmadan o'tmaydi. Ishlatiladigan diafragmalar ikkiga:

a) **g'ovak** diafragmalar.

b) **ionalmashuvchi** diafragmalarga bo'linadi.

Katta g'ovakli diafragmalar

Bu diafragmalar yuqori oqizuvchanlikka ega, anolit va katolitlarni bir-biridan ajrata olmaydi. Ular asosan gazsimon mahsulotlarni ajratish uchun va eruvchan anod bilan ishlaganda elektrolitdagi kukunsimon birikmalarni tutib qolish uchun foydalaniladi.

G'ovak diafragmalarda ionlar migratsiyasi ichiga elektrolit eritmasi to'lgan g'ovak teshiklar orqali ketadi.

g'ovak membranalar quyidagi parametr bilan xarakterlanadi. **g'ovaklik** quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$V = \pi \cdot \tau^2 \cdot \ell \cdot S \beta n / \ell S = \pi \tau^2 n \beta \quad (1.1)$$

Bu erda, V – umumiy g'ovaklik; τ – teshikning o'rtacha effektiv radiusi, sm²; ℓ – diafragma qalinligi, sm; S – diafragma yuzasi, dm²; β – teshikning egrilik koeffitsienti ℓ_{ef}/ℓ ga teng; ℓ_{ef} – g'ovakning effektiv uzunligi, sm; n – teshikning effektiv soni.

Diafragma g'ovakligi turlicha bo'lishi mumkin, bu qanday materialdan tayyorlanganligiga qarab 0,35 dan 0,6 gacha bo'lishi mumkin. Teshikning egrilik koeffitsienti 1,15 dan 1,5 diafragma qalinligi juda keng intervalda 0,3 da 3,0 mm bo'lishi mumkin.

Oquvchanlik g'ovak diafragmalarning filtrlash xususiyati bo'lib quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$V = k F H \tau / \ell M \quad (1.2)$$

Bu erda, V – diafragma orqali o'tgan suyuqlik hajmi sm³; k – oquvchanlik koeffitsienti; F – diafragma yuzasi, sm²; H – suyuqlikning gidrostatik bosimi, sm; τ – vaqt, soat; M – eritma qovushqoqligi, sP; ℓ – diafragma qalinligi, sm.

Ion almashuvchi diafragmalar

Ion almashuvchi diafragmalar - matritsa membranalar deyilib, tarkibi yuqori molekulyar birikmalardir. Buning asosiy bajaradigan ishi eritmadan ion olib, boshqa turdagi ionni chiqaradi, chunki membrana tarkibida ion almashtiruvchi guruhlar bor, shu guruh tabiatiga qarab kation almashtiruvchi, anion almashtiruvchi membranalar bo'linadi va ular **kationit**, **anionit** deb ataladi.

Matritsa membrananing ion almashtiruvchi guruhi **kislotali** ($-\text{SO}_3\text{OH}$, $-\text{H}_2\text{PO}_3$, $-\text{COOH}$) bo'lsa, bular kation almashtiradi.

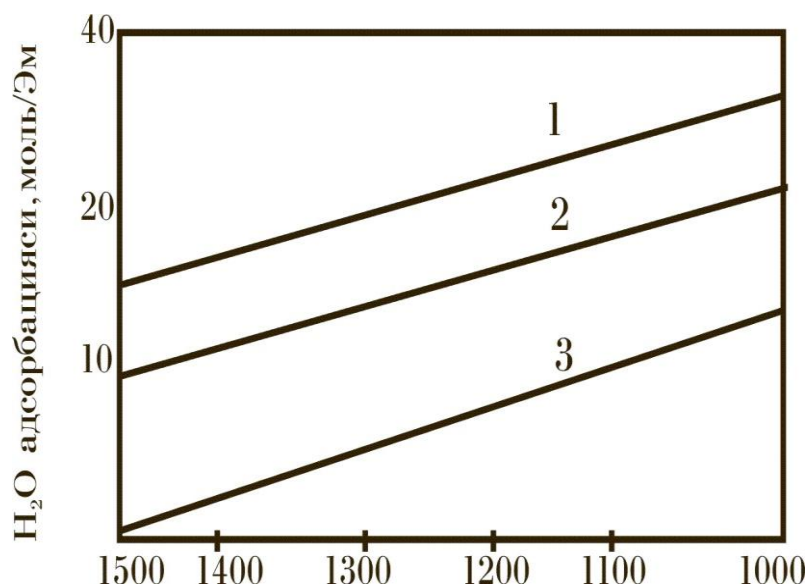
Agar guruh **kationli** bo'lsa (metall ionlar) anion almashtiradi.

Almashtirish sig'imi - quruq (m.ekv/g) yoki bo'kkan holda (m.ekv/sm³) almashtiradigan funksional guruhlar sonidir. To'liq almashtirish sig'imi ionitning maksimal almashtira oladigan guruhlar sonidir.

Selektivlik yoki saylash xususiyati deganda eritmadan tanlab ion almashtirish tushuniladi. M: kationit kationni anionit anionni almashtiradi. Ekvivalent massa (EM) - asosning bir ekvivalent miqdori neytrallay oladigan smola miqdori yoki massa ulushidir. Ekvivalent massa almashinish sig'imiga bog'liqligini quyidagi tenglamada ko'rsatilgan:

$$AS = 1000 / EM. \quad (1.3)$$

Suvning adsorbsiyasi va membranadan o'tish ekvivalent massa va almashinish sig'imi oshishi bilan suvning adsorbsiyalanishi va membranadan o'tishi pasayadi.



2-rasm. Suvning adsorbsiyasini kationitning ekvivalent massasiga bog'liqligi.

1- N⁺ : 2 - Na⁺ : 3 - K⁺.

Ionitli membranalar uch xil bo'ladi: **gomogen** -faqat bitta ionalmashuvchi smoladan: **geterogen membrana** -juda maydalangan ion almashuvchi smola va inert bog'lovchidan yasaladi, oxirgi tur **membrana** esa suvda eritilgan polielektrolit va erimaydigan inert moddadan yasaladi.

Elektr o'tkazuvchanlik va uni aniqlash usullari

Elektr tokini o'tkazuvchi zarrachalarning tabiatiga va ularning elektr o'tkazuvchanligiga qarab hamma moddalarni 5 guruhga bo'lish mumkin.

1. **Izolyatorlar yoki elektr o'tkazmaydigan jismlar.** Izolyatorlar qatoriga asosan solishtirma qarshiligi $10^6 \text{ Om}\cdot\text{m}$ dan katta bo'lgan moddalar kiritiladi.

2. **I tur o'tkazuvchi yoki elektron o'tkazuvchi jismlar.** Bularga metallar, ularning ayrim oksidlari va uglerodli materiallar tegishlidir. I tur o'tkazuvchidan elektr tokining o'tishiga elektronlar sabab bo'ladi. I tur o'tkazuvchining solishtirma qarshiligi 10^{-8} dan 10^{-5} gacha orolig'ida bo'lib, elektr o'tkazuvchanlikning harorat koeffitsienti manfiy bo'ladi, ya'ni harorat ortishi bilan elektr o'tkazuvchanlik kamayadi.

3. **Yarim o'tkazgichlar** – bu moddalarda (ayrim yarim metallar, intermetalllar, tuzlar va organik birikmalar) elektr toki elektron va bo'shliklar yordamida o'tadi. Elektr o'tkazuvchanlikga ko'ra ular izolyatorlar va metallar orasida joylashgan va ularning solishtirma qarshiligi $10^{-7} - 10^{-3} \text{ Om}\cdot\text{m}$ oralig'ida o'zgaradi. Yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlikning harorat koeffitsienti musbat bo'ladi.

4. **II tur elektr o'tkazuvchilar yoki ionli o'tkazuvchanlar** - bu moddalarda elektr toki ionlar yordamida o'tadi. Bularga ko'proq qattiq tuzlar ($10^1 \leq \rho \leq 10^6 \text{ Om}\cdot\text{m}$), ionli suyuqlamalar ($10^{-3} < \rho < 10^{-1} \text{ Om}\cdot\text{m}$) va elektrolit eritmalar ($10^{-2} < \rho < 10^4 \text{ Om}\cdot\text{m}$). Ionli o'tkazuvchanlarda elektr o'tkazuvchanlikning harorat koeffitsienti musbat bo'ladi.

5. **Aralash o'tkazuvchilar** – ham elektronli, ham ionli o'tkazuvchanlikni o'zida aks ettirgan jismlardir. Masalan, ishqoriy va ishqoriy er metallarining suyuq ammiakdagi eritmaları va ayrim qattiq tuzlar.

Tokning zichligi j , ya'ni tizim kesimining bir birlik yuzasiga to'g'ri kelgan tok kuchi, ion oqimi va ion zaryadi ko'paytmalarining algebraik yig'indisiga tengdir:

$$\mathbf{j} = F \sum z_i \mathbf{p}_i \quad (1.4)$$

Ion zaryadlari z^+ va z^- ($z^+ = |z^-| = z$) bo'lgan binar elektrolitlar uchun (4) tenglamasi quyidagidek yoziladi:

$$\mathbf{j} = \mathbf{j}_+ + \mathbf{j}_- = F(z_+ \mathbf{p}_+ + z_- \mathbf{p}_-) = Fz(c_+ \mathbf{u}_+ + c_- \mathbf{u}_-) \text{grad } \psi \quad (1.5)$$

Om qonuniga asosan

$$\mathbf{j} = \chi \text{ grad } \psi \quad (1.6)$$

bunda, χ – elektro'tkazuvchanlik, ya'ni solishtirma qarshilikka teskari kattalikdir, $\text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$; $\text{Sm}\cdot\text{m}^{-1}$. Natijada

$$\chi = zF(c_+ \mathbf{u}_+ + c_- \mathbf{u}_-) \quad (1.7)$$

yoki elektroneytral sharoitda elektrolit molekulalari to'liq dissotsiatsiyalansa:

$$\chi = zsF(\mathbf{u}_+ + \mathbf{u}_-) \quad (1.8)$$

Kuchsiz elektrolitlar uchun α - elektrolitik dissotsiatsiya darajasini hisobga olib, (8) o'zgaradi:

$$\chi = z\alpha sF(\mathbf{u}_+ + \mathbf{u}_-) \quad (1.9)$$

Molyar (molekulyar) elektr o'tkazuvchanlikning (λ) eritmaning elektr o'tkazuvchanligi (χ) bilan bog'liqligi:

$$\lambda = \chi / s \quad (1.10)$$

bu erda λ - molyar elektr o'tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ yoki $\text{sm}\cdot\text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

(7) va (8)dan ko'rinib turibdiki,

$$\lambda = zF(\mathbf{u}_+ + \mathbf{u}_-) \quad (1.11)$$

(9) va (10)dan esa

$$\lambda = \alpha z F(u_+ + u_-) \quad (1.12)$$

Elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi va molyar elektr o'tkazuvchanligi ionli elektr o'tkazuvchanlik orqali ham ifoda etiladi:

$$\chi = z s(\lambda_+ + \lambda_-) \quad (1.13)$$

Kuchsiz elektrolitlarning oxirgi konsentratsiyasi uchun esa,

$$\lambda = \alpha z(\lambda_+ + \lambda_-) = \alpha \lambda_0, \quad (1.14)$$

$$\chi = \alpha z s(\lambda_+ + \lambda_-), \quad (1.15) \text{ bo'ladi.}$$

Ionli elektr o'tkazuvchanlik turli xil bo'lgani uchun turli ionlarning elektr tokini o'tkazishi ham bir xil emas. i-shaklli ionning o'tkazayotgan elektr toki ulushi uning elektr tashish soni deyiladi:

$$t_i = \frac{j_i}{\sum j_i} = \frac{j_i}{j} = \frac{I_i}{\sum I_i} = \frac{I_i}{I} \quad (1.16)$$

Bunda, I- elektr tok kuchi; I = jS (S-elektrolitning kesim yuzasi), yoki

$$t_i = \frac{c_i z_i \lambda_i}{\sum c_i z_i \lambda_i} = \frac{c_i z_i \lambda_i}{c \lambda} \quad (1.17)$$

To'liq dissotsilangan binar elektrolit uchun:

$$t_+ = \frac{\lambda_+}{\lambda_+ + \lambda_-} = \frac{\lambda_+}{\lambda} \quad (1.18)$$

$$t_- = \frac{\lambda_-}{\lambda_+ + \lambda_-} = \frac{\lambda_-}{\lambda} = 1 - t_+ \quad (1.19)$$

Ion tashish soni va ion harakatchanligini aniqlash usullari. Gittorf usuli

Ion tashish sonini aniqlashning birinchisi usuli Gittorf tomonidan ishlangan bo'lib, keyinchalik Findley, V.A.Kostyakovski va boshqalar tomonidan takomillashtirilgan.

Gittorf usuli ion tashish sonining umumiy tenglamasiga asoslangan:

$$t_i = \frac{I_i}{\sum I_i} = \frac{I_i}{I} \quad (1.20)$$

Elektrokimyoviy tizimdan o'tayotgan doimiy elektr toki elektrodlar yaqinlig'idagi eritma tarkibini o'zgartiradi. Ma'lum turdagi ko'chgan ionlarning ekvivalent miqdori, ularning tashigan elektr toki ulushiga bog'liq bo'lib, quyidagi nisbat shaklida ifodalanadi: $I_i \tau / F$.

bunda τ - elektr tokining sistemadan o'tish orolig'idagi vaqt. Umumiy ko'chgan Faradeylar soni ham shunday yoziladi: $I \tau / F$.

Ma'lum bo'lgan ion komponentining tashish soni tenglamasi

$$t_i = \frac{I_i \tau / F}{I \tau / F} = \frac{\text{кўчкан модданинг эквивалентлар сони}}{\text{системадан ўтган фарадейлар сони}} \quad (1.21)$$

Moddaning ko'chgan ekvivalentlar sonini analitik usul - har bir elektrod atrofida eritma tarkibining o'zgarishini aniqlash, bilan topiladi. Kulonometrik usul bilan umumiy o'tgan elektr tokini miqdori hisoblanadi.

Quyidagi elektrokimyoviy sistemadan:



anod _____ → katod

o'tkazilgan elektr tokining yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan. Anodda kaliyning erishi va uning ionlarining eritmaga o'tishi kuzatiladi. Kaliy ionlari katodga qarab harakatlanib, uning yuzasida zaryadsizlanib amalgama hosil qiladi. Katoddan esa anodga xlor ionlari harakatlanadi. Kaliy va xlor ionlarning harakatlanishi ularning tashish soniga mos holatda amalga oshadi. Bir faradey elektrik tokini o'tkazish natijasida sistemadagi yuz berayotgan jarayonlar sxemasi quyidagicha yozilishi mumkin:

1-jadval

	Anod fazasi	Katod fazasi
Elektroddagi reaksiya	$K \rightarrow K^+$	$K^+ \rightarrow K$
Ko'chish (tashish)	$-t_+K^+ + t_-Cl^-$	$+t_+K^+ - t_-Cl^-$
Jami	$-K + (1 - t_+)K^+ + t_-Cl^-$	$+K - (1 - t_+)K^+ - t_-Cl^-$

Oxirgi satir o'rniga eritmada faqat 1-1 zaryadli binar elektrolit bo'lgani uchun:

$$-K + t_-K^+ + t_-Cl^- \text{ va } +K - t_-K^+ - t_-Cl^-$$

yozish mumkin, chunki yuqorigi tenglamaga asosan $1 - t_+ = t_-$.

Elektrod balansi sxemasidan ko'rinib turibdiki, sistemadan 1F elektr toki o'tishi natijasida 1 mol kaliy anoddan katodga o'tadi, anoddagi kaliy xloridning miqdori esa t_- g-ekv oshadi, va bir vaqtning o'zida katodda shu miqdorga kamayadi. Agar KCl ning boshlang'ich konsentratsiyasi s_0 , anolit hajmi – V_A va katolitning hajmi – V_K bo'lsa, unda 1 F elektrik toki o'tkazgandan keyin anodli va katodli fazoda:

$$c_a = c_0 + t_-/V_a \quad c_k = c_0 - t_-/V_k \quad (1.22)$$

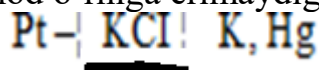
$$\text{Bundan, } t_- = \Delta C_a V_a \quad t_- = \Delta C_k V_k$$

Agar o'tkazilgan elektr toki miqdori zF ga teng bo'lsa,

$$t_- = -\Delta C_a V_a / z \quad t_- = -\Delta C_k V_k / z \quad (1.23)$$

Gittorf usulida ion tashish sonini aniqlash uchun (1.21) tenglamasiga asosan o'tayotgan elektr tokining umumiy miqdorini va ko'chgan moddaning ekvivalentlar sonini bilish zarur.

Agar, eruvchi amal'gamali anod o'rniga erimaydigan platinali anod qo'llanilsa



unda xlor ajraladi va elektrod balansi boshqacha yoziladi:

2-jadval

	Anod fazasi	Katod fazasi
Elektroddagi reaksiya	$Cl^- \rightarrow 1/2 Cl_2$	$K^+ \rightarrow K$
Ko'chish (tashish)	$-t_+K^+ + t_-Cl^-$	$+t_+K^+ - t_-Cl^-$
Jami	$-t_+KCl + \frac{1}{2} Cl_2$	$-t_-KCl + K$

Bu erda moddaning konsentratsiyasi anodli va katodli fazada ham kamayadi va quyidagicha yoziladi:

$$t_+ = -\Delta C_a V_a / z \quad (1.24)$$

$$t_- = -\Delta C_k V_k / z \quad (1.25)$$

$$t_+ + t_- = 1 \text{ bo'lgani uchun: } -\left(\frac{\Delta C_a V_a}{z} + \frac{\Delta C_k V_k}{z}\right) = 1 \text{ yoki}$$

$$z = -(\Delta C_a V_a + \Delta C_k V_k)$$

Bu sistemada tashish sonlarini kulonometr ishlatmasdan, balki elektrolitning anod va katod fazalaridagi konsentratsiya o'zgarishi bo'yicha tajribadagi qiymatlaridan foydalanib aniqlanadi:

$$t_+ = \frac{\Delta C_a V_a}{\Delta C_a V_a + \Delta C_k V_k} \quad (1.26)$$

$$t_- = \frac{\Delta C_k V_k}{\Delta C_a V_a + \Delta C_k V_k} \quad (1.27)$$

Shunday qilib, bir-biriga muvofiq elektrokimyoviy sistemalarni tanlab, har qanday elektrolitlar uchun tashish sonlarini aniqlash mumkin.

Elektr o'tkazuvchanlikning elektrolit va erituvchi tabiatiga bog'liqligi, unga konsentratsiya, temperatura va bosim ta'siri

Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi birinchi navbatda erituvchi va elektrolitning tabiatiga bog'liqdir. Agar cheksiz suyultirilgan elektrolit eritmalarining molyar elektr o'tkazuvchanlik qiymatlarini solishtirilsa, unda eng katta qiymat kislotalarga, keyin asoslarga, va nahoyat tuzlarga mansub bo'ladi.

3- jadval

Cheksiz suyultirilgan elektrolit eritmalarining 25° S dagi molyar elektr o'tkazuvchanligi, sm·m²·mol⁻¹

Elektrolit	$\lambda_{\infty} \cdot 10^4$	Elektrolit	$\lambda_{\infty} \cdot 10^4$	Elektrolit	$\lambda_{\infty} \cdot 10^4$
H ₂ SO ₄	858,0	KON	271,1	KSI	149,9
HCl	426,2	NH ₄ OH	271,0	KNO ₃	145,0
HNO ₃	421,2	NaOH	247,8	NaCl	126,4

Agar cheksiz suyultirilgan elektrolit eritmalarida ionlarning harakatchanlik qatori ko'rib chiqilsa, bunda ionlar tabiatining ta'siri yanada aniq ko'rinadi. 3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, bir xil absolyut zaryadli ionlar qatorida elektrolitik harakatchanlik r_i – ion radiusining ortishi bilan oshadi (Brom ionlari yod ionlariga nisbatan ko'proq harakatchanligi bilan farq qiladi).

Radiuslari teng yoki bir-biriga yaqinroq radiusli kationlar harakatchanligi anionlarnikiga nisbatan kattadir. Hamma ionlar harakatchanligi bir-biridan uncha farq qilmayotgan bir vaqtda, gidroksid va vodorod ionlari haddan tashqari yuksak harakatchanlikka ega, bu ionlarning harakatchanligi boshqa ionlarning harakatchanligidan 3-8 marta oshiqdir.

4-jadval

Suyultirilgan elektrolit eritmalarini 25° S da cheksiz suyultirilganda ionlarning elektrolitik harakatchanligi, sm·m²·mol⁻¹

Ion	r_i , nm	$\lambda_i^0 \cdot 10^4$	Ion	r_i , nm	$\lambda_i^0 \cdot 10^4$	Ion	r_i , nm	$\lambda_i^0 \cdot 10^4$
Ag ⁺	0,113	61,9	F ⁻	0,123	55,4	1/2Mn ²⁺	0,074	53,1
1/3Al ³⁺	0,057	63,0	1/2Fe ²⁺	0,080	53,5	Na ⁺	0,098	50,1

1/2Ba²⁺	0,138	63,7	1/3Fe³⁺	0,067	68,0	1/2Ni²⁺	0,074	54,1
Br⁻	0,196	78,3	H⁺	—	349,0	NH₄⁺	—	73,7
1/2Ca²⁺	0,104	59,5	H₂PO₄⁻	—	36,0	NO₃⁻	—	71,4
1/2Cd²⁺	0,090	54,0	1/2HPO₄²⁻	—	57,0	OH⁻	—	197,6
Cl⁻	0,181	76,3	I⁻	0,220	76,8	1/2Pb²⁺	0,126	70,0
ClO₄⁻	—	68,0	K⁺	0,133	73,5	Rb⁺	0,149	77,5
Cs⁺	0,165	76,8	1/3La³⁺	0,104	69,5	1/2SO₄²⁻	—	80,0
1/2Cu²⁺	0,080	54,0	Li⁺	0,068	38,5	1/2Zn²⁺	0,083	53,5

Ionlar harakatchanligidan hosil bo'lgan ion tashish sonlari ham elektrolit tabiatiga bog'liqdir. Kationlar orasida vodorod ioni va anionlar orasida esa gidroksil ionlarining tashish sonlari kattaroq songa ega.

Suvdan boshqa erituvchilarga o'tayotganida elektr o'tkazuvchanlik, ionlar harakatchanligi va kam miqdorda ion tashish soni o'zgaradi. Erituvchining asosiy xossalari uning qovushqoqligi va dielektrik o'tkazuvchanligidir. Qovushqoqlikning ortishi elektr o'tkazuvchanlikning kamayishiga sabab bo'ladi. Bu effektning miqdoriy ifodasi Valden–Pisarjevskiy qoidasi shaklida berilgan

$$\lambda_0 \gamma_0 = \text{const} \quad (1.28)$$

bunda, λ_0 – elektrolitning molyar elektr o'tkazuvchanligi; γ_0 – toza erituvchining qovushqoqligi. Xuddi shu o'zaro nisbat ionlar harakatchanligi uchun ham bir xil ifodalanadi, ya'ni

$$\lambda_i \gamma_0 = \text{const} \quad (1.29)$$

Valden–Pisarjevskiy qoidasi faqat dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lgan erituvchilar uchun to'g'ri keladi.

Suyultirilgan elektrolit eritmalar konsentratsiyasining oshishi natijasida elektr o'tkazuvchanlik avval ma'lum bir maksimumga qadar ortib, keyin kamayadi. Maksimumning holati elektrolitning tabiati va haroratiga bog'liq.

Suyultirilgan elektrolit eritmalarining molyar elektr o'tkazuvchanligi konsentratsiya oshgan sari kamayadi. Konsentratsiyaning 0 qiymatida $\lambda_s = \lambda_0$, eng katta songa teng bo'ladi.

Kolraushga ko'ra, kuchli elektrolitning past konsentratsiyalarida molyar elektr o'tkazuvchanlik empirik tenglamaga asosan o'zgaradi:

$$\lambda_s = \lambda_0 - A\sqrt{s}, \quad (1.30)$$

Bu kvadrat ildizi qonuni bo'lib, A- empirik doimiy deb nomlanadi.

Kuchli elektrolitning yuqori konsentratsiyalarida esa kub ildizi qonuniga asosan o'zgaradi:

$$\lambda_s = \lambda_0 - A\sqrt[3]{s} \quad (1.31)$$

Kuchsiz elektrolitlarning suyultirilgan eritmaları uchun quyidagi tenglama to'g'ri keladi:

$$\lg \lambda_s = \text{const} - 1/2 \lg c. \quad (1.32)$$

Molyar elektr o'tkazuvchanlikning haroratga qarab o'zgarishini, haroratning qisqa intervallari uchun quyidagi tenglama bilan tasavvur qilsa bo'ladi:

$$\lambda_t = \lambda_{t=0}(1+\alpha t) \quad (1.33)$$

yoki, keng intervalda,

$$\lambda_t = \lambda_{t=0}(1+\alpha t - \beta t^2) \quad (1.34)$$

bunda, λ_t , $\lambda_{t=0} - t$ va 0^0S haroratlarda molyar elektr o'tkazuvchanliklar; α va β – empirik koeffitsientlar.

Suyultirilgan elektrolit eritmalarining haroratga qarab o'zgarishini Kolraush formulasi ($t = 25^0\text{S}$ standart temperaturada) izohlaydi:

$$x_t = x_{t=25} [1 + \alpha'(t - 25) + \beta'(t - 25)^2], \quad (1.35)$$

α' – koeffitsienti elektrolitning tabiatiga bog'liq bo'lib, kuchli kislotalar uchun – 0,064 ga, kuchli ishqorlar uchun – 0,019 ga, tuzlar uchun – 0,022 ga teng. Kuchli elektrolitlarga nisbatan kuchsiz elektrolitlarda α' – koeffitsienti katta va α' – koeffitsientining ortishi bilan β' koeffitsienti oshadi:

$$\beta' = 0,0163(\alpha' - 0,0174) \quad (1.36)$$

Agar tashish soni 0,05 dan katta bo'lsa, haroratning ortishi bilan u kamayadi, tashish soni 0,5 dan kichik bo'lsa, haroratning ortishi bilan u ortadi.

Kuchli va kuchsiz elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligiga bosim ham ta'sir etadi. Masalan, past haroratda sirka kislota eritmasining elektr o'tkazuvchanligi bosim ortishi bilan kamayadi. Shu eritmalarining yuqori haroratda bosim ortishi natijasida elektr o'tkazuvchanligi kam miqdorda ortadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, kuchli elektrolitlarning bosimga qarab o'zgarishi oquvchanlik o'zgarishi qonuniga buysinadi.

Qovushqoqligi 1 sP, gidrostatik bosimi 1 sm suv ustuniga teng bo'lgan eritmani 1 sm qalinlikdagi yuzasi 1 dm² bo'lgan diafragma dan 1 soatda o'tgan miqdoriga teng.

Solishtirma elektr qarshilik 1 sm² diafragma yuzasidan o'tgan elektr miqdoridir va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$R_D = r\ell\beta^2/v \quad (1.37)$$

Bu erda, R_D – diafragmaning elektr qarshiligi, Om/sm; r – diafragma teshiklaridagi elektrolitning solishtirma elektr qarshiligi, om.sm; ℓ – diafragma qalinligi, sm; v – diafragma g'ovakliligi; β – teshikning egrilik koeffitsienti.

Diffuziya natijasida g'ovak to'siq orqali o'tgan modda miqdori

$$Q_D = \frac{D \cdot S \tau \Delta c}{i\beta} \quad (1.38)$$

Bu erda, D – diffuziya koeffitsienti, sm²/s; S – diafragma yuzasi, sm²; Δc – diafragmaning ikki tomonidagi konsentratsiyalar farqi, g/sm³; v – g'ovaklilik; i – diafragma qalinligi, sm; β – teshiklarning egrilik koeffitsienti.

Hozirgi vaqtda filtrlovchi diafragmalar asosan asbestdan tayyorlanadi. Ish jarayonida asbest bilan elektrolit o'rtasida murakkab fizik kimyoviy o'zgarish sodir bo'ladi.

Natijada tola bo'kadi, deformatsiyalanadi, diafragma teshiklariga kalsiy va magniyning erimaydigan birikmalari cho'kadi.

Bu holat diafragma teshiklarini kichiklashtirishga va qalinligini 2-3 mm dan 6-7mm ga etkazadi. Bunday o'zgarishdan keyin asbest diafragmaning oqizuvchanligi pasayib ketadi.

Asbest diafragmaning asosiy kamchiligi yuqori elektr qarshiligi, ishlash muddati qisqa, oqizuvchanligi pastligidir. Masalan: xlor va kaustik soda ishlab chiqarishda bu diafragmalar taxminan 5 oy muddat chidaydi. Bunday diafragmalarni umrini uzaytirishning asosiy yo'li ularni modifikatsiyalashdir. Asbest inert polimerlar bilan

biriktiriladi, natijada bo'kmaydigan nisbatan uzoqroq ekspluatatsiyaga chidamliroq diafragma hosil bo'ladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Galvanostegiya nima?
2. Galvanoplastika nima?
3. Eruvchan va erimaydigan anodlar qanday farqlanadi?
4. Katod materiallari nimadan yasaladi?
5. Diafragmalarning qanday turlari ma'lum?
6. Elektr o'tkazuvchi moddalar necha turga bo'linadi?
7. Ion tashish soni qanday aniqlanadi?
8. Ionlar harakatchanligini aniqlash usullari nimalardan iborat?
9. Gittorf usuli qanday amalga oshiriladi?
10. Moddalarning elektr o'tkazuvchanligi qanday omillarga bog'liq?
11. Solishtirma elektr qarshilik nima?

MA'RUZA № 2

Elektrokristallanish jarayonining mexanizmi

REJA:

- 1. Elektrokristalizatsiya jarayonining mexanizmi**
- 2. Elektrolit tarkibining qoplama strukturasiga ta'siri**
- 3. Elektroliz jarayonining elektrolit strukturasiga ta'siri**
- 4. Elektrolit strukturasiga vodorodning ta'siri**

Cho'kmalarning mexanik, fizik va kimyoviy xossalari, metall cho'kmasining strukturasiga bilan aniqlanadi. Shuning uchun, buyumlarni elektrolitik usulda metallar bilan qoplash va talab qilingan strukturali cho'kmani olish katta ahamiyatga ega.

Gidroelektrometallurgiyadan farq qilib galvanotexnikada elektr energiyasi sarfi unchalik sezilarli darajada ahamiyatga ega emas va qoplash jarayon umumiy tannarxiga kam ta'sir qiladi. Ko'pchilik hollarda cho'kmalarni zich, tekis, mayda zarrachali strukturali cho'kmalarning qoplama qalinligi bir xil qalinlikda qoplanishi katta ahamiyatga ega.

Bunday cho'kmalar qo'yilgan talab bo'yicha, kam g'ovaklikka ega bo'lishi, buyumni korroziyadan yaxshi himoya qilishi, yuqori qattqlik va mexanik emirlishga qarshiligi va tashqi ko'rinishi chiroyli bo'lishi (oq-yorug' ayrim hollarda yaltiroq cho'kmalar)ga ega bo'lishi zarur.

Elektrokristalizatsiya jarayonining mexanizmi

Zamonaviy tushunchalarga asoslanib elektrokristallizatsiya jarayonini quyidagi asosiy bosqichlarga bo'lish mumkin.

1) ajralgan ionlarni elektrolit hajmidan elektrod sirt yuzasiga etkazish: bu bosqichda ionlar diffuzion qatlam orqali sirtqi qo'sh elektr qavat diffuziya qismi chegarasiga o'tishi zarur;

2) elektrolit tomonidan-metalga fazalar chegarasi orqali ionlar o'tish bosqichi; metall ionlarining qisman desolvatlanishini o'z ichiga oladi, ularning qo'sh elektr qavat orqali o'tishi va ionlarning adsorblangan ionlarga (ad-ionlar) va atomlarning (ad-atomga) aylanishi. Bu bosqichda elektrokimyoviy reaksiya sodir bo'lib, bunda

ionlar qisman solvat yoki gidrat qoplamasini yo'qotadi, elektrod sirt yuzasiga adsorbsiyalanadi va elektronlar bilan neytrallanadi;

3) elektrod sirt yuzasi o'sish joylari va kristall panjara tuzilishida ad-atomlar (ad-ionlar) diffuziyasi: atomlarning kristall panjaraga kirishi, ikki yoki uch o'lchamli teshiklar hosil qilish.

Metallarning anodli erishida barcha bu jarayonlar qarama-qarshi yo'nalishda o'tkaziladi.

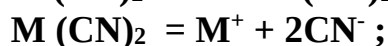
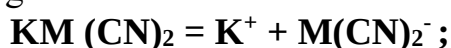
Elektrolit tarkibining qoplama strukturasiga ta'siri

Asosiy komponent. Galvanotexnikada qo'llaniladigan elektrolitlar shartli ravishda **oddiy** va **murakkabga** bo'linadi. Oddiy elektrolitda asosiy komponent noorganik kislota tuzi hisoblanadi va suvli eritmalarda to'liq ionlarga dissotsialanadi. Shuning uchun ionlarning katodda qaytarilish jarayoni past katodli qutblanishda va cho'kmalar yirik kristall strukturaga ega va elektrolitning past yoyilish qobiliyatida o'tkaziladi. Asosiy komponent konsentratsiyasini kamaytirish eritmani suyultirish maqsadga muvofiq emas, chunki tok kamayadi va cho'kma buziladigan (misli) yoki ignali (qo'rg'oshinli) qoplamalarda.

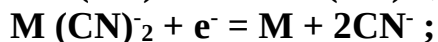
Asosiy komponent konsentratsiyasini oshirish yuqori tok zichligini qo'llashga olib keladi. Oddiy elektrolitlar tok bo'yicha yuqori unumga ega, qancha ko'p bo'lsa, shuncha tok zichligi yuqori bo'ladi. Asosan ular oddiy ko'rinishdagi detallar va yarim fabrikatlar (lentalar, listlar, simlarni) qoplama tortish uchun qo'llaniladi.

Murakkab komponentli elektrolitlar asosiy komponentlari kompleks tuzlar bo'lib, ular (sarflanuvchi) boshlang'ich komponentlar o'zaro ta'siri natijasida olinadi. Kompleks tuzlar eritmalaridan metallarni qaytarilish mexanizmi juda ko'p ilmiy ishlar olib borilgan. Hozirgi vaqtda ikkita har xil printsipial tushunchalar mavjud.

Birinchisi, katodda metallarning qaytarilishi oddiy metall ionlarning ajralishi hisobiga hosil bo'lishi bilan tugallanadi.



Boshqa nuqtai nazardan qaraganda, katodli qaytarilish kompleks ionlarning ajralishiga olib keladi.



Nazariyaga bog'liq bo'lmagan holda metall ionlar ajralishi sezilarli qutblanishda o'tadi, u kancha katta bo'lsa beqarorlik konstantasi shuncha kichik bo'ladi va bu kompleks birikmaning barqarorlik o'lchovi hisoblanadi.



Bu erda, C_{M^+} , C_{CN^2} va $C_{[\text{M(CN)}_2]^-}$ markaziy ion, addend yoki ligand va dissotsialanmagan kompleks konsentratsiyalari.

Bufer qo'shimchalar. Ko'pchilik elektrolitlar, eritmalar **pH** ning aniq intervalida ishlaydi, bu holni boshqarish uchun, bufer qo'shimchalar aniq oraliqda **pH** qo'llaniladi.

Sirt-aktiv moddalar. Cho'kma strukturasiga SAM va kolloidlar katta ta'sir qiladi. Katod sirt yuzasida SAM yig'ilib adsorbsiya qatlami hosil qiladi. Assorbsiya

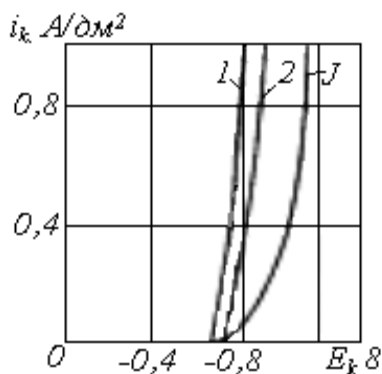
ko'pchilik omillarga bog'liq va birinchi navbatda adsorbsiyalanadigan moddalar konsentratsiyasiga, katod sirt yuzasi zaryadiga, elektrolit temperaturasi va katod sirt yuzasida qatnashuvchi boshqa moddalar qatnashishiga, yordam qiluvchi yoki teskarisi, berilgan SAM adsorbsiyasiga halaqit beradi.

Elektroliz jarayonning elektrolit strukturasiga ta'siri

Tok zichligi. Zamonaviy galvanotexnikada cho'ktirish jarayonni jadallashtirish uchun turli qo'shimchalari bo'lgan konsentrlangan elektrolitlar qo'llaniladi va jarayon yuqori tok zichligi yuqori temperatura va to'xtovsiz aralashtirish bilan olib boriladi. Har bir elektrolit uchun cho'ktirishda optimal rejim tanlab olinadi va bunda mayda kristalli qoplamalar hosil bo'ladi.

Yuqori tok zichligi, mayda kristalli, kompaktli va bir xil teng qalinlikdagi qoplamalar olishga imkoniyat yaratadi, xuddi shunday kristall teshikchalar intensiv ravishda hosil bo'lishi, faqatgina detallar kiritilganda emas elektrolitdan chiqishigacha davom etadi. Masalan, $0,75 \text{ A/dm}^2$ tok zichligida, qalayning sulfatli elektrolitidan ayrim kristallar ko'rinishida cho'kma tusha boshlaydi, lekin tok zichligi 3 A/dm^2 gacha oshirilganda qalay cho'kmalari to'liq va mayda zarrachalari bo'ladi.

Elektrolit temperaturasi. Temperaturani oshirish ko'proq konsentrlangan elektrolitlar qo'llashga imkoniyat yaratadi, chunki temperatura oshishi bilan boshlang'ich komponentlar eruvchanligi oshadi. Undan tashqari elektrolit elektr o'tkazuvchanligi oshadi va anodning passivlanishi kamayadi. Bu barcha omillar ko'proq yuqori tok zichligidan foydalanishga olib keladi. Biroq temperaturani oshirish dissotsiatsiya va diffuziya jarayonning tezlashishi hisobiga, katod potentsiali cho'ktirish kamayishiga olib keladi.



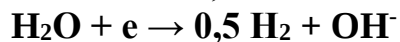
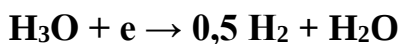
4-rasm: Temperaturaning misssianli elektrolitda katodli qutblanishiga ta'siri. 1 – $t = 75^{\circ}\text{S}$; 2 – $t = 35^{\circ}\text{S}$; 3 – $t = 18^{\circ}\text{S}$.

Elektrolitni aralashtirish. Elektr cho'ktirish jarayonida katodli qatlam cho'ktirayotgan metall ionlari birikib yuqoriga ko'tariladi, lekin anodli qavat bu ionlar bilan to'yinib pastga tushadi. Natijada elektrolitning qavatlarga ajralishi bo'lib o'tadi va vanna balandligi bo'yicha cho'kish sharoiti har xil bo'ladi. Bu kamchilikni yo'q qilish uchun elektrolitni to'xtovsiz aralashtirish va vannaning butun hajmi bo'yicha elektrolit konsentratsiyasini tenglashtirish, qutblanishni kamaytirish natijasida erishiladi.

Elektrolit strukturasiga vodorodning ta'siri

Metallarning elektrokimyoviy qaytarilish jarayon ko'pchilik hollarda bir vaqtning o'zida vodorod ajralib chiqishi bilan qiyinlashadi, shunda tok bo'yicha metall unumi kamayadi va qoplamaning mexanik xossalari yomonlashadi.

Elektrodlardagi umumiy vodorodning kislotali va ishqoriy muhitdagi reaksiyalarini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:



Vodorod ionlari ajralishi ko'pchilik omillarga bog'liq: metall katodga, elektrolit tarkibiga, elektroliz sharoitiga va boshqalarga. Qoplama cho'ktirish quyidagi hollarda vodorod o'ta kuchlanishiga bog'liq.

1) katodda tok bo'yicha metall 100% unum bilan ajralib chiqsa, xuddi shunday uning ajralish potentsiali musbat qiymatga ega bo'lganda;

2) katodda faqat vodorod ajralib chiqib, xuddi shunday uning ajralish potentsiali metallning ajralish potentsiali bilan solishtirilganda ko'proq musbat qiymatga ega bo'lganda, shu sababga ko'ra quyidagi metallarni suvli eritmalaridan cho'ktirish mumkin. **Al, Ta, W** va boshqalar metallar;

3) katodda birgalikda metall va vodorod ajralib chiqqanda.

DIELEKTRIK YUZASINI FAOLLASHTIRISH

Yog'sizlantirish va yuvishdan keyin metal sirtida detallarni qoplash vannasiga botirishdan oldin yo'qotish zarur bo'lgan passiv plyonka hosil bo'ladi. Ayniqsa korroziyaga bardoshli va issiqqa chidamli po'latlarni aktivlashtirish (sirtidagi passiv plyonkani yo'qotish) muhim hisoblanadi.

Metallning katod yuzasida taqsimlanishi

Olinayotgan elektrokimyoviy qoplamaning sifati va xususiyatlari uning qalinligiga chambarchas bog'liq ekan, metallning katod yuzasida taqsimlanishini o'rganish katta amaliy ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa murakkab konfiguratsiyali buyumlar sirtida metallning notekis qoplanishi kuzatiladi. Bu esa o'z navbatida qoplamaning mexanik, elektrik, antikorrozion va boshqa xususiyatlarining buzilishida namoyon bo'ladi.

Metall sirtida tokning notekis taqsimlanishi haqida gapirganda, albatta tokning va metallning katod yuzasida mikro va makrotaqsimlanishini alohida tushunib yetish zarur hisoblanadi.

Mikrotaqsimlanish deganda, cho'kayotgan metall tezligining rel'efning aloxida 0,5 mm dan kichik o'lchamli bo'laklarida taqsimlanishi tushuniladi. Yuza rel'efining 0,5 mm dan katta bo'lgan bo'laklarida taqsimlanishi esa makrotaqsimlanish deyiladi.

Elektroliti tinmay aralashtirilib turiladigan sharoitda taqsimlanish diffuziyaga bog'liq bo'lmay, faqat buyumning geometrik o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Mikrotaqsimlanish esa katod oldi diffuzion qatlamga bog'liq bo'lib, bu diffuzion qatlamning effektiv qalinligi mikroprofil bo'ylab turli o'lchamlarga ega bo'ladi.

Makroprofil bo'ylab qoplamaning taqsimlanishini ko'rsatish uchun elektrolitning taqsimlanish qobiliyati nomli tushuncha kiritilgan bo'lib, u elektrolitning bir tekisda qoplama xosil qilish qobiliyatini baholaydi.

Avvallari sirtni qoplash qobiliyati degan tushuncha ishlatilgan bo'lib, bunda qoplamaning qalin yoki yupqaligi emas, balki butun yuzani qoplay olishi ko'zda tutilgan.

Metallning mikroprofil bo'ylab taqsimlanishini baxolash uchun esa elektrolitning tekislash qobiliyati, tekislashga intiluvchi harakati, mikrotaqsimlash qobiliyati deb nomlanuvchi tushunchalardan foydalaniladi.

Metall va tokning makroprofilida taqsimlanishi

Elektrod yuzasida tokning notekis taqsimlanishi uning anod va katod oralig'idagi elektrolitda turli qarshiliklarga uchrashiga, va elektrodning geometrik shakllariga bog'liqligi bilan tushuntiriladi.

Masalan: a – to'g'ri burchakli idishda, to'g'ri to'rtburchak shaklidagi elektrodlar o'lchamlari idish yuzasi o'lchamlariga teng bo'lsa, tok bir tekis taqsimlangan, elektr maydon chiziqlari yonma-yon, to'g'ri joylashgan bo'ladi;

b – elektrodlar parallel joylashgan, idish yuzasini to'liq yopmaydi, tok zichligi elektrodlar oralig'i o'rtasida kichik va elektrodga tomon ortib boradi;

v – murakkab profilli katodda tok zichligi yuzaning chuqur joylarida kichik bo'lib, bo'rtgan joylarida esa katta bo'ladi.

Tizimning elektrokimyoviy xossalari, birlamchi tok taqsimlanishini ikkilamchi tok taqsimlanishiga aylantiradi. Birlamchi va ikkilamchi tok taqsimlanishlarining farqi, qoplanayotgan metalga qutblanishning berayotgan xususiyatlaridir.

Tokning birlamchi taqsimlanishini o'rganish, tizimdagi taqsimlanishni, geometrik parametrlar orqali bir tekis qilib boshqarish imkoniyatini beradi. Buni amalda elektrodning geometrik shakllari va oraliq masofani o'zgartirish yordamida amalga oshirish mumkin.

Katod sirtida tokning taqsimlanish jarayonini o'rganish, elektr maydonining qutblanish potentsiali yoki oddiy elektrod potentsiallari orqali xarakterlanadi. Birlamchi maydonning potentsialini U_1 , ikkilamchi maydonning potentsialini U_2 bilan belgilab olib, quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$U_2 = U_1 - U_0 \quad (4.1)$$

Bu yerda U_0 – maydonning qutblanish potentsiali.

Elektrokimyoviy omillarning ta'siri keskin kuchayib, oxirgi chegara-viy qiymatga etganda U_0^∞ - cheksiz qutblanish potentsiali deb ataladi. Bu holatda ikkilamchi maydon potentsiali cheksiz qutblanish potentsiali bo'lishga intiladi. Shularga ko'ra tokning taqsimlanish qobiliyati – T_q maydon qutblanish potentsiali U_0 ning cheksiz qutblanish potentsiali U_0^∞ ga nisbatining foizlarda ifodalangan qiymatiga teng bo'ladi:

$$T_q = U_0 / U_0^\infty \cdot 100\%. \quad (4.2)$$

Tok va metall taqsimlanishiga ta'sir etuvchi omillar

Elektrod yuzasida tokning taqsimlanishiga ta'sir etuvchi omillarni bir necha guruhga bo'lish mumkin:

1) geometrik omillar (elektrodning shakli va o'lchamlari, elektrodning bir-biriga va elektrolizyor devorlariga nisbatan joylanishlari);

2) elektrokimyoviy omillar (turli tok zichliklarida katod potentsialining o'zgarishi, elektr o'tkazuvchanlikning va tok unumining tok zichligiga bog'liqligi, va ularga ta'sir etuvchi omillar: elektrolitning tarkibi, xarorat, qovushqoqlik);

3) tasodifiy omillar: asosiy metallning tarkib va tuzilish bo'yicha bir xil emasligi, qoplashdan avvalgi ishlovning xarakteri va boshqalar.

Eritma elektr o'tkazuvchanligining ortishi bilan tokning bir meyorda taqsimlanishi yaxshilanadi. Ammo elektr o'tkazuvchanlikni oshiruvchi omillar, masalan haroratning ortishi, katod qutblanishini kamaytirs, tokning taqsimlanishi yomonlashishi mumkin.

Agar anod qutblanish juda kichik bo'lsa, tekis anodning katodning bo'rtib chiqqan qismlarida tok zichligi qalin va chuqur joylarida esa tok siyrak bo'lib, bu tok taqsimining yomonlashuviga olib keladi.

Anod bilan katod yaqin joylashgan hollarda, anod qutblanishining kuchli bo'lishi tok taqsimini yaxshilaydi.

Agar anod va katodlarning orasi uzoq bo'lsa, anod qutblanishining katta ekanligi katod tokining taqsimlanishiga ta'sir qila olmaydi.

Tokning bir tekisda taqsimlanishi xar doim ham metal taqsimlanishi bilan bir xilda bo'lavermaydi.

Metall taqsimining bir tekisligi katodning eng yaqin bo'lagidagi cho'kmaning vazni g_z ning eng uzoq nuqtasidagi cho'kma vazni $-g_E$ ga nisbatidir g_z/g_E . Agar metall chiqish tok unumi tok zichligiga bog'liq bo'lmasa, metall taqsimi xuddi tokning ikkilamchi taqsimiday bo'ladi.

Tok unumi tok zichligiga bog'liq xollarda, metall taqsimlanishi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\Delta g_z | \Delta g_E = i_z | i_E \cdot g_z | g_E \quad (4.3)$$

Bu erda: g_z va g_E – katodning yaqinda va uzoqda joylashgan bo'laklarida metall chiqish unumi; i_z va i_E – yaqindagi va uzoqdagi tok zichliklari.

Bu tenglamaga ko'ra tok zichligining ortishi bilan metallning tok bo'yicha unumi kamaysa, metall taqsimi tok taqsimidan yaxshiroq bo'ladi. Agar metallning tok bo'yicha unumi tok zichligi ortishi bilan ko'tarilsa, metall taqsimi tok taqsimidan yomonroq bo'ladi.

Amalda metallarning kompleks tuzlarining eritmalarida va sianidli eritmalarida tok zichligining ortishi bilan metallning tok bo'yicha unumi kamayadi, xromlash, nikellashning kislotali elektrolitlarida esa tok unumi ortadi.

Murakkab buyumlarni qoplashda anod shaklini buyum shakliga yaqin qilib moslashga harakat qilinadi, zarur hollarda qo'shimcha anodlar qo'llaniladi. Buyum shaklidagi anod hamma nuqtalarda masofani bir xil ushlab, tok va metal taqsimini yaxshilaydi.

Katod mikroprofilida tok va metallning taqsimlanishi

Qoplama yuzasining mikrorel'efi katodning boshlang'ich mikrogeometrik xarakteristikalariga va cho'ktirilayotgan metallning mikrotaq-simlanish xossalriga bog'liqdir. Metallarning mikrotaqsimlanishi asosan uch turga bo'linadi:

- bir tekis taqsimlanish;
- tekislashga intiluvchi taqsimlanish;
- notekislikni kuchaytiruvchi taqsimlanish.

Tekislashga intiluvchi taqsimlanishda mikrochuqurliklarda cho'kish tezligi baland va mikrobo'rtma joylarda cho'kishning sekinligi kuzatiladi, notekislikni kuchaytiruvchi taqsimlanishda esa aytilganlarning aksi kuzatiladi.

Qoplama mikrorelʼefining tuzilishiga elektrokristallanish jarayonining oʻziga xos xususiyatlari ham taʼsir qiladi. Aloxida kristallarning oʻlchamlari, tuzilishi va oʻsish pogʻonalariining notoʻgʻri joylanishlari – hammasi birgalikda notekis kristallanishni paydo qiladi.

Mikrotaqsimlanish va tekislash mexanizmlari haqida hozirda *diffuzion – adsorbsion* gipoteza mavjud.

Katoddagi diffuzion qatlamning qalinligi mikroprofil masshtabi bilan oʻlchanadi, shuning uchun turli mikroprofil boʻlaklarida choʻkayotgan metall qalinligi bir xil emas balki diffuzion qatlamning oʻlchamlariga qarab turli qalinlikda boʻladi.

Diffuzion qatlamning qalinligi ortishi bilan choʻkish tezligi kamaysa, bu erda notekislikni kuchaytiruvchi taqsimlanish sodir boʻlgan boʻladi.

Qoidaga koʻra antitekislash jarayoni elektrochoʻktirish tezligi metallarning oddiy yoki kompleks ionlarining katod yuzasiga kelish tezliklariga bogʻliq boʻlganda, yaʼni elektrochoʻktirish tokining zichligi diffuzion tokning chegaraviy zichligiga yaqin qiymatlarda boʻlganda kuzatiladi.

Foydali haqiqiy tekislash faqat elektrolitga maxsus qoʻshimchalar – tekislovchi agentlar qoʻshilgandagina kuzatiladi.

Tekislovchi agentlarning taʼsir mexanizmini hozirda yaxshi oʻrganib chiqilgan. Hamma tekislovchi agentlar katod jarayonining ingibitori hisoblanib, faqat elektrochoʻkish davomida sarflanadi.

Elektrolitning foydali tekislovchi xossalari namoyon qiladigan sharoitlarda, tekislovchi agentlarning sarfi diffuziyaning tezligi orqali aniqlanadi. Bu xolat amalda aylanuvchi disk yoki silindrsimon katodli vannalarda turli birikmalar uchun tekislovchi agentlarning sarflanish tezliklari oʻrganib topilgan. Mikroprofilning turli boʻlaklarida tekislovchi agent molekulalari yoki ionlarining kelish tezliklarining notekis taqsimlanishlariga sabab boʻlib, mikroprofilning barcha nuqtalariga kirish imkoniyatining bir xilda emasligi hisoblanadi. Tekislovchi agentlar elektrochoʻkish jarayoniga ingibitorlik yoki stimullovchi taʼsiri agentning katodga diffuzlanish tezligi ortishi bilan kuchayadi, va bu taʼsirlar koʻproq mikroprofilning boʻrtgan nuqtalarida sodir boʻlib, chuqurlikdagi nuqtalarida esa kam sodir boʻladi.

Tekislovchi agentlar boʻlib, turli organik birikmalar va noorganik ionlar hizmat qiladi. Odatda ularning elektrolitdagi miqdorlari juda kichik boʻladi.

Elektroizdagi nostatsionar rejimlar, masalan, tokning baʼzi-baʼzida oʻchirilishi yoki revers (qutblarning almashtirilishi) qilinishi, qisqa vaqtlarga oʻzgaruvchan tok berilishi metallning katod yuzasida mikrotaqsimlanishga kuchli taʼsir koʻrsatadi.

Tekislovchilik qobiliyatlarni oʻrganish davomida yotiq sinusoidal mikroprofilardan foydalaniladi. Shu xolatda tekislovchilik qobiliyati – R ni quyidagi formula boʻyicha hisoblanadi:

$$R = (-a/2\pi d_{cp}) \ln H/H_0 \quad (4.4)$$

Bu erda: a – sinusoida toʻlqinining uzunligi; H_0 va H lar sinusoidaning choʻkmagacha va keyingi amplitudalari; d_{cp} – choʻkkan metallning oʻrtacha qalinligi.

Agar H/H_0 – birga teng boʻlsa, tenglama quyidagichayoziladi:

$$R = (-a/2\pi d_{cp}) H - N_0/H_0 = (a/2\pi d_{cp})(H_0 - H)/H_0 \quad (4.5)$$

R ning oldidagi belgisi tekislashning musbat (foydali) yoki manfiy (zararli) ekanidan dalolat beradi.

Aktivlashtirish elementlari

Legirlovchi komponentlar hisobiga hosil bo'lgan bunday plyonkalarni aktivlashtirmasdan sifatli qoplamani olib bo'lmaydi.

Uglerodli po'latlar, mis, nikel va ularning qotishmalari 5-10% li sulfat yoki xlorid kislotalar eritmalarida yoki ularning aralashmalarida aktivlashtiriladi.

Korroziyaga bardoshli po'latlarni xromlashda ularni elektrokimyoviy aktivlashtirishni $J=30-50 \text{ A/dm}^2$, $t=50\pm 5^\circ\text{C}$, $\tau=15-30$ soniyada bevosita xromlash vannasining o'zida olib borish mumkin. So'ngra buyumlar katodga o'tkazilib, xromlash odatdagi rejimda olib boriladi.

- Kam legirlangan va xromli po'latlar (X18, ShX15) xona haroratida 10-30 sekund davomida 50% li xlorid kislota kimyoviy aktivlashtiriladi.

- 8X4V9F2 rusumli olovbardoshli po'lat tarkibida karbid miqdori ko'p bo'lsa, ikki hajm nitrat, bir hajm sulfat kislotalar va 5 g/l temir sulfatli eritmada xona haroratida 10-30 sekund davomida aktivlashtiriladi.

- Xromnikelli po'latlar ham kimyoviy, ham elektrokimyoviy usullarda aktivlashtiriladi. Bunday po'latlarni kimyoviy aktivlashtirish tarkibida 200-250 g/l li nikel xlorid va 150-200 g/l xlorid kislotali eritma aralashmasida xona haroratida 20-60 daqiqa davomida olib boriladi. Bunday turdagi po'latlarni elektrokimyoviy aktivlashtirish ham anodda, ham katodda olib boriladi. Anodli aktivlashtirish tarkibida 500-800 g/l sulfat kislota va 15-20 g/l kaliy dixromatli elektrolitda $J_a=4-10 \text{ A/dm}^2$, xona haroratida 10-30 sekund davomida olib boriladi. Katodli aktivlashtirish 15-20% li xlorid kislota eritmasida $J_k=1-2 \text{ A/dm}^2$, xona haroratida 1-2 daqiqa davomida olib boriladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Metallning katod yuzasida taqsimlanishi qanday amalga oshiriladi?
2. Metall va tokning makroprofilida taqsimlanishi qanday amalga oshiriladi?
3. Tok va metall taqsimlanishiga ta'sir etuvchi omillar nimalardan iborat?
4. Katod mikroprofilida tok va metallning taqsimlanishi qanday amalga oshiriladi?
5. Aktivlashtirish elementlari nima?
6. Diffuzion – adsorbsion gipotezani asoslab bering.

MA'RUZA № 3

MAVZU: QOPLAMA SIFATINI TEKSHIRISH USULLARI.

ELEKTROMAGNIT, MAGNIT, RADIATSION VA GRAVIMETRIK USULLARDA QOPLAMANI TEKSHIRISH. OLINGAN QOPLAMALARNI G'OVAKLIGI. QOPLAMALARNING FIZIK-MEXANIK VA KIMYOVIIY XUSUSIYATLARINI TEKSHIRISH. GALVANIK QOPLAMALAR OLIISH USULLARI.

REJA:

1. Yaltiroq qoplama hosil bo'lish shartlari
2. Ko'p qatlamli qoplamalar
3. Qoplash jarayonidan oldin buyumlar sirtini tayyorlash

4. Kimyoviy yog'sizlantirish

5. Ishqoriy eritmalarda yog'sizlantirish

6. Yuvish kompozitsiyasida yog'sizlantirish

7. Elektrokimyoviy yog'sizlantirish

8. Metallarni yedirish

9. Metall qoplamalarning maxsus (alohida) xossalarini nazorat qilish

Ko'pgina yaltiroqli nikellash elektrolitlarida oltingugurt tutuvchi qo'shimchalar bo'ladi. Bu yaltiroqli nikelli qoplamalarning yaltiroq bo'lmagan qoplamalarga nisbatan korroziyaga bardoshlilikini kamaytiradi. Bundan tashqari, yaltiroqli nikellash elektrolitlarida yaltiroq cho'kmalar olish uchun tekislovchi qo'shimchalar – kuchli yaltiroqlik beruvchilarning konsentratsiyasini oshirishga to'g'ri keladi, bu esa ularning tekislovchilik qobiliyatini kamaytiradi.

Yaltiroq qoplama hosil bo'lish shartlari

Yaltiroq qoplamalar olish uchun SAM qo'shilishi juda katta ahamiyatga ega. Bunday qo'shimchalar yaltiroqlik hosil qiluvchi nom bilan ham ataladi va galvanotexnikada juda keng qo'llaniladi. Bugungi kunda ayniqsa nikellash, mislash va ruxlash elektrolitlarda keng qo'llanilmoqda. Shu qo'shimchalar soniga suvda eriydigan naftalin, mochevina, jelatina, tiokarbamid, dekstrin, fenol, krezol, naftol, natriy sulfid, tiosulfat va boshqalar kiradi.

Yaltiroq qoplamalar beruvchi elektrolitlar qo'llanilishi hisobiga, ko'pchilik zaharli, qimmat turuvchi polirovkalash va oddiy qoplashni yaltiratishning mexanizatsiya usullari va ularni o'tkazish uchun materiallarning, elektr energiya va ishchi kuchlarining ko'p sarflanishi kerak emasligi ishlab chiqarishda ko'proq foyda beradi.

Yaltiroq qoplama tortish uchun elektrolitlar afzalligi ayniqsa ko'p qatlamli qoplama mis-nikel-xromda juda sezilarlidir, bunda detallar osma ilgaklarga ikki marta osiladi va tekislashga jo'natiladi, yana yog'sizlantirish bosqichlaridan o'tib ilgaklarda qoplash takrorlanadi. Misli va nikelli yaltiroq qoplashda faqat texnologik jarayon bosqichlari qisqarmasdan, barcha qoplama tortish jarayonini to'liq mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish uchun ham keng yo'l ochildi.

Yaltiroq qoplama tortish uchun elektrolitlar yaratilishi hisobiga rangli metallarni iqtisodiy tejashga erishilmoqda, xuddi shunday oddiy qoplamalar qalinligi oldindan aniqlanib, talab qilingan qalinlik metallarni tekislash va cho'kmalarni yaltiratishda hisobga olinadi. Bunday yo'qotish kattaligi cho'kma umumiy massasiga nisbatan 20% gacha tashkil qiladi. Undan tashqari yaltiroqli cho'kmalarda hamma vaqt yuqori qattiqlik va katta emirilishga barqarorligi bilan ajralib turadi. Bu imkoniyatlar oddiy vannalardagi cho'kmalar bilan solishtirilganda qoplama qalinligini qo'shimcha kamaytirishga imkon beradi, ayniqsa nodir metallar kumush, oltin va boshqalar bilan qoplanganda katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Yaltiroqlik hosil qilish ta'sirini aniqlash uchun **ikkita gipoteza** taklif qilingan. Ulardan **birinchisi** yaltiroqlik hosil qiluvchilar shunchalik cho'kma strukturasini maydalashtiradiki, natijada qoplama sirt yuzasidagi kristall uchlari va balandliklari o'lchamlari tushayotgan yarim to'lqin nur uzunliklaridan oshmaydi. Bunday sirt yuza yorug'lik nurini yoyiltirmaydi - tushayotgan nur faqat oynadek qaytariladi. **Ikkinchi**

gipoteza shunga olib keladiki, qo'shimchalar ta'siri ostida kristallar aniq bir tartibda birday o'sadi, natijada ularning barchasi katod sirt yuzasiga parallel ravishda bir xil kristallografik uchlarga ega bo'ladi. Biroq na u, na bu gipoteza tajribada tasdiqlanmagan va bu savol ochiqligicha qolmoqda.

Hozirgi vaqtda yaltiroq hosil qiluvchi moddalardan tashqari yana ularga tekislovchi va ho'llovchi qo'shimchalar ham kiritilmoqda.

Yaltiroqli nikellash qoplamalarining korroziyaga chidamliligini oshirish uchun ikki va uch qatlamli nikelli qoplamalar hamda nikel-sil sistemasi ishlab chiqilgan

Ko'p qatlamli qoplamalar

Ikki qatlamli nikelli qoplamalar tarkibi ikki xil bo'lgan qo'shimchali elektrolitlarda buyumlarni nikellashda hosil qilinadi. 1-elektrolit tarkibiga faqatgina ko'pchilik qismida tekislash xususiyati yuqori bo'lgan oltingugurtli qo'shimchalar kiradi. Bu elektrolitlardan hosil bo'lgan cho'kmalar yarim yaltiroq, yuqori plastikli, korroziyaga bardoshliligi ham yuqori bo'lib, ustunsimon tuzilishga ega. Ikkinchi yaltiroqli qatlam odatdagi yaltiroqli nikellash elektrolitlaridan hosil qilinadi. Bu elektrolitlarning qoplamalari tarkibida 0,08-0,1 % oltingugurt bo'lib, u plastinkasimon tuzilishga ega. Korroziyaga nisbatan yaxshi hisoblangan cho'kmalar ikkinchi yaltiroqli qatlam qalinligi butun ikki qatlamli qatlam qalinligining 25-35 % ini tashkil etadi. Qo'sh qavatli nikelli qoplamalarning korroziyaga chidamliligini yuqori ekanligining asosiy omili shundan iboratki, bunda korroziya har doim yaltiroq (yuqorigi) oltingugurt tutuvchi qatlamda boshlanadi, u xromga nisbatan ham, yarim yaltiroqli nikel qatlamiga nisbatan ham anod hisoblanadi. Korroziya jarayoni yarim yaltiroq qatlamga yetgach, to'xtab qoladi. Chunki bunda u kombinatsiyalangan nikel qavatning chegarasi bo'ylab gorizontallik yo'nalishda tarqala boshlaydi. Bundan tashqari ikki qatlamli qoplamaning g'ovakligi nisbatan kamroq bo'lib, turli qatlamdagi g'ovakliklar bir-biriga mos kelmaydi.

Yarim yaltiroqli nikelli qoplamalar olish uchun odatdagi sulfatli elektrolitning tarkibi quyidagicha bo'ladi: 250-300 g/l nikel sulfat, 10-15 g/l natriy xlorid, 30-40 g/l borat kislota quyidagi qo'shimchalar yoki ularning kombinatsiyalari bilan birgalikda 0,05-0,15 g/l 1,4-butindiol; 0,1-0,2 g/l kumarin; 0,02-0,07 g/l urotropin; 0,1-1,0 g/l kaliy biftalat yoki sulfosalitsil kislota; 40 % li 0,3-0,8 ml/l formalin bilan birgalikda tayyorlanadi.

Ko'rsatilgan qo'shimchali elektrolitning ishlash rejimi yaltiroqli nikellash elektrolitlarining ishlash rejimidan farq qilmaydi (5-jadval).

5-jadval

Elektrolit	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaCl}, \text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	H_3BO_3	1,4-butindiol	saxarin	kumarin	“Progress” yuvish vositasi	t, °S	$J_k, \text{A/dm}^2$	pH
1	250-300	50-60	25-40	0,2-0,5	0,7-1,2	-	-	55±5	3-8	4-5
2	250-300	10-15	30-40	0,2-0,3	-	-	0,1-0,2	50±5	2-5	4-5

3	250-300	10-15	30-40	-	-	1,0	0,1-0,2	50±5	3-6	4,5-5,2
4	250-300	10-15	30	0,2-0,3	-	-	0,1-0,2	45±5	2-4	4,5-5,5
5	250-300	30	30	-	1-2	0,2-1	-	40-60	2-10	4-4,5
6	250-300	10-15	25-40	-	-	-	-	40-50	3-5	5,8-6

Izoh: 1) 1-elektrolit tarkibida 0,08-0,12 g/l ftalimid, 2- elektrolit tarkibida 1-2 g/l xloramin-B, 3- elektrolit tarkibida 2 g/l para-toluolsulfamid, 4- elektrolit tarkibida 1,5-2 g/l 1,5-, 5- elektrolit tarkibida 0,056-0,112 g/l propargil spirti, 6- elektrolit tarkibida 5-6 g/l natriy yoki kaliy ftorid, 0,4-0,8 g/l formaldegid, 2-4 g/l 2,6-2,7- naftalindisulfokislota va 0,015 g/l sulfanol bo`ladi.

2) 1-5 elektrolitlar tekislovchilik ta'sirini ko`rsatadi, 5-elektrolit tarkibida ikkita tekislovchi qo`shimcha bor. Nikelli elektrolitlar tarkibiga kiruvchi barcha qo`shimchalar (kumarindan tashqari) qizdirilgan elektrolit yoki suvda eriydi. Kumarin muzli sirka yoki borat kislotada eriydi. Kuchsiz yaltiroqlik beruvchilardan xloramin-B va naftalindisulfokislotaning tuzlari yaxshi eruvchanlikni namoyon qiladi.

Buyumlarni to`kilgan holda qo`ng`iroqli va barabanli vannalarda qoplash uchun 2,3,4,6-yaltiroqli nikellash elektrolitlaridan foydalaniladi. Ular tarkibidagi nikel sulfat konsentratsiyasini 120-170 g/l gacha pasaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Uch qatlamli nikellash. Korroziyaga nisbatan uch qatlamli nikelli sistema yanada samaraliroq hisoblanadi. Uning ikki qatlamli nikellashdan farqi shundan iboratki, bunda yarim yaltiroqli va yaltiroqli nikelli qatlamlar orasiga tarkibida 0,12-0,2 % oltingugurt bo`lgan qalinligi 0,75-1,0 mkm li nikel qatlami surkaladi. Bu qatlam yuqorigi yaltiroq qatlamga nisbatan ham faol anod hisoblanib, buning hisobiga korroziyali yemirilish yaltiroq va yarim yaltiroq qatlamlar chegarasi bo`ylab rivojlana boshlaydi. Buning hisobiga korroziya jarayonining yarim yaltiroqli qatlamdan asosiy metalga kirib borishiga yo`l qo`yilmaydi.

Tarkibida oltingugurt miqdori ko`p bo`lgan oraliq nikelli qatlamni surkashning asosiy tarkibi va rejimi odatdagi yaltiroqli nikellash elektrolitlaridan farq qilmaydi. Uni tayyorlash uchun quyidagi qo`shimchalardan birini qo`shish talab etiladi: 0,18-0,25 g/l para-aminobenzosulfamid va 0,6-1,0 g/l (40 % li) formalin; 0,1-0,15 g/l para-aminobenzosulfamid va 0,5-0,6 g/l saxarin;

Nikel-sil sistemasi. Nikel – sil – xrom sistemasining ham yuqori korroziyali xossalari ma'lum. Yaltiroqli nikellash elektrolitiga o`lchamlari kolloid zarrachalar o`lchamidan mikronli birliklargacha bo`lgan yuqori dispersni qattiq zarrachalar kiritilishi hisobiga keyingi xrom qatlamida korroziya jarayonining butun nikelli qoplama qatlami bo`ylab bir me'yorda tarqalishini ta'minlovchi juda ko`p g`ovakliklar paydo bo`ladi. Bunday sistemada g`ovakchalarning optimal soni 10000 dan 200000 gacha (1 sm² yuzada) bo`ladi. Xromli qoplama qalinligi 0,5 mkm dan oshmasligi kerak.

Nikel-sil uchun zarrachalar sifatida erimaydigan oksidlar, sulfatlar, silikatlar, boridlar, oksalatlar, kremnezem, kaolin, korund, turli xil organik va noorganik moddalar va hakoazolardan foydalaniladi. Cho`ktirishning optimal sharoitlarida 1 sm<sup>2</sup> sirdagi g`ovakliklar soni 7*10⁷ gacha yetadi.

Nikel-sil qoplamalarini choʻktirish uchun quyidagi zarrachali tekislovchi qoʻshimchali yaltiroqli nikellash elektrolitlaridan foydalaniladi: zarrachalari oʻlchami 1-3 mkm boʻlgan yuqori dispersli kaolindan 0,3-2,0 g/l, M-5 korundidan 20-30 g/l, A-380 aerosil va KRXS kaolindan 0,5 g/l aralashmasidan olinadi.

Choʻktirish rejimi $\text{pH}=4-5$, $t=50-60\text{ }^{\circ}\text{S}$, $J_k=2-8\text{ A/dm}^2$, 1 metr katodli shtanga uzunligiga optimal havoli aralashtirish 200 l/min boʻladi. Jarayon uzluksiz ravishda elektrolitni filtrlamasdan olib boriladi.

Qoplash jarayonidan oldin buyumlar sirtini tayyorlash

Qoplanayotgan buyum sirtini metal qoplama bilan qoplashga tayyorlashdan maqsad, undagi zang, yogʻ, oksid parda va boshqa nuqsonlarni mexanik, kimyoviy va elektrokimyoviy usullar yordamida yoʻqotishdan iborat.

Koʻpincha ishchi muhit sifatida xoʻjalik sovunining 0,2-0,7% li eritmasidan foydalaniladi. Jarayonni jadallashtirish uchun ayniqsa qora metallarga ishlov berishda sovunli eritma $40-50^{\circ}\text{S}$ gacha qizdiriladi. Eritmadan foydalanish muddati 24 soatgacha boʻlib, undan keyin uni almashtirish kerak boʻladi. Ishlov berish sifatini yaxshilash uchun sovunli eritmaga sirt-aktiv moddali qoʻshimchalar qoʻshiladi. Qora metallarga ishlov berishda “Petrov kontakti”, NP-2 va NP-3 preparatlari hamda “Progress” kabi yuvish vositalari yaxshi samara beradi. Silliqlash va yaltiratish jarayonlari uchun sovunli eritmalaridan tashqari boshqa eritmalaridan ham foydalaniladi (6-jadval).

6-jadval

Buyumlarga ishlov berishdagi suvli eritmalar

Buyum materiali	Eritma tarkibi, %	
	Silliqlash	Yaltiratish
Uglerodli poʻlat	$0,8\text{Na}_3\text{PO}_4 + 0,2\text{NaNO}_3$; (1-2) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 0,5$ kanifol; (2-3) NaOH	$0,3\text{Na}_3\text{PO}_4 + 0,8\text{Na}_2\text{SiO}_3$; $0,2\text{Na}_2\text{SO}_3 + 0,2\text{CaSO}_3$; $0,2\text{NaNO}_2$
Korroziyaga chidamli poʻlat	$0,2\text{Na}_2\text{SO}_3 + 0,25\text{NaNO}_3 +$ + $0,2\text{Ca(OH)}_2$; $0,8\text{Na}_3\text{PO}_4 + 0,2\text{NaNO}_3$;	$1,0\text{Na}_2\text{SO}_3 + 0,25\text{NaNO}_3 +$ + $0,2\text{CaO}$;
Alyuminiy, magniy, rux va ularning qotishmalari	$0,8\text{Na}_3\text{PO}_4$	$1,0\text{CrO}_3 + 0,5\text{H}_2\text{SO}_4$;
Mis va uning qotishmalari	$(0,5-1,0)\text{Na}_2\text{SO}_3 +$ $0,8\text{Na}_3\text{PO}_4$	$1,0\text{CrO}_3 + 0,5\text{NaCl}$

Vibratsiyali ishlov berish qoplanayotgan buyum sirtini qoplashga tayyorlashning eng zamonaviy usullaridan biri hisoblanadi. Vibratsiyali ishlov berish (vibrogaltovka va vibropolirovka) mikronotekisliklarni mexanik yoki kimyoviy-mexanik tekislash jarayoni va ishlash jarayonida tebranma harakatda boʻlgan metal va uning oksidining mayda zarrachalarini ishchi muhit zarrachalari bilan olib chiqishdan iborat.

Vibrokimyoviy ishlov berish birmuncha samarali usul hisoblanadi. Bu usul yordamida ishlov berishda ishchi eritma sifatida kimyoviy faol suyuqliklardan foydalaniladi. Bu usulning vibratsiyali ishlov berish usulidan farqi shundaki, bunda

kimyoviy eritmalaridan foydalanish passivlashtiruvchi xususiyatga ega bo'lgan g'ovak plyonka hosil bo'lishiga olib keladi. Vibrokimyoviy ishlov berish uchun ishlov berilayotgan buyum tayyorlangan metalning elektrod potensialiga nisbatan elektromusbatligi kattaroq bo'lgan metal tuzlari eritmalaridan foydalaniladi. Ishchi muhitni tanlashda uning oksidlovchi ta'siri, galvanik juftlarni hosil qilishi, mexanik eruvchanlik xususiyati, detallarni reaksiya mahsulotlaridan oson tozalanishini hisobga olish kerak.

Qora metallarga vibrokimyoviy ishlov berishda quyidagi tarkibli eritmalarining biridan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblaniladi (g/l):

-mis(II)sulfat (10-50) + oksalat kislota (60) + sulfat kislota (9) + vodorod peroksid (13) + tiomochevina (3);

-xrom angidridi (10) + "Progress" yuvish vositasi (10-15);

-xlorid va sulfat kislotalar (5%) + PB-8 ingibitori duradgorlik elimi (0,5-1,0).

Latunga vibrokimyoviy ishlov berish uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmalaridan foydalaniladi (g/l): mis(II)sulfat (80-120) + ammiakning 25% li eritmasi (100-140).

Alyuminiy va uning qotishmalariga natriy ishqorining 10-30 g/l konsentratsiyali eritmaları bilan ishlov beriladi.

Kimyoviy yog'sizlantirish

Metal va uning qotishmalari organik erituvchilar va ishqor eritmaları yordamida yog'sizlantiriladi.

Organik erituvchilarda yog'sizlantirish - metal sirtini tozalashning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri hisoblanadi. Organik erituvchilarda organik va noorganik tarkibli yog' qoldiqlarini ham yaxshi eritish mumkin. Bunday yonmaydigan erituvchilarning eng muhim afzalliklaridan biri ularning tozalanayotgan sirtga nisbatan kimyoviy inertligi hisoblanadi. Ular juda barqaror va oson tozalanadi.

Yog'sizlantirish uchun ko'pincha uglevodorodlarning galogenli hosilalaridan foydalaniladi.

Trixloretilen - hidi xloroformnikiga o'xshash, rangsiz, qiyin yonuvchan suyuqlik. Uning bug'larini yog' va surkov moylarini eritish qobiliyati benzinnikiga nisbatan 40 marta ortiq. Trixloretilenning barqarorligi kam. U yonuvchan moddalar bilan aralashganda yoki ularga tegib turganda, yorug'lik ta'sirida qizdirilganda, magniy va alyuminiy bilan aralashib qolsa parchalanib ketadi. Bundan tashqari, u namlik ishtirokida gidrolizlanadi, bunda xlor ionlarini ajratib chiqarishi hisobiga xlorid kislota hosil qiladi. Uning tarkibidagi namlikni yo'qotish uchun trixloretilenga soda qo'shiladi. Trixloretilenning barqarorligini va ishlov berilayotgan sirtning korroziyaga bardoshlilikini oshirish uchun unga maxsus stabilizatorlar (konsentratsiyasi 1-3 g/l bo'lgan kationat 10) va korroziya ingibitorlari (urotropin va konsentratsiyasi 0,01 g/l bo'lgan trietanolamin) qo'shiladi.

Po'lat, mis, nikel va ularning qotishmalaridan tayyorlangan buyumlar trixloretilenda yog'sizlantiriladi. Alyuminiy, magniy va ularning qotishmalaridan tayyorlangan buyumlar sirti trixloretilenda yog'sizlantirilmaydi. Trixloretilen bilan yog'sizlantirish suyuq va bug' fazada olib boriladi. Suyuq fazada yog'sizlantirishda detallar 60-70°S da ikkita, uchta vannada ketma-ketlikda ishlov beriladi. Ishlov

berish jarayoni sirtning ifloslanganlik darajasiga qarab 3 daqiqadan 20 daqiqagacha davom etadi.

Tetraxloretilen - kam yonuvchan, xloroform hidini beruvchi rangsiz suyuqlik. Qaynash harorati $120,8^{\circ}\text{S}$. Tetraxloretilenda ko'pgina smolalar, yog'lar va moylar eriydi. Tetraxloretilen suyuq va bug' holida ham barcha qora va rangli metallarni yog'sizlantiradi. Yog'sizlantirish 0,5-5 daqiqa davom etadi.

Uglerod tetraxlorid - yonmaydigan, qaynash harorati $76,6^{\circ}\text{S}$ bo'lgan rangsiz suyuqlik. Mineral va surkov moylarni oson eritadi. Rangli va qora metallarni yog'sizlantiradi.

Xladon – 113 (triftortrixloreten) – rangsiz, qaynash harorati $47,6^{\circ}\text{S}$ bo'lgan yonmaydigan suyuqlik. Xladon–113 uglevodorodli yog' va moylar hamda yuqori kremniyli va ftorganik birikmalar bilan yaxshi aralashadi. Suyuq va bug' fazada xladonli eritmalarida yog'sizlantirish $20 - 50^{\circ}\text{S}$ da quyidagi tarkibli eritmalarida olib boriladi: 76,1% xladon–113 + 21,1% atseton + 2,7% butil spirt; 92,6% xladon-113 + 7,4% butil yoki etil spirti. Bu jarayonda rux, magniy, alyuminiy va ularning qotishmalarida qisman korroziyalanish sodir bo'ladi. Erituvchini har doimssirkulyasiyalash va tozalash mumkin bo'lgan uzluksiz rejimda ishlovchi qurilmalarda xladon-113 eritmalaridan foydalanish eng qulay va samarali hisoblanadi. Har birssiklda uning yo'qotilishi 2-3% ni tashkil etadi.

Ishqoriy eritmalarida yog'sizlantirish

Ishqorli yog'sizlantirishni sof ishqorli eritmalarida, maxsus sirt-aktiv moddalar qo'shilgan eritmalarida va ishqorli eritmalariga sirt-aktiv moddalar qo'shib olib borish mumkin. Yog'sizlantirishning ishqorli usuli eritmalar va ishqoriy metal tuzlari eritmalarining yog' va moylarni yuvish xususiyatiga asoslangan bo'lib, buning natijasida ular ishlov berilayotgan sirt yuzasidan oson yo'qotiladi. Sirt-aktiv moddalar qo'shilgan eritmalarida sirtlarni yog'sizlantirish quyidagilarga asoslangan:

- ishlov berilayotgan yuza sirt-aktiv moddalarning suvli eritmasida yuviladi;
- ishlov berilayotgan material sirtidan emulsiyalash, dispergatsiyalash, suspenziyalash, solyubilizatsiyalash tufayli hosil bo'lgan ifloslangan mahsulot yo'qotiladi;
- ifloslangan mahsulot yuvish eritmasida ushlab qolinadi va yog'sizlantirish vannasidan suspenziyalangan, emulsiyalangan va solyubilizatsiyalangan holda yo'qotiladi.

Ishqoriy muhit yuvish eritmasi tarkibidagi sirt-aktiv moddalarga ijobiy ta'sir ko'rsatib, uning dispersiyalash xususiyatini oshiradi va suspenziyani tozalashdan hosil bo'lgan suspenziya barqarorligini oshiradi.

Yog'sizlantirish eritmasi tarkibida ishqor sirt-aktiv moddalar va ishqoriy metal tuzlaridan tashqari ko'pincha silikatlar, fosfatlar va boshqa moddalar ham bo'lishi mumkin (7-jadval).

Yuvish eritmasi tarkibiga silikatlarni kiritilishi eritmaning ishlov berilayotgan metalga nisbatan ingibitorlovchi xususiyatini ta'minlaydi.

Fosfatlar suvning qattiqligini yo'qotish, ko'p valentli metallarning karbonatlarini eritish, temir tuzlarini kompleks birikmalarga o'tkazib, ularni zararsizlantiradi. Bundan tashqari fosfatlar qattiq zarrachalarni suspenziyalash va

peptizatsiyalash xususiyatiga ega bo'lib, shuning hisobiga ifloslangan mahsulot eritmada mayda dispers holida ushlab qolinadi va natijada yog'sizlantirilayotgan sirtga cho'kmaydi.

7-jadval

Qora metallarni kimyoviy yog'sizlantirish uchun komponentlarning konsentratsiyalari (g/l) va texnologik rejimlari

eritma	o'yuvchi natriy	natriy fosfat	natriy karbonat	natriy silikat (suyuq shisha)	Petrov kontakti	Sintanol DS-10	natriy metilsilikat	natriy tripolfosfat	Sulfanol NP-3	t, °S
1	25	15	50	2-3	-	-	-	-	-	80
2	25-30	40-50	25-30	-	1-2	-	1-2	-	-	70-80
3	80-100	30-40	-	-	40-50	-	-	-	-	70-80
4	-	10-20	-	-	-	8-10	-	5-8	-	60-70
5	8-10	20-30	15-20	1-3	-	1-3	-	2-3	-	60-70
6	-	10-15	-	-	-	-	2-4	20-30	4-6	60-70
7	10	25	20	20-25	-	-	-	-	-	70-80

Yuvish vositalarida sirt-aktiv moddalar sifatida anionaktiv va ko'pik hosil qiluvchi moddalardan foydalaniladi. Yog'sizlantirish uchun detallar vannaga botiriladi yoki yog'sizlantiruvchi eritma oqimida maxsus mashinalarda yuviladi.

Ishqoriy eritmalarning tarkibi va qora metallarni yog'sizlantirishning texnologik rejimi 8-jadvalda ko'rsatilgan.

8-jadval

Rangli metallar va ularning qotishmalarini kimyoviy yog'sizlantirish eritmalari tarkibi, konsentratsiyasi (g/l), harorati va davomiyligi

o'yuvchi natriy	natriy fosfat	natriy karbonat	natriy silikat (suyuq shisha)	xo'jalik sovuni	natriy tripolfosfat	Natriy metilsilikat	Sintanol DS-10	"Progress" yuvish vositasi	natriy tetraborat	natriy nitrat	t, °S	τ, daqiqa
Mis va uning qotishmalari												
5-10	-	-	-	20-50	-	-	-	-	-	-	60-70	3-5
30-50	50-70	20-30	10-15	-	-	-	-	-	-	-	50-60	2-5
-	30-50	20-30	-	-	-	3-5	-	-	-	-	50-60	3-10
-	10-15	80-100	-	-	-	-	-	-	-	-	60-70	3-7
-	40-50	40-50	-	-	-	-	2-4	-	-	-	60-70	3-5
3-7	2-6	2-6	1,5-2,5	-	1-5	-	3-5	-	-	-	60-70	3-5
Alyuminiy va uning qotishmalari												

3-5	1-2	40-50	20-30	-	-	-	-	-	-	-	50-70	5-10
10-20	20-50	-	20-30	-	-	-	-	-	-	-	40-70	3-10
-	5-10	10-15	3-4	-	-	-	3-5	-	-	-	60-70	3-5
5-8	40-50	-	-	-	3-5	-	-	-	-	-	50-70	3-10
Magniy va uning qotishmalari												
-	40-50	50-60	-	-	-	20-30	-	-	-	-	85-95	5-10
10-25	40-60	-	20-30	-	-	-	-	-	-	-	80-90	5-10
350-500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80-90	5-10
Rux va uning qotishmalari												
-	20-25	-	40-50	-	-	-	-	-	-	-	50-70	3-10
-	8-10	8-10	-	-	-	-	-	1-3	5-7	-	60-80	3-10
Qo`rg`oshin va u asosidagi qotishmalar												
5-10	100	-	2-3	-	-	-	-	-	-	-	60-70	3-5
Titan va uning qotishmalari												
10-20	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60-80	3-5
10-20	30-50	20-30	3-5	-	-	-	-	3-5	-	-	70-80	2-15
Kovar, invar												
10-20	50-60	50-60	-	-	-	3-5	-	-	-	-	60-70	5-10
10-30	40-60	40-60	3-5	-	-	-	-	3-5	-	-	60-70	3-8
Berilliyli bronza												
650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	130 30

Plastmassadan tayyorlangan detallarni metallar bilan qoplashdan oldin tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmalarda 5-10 daqiqa davomida yog'sizlantiriladi: 15-20% li natriy karbonat; 15-20% li natriy fosfat yoki "Progress" yuvish vositasining 5-10% li eritmalari.

Yuvish kompozitsiyasida yog'sizlantirish

Kimyoviy yog'sizlantirish uchun tarkibida ishqoriy metal tuzlari, ingibitorlar va boshqa birikmalar bo'lgan sirt-aktiv moddalar asosida tayyorlangan yuvish kompozitsiyalaridan foydalaniladi. Ishqoriy yuvish kompozitsiyalari suvda yaxshi erishi, tozalanayotgan metal sirtini namlashi, o'simlik moylari, hayvon yog'lari qoldiqlarini yuvishi, erimagan moy va qattiq zarrachalarni emulsiyalashi va suspenziyalashi, suvni yumshatishi, ko'p valentli metallarni erimaydigan mahsulotlar hosil qilmasligiga, suvda oson yuvilishini, kerakli jihozlarda ifloslangan mahsulotlarni etarli tezlikda samarali yo'qotishi talab etiladi.

Metallarni yog'sizlantirishda quyidagi tayyor yuvish kompozitsiyalaridan foydalaniladi:

ML – 2 - korroziyaga bardoshli barcha turdagi po'lat namunalari, uglerodli po'lat, cho'yan, latun, alyuminiy va uning qotishmalarini yog'sizlantirish uchun;

ML – 51 – po'lat, mis, nikel, alyuminiy va ular asosidagi qotishmalardan tayyorlangan detallarni ifloslangan yog' qatlamidan tozalash uchun;

ML – 52 – alyuminiy va uning qotishmalarini hisobga olgan holda qora va rangli metallardan tayyorlangan detallarni tozalash va yog'sizlantirish uchun;

Eritma yoki detallar aralashtirilganda yogʻsizlantirish jarayoni 1,5 – 2 marta tezlashadi.

MS – 5, MS – 6, MS – 8 qora va rangli metallardan tayyorlangan detallarni yogʻsizlantirishga moʻljallangan boʻlib, ingibitorlik xossasini namoyon qiladi, qattiq suvda yuvish xususiyatini saqlab qoladi, ifloslanishlarga barqaror, antiresorbsiyalanish xossasini namoyon qilib, zarrachalarning tozalangan detallar sirtiga choʻkishini kamaytiradi. MS – 8 preparati yogʻsizlantirishda birmuncha yuvish xususiyatini namoyon qiladi.

TMS – 31 – poʻlat, mis, alyuminiy va uning qotishmalaridan tayyorlangan detallarni yogʻsizlantirishda foydalaniladi. Bu preparat buyumlarni yaxshi tozalaydi, preparatning koʻpik hosil qilish xususiyati birmuncha yaxshi hisoblanadi. Uning suvli eritmasi neytral, biologik jihatdan yumshoq hisoblanadi.

101, 102, 203-labomidlari – qora va rangli metallar hamda ularning qotishmalaridan tayyorlangan detallarni yogʻsizlantirish va tozalashda ishlatiladi. 101 va 102 – labomidlaridan purkagichli mashinalarda koʻproq foydalaniladi. Tayyor ishqoriy kompozitsiyalarning optimal konsentratsiyalari va kimyoviy tarkibi 9-jadvalda keltirilgan. Tayyor ishqoriy kompozitsiyalar odatda 60 – 70°S da pH=8-10 boʻlgan sharoitda foydalaniladi.

9-jadval

Metallarni yogʻsizlantirishning ishqoriy kompozitsiyalari tarkibi, %.

Kompozitsiya	natriy karbonat	natriy fosfat	Natriy tripolifosfat	natriy silikat (suyuq shisha)	Natriy metilsilikat	Sintanol DS-10 yoki DT-7	DB hoʻllovchi suyuqligi	Kompozitsiyalarning optimal konsentratsiyalari, %
KM-1	22,4	16,6	50	-	-	-	-	10-15*
ML-2	60	-	-	31	-	-	-	30-50
ML-51	44	-	34,5	-	20	-	1,5	15-20
ML-52	50	-	30	-	10	-	8,2	30-50
MS-5	46	-	24	-	24	-	-	15-20
MS-6	-	29	25	-	40	6	-	15-20
MS-8	38	-	25	-	29	-	-	10-20
Traktorin	32	11	-	-	53	-	-	30-50
Labomid-101	50	30	-	16,5	-	3,5	-	10-30
Labomid-102	55	20	-	20	-	4	-	10-30
Labomid-103	50	30	-	10	-	8	-	25-35

Izoh: Preparatlar tarkibida (massa bo'yicha): KM-1 da 2 % alkamon OS-2, 3 % sulfanol, 6 % OP-10; ML-2 da 3 % sulfanol NP-1, 6 % sulfanol NP-5; ML-52 da 1,8 % sulfanol NP-3; MS-5 da 6 % OS-20; MS-8 da 8 % sintamid-5; traktorinda 1 % DS-RAS, 3 % suv; Labomid-203 da natriy alkilsulfat.

*Oqimli yog'sizlantirish usulida

10-jadvalda qora metallar, alyuminiy va uning qotishmalarini tayyor ishqoriy metal kompozitsiyalari yordamida kimyoviy yog'sizlantirish rejaları ko'rsatilgan.

10-jadval

Tayyor yuvuvchi kompozitsiyalar yordamida metallarni yog'sizlantirishning texnologik rejimlari

Yuvuvchi kompozitsiya	Konsentratsiya, g/l	Ishlov berish rejimi			Yog`sizlantirish usuli
		t, °S	τ, daq.	P, MPa	
Po`lat					
KM-1	2-5	55-65	1-5	0,12-0,15	purkash
KM-2	10-20	60-70	5-15	-	botirish
ML-52	20-30	80-90	5-20	-	
Labomid-203	20-30	70-80	5-20	-	
MS-8	20-30	70-80	5-20	-	
MS-6	5-7	60-70	1-5	0,15-0,2	purkash
Labomid-101	2-5	80-70	1-5	0,15-0,2	
ML-51	5-10	60-70	1-5	0,15-0,2	
Alyuminiy va uning qotishmalari					
ML-52	16-20	50-60	5-10	-	botirish
Labomid-203	15-20	50-60	5-10	-	
MS-8	15-20	50-60	5-10	-	
MS-6	5-15	50-60	1-5	0,15-0,20	purkash
Labomid-101	5-10	50-60	1-5	0,15-0,20	
ML-51	10-15	50-60	1-5	0,15-0,20	

Elektrokimyoviy yog'sizlantirish

Metal qoplamanı sirtga surkashdan oldin uni elektrokimyoviy usulda yog'sizlantirish sirtı tozalashning eng samarali usullaridan biri hisoblanadi. Bu usulda tok ta'sirida katodda vodorod yoki anodda kislorod pufakchalari hisobiga emulsiyalanishi kuzatiladi. Elektrokimyoviy yog'sizlantirishda ham kimyoviy yog'sizlantirish kabi konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmalardan foydalaniladi.

Elektrokimyoviy yog'sizlantirish eritmaları yog'larni osongina yuvishi, ifloslangan mahsulotlarni oson emulsiyalashi, yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi talab etiladi va u asosan ishqor, natriy karbonatning konsentratsiyasi bilan aniqlanadi. Bu eritmalar sirt-aktiv moddalar qo'shilmaydi yoki minimal miqdorda qo'shiladi. Bunda ular ko'pik hosil qilishga moyil bo'lib, u elektrodalarda gazlarning ajralishini qiyinlashtiradi va portlovchi gazlar aralashmasining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Rangli eritmalar faqat katodda, ko'pgina qora metallar esa avval katodda so'ngra anodda yog'sizlantiriladi ($\tau_k:\tau_a=5:4$ nisbatda). Harorat va tok zichligini ortishi bilan yog'sizlantirish jarayoni jadallashadi, lekin bunda elektr energiya sarfi kamayadi. Sanoatda chastotali tok zichligi 8-10 A/dm² va kuchlanishi 10-15 V bo'lgan o'zgaruvchan tokdan foydalanish bilan vodorodning metalga to'liq diffuziyalanishini to'xtatish mumkin. Elektrokimyoviy yog'sizlantirish eritmaları tarkibi 11-jadvalda berilgan. Har qaysi hollarda ham elektroliz jarayoni 3-8 A/dm², sirt-aktiv moddalar qo'shilgan eritma harorati 50-60°S da olib boriladi.

11-jadval

Elektrolit	Eritma komponentlari konsentratsiyalari, g/l					
	1	2	3	4	5	6
NaOH	10	30-40	100	30-60	-	-
Na ₃ PO ₄	20-30	50-60	-	-	30-40	50-60
Na ₂ CO ₃	20-30	20-30	50	20-35	5-10	40-50
Suyuq shisha	3-5	8-10	3-5	5-10	3-5	3-5
Sintanol DS-10	-	1-2	-	-	-	1-2
Elektrolit	Eritma komponentlari konsentratsiyalari, g/l					
	7	8	9	10	11	
NaOH	-	10-12	10-20	10-20	-	
Na ₃ PO ₄	40-50	10-12	-	30-50	25-30	
Na ₂ CO ₃	-	10-12	15-30	20-30	25-30	
Suyuq shisha	-	20-25	-	3-5	-	
Sintanol DS-10	-	-	-	-	1-2	
Izoh: 10-eritma 1-5 g/l li "Progress" yuvish vositasi saqlaydi.						

1 va 2-eritmalar po'latdan tayyorlangan buyumlarni yog'sizlantirishga mo'ljallangan. 2-eritmada esa mis va uning qotishmalarini yog'sizlantirishda, 3-eritmada esa maxsus qurilmalarda qoplanadigan po'latli buyumlarni, metaldan tayyorlangan detallarni yog'sizlantirish uchun universal ta'sir etuvchi suyuqlik hisoblanadi. 7- va 8-eritmalar rux va uning qotishmalarini, 9-eritmada esa nikel va nikellangan detallarni qoplashda foydalaniladi.

Metallarni yedirish

Atrof-muhit ta'sirida hamda metallarga turli xil usullarda ishlov berish jarayonida ularning sirtida oksid plyonka hosil bo'ladi. Ular nafaqat tashqi ko'rinishni yomonlashtiradi, balki ishlov berilayotgan buyum sirtini metal bilan qoplashga ham xalaqit beradi.

Metal sirtiga oksid plyonkani kimyoviy va elektrokimyoviy usullarda yo'qotish mumkin. Yedirish usuli va sharoitini tanlash ishlov berilayotgan metal tabiatiga,

plyonka qalinligi va xarakteriga, buyumlarga ishlov berish usuliga bog'liq. Metal sirtidagi oksid plyonka kislotali, ishqorli va ularning aralashmalari yordamida yo'qotiladi.

Qora metallarni yedirish asosan sulfat, xlorid, ortofosfat kislotalarining eritmalarida olib boriladi. Yedirish jarayonida ishlov berilayotgan buyumning korroziyalanishini oldini olish uchun eritmaga alohida qo'shimchalar – ingibitorlar qo'shiladi. Yedirish ishlov berilayotgan buyumlarni yedirish eritmasiga botirish hamda maxsus qurilmalar yordamida purkash usullarida olib boriladi.

12 – jadvalda qora metallarni yedirishning texnologik rejimlari ko'rsatilgan.

12-jadval

Qora metallarni kimyoviy yedirish eritmalarini va texnologik rejimlari

eritma	Komponent	Konsentratsiya, g/l		botirish		purkash		
		botirish	purkash	t, °S	τ, daq.	t, °S	τ, daq.	P _{purk} , MPa
1	Sulfat kislota	200-250	50-100	70-80	10-30	70-80	3-5	0,15-0,25
	Katapin A, K yoki I1-A	1-5	-					
2	Xlorid kislota	200-250	50-100	30-40	10-30	60-70	2-3	0,15-0,25
	Katapin A, K yoki PB-5	1-5	-					
3	Ortofosfat kislota	150-200	50-100	70-80	20-60	60-70	5-6	0,15-0,25
4	Sulfat kislota	70-100	-	50-70	10-30	-	-	-
	Xlorid kislota	100-150						
	Katapin K-I-1	4-6						
5	Sulfat kislota	80-100	-	50-60	10-20	-	-	-
	BA-6	10-15						
6	Xlorid kislota	350-380	-	20-30	10-20	-	-	-
	Kaliy yodid	0,5-1						
	Urotropin	8-10						
7	Xlorid kislota	30	-	20-30	10-20	-	-	-

1,2,4 – eritmalar zang qatlami qalin bo'lgan buyumlarni yedirishda, 3 – eritma payvand chokli buyumlarni, 5,6 – eritmalar esa qatlam qalinligi kichik bo'lgan buyumlarni, 7 – eritmadan esa cho'yan va kremniyli po'latlarni yedirishda foydalaniladi.

Po‘lat buyumlarni sulfat va xlorid kislotalarda yedirishda ko‘pgina hollarda ularning sirtida shu kislotalarda erimaydigan shlamlar hosil bo‘ladi. Bu shlamlarni yo‘qotish uchun tarkibida 30-40 g/l sulfat kislota, 70-80 g/l xrom angidridi, 2-4 g/l natriy xlorid bo‘lgan sulfat va xlorid kislotalarning teng hajmli eritmalaridan foydalanish mumkin. Po‘lat buyumlarning tiniq sirtini hosil qilish uchun ularni yedirishdan keyin quyidagi tarkibli eritmalar bilan ishlov beriladi: 160-170 g/l li temir xlorid, 140-150 g/l li xlorid kislota, 3-5 g/l li “Progress” yuvish vositasi yoki 45-50 g/l li ammoniy ftorid, 350-370 g/l 30% li vodorod peroksid va 45-50 g/l li mochevina eritmaları.

Korroziyaga bardoshli po‘latlarni yedirish asosan sulfat, xlorid, nitrat va plavik kislota eritmalarida olib boriladi. Ayrim hollarda shu kislota eritmalariga ularning tuzlari qo‘shiladi.

13 – jadvalda nisbatan ko‘proq tarqalgan korroziyaga bardoshli po‘latlarni kimyoviy yedirish eritmaları va texnologik rejimlari ko‘rsatilgan.

13-jadval

Korroziyaga bardoshli po‘latlarni kimyoviy yedirish eritmaları va texnologik rejimlari

eritma	Konsentratsiya, g/l							t, °S	τ, daq.
	H ₂ SO ₄	HCl	HNO ₃	HF	NaNO ₃	NaF	NaCl		
1*	400-450	250-300	-	-	-	-	-	40-50	40-80
2	90-100	-	130-150	50-60	-	-	-	18-25	10-60
3**	-	220-250	-	-	-	-	-	40-50	10-15
4	-	-	80-100	-	-	40-50	10-12	18-25	10-60
5	180-200	-	-	-	25-30	20-25	-	40-50	10-30
*eritmada 2-3 g/l katapin, **eritmada 15-20 g/l urotropin bo‘ladi.									

1,2 – eritmalar xromnikelli po‘latlarni, 3 – eritma X13 rusumli xromli po‘latlarni, 4 – eritma 1X18N10T rusumli xromnikelli po‘latlarni, 5 – eritma termik ishlov berilgan korroziyaga bardoshli va molibdenli, titan va silanli VT-1 po‘latlarni yedirishda foydalaniladi.

Ayrim hollarda jarayonni jadallashtirish maqsadida yedirish ultratovushli maydonda olib boriladi. 18 kGs chastotali ultratovushli maydonda yupqa qatlamli po‘latlarni kimyoviy yaltiratish uchun tarkibi quyidagicha bo‘lgan suvli eritmalaridan foydalaniladi: 23% li sulfat, 7% li xlorid, 4% li nitrat kislotali konsentratsiyasi 20 g/l bo‘lgan bo‘yoqlardan eritma harorati 65-75°S bo‘lib, jarayon 1-2 daqiqa davom etadi.

Zanglamaydigan po‘latlar sirtidagi shlamni yo‘qotish uchun 20-30°S gacha qizdirish yo‘li bilan tarkibi quyidagicha bo‘lgan eritmalaridan foydalaniladi: 15-30 g/l li sulfat kislota, 70-120 g/l li xrom angidridi, 3-5 g/l li natriy xlorid (τ=5-10 daqiqa), 350-450 g/l li nitrat kislota, 4-5 g/l li plavik kislota (τ=1-5 daqiqa).

**Metall qoplamalarning maxsus (alohida) xossalari
nazorat qilish**

Odatda qoplamaning asos bilan birikish mustahkamligini aniqlashda qoplangan buyum 180-200 °S da qizdiriladi. Agar buyum alyuminiyli qotishmadan iborat bo‘lsa,

harorat 100 °S gacha, SHX15 rusumli po‘latdan tayyorlangan bo‘lsa, 130-140 °S gacha pasaytiriladi. Qoplamaning asos metali bilan birikish mustahkamligini nazorat qilishning birmuncha progressiv usuli vakuumda qizdirish bo‘lib, ular orasidagi diffuziya jarayonlarining tezlashishi hisobiga qoplamaning asos bilan birikishi birmuncha yaxshilanadi.

Qoplamaning mikroqattiqligi PMT–3 asbobida 0,2-0,5 N li yuk ostida aniqlanadi. Qoplamaning antifriksion xossalari ma’lum sharoitlarda vaqt bo‘yicha ishqalanish koefitsientining o‘zgarishi bilan aniqlanadi. Ishqalanish mashinasi MAST–1 da ishqalanish koefitsienti 110 N yuklanish va 0,24 mm/s aylanish tezligida aniqlanadi.

Qoplamalarning emirilishga bardoshlilikini massasining kamayishi yoki barcha darz ketgan detallar sirti holatini ko‘zdan kechirish bilan aniqlanadi. Sinovlar ma’lum vaqtdan keyin yoki asosiy parametrlardan, me’yordan birmuncha chetlashilganda to‘xtatiladi. Qoplamaning emirilishga bardoshlilik MT–3, MI–1M, I–47, CHSHM–3, SMU–3 va boshqa mashinalarda aniqlanadi.

Qoplamaning kontaktli chidamliligi MKV–K mashinasida 465 N yuklanishda tekshirib ko‘riladi.

DIELEKTRIKNI ELEKTROKIMYOVIY ISHLOV BERISHGA TAYYORLASH

Qutblanish jarayoni elektrolizning borish jarayoniga ta’sir qiluvchi omillardan biridir. Qutblanish uch xil bo‘ladi - elektrod qutblanish, kimyoviy qutblanish va konsentratsion qutblanish.

Elektrod qutblanish – elektr oqimi ta’siridagi elektrod potentsiali va muvozanat potentsiallari farqiga deyiladi.

$$\Delta E = E_t - E \quad (6.1)$$

Elektroliz jarayonida bir elektrodga elektronlar kelib, boshqa bir elektroddan esa elektronlar ketadi.

Elektrolitga tashqi manbadan elektr oqimi yuborilganda katodga elektron kelishi sababli uning potentsiali manfiylashadi, aksincha, anoddan elektronlar ketishi sababli uning musbat potentsiali oshadi, ya’ni elektrodlar qutblashadi.

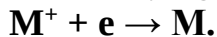
Elektrolitdan elektr oqimi o‘tganda, elektrodning elektrik holati, uning potentsiali, qo‘sh elektr qavati zaryadining zichligi o‘zgaradi. Bu hodisaga **elektrodning qutblanishi** deyiladi. Bunda elektrodning elektr oqimi berishidan oldingi holatdagi muvozanat potentsiali o‘zgaradi. Ikkala elektroddagi potentsial siljishlar yig‘indisi EYuK ni beradi. Elektrokimyo sanoatida elektrodga juda katta elektr oqimi beriladi, natijada qutblanish EYuK ham katta bo‘ladi.

Elektroliz vaqtida elektrolitli vannaning elektrodlari orasida hosil bo‘lgan elektr yurituvchi kuchga **qutblanish elektr yurituvchi kuchi** deyiladi. Shuning uchun elektroliz vaqtida zanjirdagi oqimning kuchi:

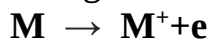
$$g = \frac{E - E_k}{R + R} \quad (6.2)$$

bo'ladi. Bu yerda, E_k - qutblanish elektr yurituvchi kuchi, qutblanish elektr yurituvchi kuchi tashki manbaning elektr yurituvchi kuchiga qarama-qarshi yunalgan bo'ladi.

Agar metall shu metall ionini tutgan eritmaga tushirilgan bo'lsa (masalan, Cu metali CuSO_4 eritmasiga yoki Zn metali ZnSO_4 eritmasiga), buning natijasida kation eritmadan elektrodga o'ta boshlaydi va kelayotgan elektronni neytrallaydi:



Natijada potensial qiymati ko'p miqdorga o'zgarmaydi. Elektrodning musbat potentsiali oshganda esa bu jarayonning teskarisi boradi:



va yana potensial ko'p miqdorga o'zgarmaydi. Bunday elektrodlar **qutblanmaydigan elektrodlar** deb ataladi. Cu, Zn elektrodlar shunday elektrodlardir.

Asl (oltin, platina) metallar o'z ionlarini eritmaga deyarli yubormaydi. Agar eritmada bu metallarning ionlari (tuzi) bo'lmasa $\text{M} \leftrightarrow \text{M}^+ + e$ jarayoni bormaydi. Tashqaridan yuborilgan kam oqim ham elektrodning potensialini sezilarli o'zgartiradi. Bunday elektrodarga **ideal qutblanuvchan elektrodlar** deyiladi.

Kimyoviy qutblanish - sulfat kislota eritmasiga platinadan yasalgan ikki elektrod tushirilib tashqaridan elektr oqimi yuborilsa, katoddagi potensial vodorodning muvozanat potentsiallaridan oshganidan so'ng katodda vodorod ajralib chiqa boshlaydi, anodda esa kislorod ajraladi.

Elektrodlarda ajralib chiqayotgan bu gazlar platina elektrodga adsorbsialanib, gaz elektrodlar kislorod hamda vodorod elektrodini hosil qiladi. Natijada sulfat kislota eritmasiga tushirilgan platina plastinkalarda kislorod hamda vodorod elektrodlardan iborat quyidagi galvanik element vujudga keladi:



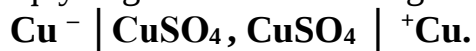
Bu galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi elektroliz davomida asta-sekin osha boradi va nihoyat o'zining eng yuqori qiymatiga erishadi. Elektroliz jarayonida katodga tashqi manbadan elektron keladi va katodda qaytarilish jarayoni boradi. Anoddan elektron ketadi va anodda oksidlanish reaksiyasi sodir bo'ladi. Galvanik element elektrodlarida teskari jarayon boradi. Katoddan elektron ketadi va oksidlanish reaksiyasi sodir bo'ladi. Shunday qilib, elektroliz jarayonida katod anodga va anod katodga aylanadi. Shu sababdan elektroliz jarayonida elektrolizyorda hosil bo'lgan qutblanish galvanik elementning elektr oqimi tashqi elektr oqimiga qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Natijada elektr kuchi kamayadi. Demak, yuqoridagi misolda qutblanishning sababi galvanik elementning vujudga kelishidir. Shuning uchun bu xil qutblanish **kimyoviy qutblanish** deyiladi.

Konsentratsion qutblanish - elektrolit vannasida konsentratsion galvanik elementni vujudga kelishidan ham qutblanish sodir bo'lishi mumkin. Agar elektrod qaytar bo'lsa, ya'ni metall tarkibida shu metallning ioni bo'lgan eritmaga tushirilganda, masalan



zanjirdan elektr oqimi o'tkazilsa, katodda mis ionlari eritmadan elektrodga o'tib qaytariladi. Katodda Cu ning konsentratsiyasi kamayadi, anodda esa aksincha Cu

ning konsentratsiyasi ko'payadi, chunki mis elektrokimyoviy jarayonga uchrab eriydi. Natijada vannada quyidagi konsentratsion galvanik element vujudga keladi.



$$C_2 < e_1.$$

Galvanik elementda katodda (–) oksidlanish ($\text{Cu} - 2e \rightarrow \text{Cu}^{+2}$) anodda (+) qaytarilish ($\text{Cu}^{+2} + 2e \rightarrow \text{Cu}$) jarayonlari boradi, ya'ni elektron katoddan anodga tamon harakat qiladi. Elektroliz jarayonida, katodda qaytarilish va anodda oksidlanish jarayonlari boradi, ya'ni elektron anoddan katod tamon harakat qiladi. Shu sababli elektroliz natijasida elektrolizyorda hosil bo'lgan galvanik elementning elektr oqimi tashqi elektr manbaining elektr oqimiga qarshi yunalgan bo'ladi. Natijada elektrokimyoviy zanjirda elektr oqimi kuchi kamayadi.

Qutbsizlantirish

Qutblanish jarayoni elektroliz usuli bilan ma'lum miqdorda modda ajratib olish uchun ortiqcha elektr energiya sarf qilishni talab qiladi. Bu erda esa iqtisodiy zarar keltirayotgani uchun qutblanishni yo'qotish yoki juda bo'lmaganda uning ta'sirini kamaytirishga harakat qilinadi.

Elektroliz jarayoni qutblanishni yuqotish **qutbsizlantirish (depolyarizatsiya)** deb ataladi. Qutblanishni yuqotish uchun uning kelib chiqish sabablarini yo'qotish kerak. Konsentratsion qutblanish eritmani shiddatli aralashtirish yo'li bilan yo'kotilishi mumkin, lekin uni butunlay yo'q qilib bo'lmaydi, chunki elektrodlarda hosil bo'lgan diffuzion qatlam (elektroddan ajralmaydigan suyuqlik qatlami) bunga yo'l qo'ymaydi. Ortiqcha ionni cho'ktirish yo'li bilan ham konsentratsion qutblanishdan qutilish mumkin.

Kimyoviy qutblanishni esa elektrodlarda ajralib chiqayotgan moddalar bilan oson reaksiyaga kirishadigan moddalarni qo'shish orqali yo'qotish mumkin. Masalan, elektrodlarda kislorod ham vodorod ham ajralib chiqayotgan bo'lsa, qaytaruvchi va oksidlovchi moddalarni qo'shish yo'li bilan ularni yo'qotish mumkin. O_2 ajralib chiqayotgan elektrod qismiga qaytaruvchi, H_2 ajralib chiqayotgan elektrod qismiga esa oksidlovchi modda qo'shiladi.

Qaytarilish reaksiyalarini elektrokimyoviy usulda olib borish odatdagi kimyoviy usullardan ancha ustundir. Bitta depolyarizatoridan reaksiya sharoitini o'zgartirib turli darajada qaytarilgan turli moddalar olish mumkin. Sof kimyoviy usulda esa ma'lum darajada qaytarilgan yoki oksidlangan modda olish uchun turli xil qaytariluvchi va oksidlanuvchi modda kerak bo'ladi. Bu usulning yana bir afzalligi qaytarilish jarayonida olingan modda toza bo'ladi, qaytaruvchi (oksidlovchi) modda aralashmasi bo'lmaydi. Katod sohasida, olein kislotadan stearin kislota, ishqoriy muhitda benzoin kislotadan tetrabenzoin kislota, piridindan piperidin olinadi, aldegid va ketondan bir necha xil moddalar olinadi va hakoza.

Faradey qonunlari va elektrokimyoviy jarayonning tezligi

Elektrokimyoviy reaksiyalar - bu turli xil fazalar chegaralarida hosil bo'ladigan geterogen kimyoviy reaksiyalar bo'lib, natijada shu chegara orqali zaryadlarning ko'chishi kuzatiladi. Barcha elektrokimyoviy reaksiyalarning o'ng yoki chap qismida elektronlar yoziladi, chunki reaksiya natijasida elektronlarning ko'chishi kuzatiladi. Birinchidan, reaksiyaning tezligini bilishimiz zarur:

$$V_m = d\Delta m/dt, \quad (6.3)$$

V_m – vaqt birligi ichida chegara orqali o'tgan modda miqdori.

Eritmaga o'tgan ionlar sonini N bilan, reaksiya natijasida hosil bo'lgan ionning to'liq zaryadini esa Q bilan belgilaymiz:



$\bar{e}$ - elementar elektron zaryadi. Shunda

$$N = Q/ne. \quad (6.4)$$

Ion massasi a atom massasining M Avogadro soniga N_a nisbatiga tengligini hisobga olgan holda,

$$\Delta m = aN = MQ/N_a n\bar{e} \quad (6.5)$$

$N_a \bar{e}$ – bu ikki muhim doimiyning, Avogadro soni va elektron zaryadining ko'paytmasidir va bu ko'paytma Faradey konstantasi $-F$ deb atalgan. $F=96500$ Kl/mol = 26,8 A·soat/mol.

Shunda,

$$\Delta m = \frac{M}{nF} Q = \frac{M}{nF} It, \quad (6.6)$$

I - tok, t - vaqt, Q –elektr miqdori. (6.6)- Faradeyning birlashgan qonuni tenglamasi.

Eritmaga o'tgan (yoki katodda ajralgan) moddaning massasi tizim orqali o'tgan zaryadga proporsionaldir:

$$\Delta m = CQ \quad (6.7)$$

$$C = \frac{M}{nF} \quad (6.8)$$

C – elektrokimyoviy ekvivalent soni, g/Kl; g/A·soat; M/n – kimyoviy ekvivalent.

Faradey qonuni moddaning oddiy atomar tabiati natijasidir. Bu tabiat qonunining buyukligi shundaki, shu qonunga asosan mikrodunyo (ion zaryadi, yakka zaryad) bilan makrodunyo (elektroddagi cho'kmaning og'irligi, reaksiyaga kirishgan modda miqdori) orasidagi bog'liqlik mavjuddir.

Elektrokimyoviy ishlov berish tezligi

(6.6) tenglamasidan elektrokimyoviy ishlov berish tezligini hisoblash mumkin:

$$V_m = \Delta m/t = \frac{M}{nF} It = CI, \quad (6.9)$$

V_m – ishlov berishning massaviy tezligi (o'lchov birliklari g/daq, mg/s va b. Ishlov berishning hajmiy tezligini (6.9) tenglamasidan metallning zichligini hisobga olgan holda topsa bo'ladi:

$$V_v = \frac{M}{nF\rho} I = \frac{C}{\rho} I, \quad (6.10)$$

V_v - ishlov berishning hajmiy tezligi (sm³/daq, mm³/daq), ρ -metallning zichligi (g/sm³). Ishlov berishning chiziqli tezligi V_i (sm/s; mm/daq) elektr oqimi zichligi i ma'lum bo'lsagina hisoblanadi.

$$V_i = \frac{C}{\rho} i, \quad (6.11)$$

$i = \frac{I}{S}$ - elektr oqimi zichligi (A/m^2 ; A/sm^2 ; A/dm^2) (S – ishlov berilayotgan sath yuzasi).

Tenglamadan ko‘rinib turibdiki, elektrokimyoviy ishlov berish tezligi tok yoki elektr oqimi zichligiga to‘g‘ri proporsionaldir. Elektrodda faqat bitta elektrokimyoviy reaksiya sodir bo‘lsa (6.6)–(6.11) tenglamalaridan elektrokimyoviy ishlov berish tezligini hisoblashda foydalanish mumkin. Agar bu shart bajarilmasa, bunday holda “elektr oqimi orqali moddaning chiqishi”- tushunchasi kiritiladi.

Elektr oqimi orqali moddaning ajralib chiqishi (ε) berilgan elektrokimyoviy reaksiyaga o‘tgan zaryad ulushidir. Foiz yoki ulush birligida o‘lchanadi.

$$\varepsilon = \Delta m_{amal} / \Delta m_{naz} \cdot 100\%, \quad (6.12)$$

bunda, Δm_{amal} amalda olingan reaksiyaga kirishgan modda miqdori (oksidlangan yoki qaytarilgan), Δm_{naz} – Faradey qonuniga asosan hisoblangan reaksiyaga kirishgan modda miqdori.

ε - qiymati 100% dan katta, yoxud kam bo‘lishi mumkin. Elektr oqimi orqali moddaning ajralib chiqishining 100% dan kam qiymatlariga elektrodda bir nechta elektrokimyoviy reaksiya sodir bo‘lganda erishish mumkin, bunda zaryad qisman sarflanadi. Elektr oqimi orqali moddaning ajralib chiqishining 100% dan katta qiymatlari quyidagi holatlarda kuzatiladi:

- 1) Faradey qonuni asosida hisoblangan son ε ko‘chirilgan elektronlar soni n ning reaksiya paytidagiga nisbatan katta qiymatlarida olingan;
- 2) Elektrokimyoviy reaksiya bilan birga elektrod sathida elektr tokining sarflanishiga talab bo‘lmagan holda kimyoviy reaksiya ham sodir bo‘ladi.
- 3) Anodli eritmada material mexanik usul bilan qisman olinadi (dezintegratsiya – metalning mexanik yemirilishi).

Elektr oqimi orqali moddaning ajralib chiqishi ε o‘rniga effektiv valentlik n_{ef} tushunchasidan ham foydalaniladi.

$$n_{\phi} = \frac{M}{\Delta m F Q} = \frac{M}{\Delta m F I t} \quad (6.13)$$

n_{ef} - bu shunday qiymatki, Faradey qonuniga qo‘yilganda uning echimini bajarishga olib keladi. ε (VT) $\ll 1$ n_{ef} da juda yuqori qiymatlarga erishish mumkin, bu esa shuni ko‘rsatadiki, faqat zaryadning bir qismi izlanayotgan elektrokimyoviy reaksiyaga sarflanadi.

Elektrokinetik va elektrokapillyarlik hodisalari

Elektrokinetik hodisa. Bu hodisa ikki (ko‘proq suyuq va qattiq) fazaning nisbiy harakatlanishi va bu fazalar tutashgan chegaraning elektr xossalari orasidagi hosil bo‘lgan bog‘liqlikni aks ettiradi. Elektrokinetik hodisa bitta faza boshqasida dispergatsiyalanganda (maydalanganda) sodir bo‘ladi. Elektrokinetik hodisalar to‘rtta turga bo‘linadi: elektroosmos, elektroforez, potensial oqim va potensial cho‘ktirish.

Elektroforez - bu qattiq zarrachalarning tashqi elektr maydon ta’sirida suyuqliklarda harakati hodisasidir. Bu hodisani 1807 yilda Moskva universitetining

professori Reyss birinchi bo'lib kashf etgan. Elektroforez usulida qattiq zarrachalarning zaryadlarini aniqlash mumkin.

Suyuqlikning elektr maydonida g'ovak jism (diafragma) orqali elektrodlar tomon harakat qilishi **elektroosmos** deyiladi. Elektroosmos yo'nalishiga qarab suyuqlik zaryadi ishorasini aniqlash mumkin. Rus olimlari I.Jukov va B.Nikolskiy elektroosmos hodisasidan foydalanib suvni tozalash usulini topdi.

Elektrokinetik hodisaning mavjudligi qattiq jism va suyuqlikning bir-biriga tegib turgan sath yuzasida qo'sh elektrik qavat hosil bo'lishini ko'rsatadi va bunda qattiq jism va suyuqlik o'ziga mos zaryadlarga ega.

Ilgari qo'sh elektr qavat bir-biriga paralell ikki sirtidan iborat deb faraz qilingan. Gelmgols fikricha, bu ikki qavat orasidagi masofa 0,1-0,2 nm ga yaqin bo'lishi kerak edi. Gui-Chepmen nazariyasiga ko'ra zarrachaga ikki xil kuch ta'sir etadi: bulardan biri elektrostatik kuch bo'lib, kolloid zarrachalar ionlarni ana shu kuch bilan tortadi, ikkinchisi esa suyuqlik zarrachalarining Broun (issiqlik) harakat kuchi bo'lib bu kuch qarama-qarshi zaryadli ionlarni tarqatib yubarishga intiladi. Bir-biriga qarama-qarshi ana shu elektrostatik va diffuzion kuchlar ta'siri ostida kolloid zarracha yaqinida qarama-qarshi zaryadli ionlarning diffuzion atmosferasi hosil bo'ladi. Zarracha sirtidan uzoqlashgan sari qarama-qarshi zaryadli ionlar konsentratsiyasi kamaya boradi.

Gelmgols qo'sh elektr qavati hosil bo'lishida ishtirok etgan qarshi ionlar (suyuqlik harakat qilgan paytda) harakatsiz qoladi. Qarshi ionlarning qolgan qismi diffuziya qavatini tashkil etadi. Ularning konsentratsiyasi qattiq faza sirtidan uzoqlashgan sari kamaya boradi.

Elektroosmos tezligi va oqim potentsiali quyidagicha ifodalanadi:

$$U = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{\eta} \frac{\Delta \psi}{\Delta x} \zeta \quad (6.14)$$

$$E = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 p}{\eta x_0}, \quad (6.15)$$

yoki

$$E = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 p}{\eta} S \frac{\Delta \psi}{\Delta x} \zeta \quad (6.16)$$

Bunda, $\varepsilon \varepsilon_0$ - suyuq fazaning dielektirik singdiruvchanligi; $\Delta \psi / \Delta x$ -elektr maydonining qattiq va suyuq fazalar chegarasiga paralell yo'nalishdagi kuchlanishi; η - suyuq fazaning qovushqoqligi; x_0 - uning elektro'tkazuvchanligi; p -bosim; S -osilib turgan zarrachaning kesimi.

Elektroforez

holatida

esa,

$$p = gM \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_S} \right) \quad (6.17)$$

Bunda, g -og'irlik kuchi tezlanishi; M -1 m² mikrogeterogen sistema kesimidan o'tayotgan zarrachalar massasi; ρ_L va ρ_S - suyuqlik va osilib turgan zarrachalarning zichligi.

Suyuqlik qattiq zarrachaga nisbatan harakat qilganda qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuzion qavatlari chegarasida hosil bo'ladigan potensial **elektrokinetik potensial** deyiladi. U dzeta (ζ)- harfi bilan belgilanadi.

Elektrokinetik potensialdan tashqari yana **termodinamik potensial** ham mavjud; termodinamik potensial qattiq zarracha sirti bilan suyuqlik ichidagi umumiy potensiallar ayirmasini qo'rsatadi. Qattiq zarracha sirtiga ma'lum sondagi anionlar adsorbsialangan bo'lsa, bu sirtida anionlar bo'lganligi uchun unga suyuqlik ichidagi kationlarning sirtidagi anionlar soniga teng soni tortila boshlaydi. Bu kationlarning bir qismi adsorbsion qavatga o'tadi, qolgan qismi diffuzion qavatni hosil qiladi. Termodinamik potensial kattaligi sirtga adsorbsialangan barcha anionlar bilan suyuqlikning adsorbsion va diffuzion qavatlaridagi o'sha kationlar orasidagi umumiy potensiallar ayirmasini ko'rsatadi.

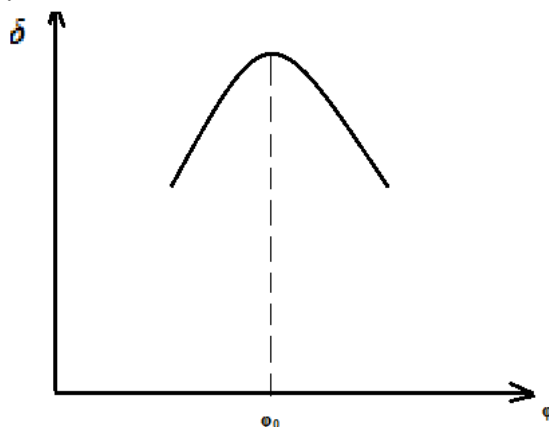
Elektrokinetik potensialning kattaligi esa sirtga adsorbsialangan anionlar sonidan adsorbsion qavat tarkibiga kirgan kationlar sonini olib tashlaganda qoladigan kationlar soni bilan sirtning anionlari orasidagi potensiallar ayirmasini ko'rsatadi. Elektrokinetik potensial termokinetik potensialning faqat ma'lum qismini tashkil etadi.

Elektrokapilyar hodisa. Agar biror suyuq fazaning xech qanday narsa bilan band bo'lmagan bo'sh sirtiga elektr zaryad bersak, suyuqlik o'zining sirt tarangligini kamaytirib yuboradi. Buning sababi shundaki, sirtidagi o'zaro qo'shni zarrachalar bir xil ishorali zaryad qabul qilganidan keyin bir-biridan uzoqlashib ular orasidagi o'zaro tortishuv kuchlari (binobarin suyuqlikning sirt tarangligi) kamayib ketadi. Agar suyuqlik sirti bo'sh bo'lmay, avval, masalan, musbat zaryadga ega bo'lgan bo'lsa, bunday sirtga manfiy zaryad berganimizda suyuqlik sirt tarangligining kamayishi qarama-qarshi zaryadlar miqdorlari orasidagi nisbatga bog'liq bo'ladi.

Fazalar chegarasida bo'lgan zaryadning (potensiallar ayirmasining) sirt tarangligiga tasirini ifodalovchi xodisalar **elektrokapilyar hodisalar** deb ataladi. Ular qo'sh elektr qavatda sodir bo'ladi. Bu hodisalarni urganish natijasida zaryad qiymati bilan sirt taranglik orasida bog'lanish borligi aniklandi, ana shu bog'lanishning grafik tasviri **elektrokapilyar egri chiziqlardan** iborat. Elektrokapilyar hodisalarni eng avval elektrolitlarning suvdagi eritmalari bilan simob chegarasidagi sirtlar misolida 1873 yilda Lippman o'zi yaratgan kapilyar elektrometr yordamida tekshirdi. Keyinchalik uning tadkikotlari Gui (1910 yil), A.N.Frumkin (1919 yil) va boshqa olimlarning ishlarida rivojlantirildi.

Faraz qilaylik, simob metali simob tuzining suyultirilgan eritmasiga tushurib quyilgan bo'lsin. Simob ionlarini suvning qutbli molekulalari o'ziga tortib olishi sababli simobning sirt tarangligi kamayib ketadi. Endi simob tuzi eritmasidagi simob sirtiga manfiy elektr zaryad berib bu sirtni qutblasak, simobning sirt tarangligi bilan simob sirtining zaryadi orasida bog'lanish borligini kuzata olamiz. Simob sirtidagi musbat zaryad kamaygan sari simob bilan eritma chegarasida sirt taranglik orta boradi. Simob sirtidagi barcha musbat zaryadlar neytrallanib bo'lganidan keyin, ya'ni simob sirtining zaryadi nolga teng bo'lganida sirt taranglik kattaligi maksimal kiymatga erishadi. Simob sirtida manfiy zaryad oshirilaversa, simob bilan eritma chegarasida sirt taranglik kamaya boshlaydi.

Agar absissalar o'qiga simob sirtidagi elektr zaryad qiymatlari, ordinatalar o'kiga simob bilan eritma orasidagi sirt taranglik quyilsa, parabola shaklidagi diagramma hosil bo'ladi.



5-rasm. Elektrokapillyar diagramma

Bu diagrammada simob bilan eritma orasidagi sirt taranglik maksimal qiymati kuzatiladigan nuqtada simob sirtining elektr zaryadi nolga teng bo'ladi. Bu nuqtada sirt taranglik zaryadga bog'liq bo'lmaydi, binobarin, bu erda $d\delta/d\phi=0$ Lekin bu nuqtada elektr potensialning xakikiy qiymati nolga teng bo'lmaydi, bu erda faqat sirdagi potensial qarama-qarshi tashqi potensial bilan tenglashadi, xolos.

Nazorat uchun savollar:

1. Elektrod qutblanish nima?
2. Kimyoviy qutblanish nima?
3. Konsentratsion qutblanish nima?
4. Qutbsizlantirish hodisasini tushuntiring.
5. Qutblanuvchi va qutblanmaydigan elektrodlarni farqini tushuntiring.
6. Faradey qonunlarini izohlab bering.
7. Elektroforez nima?
8. Elektrokinetik hodisasini tushuntiring.
9. Elektrokapillyarlik hodisasi qanday amalga oshiriladi?

MA'RUZA № 4

MAVZU: ELEKTROLIZ SHAROITINING QOPLAMA TUZILISHI VA XUSUSIYATLARIGA TA'SIRI.TURLI METALLAR IONLARINING BIRGALIKDA QOPLANISH QONUNIYATLARI

REJA:

1. Qoplamani ko'zdan kechirish bilan nazorat qilish
2. Qoplama qalinligini o'lchash usullari
3. Metal qoplamalarini buzish yo'li bilan qalinligini nazorat qilish
4. Metal qoplamalarni buzmasdan qalinligini fizikaviy nazorat qilish usullari
5. Qoplama g'ovakligini aniqlash usullari
6. Xromli qoplamalarning g'ovakligini aniqlash
7. Qoplamaning korroziyaga bardoshligini aniqlash

Qoplamani ko'zdan kechirish bilan nazorat qilish

Qoplanayotgan buyumning o'tkir qirralari, sirtidi bo'rtib chiqqan qismlari va dendritlar kabi nuqsonlar mavjudligini bilish maqsadida qoplama vizual yoki mikroskop tagida ko'rib chiqiladi. Bunda qoplamaning g'adir-budirligi, unga begona zarrachalarning qo'shib ketganligi, qoplamadagi mahalliy bo'lgan uchastka(qoplamaning qismi) yuzasi, tok zichligi yuqori bo'lgan sharoitda qoplanmay qolgan joylar, sirtida pitting hosil bo'lishi, ranglarning har xil hamda chiziqlarning paydo bo'lishi, qoplamaning yaltiroqligining yo'qolishini kuzatish mumkin.

Qoplamadan qanday maqsadda foydalanishga bog'liq ravishda u yoki bu turdagi nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin. Masalan, kumush bilan qoplanganda turli xil ranglarning paydo bo'lishi va yaltiroqlikning yo'qolishiga kumush bilan antifriksion qoplashda ruxsat etilsa, bunday nuqsonlarga dekorativ qoplashda yo'l qo'yilmaydi.

Qoplama qalinligini o'lchash usullari

Surkalayotgan qoplamaning sifati himoyalash xususiyatlarini xarakterlovchi eng muhim omillardan biri uning qatlami qalinligi hisoblanadi. Detallar sirtigi qoplanayotgan qatlam qalinligi kamdan-kam hollarda bir xil bo'ladi. Buyum sirtining turli uchastkalarida qoplama qalinligi turlicha bo'ladi. Qoplamaning himoyalash barqarorligi uning sirtidagi korroziyaga ko'proq uchraydigan va samarali himoyalaniishi lozim bo'lgan uchastkalaridagi minimal qalinlik bilan aniqlanadi.

Metal qoplama qalinligini aniqlashning juda ko'p usullari ma'lum. Ularni shartli ravishda ikki guruhga ajratish mumkin: qatlam qalinligini o'lchashning uning yaxlitligini buzish va qoplama qalinligini o'lchashning yaxlitligini buzmasdan o'lchashga asoslangan fizikaviy usullardir.

Metal qoplamalarini buzish yo'li bilan qalinligini nazorat qilish

Qoplama qalinligini nazorat qilishning usullari o'z navbatida kimyoviy va fizikaviy usullarga bo'linadi. Kimyoviy usullarda faqat qoplama, fizikaviy usullarida esa nafaqat qoplama, balki buyumning yaxlitligiga ham zarar etkaziladi.

Kimyoviy usulda qoplama sifatini nazorat qilish ko'proq tarqalgan usullardan biri hisoblanadi. Bunga tomchili, oqimli, qo'porish usullari kirib, bunda o'lchashdagi xatoliklar 30 % gacha bo'lishi mumkin. Ayniqsa bunday holatni yupqa qatlamli qoplamalarda kuzatish mumkin. Lekin bu usullar bir muncha sodda bo'lib, ulardan foydalanishda maxsus jihoz va asboblardan foydalanishga ehtiyoj bo'lmaydi.

Tomchili usul qoplama sirtiga tomizilgan va ma'lum vaqt oralig'ida ushlab turilgan eritma ta'sirida qoplamaning erishiga asoslangan. Tomchilar kapillyarining ichki diametri 1,5-2,0 mm bo'lgan tomizgichdan asosiy metalning bir qavatli qoplama yuzasi to'liq yo'qotilib, uning filtr qog'ozi bilan tozalangan yuzasi ko'rinib qolgunga qadar tomizilib turiladi yoki qoplama ko'p qavatli bo'lsa, tomchi tomizilgan joyda rangning o'zgarishidan buni bilish mumkin.

Tomchili usulda qoplanayotgan buyum yuzasi $\geq 0,3 \text{ sm}^2$ bo'lgan qoplama qalinligini aniqlash mumkin (bu o'lchash oqimli usulga ham tegishli).

Elektrolitik qoplamalar qalinligini aniqlash uchun eritmalar tarkibi 14- jadvalda keltirilgan.

14-jadval

Qoplama	Asos yoki nimqatlam metalli	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	Tomchining tushish vaqti, sekund	O'lchashni tugatish alomatlari
Ruxli	Po`lat, mis va uning qotishmasi	200 g/l KI	60	Asosiy metallning ochilib qolishi
Kadmiyli		1 g/l I ₂	30	
Misli	Po`lat, nikel	44 g/l AgNO <sub>3</sub>	60	Po`latda qoramtir dog` yoki nikelda oq dog` paydo bo`lishi
Nikelli	Po`lat, mis va uning qotishmasi	300 g/l FeCl <sub>3</sub> + 100 g/l CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	15 (agar h<3 mkm), 30 (agar h≥3 mkm)	Sariq dog` paydo bo`lishi
Xromli	Po`lat, nikel	325 g/l HCl	15 (agar h<1 mkm), 30 (agar h≤2 mkm), 60 (agar h>2 mkm)	Qoramtir dog` paydo bo`lishi
Kumushli	Mis va uning qotishmasi	400 g/l KI + 180 g/l I ₂	60	Asosiy metallning ochilib qolishi
		300 g/l Na ₂ S ₂ O ₃	30	
Qalayli	Po`lat, mis va uning qotishmasi	50 g/l FeCl <sub>3</sub> + 50 g/l CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O + 150 ml/l (1 N) HCl		Pushti dog` paydo bo`lishi
Latunli	Po`lat	44 g/l AgNO <sub>3</sub>	30	Sariq dog` paydo bo`lishi
Qalay- qo`rg`oshinli	Po`lat, mis va uning qotishmasi	10 ml HBF ₄ + 30 % li 2,5 ml H ₂ O ₂ + 90 ml H ₂ O	30	Asosiy metallning ochilib qolishi

Izoh: 1. Kumush qoplama qalinligini o'lchashda 1- va 2-eritmalaridan bir tomchidan olib sirtga surkaladi, so'ngra asosiy metall yoki nimqatlam ochilib qolgunga qadar filtr qog'ozi bilan yo`qotiladi. Qoplama qalinligini hisoblashda faqat 1-eritma tomchilari soni hisobga olinadi.

2. Latunli qoplama qalinligini hisoblashda kontaktli ajralib chiqayotgan kumush tomchisi yo`qotiladi.

Qoplama qalinligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$h=(n-0,5)h_k \quad (7.1)$$

bunda, n – eritma tomchilari soni, h_k – eritmaning bir tomchisi yordamida ajratib olingan qoplama qalinligi, mkm (GOST 9302-79).

Yaltiroqlik beruvchi qo'shimchalar qo'shilgan elektrolitlardan olingan nikelli qoplamalarning qalinligi

$$h=0,8(n-0,5)h_k \quad (7.2)$$

formuladan topiladi.

Oqimli usul detal sirtiga ma'lum tezlikda berilgan eritma oqimida qoplamaning erishida asoslangan. Qoplama qalinligini qoplamaning erish vaqti (oqimli-davriy usul) va qoplamani eritish uchun sarflangan eritma hajmi (oqimli-hajmiy usul) bo'yicha hisoblash mumkin.

Oqimli-davriy usulning turlaridan biri elektr oqimli yoki nuly usullarda hisoblanib, bunda qoplama qalinligini o'lchashning tugashi galvanometr bo'yicha aniqlanadi.

Oqimli usuldan tuzilishi eritmaning oqimiga halaqit bermaydigan buyumlar sirtidagi qoplama qalinligini aniqlashda foydalaniladi. Oqimli-davriy usulda o'lchashdagi xatolik 10 % gacha, oqimli-hajmiy usulda esa 15 % gacha bo'lishi mumkin.

Oqimli usul qoplama qalinligini aniqlash uchun eritmalarning tarkiblari 15 – jadvalda berilgan.

15-jadval

Qoplama	Asos yoki nimqatlam metalli	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	O'lchashni tugatish alomatleri
Ruxli	Po`lat	70 g/l NH_4NO_3 + 7 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 70 ml/l (1 N) HCl	Pushti dog` paydo bo`lishi
Kadmiyli	Po`lat, mis va uning qotishmaci	17,5 g/l NH_4NO_3 + 17,5 ml/l HCl	Asosiy metalning ko`rinishi
Misli	Po`lat	300 g/l FeCl_3 + 100 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Pushti dog` paydo bo`lishi
	Rux qotishmasi		Qora dog` paydo bo`lishi
	Nikel		Oq dog` paydo bo`lishi
Nikelli	Po`lat		Pushti dog` paydo bo`lishi
	Mis va uning qotishmaci		Pushti yoki sariq dog` paydo bo`lishi
Xromli	Nikel	220 ml/l HCl + 100 ml/l H_2SO_4 + 60 g/l FeCl_3 + 30 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 100 ml/l $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Oq dog` paydo bo`lishi
	Po`lat		Pushti dog` paydo bo`lishi
Kumushli	Nikel, mis va uning qotishmaci	250 g/l KI + 7,5 g/l I_2	Asosiy metalning ochilib qolishi
Mis-latunli	Po`lat	150 g/l FeCl_3 + 150 ml/l HCl + 550 ml/l (muzli) CH_3COOH +	Qora dog` paydo bo`lishi

		31 g/l SbCl_3	
Qo`rg`oshinli	Po`lat	36 g/l $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH} + 72$ g/l $\text{KNO}_3 + 53$ g/l NaOH	Yaltiroq dog` paydo bo`lishi
	Mis		Qizil dog` paydo bo`lishi
	Latun		Sariq dog` paydo bo`lishi
Qalayli	Po`lat, mis va uning qotishmaci	15 g/l $\text{FeCl}_3 + 30$ g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + 60$ ml/l HCl	O`chmaydigan pushti dog` paydo bo`lishi
Qalay- qo`rg`oshinli	Mis va uning qotishmaci	142 g/l HBF_4	Asosiy metalning ko`rinishi

Izoh: 1. O`lchashlardan oldin xromli qoplama qalinligini aniqlashda passivlashgan plyonkani buzish uchun detal sirtiga foydalanilayotgan eritma bilan namlangan ruxli tayoqcha tegiziladi.

2. Kontaktli mis ajralib chiqishidan hosil bo`lgan, yaltiroq pushti rangli dog` paydo bo`lgandan keyin misli qoplamalarning erishining tugallanishini aniqlashtirish yoki qoplamaning oxirigacha erishidan biroz oldinroq (qoramtir dog` hosil bo`lguncha) sinalayotgan detal uchastkasiga bir tomchidan 1,5 % li surma (II) xloridning xlorid kislotali (1:1) eritmasi surkaladi. Eritma surkalgandan 2-3 soniyadan keyin qora dog`ning paydo bo`lishi qoplamaning to`liq eriganligidan dalolat beradi. Eritma tomchisi surkalishdan oldin va aniqlash davomida sinalayotgan sirt filtr qog`ozi bilan artiladi.

3. Kumushning erishidan hosil bo`lgan kumush yodidli plyonka 300 ml/l li natriy tiosulfat eritmasi bilan olib tashlanadi. Eritma tomchisi yo`qotilgandan keyin sarg`ish rangli sirt natriy tiosulfat eritmasi bilan namlangan paxta, so`ngra filtr qog`lzi bilan artib tozalanadi.

Oqimli-davriy usulda qoplama qalinligini

$$h = h_t \tau \quad (7.3)$$

formula bo'yicha aniqlanadi.

Bunda h – aniqlanayotgan qoplama qalinligi, mkm; h_t – 1 s davomida ajratib olinadigan qoplama qalinligi, mkm (GOST 9302-79); τ – qoplamani eritish uchun sarflangan vaqt, sekund.

Qoplama qalinligini hisoblashda formulaga quyidagi tuzatishlar kiritiladi: ssianidli elektrolitlardan olingan misli qoplamalar uchun 1,35; sulfat kislotali elektrolitlardan olingan kadmiyli qoplamalar uchun 1,09; o`z-o`zidan boshqariluvchi yaltiroq xromli qoplamalar uchun 1,2; xuddi shunday yaltiroq bo`lmagan qoplamalar olishdagi elektrolitlar uchun 1,04; tetraxromatli elektrolitlardan olingan yaltiroq bo`lmagan qoplamalar uchun 1,3 koeffitsientlar.

Yaltiroqlik hosil qiluvchi yaltiroq nikelli qoplamalar qalinligini aniqlash uchun kerakli tuzatish koeffitsientlari 16-jadvalda berilgan.

16-jadval

Vaqt oralig'i, sekund	Qo'shimchali elektrolitlardan olingan qoplamalar uchun tuzatish koefitsientlari		
	1,4-butindiol	Kumarin va p-toluolsulfamid	2,6–2,7-naftalindisulfo kislotaning natriyli tuzi va (formalin)
0-20	1,2	1,6	1,5 (1,3)
20-40	1,1	1,4	1,4 (1,0)
40-80	1,0	1,3	1,3 (0,9)
80-100	0,9	1,2	0,0 (0,8)

Oqimli-hajmiy usulda qoplama qalinligini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$h = h_v \cdot v \quad (7.4)$$

bunda h_v – 1 ml eritmada erigan qoplama qalinligi (GOST 9302-79); v – qoplamaning eritish uchun sarflangan eritmaning hajmi, ml.

Qoplama qalinligini hisoblashda formulaga sulfatli elektrolitlardan olingan kadmiyli qoplamalar uchun 0,7, ssianidli elektrolitlardan olingan misli qoplamalar uchun 1,35 kabi tuzatish koefitsientlari kiritiladi. Yaltiroq nikelli qoplamalar uchun tuzatish koefitsientlari qiymatlari 17 – jadvalda keltirilgan, boshqa barcha qoplama turlari uchun tuzatish koefitsientlari qiymati 1 ga teng deb olinadi.

17-jadval

Vaqt oralig'i, sekund	Qo'shimchali elektrolitlardan olingan nikelli qoplamalar uchun tuzatish koefitsientlari		
	1,4-butindiol	Kumarin va p-toluolsulfamid	2,6–2,7-naftalindisulfo kislotaning natriyli tuzi va (formalin)
0-6,7	1,2	1,6	1,5 (1,3)
6,7-13,4	1,1	1,4	1,4 (1,0)
13,4-26,8	1,0	1,3	1,3 (1,0)
26,8-33,3	0,9	1,2	0,0 (0,9)

Ajratib olish usuli asosiy metal bilan ta'sirlashadigan eritma yordamida qoplamaning eritishga asoslangan. Eritma ham kimyoviy, ham elektrokimyoviy usulda eritiladi. Yuqorida bayon etilgan qoplama qalinligini aniqlash usullarida farqli ravishda ajratib olish usuli detalning butun sirtidagi qoplamaning o'rtacha qalinligini aniqlash imkonini beradi. Qoplama qalinligi ikki xil usulda o'lchanadi:

1) **Gravimetrik usul** – qoplama massasining erishdan oldingi va keyingi massalari farqi bo'yicha bo'lib, qoplamaning o'rtacha qalinligi quyidagi formuladan topiladi, mkm:

$$h_{o'rt} = 10^4 (m_1 - m_2) / S \gamma \quad (7.5)$$

bunda m_1 – detalning qoplama erigunga qadar bo'lgan massasi, g; m_2 – qoplama erigandan keyingi detal massasi, g; γ – metal qoplama zichligi, g/sm³, S – aniqlanayotgan detal sirti yuzasi, sm².

2) **Analitik usul** – kerakli eritmada qoplama to'liq eritiladi va eritmani kimyoviy analiz qilish bilan (yuvish suvlari bilan) erigan moddaning miqdori aniqlanadi. Qoplama qalinligi quyidagi formuladan topiladi.

$$h_{o'rt} = 10^4 m / (S \gamma) \quad (7.6)$$

Bunda m – kimyoviy analiz bo'yicha olingan metal massasi, g.
Bu usulda xatolik 10% gacha bo'lishi mumkin.

Elektrokimyoviy va kimyoviy usullarda ajratib olingan eritmalarning tarkibi 18 va 19-jadvallarda berilgan.

18-jadval

Kimyoviy usullarda ajratib olingan qoplamalar qalinligini aniqlash uchun eritma tarkibi va harorati

Qoplama	Asos yoki nim-qatlam metali	Eritma komponentlari va konsentratsiyalari	t, °S
Ruxli	Po`lat	50 g/l H ₂ SO ₄ + 17 g/l HCl	18-25
Kadmiyli	Po`lat	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> to`yingan eritmasi	18-25
Misli	Po`lat	275 g/l CrO ₃ + 110 g/l (NH ₄) ₂ SO ₄	18-25
Nikelli	Po`lat	1 hajm H ₂ SO ₄ + 2 hajm HNO ₃ + 20 g/l FeSO ₄ *7H ₂ O	18-25
Xromli	Nikel, mis va uning qotishmasi	1 hajm HCl + 1 hajm dist. suv	20-40
Kumushli* ¹	Po`lat	366 g/l HCl + 20 g/l Sb ₂ O ₃	18-25
	Po`lat, mis va uning qotishmasi	1 hajm HNO ₃ + 19 hajm H ₂ SO ₄	18-25
Qalayli* ²	Mis bilan qoplangan po`lat	80 g/l Pb(CH ₃ COO) ₂ + 135 g/l NaOH	t _{qayn}
	Mis va uning qotishmasi	konts. HCl	18-25
Qo`rg`oshinli	Mis bilan qoplangan po`lat	150 g/l HSO ₃ NH ₂ + 30 % li 50 ml/l H ₂ O ₂	50-70
Qalayli, qo`rg`oshinli, qalay-qo`rg`oshinli	Po`lat	10 ml HBF ₄ + 30 % li 2,5 ml H ₂ O ₂ + 90 ml dist. suv	18-25
Mis-ruxli (latunli)	Po`lat	275 g/l CrO ₃ + 110 g/l (NH ₄) ₂ SO ₄	18-25
Mis-qalayli (oq bronza – 40 % qalay)	Po`lat	50 % li 3 hajm C ₄ H ₆ O ₆ + 1 hajm HNO ₃	18-25
Oksidli	Alyuminiy va uning qotishmasi* ³	52 g/l H ₃ PO ₄ + 20 g/l CrO ₃	90-100
Fosfatli	Po`lat	200 g/l NaOH	40

*1 Kumush qoplama qalinligi kumushning kimyoviy tahlili bo'yicha aniqlanadi.
*2 Faqat toza qalay qatlami qalinligi aniqlanadi. Qoplamani glitserinda suyultirishda qalayning temirga diffuziyalanishi natijasida olingan temir-qalayli qotishma erimaydi. *3 alyuminiy oksidi plyonkasi zichligi 3,42 ga teng.

**Elektrokimyoviy usullarda ajratib olingan qoplamalar qalinligini aniqlash
uchun eritma tarkibi va harorati**

Qoplama	Asos yoki nim- qatlam metali	Eritma komponentlari va konsentra- tsiyalari	t, °S	J_k, A/dm²	Katod materiali	Aniq- lash usuli
Xromli	Po`lat	10-20 % li NaOH	50-70	5-10	Po`lat	Massa farqi bo`yicha
	Mis, latun	5 % li HCl	50	5-10	Qo`rg`oshin	
Qalayli	Po`lat	80 g/l NaOH	50-70	1-3	Po`lat	
Nikelli	Mis, latun	100 g/l NaSCN + 100 g/l NaHSO ₄	18-25	2	Po`lat	Kimyo- viy analiz
	Rux va rux qotishmasi	70 % li H ₂ SO ₄	18-25	2	Qo`rg`oshin	
Kumushli oltinli	Mis, latun	3-15 % li KCN yoki NaCN	18-25	0,2-2	Mis, latun, po`lat	

Ajratib olish usullaridan yana biri qoplama qalinligini o`lchashning kulonometrik usuli hisoblanadi. Bu usul kulonometrik qalinlikni o`lchagich uchi bilan chegaralangan qoplama uchastkasining anodli erishiga asoslangan bo`lib, bunda sarflangan elektr miqdori ham hisobga olinadi. Qoplamadagi metal miqdori uni ajratib olish uchun sarflangan elektr miqdori bo`yicha aniqlanadi. Qoplamaning ajralib bo`lganligini tkshirilayotgan elektrod potensialining sinalayotgan o`zgarishidan bilish mumkin. Qoplama qalinligini aniqlash uchun mikrokulonometrik qalinlikni o`lchagich ATS –1 dan foydalaniladi.

Kulonometrik usuldan bir va ko`p qatlamli qoplamalarning mahalliy qalinligini, jumladan, nikelli yoki ko`p qatlamli qoplamalarning alohida qatlamlarini aniqlashda foydalaniladi. Kumushning bronzadagi va qalaydagi, xromning po`lat sirtidagi yupqa qatlami qalinligini aniqlashda yaxshi natijalar olingan. Bu usulda o`lchash chegarasi 1–100 mkm ni, xatolik esa 5 –7% ni tashkil etadi.

Buzilgan holda fizikaviy qoplash usullariga metallografik va mikroskopik usullar kiradi. Bu usul qoplamaning mahalliy qalinligini metallografik shlif yordamida aniqlashga asoslangan. Bu usulda bir, ko`p qatlamli hamda anodlangan qoplama qalinligini aniqlash mumkin. Bu usul ham arbitraj, ham sirti kichik bo`lgan detal qoplamasi qalinligini aniqlash imkonini beradi (turli xil simlar, ignalar va shunga o`xshash buyumlar). Bundan tashqari bu usuldan qoplama strukturasi, elektrolitning tekislovchi xususiyatini aniqlashda va boshqa maqsadlarda ham foydalanish mumkin.

Qoplama qalinligini o`lchashda qoplama ko`ndalang kesimi bilan mikroschliflar tayyorlanadi. Qoplamaning yig`ilib qolishiga yo`l qo`ymasligi hamda burchaklarda nuqsonlar paydo bo`lmasligi uchun ma`lum qoplama bilan qoplangan detal qalinligi  $\geq 30$  mkm bo`lgan boshqa metal qatlami bilan qoplanadi. Bu qatlam etarli darajada qattiq, qoplama metali bilan yaxshi birikkan, rangi bilan ham farq qilishi kerak. Masalan, nikelli qoplama qalinligini aniqlashda misli kislotali elektrolitlardan

foydalaniladi. Nikel bilan qoplangan detal yaxshilab edirilishi (50% li xlorid kislota eritmasida) va yog'sizlantirilishi kerak. Alyuminiy va uning qoplamalaridan olingan oksidli plyonkalar hamda xromli qoplamalar maxsus qatlam bilan qoplanmaydi. O'lchash aniqligini oshirish uchun shliflar maxsus shaklda qisiladi, oson suyuqlanuvchan qotishmalar (masalan, rud qotishmasi bilan) yoki plastik massalar (organik shisha, polistirol) bilan quyiladi.

Qalinligi ≤ 20 mkm bo'lgan qoplamalarning qalinligi metallografik mikroskoplarda 500–1000 marta, > 20 mkm li qoplamalarda 100–200 marta kattalashtirilib o'lchanadi.

Metal qoplamalarni buzmasdan qalinligini fizikaviy nazorat qilish usullari

Bu usullarga bevosita o'lchashga asoslangan gravimetrik usuli va qoplama qalinligini o'lchashning maxsus asboblari aniqlash usullari ma'lum.

Gravimetrik usul qoplangan qoplama massasini aniqlashga asoslangan. Bu usulda massasi ≤ 200 gramm bo'lgan detallarning o'rtacha qalinligi aniqlanadi. Qoplangan qoplama massasi qoplashdan oldin va keyingi massasini analitik tarozida o'lchash usulida aniqlanadi. Qoplamaning o'rtacha qalinligini

$$h_{o'rt} = 10^4(m_1 - m_2)/S\gamma \quad (7.7)$$

formula bo'yicha hisoblanadi. Bunda m_1 – qoplama surkalgunga qadar bo'lgan detalning massasi, g; m_2 – qoplama surkalgandan keyingi detal massasi, g; γ – qoplama metali zichligi, g/sm³, S – qoplanayotgan detal sirti yuzasi, sm². Bu usulning nisbiy xatoligi 10% gacha bo'lishi mumkin.

Bevosita o'lchash usuli detalning qoplashdan oldingi va keyingi o'lchamlarini o'lchashga asoslangan. Bunday hollarda qoplama qalinligi mikrometr va optimetrlarda aniqlanadi. Bu usulda qalinligi katta bo'lgan qoplama qalinligini aniqlash mumkin va o'lchashdagi xatoliklar bunda 10% ni tashkil etadi.

Cho'kma qalinligini o'lchashga imkon beruvchi asbob – qalinlikni o'lchagichda qoplama va asosiy metalning fizik xossalarini o'lchashga asoslangan buzmasdan nazorat qilish usullariga quyidagilar kiradi:

– **magnitli usulda** magnit qutbi va asosiy metal orasidagi qatlam qanchalik qalin bo'lsa, magnitning ferromagnitli asosga tortilishi shunchalik kam bo'ladi. Bunda qoplama qalinligiga qarab, doimiy magnitni detal sirtidan ajratib olish uchun kerakli kuch miqdori o'zgarib borishi maxsus asboblarda qayd etiladi va maxsus darajali grafigi bo'yicha cho'kma qalinligi aniqlanadi. Magnitli usulda qoplama qalinligini o'lchash chegarasi 0 – 50 mkm ni, xatoligi esa 15% gacha bo'lishi mumkin va earayon 5 sekund davom etadi. Hozirgi vaqtda qalamga o'xshash bo'lgan ITP –5 rusumli qalinlik o'lchash asbobidan ko'proq foydalanilmoqda.

– **elektromagnitli usul** detal va asbobning o'zgartirib beruvchi qismi orasidagi magnit oqimining o'zgarishiga asoslangan. Bunday holda asbob detaldagi tokning induksiyasi tufayli yuzaga kelgan impedansni qayd etadi. Bu usuldagi xatolik 15% gacha bo'lishi mumkin. Bu usulda ko'proq magnitli bo'lmagan metallar (alyuminiyga qoplangan xrom)ga surtilgan, kuchsiz magnitli yoki nometal qoplamalarning qoplamalarini yoki dielektriklarga surkalgan nometal qoplamalarni qoplashda foydalaniladi.

– **radioaktiv usul** qaytarilgan β – nurlanishlarning intensivligini aniqlashga asoslangan. Qaytarilgan β – nurlanishlardan foydalanilganda detal qalinligining to‘yinish qalinligidan katta bo‘lishini, qoplama qalinligi esa to‘yinish qalinligidan yupqa bo‘lishiga e‘tibor berish kerak. Usulning xatoligi $\pm 10\%$ ni tashkil etadi. O‘lchash chegarasi 0–100 mkm. O‘lchashlar o‘lchanayotgan detalga bevosita tekkizmasdan olib boriladi. Sanoatda izotopli β –mikrometrdan asosan qimmatbaho metallar qalinligini aniqlashda foydalaniladi.

Qoplama g‘ovakligini aniqlash usullari

Metallarni elektrolitik cho‘ktirishda makro va mikrog‘ovakliklar, makro va mikrokanallar hosil bo‘ladi. Radiusi $< 1,5$ nm bo‘lgan g‘ovaklik va kanallar mikroskopik g‘ovakliklar deyiladi. Bunday g‘ovakchalar qoplanayotgan metal sirtida tok o‘tkazmaydigan uchastkalar borligi tufayli hosil bo‘ladi. Bularga vodorod pufakchalari, silliqlash pastalari, zarrachalari sabab bo‘ladi. G‘ovakliklar bundan tashqari elektroliz jarayonida cho‘kmalarda paydo bo‘ladigan ichki zo‘riqishlar tufayli ham paydo bo‘lishi mumkin.

G‘ovakliklar o‘tib ketuvchi, ya’ni asosiy metal yoki qatlamgacha tarqalgan va yopiq turlarga bo‘linadi.

G‘ovakliklarni aniqlash usullari ma’lum reaktivlarning qoplama metaliga ta’sir etmasdan, g‘ovakliklar orqali singib, asos metal bilan ta’sirlashadigan qoplama rangidan farq qiluvchi ko‘zga yaxshi ko‘rinadigan reaksiya mahsulotlarini hosil qilishga asoslangan.

G‘ovaklikni aniqlashning birmuncha ko‘p tarqalgan usullariga filtr qog‘oz yoki pastani joylashtirish usuli hisoblanadi.

Filtr qog‘ozini joylashtirish usuli bilan qog‘ozni joylashtirishga imkon beruvchi po‘lat sirtidagi metal qoplamalar, misli va oddiy ko‘rinishga ega bo‘lgan mis qotishmali katodli metal qotishmalarining g‘ovakliklari aniqlanadi. Aniqlashdan oldin detallar yaxshilab yog‘sizlantiriladi. Qog‘ozni shunday joylashtirish kerakki, u bilan detal sirti orasida havo pufakchalari qolmasin. Qog‘oz ajratib olingandan keyin undagi nuqta ko‘rinishidagi g‘ovakliklar izi va dog‘lari distillangan suv oqimida yuviladi va shisha plastinkada quritiladi.

Misli qoplamalarning g‘ovakligini aniqlashda qog‘oz 20 daqiqadan keyin ajratib olinadi, po‘lat sirtiga cho‘ktirilgan bir qatlamli nikel qoplamalaridan 5 daqiqadan, qalaydan boshqa barcha qoplamalardan 10 daqiqadan keyin ajratib olinadi.

Mis va uning qotishmalaridagi g‘ovakliklarni aniqlash uchun g‘ovakliklar izi tushirilgan shishaga joylashtirilib, unga bir me’yorda 40 g/l li kaliy geksatsianoferat (III) ning eritmasi surkab chiqiladi. Bunda sariq nuqtalar – nikel izlari yo‘qoladi, shundan so‘ng qog‘oz suv oqimida yuviladi va shishada quritiladi. Qog‘ozda qolgan qizg‘ish–qo‘ng‘ir rangli va ko‘k dog‘lar mis va po‘latga tegishli bo‘lib, ular sanab chiqiladi. Nikelgacha etib borgan ochiq qovakliklarni aniqlashda qog‘ozga qo‘shimcha ravishda dimetilglioksimning ammiakli eritmasi (2 g dimetilglioksim 12,5 % li ammiakli eritmasida eritiladi) bilan ishlov beriladi.

G‘ovakliklar bo‘lgan joydagi nuqtalar va dog‘larning nikelga tegishli ekanligi aniqlangan keyin qog‘oz yuviladi va shishada quritiladi.

Misga qoplangan oltin qoplama g'ovakligi tarkibida 1% li vodorod sulfid bo'lgan nam havoda shisha qalpoq ichida aniqlanadi. Bunda oltin qoplamadagi g'ovakliklar o'rnida qoramtir–jigarrang dog'lar hosil bo'ladi.

Xromli qoplamaning g'ovakligi qoplama surkalgandan 30 daqiqadan keyin aniqlanadi. G'ovakligi juda katta bo'lgan mis bilan qoplangan po'latda, misda va uning qotishmalarida mis va latunga etib borgan g'ovakliklar qog'ozda iz qoldiradi va bunda detalning o'zida qizg'ish–qo'ng'ir nuqtalarni hisoblash kerak bo'ladi. G'ovakliklarning qoldirgan izlar ko'zda ko'rib chiqiladi va u sirt birligida hisoblab chiqiladi.

Pasta bilan qoplash usuli po'lat, mis, alyuminiy, rux va uning qotishmalari va alyuminiy va uning qotishmalariga qoplangan qotishmalarning g'ovakliklari aniqlanadi. Bu usulda g'ovaklikni aniqlashda detallarning shakli va o'lchamlari inobatga olinmaydi. Pastalarni tayyorlash va ularning tarkiblari GOST 9302–79 ga mos keladi.

Pasta detal sirtiga cho'tka yordamida, purkagich yoki botirish yo'li bilan surkaladi, so'ngra pasta oqib turgan distillangan suvda yuvish bilan yo'qotiladi. Detal quritiladi va g'ovaklik xuddi shu uchastkada qaytadan aniqlanadi.

Bo'yalgan uchastkalar soni kuzatish bilan aniqlanadi va sirt birligiga nisbatan olinadi.

Eritmani quyish usulida mayda profilli detallardagi g'ovakliklar aniqlanadi. Detalga tarkibi quyidagicha bo'lgan eritma quyiladi: 10 g/l li kaliy geksatsianoferrat (III), 15 g/l li natriy xlorid, 20 g/l li jelatin va unda 5 daqiqa ushlab turiladi. Shundan keyin detal yaxshilab yuviladi va sirtidagi ko'zga tashlanadigan ko'k nuqtalar hisoblab chiqiladi.

Surkash usulida po'lat ustidagi qalayli qoplamaning g'ovakligi aniqlanadi. Buning uchun 2 g kaliy geksatsianoferrat (III), jelatindan 2 g, 0,5 normalli sulfat kislotadan 10 ml, etil spirtidan 200 ml olinadi. Detal cho'tkacha yordamida ikki marta surkab chiqiladi. 10 daqiqadan so'ng g'ovakchalar hisoblanadi.

G'ovaklikni aniqlashning elektrokimyoviy usuli asos metalining g'ovakchalar orqali erish tokini hisoblash yoki o'lchashga asoslangan, bunda g'ovakchalarning tubigina aktiv bo'ladi. Bu usul bilan ham katodli ham anodli qoplamalarning tekshirilayotgan namunaning anodli qutblanishi natijasida hosil bo'lgan g'ovakchalar hisoblanadi.

Mis va latunga surkalgan qalayli qoplamaning g'ovakligi tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada aniqlanadi: 10 g/l li kaliy geksatsianoferrat (III); 10 g/l li natriy sulfat. $J_a=0,55\pm0,5$ A/dm², $\tau=5$ daqiqa.

Ruxli va kadmiyli qoplamaning g'ovakligi tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada aniqlanadi: 40 g/l li kaliy geksatsianoferrat (III); 2 g/l li natriy sulfat yoki magniy sulfat. Elektroliz $4\pm0,4$ V kuchlanishda 5 daqiqa davomida olib boriladi. G'ovakliklar o'rnida ko'k nuqtalar hosil bo'ladi.

Xromli qoplamalarning g'ovakligini aniqlash

Bu qoplamalar uchun ochiq g'ovakliklar xos emas. SHuning uchun yuqorida ko'rib o'tilgan usullar bunday g'ovakliklarni aniqlash uchun yaramaydi. SHuning

uchun emirilishga chidamli bo'lgan xromli qoplamalar uchun maxsus usullardan foydalaniladi.

Kontaktli iz qoldirish usuli qoplamaga pasta bilan ishlov berish va shundan keyin qoplama sirtini fotoqog'ozga tushirishga asoslangan.

Pasta tarkibi quyidagicha: natriy sulfit 15 ml, talk 10 g, glitserin 2 tomchi. G'ovakligi katta bo'lmagan qotishmalar uchun 20 % li, g'ovakligi katta bo'lgan qoplamalar uchun 50 % li natriy sulfididan foydalaniladi.

Aniq nusxa olish uchun pasta kanal va g'ovakliklarda zich joylashtiriladi va ularning orasidagi gorizontol maydonchalardan to'liq chiqarib yuboriladi. Qoplama g'ovakligi gorizontol maydonchalar (plata)larni hisoblash yo'li bilan aniqlanadi va g'ovakchalarning xromli qotishmaning sirt birligiga to'g'ri keladigan soni darajalash grafigi bo'yicha aniqlanadi.

Moy shimuvchanlik usulida shimdirilayotgan yog' (№2 silindri yoki rusumi MS bo'lgan aviatsiyali idishda) massasi aniqlanadi. O'lchashda o'lchab olingan namuna 60–90 daqiqa davomida 80°S temperaturada yog'da shimdirilib, so'ngra paxta bilan yog'li plyonka artib olinadi va qaytadan tortiladi. Hisoblashlar uchun absolyut yog' sig'imi hisoblanadi va uning asosida darajalash grafigi quriladi.

Qoplamaning korroziyaga bardoshligini aniqlash

Qoplamalarning korroziyaga bardoshliligini ulardan tabiiy sharoitda foydalanishda ham, tezlashtirilgan sinov tajribalariida ham aniqlanadi. Tabiiy sharoitda foydalanilganda ishonchli natijalarni olish mumkin. Lekin bunday sinovlarning davomiyligi uzoq vaqt davom etadi. Bundan tashqari tabiiy sharoitdagi sinash ishlarida harorati havo namligi quyosh radiatsiyasini bir me'yorda ushlab turish qiyin bo'lib, bu omillar qoplamalarning korroziyalanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun ko'pchilik hollarda u yoki bu qoplamalarning korroziyaga bardoshliligini tezlashtirilgan sinovlar yordamida olib boriladi.

Eng sodda usullardan biri botirish usuli hisoblanadi. Bu usulda qoplamali detal ma'lum vaqt suvga, 3–5% li osh tuzi eritmasiga, dengiz suviga yaqinlashtirilgan va boshqa eritmalarga botiriladi. Bunda harorat va eritma sathi bir me'yorda ushlab turiladi. Namunalar tik holatda to'liq eritmaga botiriladi. Ular bir–biriga va idish tagiga tegmasligi kerak. Eritmalar davriy ravishda almashtirib turiladi. Sinov ishlarini tezlashtirish uchun eritmani aralashtirib turish kerak.

Botirish usullaridan birida namunalar maxsus qurilmaga mahkamlanib davriy rejimda agressiv muhitli eritmaga botiriladi. Ishonchli natijalar olish uchun sinalayotgan 1 sm² yuzaga 30–50 mm eritma to'g'ri kelishini hisobga olish kerak.

Korroziyalash kamerasidagi sinovlarda havoning namligi, harorati o'zgartirilib turiladi, sanoat tuzlarining sun'iy atmosferasi hosil qilinadi, jumladan SO₂ gazi, turli gazli tuman hosil qilinib purkaladi. Namunalar kameraga purkalayotgan suyuqlik oqimi ularga tegmaydigan qilib yaratiladi.

Purkalayotgan eritmalar sifatida ko'pincha 3–5% li natriy xlorid eritmasidan foydalaniladi. Havoning namligi, harorati va undan foydalanishning iqlim sharoitiga qarab tanlanadi.

Korroziya sinovlarining alohida turiga qoplamalarni tropik iqlimli kamerada korroziyaga chidamliligini aniqlash hisoblanadi, bunda haroratning keskin o'zgarishi,

havo namligi, radiatsiya va boshqa omillarning sutka davomida o'zgarib turishi tabiiy sharoitga yaqinlashtirib olinadi. 46 g/l li glitserin eritmasi solingan kamerada 96–98% li nisbiy havo namligi ushlab turiladi va oltingugurt (IV) oksidli atmosfera natriy sulfitni sulfat kislotaga aralashtirib hosil qilinadi. Kamera sutka mobaynida ishlaydi.

Po'latga cho'ktirilgan mis – nikel – xromli qoplamalarning himoyaviy–dekorativ korroziyaga chidamliligini aniqlash uchun po'lat va rux qotishmasida tarkibi quyidagicha bo'lgan tuzli tuman yaxshi natijalarni beradi (CASS usuli): massa bo'yicha 5% li natriy xlorid, 1 gramm mis xlorid, muzli sirka kislota (pH qiymati $\leq 3,0$ – $3,2$ bo'lgan), 95% distillangan suv, sinovlar $50 \pm 1^{\circ}\text{S}$ da olib boriladi. To'yingan eritma harorati har doim $57 \pm 3^{\circ}\text{S}$, havo bosimi 105 ± 7 kPa bo'lgan idishdan kameraga uzatib turiladi. Eritma $1,5 \pm 0,5$ mm*soat/sm² tezlikda beriladi. Kameraning 80 sm² yuzasiga eritma sarfi 1–2 ml ni tashkil etadi. "Korrodkot" usulidagi sinovlar ishonchli natijalarni beradi. Bu usulda asosan po'lat va ruxli qoplamalarga surkalgan mis – nikel – xromli qoplamalarning korroziyaga bardoshliligi aniqlanadi. Sinovlar tarkibida 0,99 g temir xloriddan, 0,21 g mis nitratdan, 6,0 g alyuminiy xloriddan, 180 g kaolindan va 300 g distillangan suvdan iborat bo'lgan maxsus pastani qo'yish bilan olib boriladi. Pastani tayyorlashda kaolin 250 ml suvda, boshqa tarkibiy qismlar 50 ml suvda eritiladi. Har ikki eritma bitta idishga quyiladi va pasta hosil bo'lguncha aralashtiriladi.

Qalinligi 50 mkm bo'lgan pasta cho'tka yordamida yog'sizlantirilgan namunalar sirtiga surtiladi, so'ngra xona haroratida 1 soat davomida (80°S da 15–30 daqiqa) 40–50% li nisbiy namlikda quritiladi. Sinovning davom etishi 16–20 soatni tashkil etadi.

Sinovdan keyin namunalar ko'rib chiqiladi. Sariq dog'lar hosil bo'lgan joylar korroziya o'chog'i hisoblanadi. Shundan so'ng namunalar sirtidagi pasta sovuq suvda yuviladi va yana kuzatiladi. Korroziya izlari mavjud bo'lmasa, pasta yana qaytadan surkaladi va jarayon qaytariladi.

Namunalarning korroziyalanish darajasi ko'zda hamda maxsus korroziyali sinovlarning balli sistemasida baholanadi. Unga ko'ra 10 ball korroziyaning to'liq mavjud emasligini, 0 ball esa namunaning butun sirti bo'ylab korroziya sodir bo'layotganligini ko'rsatadi.

20-jadval

Ball	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Shikastlangan yuza, %	0,0	0,0-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,5	2,5-5,0	5,0-10	10-25	25-50	50-100

ELEKTROKIMYOVIY KOMPOZITSION QOPLAMALAR

Kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar (KEQ) olish usullarining mohiyati shundan iboratki, bunda galvanik vannadan detal sirtiga metall bilan birgalikda nometall zarrachalar: karbidlar, boridlar, oksidlar, sulfidlar, polimer kukunlar va hakoza ham cho'ktiriladi.

Dispers materiallarning metall matritsaga qo'shilishi qoplama xossalarini keskin o'zgartirib yuboradi va uning yemirilishiga bardoshliligini oshiradi [3,4,40].

KEQ o'zlarining xossalari bilan mashinasozlik va asbobsozlikda, ta'mirlash ishlarida ko'p qiziqish uyg'otmoqda. Lekin kerakli xossalarga ega bo'lgan barqaror qoplamalarni ishlab chiqish texnologiyasining yetarli darajada takomillashtirilmaganligi undan sanoatda foydalanish ko'lamini birmuncha kamaytiradi.

Ko'pincha KEQlar tarkibida 50-200 g/l qattiq faza bo'lgan suspenziyalardan olinadi. KEQ asosan suspenziyalarni uzluksiz aralashtirib turish natijasida xosil qilinib, bunda qattiq zarrachalar muallaq holatda bo'lib, ularni cho'ktirish juda tez sodir bo'ladi. Aralashtirish usulini tanlash buyumning shakli, elektroliz sharoitlari va iqtisodiy jihatdan ularning maqsadga muvofiqligi bilan aniqlanadi. Aralashtirish mexanik, havo yordamida, hamda elektrolitik sirkulyatsiyalash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ikkinchi fazani hosil qiluvchi modda sifatida ko'pincha korund, karborund, borid, bor nitridlari, kremniy nitridi, molibden selenidi, molibden va volfram selenidlari, grafit, mis ftalosianididan foydalaniladi.

KEQ larning tarkibiga zarrachalar konsentratsiyasi va elektrolitlarning ionli tarkibi katta ta'sir ko'rsatadi. Elektrolitlar pH larning KEQ tarkibiga bir xil ta'sir etishi aniqlanmagan. KEQ tarkibiga temperatura, tok zichligining ortishi bilan ortib borayotgan qoplamaning zarrachalarni faol tortib olishining ta'sir etishini kuzatish mumkin. Harorat ortganda mayda zarrachalarning qoplamaga qo'shilishi ortadi. KEQlar tarkibi va modellarini hisoblashning bir qator usullari taklif etilgan [12,40].

Mis asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Mis asosidagi kompozitsion qoplamalarning fizik-mexanik xarakteristikalari (qattiqligi, yemirilishga bardoshliligi, yuqori temperaturalardagi mustahkamligi) sof misnikidan yuqoriroq hisoblanadi. Mis asosidagi KEQlarni kislotali (sulfatli va ftorboratli) yoki ishqoriy (pirofosfatli, etilendiaminli) elektrolitlardan hosil qilish mumkin [40].

Tarkibida 200 g/l mis sulfat, 50 g/l sulfat kislota bo'lgan sulfatli elektrolitdan $\text{pH}=0,6-1,0$ da, $t=20\text{ }^{\circ}\text{S}$ va $J_k=5\text{ A/dm}^2$ da foydalanish mumkin.

Tarkibida 220 g/l mis ftorborat, 3 g/l vodorodftorid kislota, 15 g/l borat kislota bo'lgan elektrolitdan $\text{pH}=1,2$ da, $20\text{ }^{\circ}\text{S}$ temperatura va $J_k=10\text{ A/dm}^2$ da foydalanish mumkin.

Tarkibida 35 g/l mis sulfat, 140 g pirofosfat, 95 g/l natriy gidrofosfat, 25 g/l segnet tuzi bo'lgan elektrolitdan $\text{pH}=7,8$ da, $50\text{ }^{\circ}\text{S}$ temperatura va $J_k=2\text{ A/dm}^2$ da foydalanish mumkin.

Tarkibida 125 g/l mis sulfat, 60 g/l etilendiamin, 60 g dan natriy va ammoniy sulfatlar bo'lgan etilendiaminli elektrolit $\text{pH}=7,8$ da $20\text{ }^{\circ}\text{S}$, $J_k=2\text{ A/dm}^2$ da foydalanish uchun maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Mis-korundli KEQ yuqori qattiqligi, yemirilish va issiqqa bardoshliligi bilan xarakterlanadi. Bu qoplamalar odatda sulfatli elektrolitdan cho'ktiriladi. Agar elektrolitga 200 g/l gacha oq korund qo'shilsa, tarkibida 0,2-0,3 % uning zarrachalari bo'lgan yuqori yaltiroqlikka ega bo'lgan qoplama olinadi. Kulrang korund cho'kma tarkibiga qo'shilishga moyilroq hisoblanadi. U korundning rusumi va suspenziyaning konsentratsiyasiga bog'liq ravishda 0,5 dan 2,8 % gacha qo'shilishi mumkin [35].

Elektrolit tarkibiga 0,01-0,1 g/l miqdorida turli xil organik qo'shimchalar qo'shish bilan korundning cho'kma tarkibidagi miqdorini quyidagicha o'zgartirish mumkin: agar tarkibida qo'shimchalari bo'lmagan eritmadan 0,7 % korund ajratib olinadi. Tarkibida sistin, glitsin, dekstrin va jelatinaning miqdori 0,4-0,6 %, mochevinaning miqdori 7,3 %, alliltiomoevinaning miqdori 5,5 % bo'lgan eritmadan ham korund ajratib olinadi.

Misli cho'kmalar tarkibida yaltiroqlik beruvchilar ishtirokida aralashmalar miqdorining ortib borishi qattiqlikning unchalik ortmasligiga, qoplamaning yemirilishga chidamliligining 2-2,5 marta ortishi va yaltiroqligining kamayishiga sabab bo'ladi.

Yuqori sifatli qoplamalarni olishda fto'boratli elektrolitlarda korundli qo'shimchalarning miqdori juda kam (0,5-1,5%) bo'ladi. Cho'kma tarkibida korundning ko'p miqdorda bo'lishi pirofosfatli va etilendiaminli elektrolitlarda misni cho'ktirish uchun xarakterli hisoblanadi. Bunday elektrolitlarda suspenziyaga korundli kukunni qo'shishda (200 g/l) cho'kma tarkibidagi qo'shimchalar miqdorining 12 % ortishini kuzatish mumkin. Bunda qattiqlik qariyb ikki marta ortadi va 3,5 GPa ga etadi, yemirilish esa 3-3,5 marta kamayadi. Mis asosidagi KEQda yuqori qattiqlik va yemirilishga bardoshlilik bilan bir qatorda ayniqsa yuqori haroratlarda mustahkamlikning ortishini ham kuzatish mumkin.

Mis-korund asosidagi KEQ sekin oksidlanadi (1,5-2 marta) va shuningdek yuqori issiqlikka chidamlilikni namoyon etadi. Bundan tashqari mis-korund kompozitsiyasining elektr eroziyalı barqarorligi sof misnikidan yuqori bo'lganligi uchun undan elektrotexnika sanoatida foydalanish mumkin. Bariy sulfat zarrachalari korund zarrachalaridan maydaroq bo'lganligi uchun misli cho'kmalarga osonlik bilan qo'shilib ketadi. Misli qoplamalarda bariy sulfatning bo'lishi ularning yaltiroqligining saqlanishiga sabab bo'ladi, harakatlanuvchi kontaktlarning yopishishi va kavsharlanishining oldini oladi, ularning sirpanuvchanligini osonlashtiradi [40].

Misli cho'kmalarga bariy sulfatning qo'shilishiga turli xil aminobirikmalar sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Moddaning molekulyar massasi qanchalik katta va unda aminoguruhlar qanchalik ko'p bo'lsa, modda shunchalik samarali hisoblanadi. Poliamin va poliiminlar yaxshi cho'ktirish stimulyatorlari hisoblanadi. Mislashning sulfatli elektrolitlari tarkibida tetraetilenpentaamin miqdorining 0,001 dan 0,1 g/l ga ortishi misli cho'kma tarkibidagi bariy sulfat miqdorining 3,5 dan 5,5 % gacha ortishiga olib keladi. Bariy sulfat qo'shimchalarning maksimal miqdori (5,5%)ni elektrolitga 0,5 g/l etilendiamin yoki 0,05 g/l etilendiamintetrasirka kislota qo'shish bilan hosil qilinadi [40].

Misning rux oksidi (psevdolatun) bilan kompozitsion qoplamalarining kulrangdan to'q pushti ranggacha bo'lgan turlari ishqoriy – glitseratli va ishqoriy – tartratli elektrolitlaridan cho'ktirib olinadi. Bunda rux cho'kma tarkibiga mayda dispersli oksid ko'rinishida qo'shiladi. Bunday elektrolitlardan olingan cho'kmalar yuqori antifriksion xossalarni po'latga quruq ishqalanish jarayonida namoyon qiladi.

92-jadvalda mis asosidagi KEQ dani rux oksidi bilan pH=14 da cho'ktirish rejimi va elektrolitlarining tarkibi keltirilgan.

92-jadval

Elektrolit	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	ZnO	NaOH	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	$t, ^\circ\text{C}$	$J_k, \text{A/dm}^2$	Katodli bo'yicha tok chiqishi, %	Qotishmadagi mis miqdori, %
Ishqoriy glitseratli	32	10	100	-	30	20	0,25-1,5	95-100	57-95
Ishqoriy tartrat-glitserratli	32	10	100	280	30	20	0,25-2,0	72-90	40-72
Ishqoriy tartratli*	32	10	100	280	-	50	0,5-2,0	84-87	70-82
*elektroliti 40 g/l natriy titanil tartrat tutadi.									

Nikel asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Nikelning KEQ uchun ko'pincha matritsa bo'lib xizmat qilishiga sabab, uning ikkinchi faza sifatida foydalanilayotgan ko'pchilik zarrachalarga moyillikni namoyon qilishi hisoblanadi.

Nikel asosidagi KEQ yuqori fizik-kimyoviy xossalari bilan xarakterlanadi. Bularga ularning nisbatan yuqori qattqlik va mustahkamlikni namoyon qilishlari, korroziyaga bardoshlilik (ishqoriy, kuchsiz kislotali eritmalar va atmosfera sharoitida) hisoblanadi [40].

Nikel asosidagi KEQni cho'ktirish uchun asosan sulfat-xloridli va sulfamatli elektrolitlardan foydalaniladi. Ularning tarkibi 93-jadvalda ko'rsatilgan.

93-jadval

Elektrolit	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$	H_3BO_3	pH	$t, ^\circ\text{C}$	$J_k, \text{A/dm}^2$
Sulfat-xloridli	300	60	-	30	3,5-4,5	46-60	5
Sulfamatli	-	40-60	250-400	30-40	4,5-5,2	60	10

Sulfamatli elektrolitni ichki zo'riqishi kam va katta tezlikda cho'ktiriluvchi qoplamalarni hosil qilish uchun tavsiya etiladi. Suspenziyani parrakli aralashtirgich, havo yoki inert gaz purkash, tebratishli sirkulyatsiya va boshqa usullar bilan amalga oshirish mumkin. Bu elektrolitlarda nikelli matritsaga kremniy karbidi, korund, bor nitridi, volfram karbidi, sirkoniy boridi, titan karbidi, sirkoniy karbidi, kremniy nitridi va hakoazolarni qo'shish mumkin.

Foydalanilayotgan sulfat-xloridli va sulfamatli elektrolitlardan tashqari KEQlarni cho'ktirish uchun quyidagi elektrolitlarning suspenziyalaridan foydalaniladi:

1-elektrolit tarkibida 160-230 g/l nikel sulfat, 10-20 g/l magniy sulfat, 60-80 g/l chumoli kislota bo'lib, ulardan nikelni molibden va volfram disulfidlari, korund, sirkoniy (IV) oksidi, volfram karbidi, olmos kukunlarini cho'ktirishda foydalaniladi.

2-elektrolit tarkibida 300-400 g/l nikel sulfat, 15-20 g natriy fosfat, 60-70 g/l ortofosfat kislota va 15-20 g etil spirti bo'lib, ulardan nikelni molibden disulfidi, sirkoniy va gafniy boridlari, volfram karbidi bilan birgalikda cho'ktirishda foydalaniladi.

3-elektrolit tarkibida 240-250 g/l nikel sulfat, 25-30 g/l nikel xlorid va 15-20 g aminosirka kislota bo'lib, undan nikelni molibden disulfidi bilan birgalikda cho'ktirishda foydalaniladi.

4-elektrolit tarkibida 180-200 g/l nikel sulfat, 25-35 g/l nikel xlorid, 5-10 g natriy gipofosfat, 30-40 g/l ortofosfat kislota bo'lib, undan nikelni molibden disulfidi bilan birgalikda cho'ktirishda foydalaniladi.

5-elektrolit tarkibida 200 g/l nikel xlorid, 200 g natriy gipofosfat, 200 g xlorid kislota bo'lib, undan nikelni sirkoniy borid qo'shimchali KEQlarini cho'ktirishda foydalaniladi.

Nikel asosidagi kompozitsion qoplamalarni ishlatilishiga qarab yemirilishga bardoshli, antifriksion, issiqqa chidamli, korroziyaga bardoshli va abraziv (jilvir yoki qayroq) turlarga bo'lish mumkin.

Yemirilishga chidamli nikel asosidagi KEQlar. YArim suyuq holida surkashda nikel asosidagi KEQlar tarkibiga sirkoniy oksidi yoki korund qo'shilganda ularning yemirilishga bardoshliligi 1,5-2,5 marta ortadi. nikelli cho'kmalarga 9-12 % (hajm bo'yicha) titan, volfram yoki xrom karbidlari qo'shilsa, ularning yemirilishga bardoshliligi 20-50 marta ortadi.

Moylar bilan ishlanganda nikel asosidagi KEQlar sof nikelli qotishmalarga nisbatan yuqori ushlab turish bosimini namoyon qiladi.

Qoplama	Nikelli	Nikel-korundli	Nikel-kremniy karbidli	Nikel-volfram karbidli	Xromli
Ushlab turish bosimi, MPa	15	61	204	258	335

Nikel-kremniy karbidli KEQlar xromlilar o'rniga ustara va pichoqlarda ishlatiladi. Surkov moylarisiz ishqalanish sharoitida yemirilishga bardoshlilikning oshishini nikelli qotishmalarga volfram va titan karbidi, sirkoniy (IV) oksidi, gafniy va sirkoniy boridlari qo'shilganda kuzatish mumkin. Umuman olganda, dispers faza nikelli qoplamalarning yemirilishini sof holdagi nikelli galvanik qoplamalarga nisbatan 2,5-5 martagacha kamaytiradi.

Yemirilishga bardoshliligi bo'yicha nikel asosidagi KEQlar toblangan uglerodli, konstruksion va legirlangan po'latlardan qolishmaydi [40].

Nikel asosidagi antifriksion KEQlar. Bunday qoplamalarda ikkinchi faza sifatida grafit, molibden disulfidi, bor nitridi, mis ftalotsianin, sement changi va boshqa moddalardan foydalaniladi.

Tarkibida 0,2-3 % zarrachalar bo'lgan yemirilishga bardoshli antifriksion qoplamalarni olish uchun tarkibida 300 g/l nikel sulfat, 20 g/l natriy xlorid, 70 g/l

natriy sulfat, 30 g/l borat kislota va 1-50 g/l grafit bo'lgan elektrolitga $J_k=2,0 \text{ A/dm}^2$ da ishlov beriladi. Grafit zarrachalari qo'shilishi bilan qoplama qattiqligi kam o'zgaradi, lekin quruq holdagi ishqalanishdagi yemirilish sof holdagi nikelli qotishmalardagidan 5-10 marta kamayadi [40].

Molibden disulfidli KEQ zarrachalari konsentratsiyasi 400 g/l bo'lgan sulfat-xloridli nikellash elektrolitlaridan olinadi. Bunday qoplamalarning yemirilishi toza nikelli qoplamalarnikidan bir necha marta kam [40].

Bor nitridli KEQ sulfatli yoki sulfat-xloridli elektrolitlardan olinadi. Bor nitridi zarrachalarining qoplama tarkibiga 1-2 % qo'shilishi qoplama qattiqligini 0,5 GPa ga oshiradi va quruq ishqalanish koefitsientini 0,15-0,3 dan 0,14-0,22 gacha kamaytiradi [40].

Nikel asosidagi KEQga sement changini ikkinchi faza sifatida qo'shish po'lat bo'yicha quruq ishqalanish koefitsientini 0,19-0,3 dan 0,05-0,06 gacha kamaytiradi va tebranuvchi yuzalarning yemirilishga chidamliligini oshiradi.

Yarim kompozitsiyali nikelli qotishmalarni ham xuddi KEQlarini olishda foydalanilgan elektrolitlardan olish mumkin. Kompozitsiyaga korund, titan va volfram karbidlari, sirkoniy va gafniy boridlari qo'shilsa, qoplamalarning yemirilishga bardoshliligi ortadi, molibden disulfid zarrachalari esa ishqalanish va yemirilish jarayonlarini mo'tadillashtiradi.

Nikel-korund-molibden disulfid, nikel-titan karbidi-molibden disulfidi va nikel-sirkoniy boridi-molibden disulfidli yarim kompozitsiyali qoplamalar yemirilishga barqarorligi bo'yicha temir asosidagi kompozitsiyalar va 30XGT, U10, U12A, 40X va R18 rusumli toblangan po'latlardan ortadi. ularning ishqalanish koefitsienti tarkibida molibden disulfid bo'lgan kompozitsiyalarga nisbatan pastroq bo'ladi [12].

Abraziv (jilvir yoki qayroq) xossalari KEQlar. Dastlabki KEQlardan biri abraziv asboblari yaratilganda olingan edi. Olmosli asboblarni tayyorlashda olmos qatlamli standart elektrolitlardan yoki instrument tushiriladigan, tarkibida muallaq holdagi olmos kukuni bo'lgan suspenziyadan foydalaniladi.

Olmosli shliflangan tasmalar elektrolit – suspenziyada hosil qilinadi, elektroliz 70 °S, $J_k=3-10 \text{ A/dm}^2$ va $\text{pH}=1,7-2,5$ da olib boriladi. Nikel – olmos zarrachasining eng yaxshi sementlovchisi hisoblanadi. Zarrachalarni nikeldan ajratib olish uchun uni mis yoki xromdan ajratib olishga nisbatan 1,5-2 marta ortiqcha kuch sarflashni talab etadi.

Qoplamaga olmosli zarrachalarni biriktirishni yaxshilash uchun unga 350-420 °S da termik ishlov berish kerak bo'ladi. Nikelning olmos bilan hosil qilgan KEQlari asosida turli tuman asboblari yaratilgan: burg'u, olmosli disk, tasmalar, diskli keskichlar va hakoza.

Abraziv xususiyatga ega bo'lgan silliqlash diskleri va tasmalari nikelga karborund zarrachalarini qo'shish bilan olinadi. Qoplama sulfat-xloridli elektrolitda 45-50 °S, $J_k=5-10 \text{ A/dm}^2$ va $\text{pH}=1,2-1,3$ da surkaladi. O'lchamlari 80-100 mkm bo'lgan zarrachalar elektrolizning har qaysi 12-17 daqiqasida 2 daqiqa davomida siqilgan havo yordamida aralashtiriladi. Elektrolit – suspenziyadagi zarrachalar konsentratsiyasi 2-4 g/l bo'ladi [40].

Issiqlikka chidamli KEQlar. Tarkibida (massa bo'yicha) 0,2-0,6 % korund yoki titan (IV) oksidi bo'lgan qoplamalarning issiqlikka bardoshliligi 1000 °S da sof nikelli qoplamalardagiga nisbatan 15-20 % ga ortadi. qo'shimchalarning ko'p bo'lishi qoplamaning oksidlanishining ortishiga olib keladi.

Korroziyaga chidamli KEQlar. Ko'pgina tadqiqot va ishlanmalar korroziyaga chidamli nikel asosidagi KEQlarni yaratishga bag'ishlangan. Kompozitsiyali qoplamalarda bo'lganda odatdagi ko'p qatlamli qoplamalardan farqli ravishda korroziya jarayoni buyum sirtida o'rab olinadi. Bunday qoplamalar yaltiroq va ipaksimon bo'lib, "Satin", "Atlas" va "Satilit" kabi turlarga bo'linadi.

"Satin" qoplama yaltiroq nikelni oldindan tayyorlab qo'yilgan sirtga cho'ktirish yoki muallaq zarrachali yaltiroqli nikellash vannalaridan foydalanib hosil qilinadi. Xromlangan qoplamalar vakili bo'lgan "Satin"ning korroziyaga bardoshliligi yaltiroq yoki yaltiroq bo'lmagan nikelga nisbatan yuqori hisoblanadi.

"Satin" qoplamalari tarkibida korund, titan, sirkoniy va kremniy (IV) oksidlari kukunlari, kalsiy fluoridning nikel, bariy yoki stronsiy karbonatlarning dispers zarrachalari aralashmalarining suspenziya tarkibidagi miqdori 10 dan 200 g/l gacha bo'lgan namunalarini cho'ktirib olinadi. Nikel qoplama tarkibida 2,5 % aralashma bo'ladi. Ikkinchi faza sifatida organik polimer kukunlaridan ham foydalaniladi.

Xrom asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Xrom asosidagi KEQlarni olish birmuncha qiyin bo'lib, bunda xrom olishda uchramaydigan yuqori katodli tok zichligi kerak bo'ladi. Katodda shiddat bilan ajralib chiqayotgan vodorod qoplama zarrachalarning, ayniqsa yirik zarrachalarning hosil bo'lishini qiyinlashtiradi. Xromli qoplamalarga bunday zarrachalarning kirib borishiga olti valentli xrom va eritma komponentlarining qaytarilishidan hosil bo'lgan katod atrofida himoya plyonkasining hosil bo'lishi sabab bo'ladi. KEQning hosil bo'lishini metall holidagi xromning namlanish qobiliyatining yomonligi bilan ham tushuntirish mumkin.

Elektrolizning ma'lum sharoitlaridagina tarkibida 2 % gacha ikkinchi faza bo'lgan xrom asosidagi kompozitsion qoplamalarni hosil qilish mumkin. Xrom asosida KEQ olish uchun (qo'shimchasiz, xromprotekt yoki natriy fluorid qo'shimchali, suyultirilgan) tetraxromatli yoki o'z-o'zidan boshqariluvchi standart elektrolitlardan foydalaniladi. Standart elektrolitga 200 g/l korund, KO-7 qo'shilganda qoplama tarkibidagi zarrachalar soni 0,3-0,5 dan 1,3-1,8 % (massa bo'yicha) gacha ortadi. Natriy fluorid qo'shish bilan ham cho'kma tarkibidagi zarrachalar sonini oshirish mumkin. Buning natijasida bunday qoplamalarning qattiqligi 10-30 % gacha ortadi. Ikkinchi faza sifatida tarkibida ≤ 1 % titan (IV) oksidi bo'lgan eritmadan foydalanilganda (zarrachalari o'lchami 0,1 mkm), yuqori qattiqlikka (15,5-23 GPa) ega bo'lgan silliq yaltiroq bo'lmagan qoplamalar olinadi [40].

Qimmatli xususiyatlarga ega bo'lgan qoplamalarni tarkibida 150 g/l xrom angidridi, 0,5-1,3 g/l sulfat kislotasi, 0,25-0,45 g/l kremniy (IV) oksidi (amorf) bo'lgan elektrolitdan 40-75 °S, $J_k=50$ A/dm² va $U=3-9$ V da hosil qilish mumkin. Jarayon 3,5 soat davom etadi. Kremnezem zarrachalarining dispersligi 0,01-0,02 mkm. Qoplama bevosita alyuminiy va boshqa oson passivlanuvchi metall yoki qoplamalarga

qoplanadi. Biroz silliqlangandan keyin qoplama yaltiroq bo'lib qoladi, tuzli tuman hosil qilingan kamerada yuzlab soat davomida sinalganda ham korroziyalanmaydi va qatlamlanmaydi. 1100 °S da 3 soat davomida ushlab turilgandan keyin uning qattiqligi 23 GPa ni tashkil etadi.

Xromning sirkoniy borid bilan hosil qilgan yuqori haroratli qoplamasini zarrachalari o'lchami 1-4 mkm bo'lgan tarkibida 10 dan 60 % gacha sirkoniy borid kukuni bo'lgan standart xromlash vannasida hosil qilish mumkin. Suspenziyaning hosil bo'lishida uning keskin qizishi kuzatiladi. Elektroliz $J_k=32-54 \text{ A/dm}^2$ da 2,5 soat davomida olib boriladi. Qoplama 2000-2500 °S da ham barqaror hisoblanadi [40].

Mashina detallarining yemirilishga barqarorligini oshirish uchun tarkibida rux yoki kadmiy sulfidlari bo'lgan xrom asosidagi KEQdan foydalaniladi. Buning uchun 20 mkm qalinlikdagi xrom qatlami hosil qilingandan keyin vannaga 10-50 g/l sulfid qo'shib, jarayon aralashtirib turilgan holda, 600 A/dm² yuqori katodli tok zichligida olib boriladi. Sirtqi xrom sulfidli qatlam mashina detallarining ishlov beriluvchi himoya qatlami hisoblanadi. Elektrolitga "Progress" yoki "Xromin" kabi sirt-aktiv moddalarining qo'shilishi cho'kma tarkibidagi zarrachalar miqdorining birmuncha ortishiga sabab bo'ladi, lekin bunday holda qoplama qattiqligi birmuncha kamayadi [40].

Temir asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Temirli cho'kmalarga korundni qo'shish ularning qattiqligini ancha oshiradi, ichki zo'riqishni kamaytiradi.

Temir-korundli KEQni hosil qilish uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan ($rN=1$) elektrolitdan foydalaniladi: 700 g/l temir xlorid, 100 g/l korund kukuni bo'lib, jarayon 40 °S da ikkinchi fazaning yuqori qiymatlarida olib boriladi. Qo'shimchalarning optimal miqdori 6-11 % (massa bo'yicha) bo'lib, bunda qoplamaning yemirilishga bardoshlilik 4-5 marta ortadi, ishqalanish koeffitsienti shuncha marta kamayadi. Bunday qoplamalarni mashina detallarini mustahkamlash va tiklash uchun tavsiya etish mumkin.

Tarkibida 2-7 % qo'shimcha bo'lgan temir-korundli KEQni cho'ktirish uchun elektrolizning keng oralig'ida pH qiymati 0,5-2,0 ga teng bo'lgan, tarkibida 270 g/l temir xlorid, 100 g/l marganes xlorid va 100 g/l korund-M5 bo'lgan elektrolitdan foydalaniladi. Korund zarrachalarining kiritilishidan ko'pgina hollarda temirli qoplamalarning darz ketgan qismlari kamayadi, ikkinchi fazaning matritsaga egiluvchi ta'siri tufayli temirli cho'kmalardagi ichki zo'riqish kamayadi [40].

Temir-korund galvanik kompozitsiyasi pH=2 bo'lgan quyidagi elektrolitdan cho'ktiriladi: 500 g/l temir sulfat, 50 g/l natriy xlorid va 50 g/l zarrachalarining o'lchami 0,1 mkm bo'lgan korundli elektrolitdan 80 °S va $J_k=10 \text{ A/dm}^2$ da cho'ktiriladi. Cho'kmadagi korund zarrachalarining optimal konsentratsiyasi 2-4 % ni tashkil etadi. Bunday qoplamalarning qattiqligi 4-4,2 GPa ga, cho'zilishdagi buzuvchi kuchlanish qiymati 78 MPa ga teng. Cho'kmadagi zarrachalar miqdori >4 % bo'lganda qoplama qattiqligi va mustahkamligi bir xil taqsimlanmagan kuchlanishli uchastkalarining paydo bo'lishi hisobiga pasayadi. Temir-korund qoplamalariga termik ishlov berilgandan keyin (400 °S da 40 daqiqa davomida) ularning qattiqligi 500-600 MPa ga kamayadi [40].

Tarkibida 2-3,6 % titan (IV) oksid (rutil) bo'lgan kompozitsiyalar ham ma'lum. Ularni pH qiymati 1,5-1,8 bo'lgan, tarkibida 270 g/l temir xlorid, 50 g/l titan (IV) oksidi bo'lgan elektrolitdan 40-60 °S va $J_k=20-60 \text{ A/dm}^2$ da olinadi [40].

Yuqori qattqlikka ega bo'lgan temirli qoplamalarni olish uchun elektrolit – suspenziyaga boridlar yoki sirkoniyli birikmalar qo'shiladi. Boridlarni elektrolitga kiritib cho'ktirilgandan va diffuziyali toblangandan keyin vakuumda 900-1100 °S da qoplama qattqligi 16-17 GPa ga etadi [40].

Temir-grafit KEQlari pH qiymati 2 ga teng bo'lgan, tarkibida 110 g/l temir sulfat, 30 g/l borat kislota, 25 g/l ammoniy sulfat va 10 g/l grafit bo'lgan elektrolitdan 10-40 °S va $J_k=2,5 \text{ A/dm}^2$ da cho'ktiriladi.

Yuqori qattqlikka ega (12-13 GPa) va yemirilishga chidamli qoplamalar tarkibida 50-100 g/l sirkoniy (IV) oksidi bo'lgan elektrolit suspenziyadan hosil qilinadi (94-jadval) [12].

94-jadval

Sirkoniy oksid-temir asosidagi KEQ larni cho'ktirish rejimi va elektrolit tarkibi, g/l

Elektrolit	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Zr}(\text{SO}_4)_2$	t, °C	$J_k, \text{ A/dm}^2$	pH
1	300	70-80	80-90	30-50	8-10	3-4
2	300	-	80-90	25-50	4-10	2-4
3	400	70-75	-	25-50	≤ 10	2-4
2-elektrolit 100-150 g/l limon kislota, 3-elektrolit 90-100 g/l ammoniy sulfat saqlaydi.						

Temirni molibden va volfram disulfidlar, sement changi va grafit bilan birgalikda cho'ktirishda ikkinchi faza qattiq surkov moyi rolini o'ynovchi, yemirilishga bardoshli antifriksion kompozitsion qoplamalarni hosil qiladi.

Tarkibida 200 g/l temir xlorid, 20 g/l kaliy yodid va sulfat kislota bo'lgan (pH=1,5) elektrolitga 60 g/l molibden va volfram disulfidlarini qo'shish natijasida 20 °S va $J_k=10 \text{ A/dm}^2$ da temir cho'kmalarining xossalarini o'zgartiruvchi KEQlar hosil qilinadi (95-jadval).

95-jadval

Disulfidli qo'shimchalarni qo'shilguncha (suratda) va qo'shilgandan keyingi (maxrajda) temir qoplamalari xususiyatlari

Qo'shim-chalar	Qattiq-ligi, GPa	Ishqalanish koefitsienti	1 yildagi ichki kuchlanishi	Yeyilishi, mkg/m	
				qoplama	Kontrtela (po'lat-2X13)
MoS_2	3,6/3,2	0,6/0,1	240/200	14/34	4,7/0,1
WS_2	3,6/3,0	0,6/0,1	240/140	14/18	4,7/0,1

Yemirilishga bardoshli antifriksion qoplamalar sifatida temir-sement changi bo'lgan KEQlardan foydalaniladi. Elektrolitni cho'ktirishdan oldin sement changiga xlorid kislota bilan ishlov beriladi. Uning cho'kma tarkibidagi miqdori 5 % gacha yetadi.

Kobalt asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Korund va xrom karbidi zarrachalari qo`shilgan kobalt asosidagi kompozitsion qoplamalar yuqori yemirilishga bardoshlilik bilan xarakterlanib, sirpanish-ishqalanish sharoitida ishlovchi detallarga qoplanadi.

Tarkibida xrom karbidi bo`lgan KEQlar eroziyal va vibratsiyali yemirilish sharoitlarida, ayniqsa yuqori haroratlarda yaxshi natijalar ko`rsatadi. Tarkibida α -bor nitridi bo`lgan KEQlar antifriksion qotishmalar bo`lib, ular qatlamsimon tuzilishli qattiq surkov materiallari hisoblanadi [40].

Kobalt-korund tarkibli KEQni pH=4 da tarkibi quyidagicha bo`lgan elektrolitdan cho`ktirish talab etiladi: 260 g/l kobalt sulfat, 45 g/l kobalt xlorid, 30 g/l borat kislota va 25 g/l korunddan 40 °S va $J_k=1-8 \text{ A/dm}^2$ da hosil qilinadi. Tok zichligi ortishi bilan korund tarkibidagi qo`shimchalar miqdori 1,6-2,4 dan 1,2-1,6 gacha kamayadi. Ikkinchi faza konsentratsiyasining ortishi bilan (suspensiyali eritma tarkibida 25 dan 150 g/l gacha) undagi metall faza miqdori 5,3 % gacha ortadi. Bunda cho`kmalardagi ichki zo`riqish 125 dan 62 MPa gacha pasayadi, qattiqligi esa ortadi [40].

Sulfatli elektrolitda cho`ktirilgan kobalt- $\alpha$ -bor nitridi asosidagi KEQ tarkibida 1 % gacha bo`ladi (elektrolit tarkibidagi α -bor nitridi miqdori 200 g/l gacha). Bor nitridi zarrachalari elektrolit bilan yaxshi namlanmaydi va elektrolitda o`z vaqtida ko`pik hosil bo`lishiga sabab bo`ladi. Ko`pik hosil bo`lishining oldini olish uchun "Progress" elektroliti qo`shiladi.

Kumush asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Kumush asosida olingan kompozitsion qoplamalar sof kumushli qoplamalarga nisbatan yuqori qattqlik va yemirilishga bardoshlilik hamda antifriksion xossalarni namoyon etishi bilan ajralib turadi. Undan kumushni qorayishidan himoya qilishda ham foydalaniladi. Kumushning korund bilan hosil qilgan qoplamasi quyidagi elektrolitlar asosidagi suspensiyadan hosil qilinadi [40]:

- pH qiymati 9-10 bo`lgan geksatsianoferrat(II) li elektrolit tarkibida 40 g/l kumush xlorid, 200 g/l geksatsianoferrat(II), 30 g kaliy karbonat va 10 g/l korund-M10 bo`lib, undan $J_k=0,5-1,0 \text{ A/dm}^2$ da foydalaniladi. Bu elektrolit qattqligi yuqori bo`lgan ( $\leq 1,5 \text{ GPa}$ ) qoplama olish imkonini beradi. Elektrolit tarkibida korund-M20 ning miqdori 5 dan 150 g/l gacha bo`lsa, qattqligi 1,4-1,7 GPa bo`lgan qoplama olish mumkin va u o`z xossalarini vaqt o`tishi bilan o`zgartirmaydi. Korund zarrachalari ularning konsentratsiyasi yuqori bo`lganda cho`ktirilsa, silliqlovchi ta`sir ko`rsatadi. Qoplama tarkibidagi zarrachalar miqdori 0,5-1,2 % dan oshmaydi. Qoplama qalinligi 10-30 mkm bo`lib, kumush-korund qoplamasining yemirilishga bardoshlilik toza kumushli qoplamalarnikidan ikki, uch marta katta bo`ladi.

- pH qiymati 10-11 bo`lgan rodanidli elektrolit tarkibida 40 g/l kumush xlorid 200 g kaliy, 100 g/l kaliy rodanid, 7,5 g/l o`yuvchi kaliy, 40 g/l kaliy nitrat va 0,5 g/l kaliy sulfiti bo`lib, undan $J_k=0,25-1,0 \text{ A/dm}^2$ da 10-20 mkm qalinlikdagi yaltiroq qoplamalar olishda foydalaniladi.

- pH=12 bo`lgan sianidli elektrolit tarkibida 30-40 g/l kumush xlorid, 100 g/l kaliy karbonat, 60 g/l kaliy sianid va 100 g/l korund bo`lib, $J_k=1,0-2,0 \text{ A/dm}^2$ da tarkibida 0,3-0,7 % korund zarrachalari bo`lgan, qattqligi 1,3-1,6 GPa, undan qoplama qalinligi 10-20 mkm bo`lgan yarim yaltiroq qoplamalar hosil qilinadi. Tok

zichligining past qiymatlarida qoplama tarkibidagi korund miqdori kam bo'ladi. Kumush konsentratsiyasining 30 dan 60 g/l gacha o'zgarishi amalda qoplama qalinligi va tarkibiga ta'sir ko'rsatmaydi. Erkin sianidlar konsentratsiyasining 20 dan 80 g/l gacha ortishi qoplama tarkibidagi zarrachalar miqdorining ortishiga olib keladi. Bunday sharoitda qoplama qattiqligi ham ortadi. Elektrolitga tiomochevina, kaptaks va dekstrin kabi organik qo'shimchalarning qo'shilishi (0,1-0,4 g/l) qoplamadagi zarrachalar miqdoriga deyarli ta'mir ko'rsatmaydi. Qotishmadagi korund zarrachalarining miqdori elektr xossalariga kam ta'sir ko'rsatadi. Masalan, kumush qotishma tarkibiga 1 % korund qo'shilsa, uning solishtirma elektr qarshiligi 5-10 % ga ortadi. Kumushli qoplamalarning korund bilan kavsharlanishining davomiyligi birmuncha ortadi (toza kumush uchun 5-10 sekund, KEQ uchun 10-15 sekundgacha). Tarkibida korund bo'lgan KEQlarning asosiy afzalligi ularning rekristallanishga ortiqcha qarshilik ko'rsatishi va qoplamaning uzoq vaqt saqlanishida ham qattiqligini o'zgarmasligi hisoblanadi [40].

- pH qiymati 2,2-7,6 bo'lgan yodli elektrolitning tarkibida 20-25 g/l kumush xlorid va 400 g/l kaliy yodid bo'lib, u $J_k=0,25\text{A/dm}^2$ da qalinligi 10-20 mkm bo'lgan KEQni olish imkonini beradi. Korundning elektrolitdagi konsentratsiyasi 50 dan 200 g/l gacha bo'lganda qattiqligi kam (700-800 MPa) bo'lgan yirik kristall holidagi cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kmadagi qo'shimchalar miqdori massa bo'yicha 3-5 % gacha yetadi. Agar elektrolitga 5-10 g/l korund qo'shilsa, uning 1-2 % i (massa bo'yicha) cho'kmaga o'tadi, bunda qattiqlik 820-840 MPa gacha yetadi [40].

Kumush asosidagi KEQlar uchun korund bilan bir qatorda boshqa oksidlardan, masalan, berilliy va titan oksididan foydalaniladi. Bunday holda KEQ sianidli elektrolitlardan cho'ktiriladi. Elektrolitlarga berilliy oksididan 100 g/l miqdorda qo'shiladi.

Qoplamada massa bo'yicha 0,3-0,5 % berilliy oksidi bo'lib, kumushga yaqin bo'lgan o'tish qarshiligiga ega, yaxshi kavsharlanadi, ishqalanganda unda qotishmaning bo'rtib chiqqan qismi bo'lmaydi.

Kumushni titan (IV) oksidi bilan birgalikda cho'ktirilganda uning elektrolitdagi miqdori 50 dan 200 g/l gacha bo'lsa, 2-5 % ni tashkil etadi. Qoplama yuqori qattiqligi (1,2 GPa gacha) va yemirilishga bardoshlilik bilan xarakterlanadi [40].

Antifriksion xususiyatlarni yaxshilash va kumushli elektr kontaktlarning qotishiga yo'l qo'ymaslik uchun ikkinchi faza sifatida grafit, molibden disulfid, bor nitrid va reniy oksidi bo'lgan KEQlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Kumushni grafit bilan birgalikda cho'ktirish uchun rodanidli, yodidli va sulfat-ammiakatli elektrolitlardan foydalaniladi. Rodanidli elektrolitga 50-500 g/l grafit qo'shilganda tarkibida 1,8-2,8 % grafit bo'lgan g'adir-budur strukturali to'q kulrang qoplama hosil bo'ladi. Yodidli elektrolitlarda $\text{pH}=2,2-4,7$ va undagi grafit miqdori 100 g/l bo'lganda tarkibidagi grafit miqdori 3,8 % bo'lgan g'adir-budur qoplama hosil bo'ladi.

Kumush bilan qoplashning sulfat-ammiakatli elektrolitidan, grafitning elektrolitdagi 50 g/l konsentratsiyali suspenziyasidan tarkibida 4,5-7 % grafit bo'lgan qoplama olish mumkin.

Qoplamalarni ishqalashda juda kam tugunchalar hosil bo'ladi, yodidli elektrolitlardan foydalanilganda esa umuman hosil bo'lmaydi [40].

Tarkibida molibden disulfidi bo'lgan kumush qoplamalarini rodanidli, yodidli va sulfat-ammiakatli elektrolitlardan hosil qilish mumkin. Geksatsianoferrat(II) va sianidli elektrolitlardan molibden disulfidi kumush bilan grafit kabi cho'kma hosil qilmaydi.

Tarkibida 100-150 g/l molibden disulfidi bo'lgan rodanidli elektrolitlardan qoplamaga 2,4-3,3 % i, yodidli elektrolitdan 12,8 % va tarkibida 5-50 g/l sulfat ammiakatli elektrolitlardan 1,1-4,3 % molibden disulfidi qoplama tarkibiga o'tadi [40].

Bor nitridi kumush bilan yodidli va sulfat-ammiakatli elektrolitlarda birgalikda cho'ktiriladi. Yodidli elektrolitda cho'kmaga 0,5 -1 % bor nitridi qo'shiladi va bunda cho'kmaning strukturasi mayda kristall holda bo'ladi. Sulfat-ammiakatli elektrolitdan kumush bilan 11,2 % bor nitridini suspenziyadagi konsentratsiyasi 20 g/l bo'lgan sharoitda birgalikda cho'ktiriladi. Zarrachalarning birgalikda cho'kishida qoplama sirtining notekisligini qo'shimcha mexanik ishlov berish-surkash poroshogini moylash kukuni yordamida artish yo'li bilan yo'qotish mumkin, buning natijasida qotishmaning antifriksion xususiyatlari birmuncha ortadi (ishqalanish koeffitsienti 30-40 % gacha kamayadi) [40].

Suspenziyadan emas, balki ikkinchi faza zarrachalari bo'lmagan elektrolitdan birgalikda cho'ktirilayotgan zarrachalarning bevosita elektrokimyoviy zaryadsizlanishidan olingan KEQni alohida o'rganish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunday holda metallardan biri kislorodni oksid ko'rinishida biriktirib zaryadsizlanadi. Bunday KEQlardan birini kumush bilan reniy (IV) oksididan olish mumkin. Buning uchun quyidagi elektrolitlardan foydalanish yaxshi natija beradi.

pH=10 bo'lgan sianidli elektrolit tarkibida 3-7 g/l kumush sianid, 0,75-1,25 g/l kaliy perrenat, 60-125 g/l kaliy sianid va 3-75 g/l kaliy karbonat bo'lib, unga 10-52 °S va $J_k=1,0-13,5 \text{ A/dm}^2$ da ishlov beriladi. Ikkinchi fazadagi qo'shimchalar miqdori 3-7 % ni tashkil etadi.

Geksatsianoferrat(II)li elektrolitning pH qiymati 9-10 bo'lib, uning tarkibida 10-20 g/l kumush, 20-25 g/l natriy perrenat, 20-60 g/l kaliy karbonat, 100-150 g/l kaliy va 0,1-0,5 g/l monoetanolamin bo'lib, elektroliz jarayoni 18-25 °S va $J_k=0,5-1,0 \text{ A/dm}^2$ da olib boriladi, ikkinchi fazadagi qo'shimchalar miqdori 1-2 % ni tashkil etadi.

Ditsianoargentatli elektrolit rN i 9,5-10 bo'lib, uning tarkibida 20-30 g/l kaliy ditsianoargentat, 1-3 g/l natriy perrenat, 15-20 g/l ammoniy nitrat, 2-3 g/l trietanolamin bo'ladi va unga 18-25 °S va $J_k=0,5-1,0 \text{ A/dm}^2$ da ishlov beriladi, ikkinchi fazadagi qo'shimchalarning miqdori 20 % gacha bo'ladi.

Kumush-reniy oksididan iborat KEQdan yuqori haroratlar (700 °S gacha)da ishlovchi detallarga surkash uchun foydalaniladi. Bu KEQning quruq ishqalanish koeffitsienti xona haroratida 0,06-0,07 ni tashkil etadi.

Yuqori yuklanish va haroratlarda kumush-reniy oksididan iborat KEQning yemirilishga bardoshliligi va antifriksion xossalari grafitli, nikelning fosforli qotishmasi, grafitli va xromli KEQlardan birmuncha yuqori bo'ladi.

Kumushli qoplamalarning eng asosiy kamchiliklariga ularning qorayishga moyilligi borligi hisoblanadi, buning natijasida kumush sirtida kumush sulfidlari va oksidlarini hosil qilishi hisoblanadi. Qorayishning oldini olish uchun kumush va kumush qoplamalarning sirtiga xromatlar va boshqa birikmalar hamda rangsiz lak bilan ishlov beriladi. Bu usullardan kumush qoplamalarga bug` bilan ishlov berishda foydalanib bo`lmaydi, bu vaqtda tashqi plyonkalar tezda yo`qotiladi [40].

Kumushli qoplamanı qorayishdan saqlash uchun uning qalinligi o`zgarganda kumush oksididagi KEQga berilliy, alyuminiy, magniy, titan va boshqa suvda cho`kma hosil qilmaydigan metallarning asosli birikmalaridan qo`shiladi. Bunday qoplamalarni sianidli va geksatsianoferat(II)li elektrolitga berilliy, alyuminiy, magniy gidroksidlari qo`shimchalarini cho`ktirish yo`li bilan hosil qilinadi. Qoraymaydigan kumushli qoplamalarni cho`ktirishning birmuncha istiqbolli texnologiyasi kumushlash elektrolitlariga cho`ktirilmaydigan metallarning eruvchan birikmalarini kiritish hisoblanadi. Elektroliz vaqtida katod oldi qatlami rN ining ortishi hisobiga bu birikmalar cho`kma tarkibiga gidroksidlar ko`rinishida kiritiladi. Bunday qoplamalarni qoplash uchun zarur elektrolitlar quyida keltirilgan.

Qoraymaydigan kumushli qoplamalarni olish uchun quyidagi elektrolitlardan foydalanish mumkin:

- pH=9,4 bo`lgan, tarkibida 40 g kumush xlorid, 200 g/l kaliy geksatsianoferat(II), 30 g kaliy karbonat va 0,05-1,0 g/l magniy sulfat bo`lgan elektrolitga $J_k=0,1-1,0 \text{ A/dm}^2$ da 80 daqiqa davomida ishlov beriladi.

- pH=5,5 bo`lgan, tarkibida 25 g/l kumush xlorid, 25-400 g/l kaliy yodid, va 0,1-10 g/l berilliy va alyuminiy sulfat bo`lgan yodidli elektrolitga $J_k=0,25 \text{ A/dm}^2$ da 60 daqiqa davomida ishlov beriladi.

Oltin asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Oltin asosidagi kompozitsion qoplamalar tarkibiga korund zarrachalari qo`shilib, ular yuqori qattiqligi va yemirilishga bardoshliligi bilan xarakterlanadi. Bunday qotishmalar ishqoriy – etilendiaminli elektrolitlar yordamida cho`ktiriladi. Ularning tarkibida 4-6 g/l oltin, 200 g/l natriy sulfat, 20 g/l natriy ftorid, 14 g/l etilendiamin va 50-100 g/l korund bo`lib, ular 35-40 °S va  $J_k=0,2-0,5 \text{ A/dm}^2$  da yoki sianidli elektrolitlar: 7,1 g oltin, 0,2 g/l kumush, 60 g/l kumush sianid, 12 g/l kaliy karbonat va 100 g/l korunddan iborat bo`lib, ularga 20-40 °S va $J_k=0,5-1,0 \text{ A/dm}^2$ da ishlov beriladi [40].

Oltin-korund tarkibli KEQ etilendiaminli elektrolitdan cho`ktirilib, uning tarkibida massa bo`yicha 4-5 % korund, yuqori qattiqligi (1,6 GPa) va yemirilishga bardoshliligi bilan xarakterlanadi (sof oltinli cho`kmadan 4-5 marta ko`proq bo`ladi). KEQning korroziyali xossalari, kavsharlashga bo`lgan qobiliyati kabi yomonlashmaydi.

Sianidli elektrolitlardan olingan cho`kmalar tarkibida 1-3 % gacha qo`shimchalar bo`ladi. KEQlarning qattiqligi toza qoplamaga nisbatan 10-20 % gacha ortiq bo`lib, 1,3-1,4 GPa gacha yetadi, yemirilishga bardoshliligi esa 1,5-2,5 marta ortadi. KEQning g`ovakligi 2-5 g`ovak/sm², toza qoplamaniki esa 4-7 g`ovak/sm<sup>2</sup> ni tashkil etadi, ya`ni korund zarrachali qo`shimchalar g`ovaklikning kamayishiga sabab bo`ladi [40].

Oltin qoplamalarining yemirilishga bardoshlilikini birmuncha oshirish uchun tok zichligi $0,5 \text{ A/dm}^2$ va 60°S da sianid kislotali va sulfitli ishqoriy elektrolitlarga titan va volfram karbidlari qo'shish kerakligini taqozo qiladi. Bunda birgalikda cho'kuvchi karbidlarning miqdori 20 % gacha yetishi mumkin. Tarkibida 15 % karbidlari bo'lgan oltin qotishmasining yemirilishga chidamliligi sof oltinnikidan 5 marta yuqori, o'tish qarshiligi esa atigi $1,08 \text{ m}^*\text{Om}$ ga (oltinning o'tish qarshiligi $0,78 \text{ m}^*\text{Om}$) teng. Bunday qoplamalardan sirpanuvchi kontaktlarda foydalanish mumkin.

Oltin asosidagi qattiq surkovli molibden disulfid tipidagi qo'shimchalarga natriy fluorid qo'shish kerak bo'ladi. Bu zarrachalar yopishishga xalaqit beradi va zichlashtirilgan qoplamalar olish imkonini beradi. Molibden disulfid zarrachalarining oltin cho'kmalariga samarali kirib borishini ularni oldindan polimetilmetaakrilatning dixloretan yoki atseton eritmalari bilan kapsullash bilan ham amalga oshirish mumkin. bundan tashqari ularga 20 % li etilendiamin eritmasi bilan ishlov berilsa, bunday suspenziyalardan olingan qoplamalar tarkibida 2 % gacha shunday zarrachalar bo'lishi mumkin.

Oson suyuqlanuvchan metallar asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar

Oson suyuqlanuvchan metallar – rux, kadmiy, qalay va qo'rg'oshin asosida tayyorlangan kompozitsion qoplamalar buyumlar sirtini korroziyadan himoya qilish, uning qattiqligini oshirish uchun ishlatiladi.

Rux asosidagi KEQlar asosan sulfatli va sianidli elektrolitlardan olinadi. Quyida yuqori korroziyaga chidamlilikni namoyon qiluvchi kompozitsion qoplamalarni cho'ktirishning rux bilan qoplash elektrolitlari va ularning elektroliz rejimlari ko'rsatilgan.

Sulfatli 1-elektrolit tarkibida 310 g/l rux sulfat, 75 g/l natriy sulfat, 30 g/l ammoniy sulfat va 50-100 g/l korund-M14 bo'lib, undan $18-25^\circ\text{S}$ va $J_k=5,0 \text{ A/dm}^2$ da foydalaniladi. Uning tarkibidagi ikkinchi faza miqdori 0,4-0,6 % ni tashkil etadi.

Sulfatli 2-elektrolit tarkibida 75 g/l rux sulfat, 50 g/l natriy sulfat, 50 g/l natriy xlorid, 50 g/l limon kislota, 2 g/l jelatina va 200 g/l sirkoniy oksidi bo'lib, undan 50°S va $J_k=5,0-30,0 \text{ A/dm}^2$ da foydalaniladi. Uning tarkibidagi ikkinchi faza miqdori 1,1-1,2 % ni tashkil etadi.

Sinkatli elektrolit tarkibida 16 rux sulfat, 220 g/l kaliy ishqori, 0,3 g/l qalay va 5-50 g/l kukun holdagi nikel bo'lib, undan 50°S va $J_k=4,0 \text{ A/dm}^2$ da foydalaniladi. Uning tarkibidagi ikkinchi faza miqdori 0,3-6 % ni tashkil etadi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan kompozitsion qoplamalardan tashqari, ruxning kapron va poliamid-548 kabi polimer zarrachalari qo'shilgan va kislotalar ta'siriga juda chidamli bo'lgan qoplamalari ham olingan.

Kadmiy asosidagi KEQlarni tarkibi quyidagicha bo'lgan sulfatli elektrolitlardan olinadi: 100 g/l kadmiy sulfat, 20 g/l borat kislota, 30 g/l natriy xlorid, 5 g/l jelatina va 50 g/l korund (M14, M20 yoki M28) bo'lgan elektrolitdan $18-25^\circ\text{S}$ va $J_k=2,0 \text{ A/dm}^2$ da olib boriladi. Cho'kmadagi korundning miqdori 1,1-2,1 % ni tashkil etadi. Qoplama qattiqligi 350-450 MPa, yemirilishga chidamliligi toza kadmiyli qotishmalarnikidan 2-2,5 marta yuqori. Elektrolitning r_n i 1,5 dan 5,5 gacha

ortishi bilan choʻkmalardagi qoʻshimchalarning miqdori, qoplamalarning qattiqligi va yemirilishga bardoshliligi ortib boradi [40].

Tarkibida sirkoniy (IV) oksidi zarrachalari boʻlgan, qattiqligi 16 GPa boʻlib, boshlangʻich metallar qattiqligidan 20-40 marta ortiq boʻlgan yemirilishga oʻta chidamli boʻlgan kadmiyning vismut bilan hosil qilgan antifriksion qotishmasini choʻktirish uchun ham elektrolit yaratilgan. Bunday elektrolit tarkibida 90 g/l kadmiy sulfat, 20 g/l vismut sitrat, 20 g/l polietilenpoliamin, 275 g/l limon kislota va 25-100 g/l sirkoniy (IV) oksidi boʻlib, undan 50 °S, $J_k=10 \text{ A/dm}^2$ va pH=9,5 da foydalaniladi, qoplama tarkibidagi zarrachalar miqdori 1,2-2,8 % ni tashkil etadi [48].

Tarkibida korund qoʻshimchalari boʻlgan qalay asosidagi KEQni sulfatli, xlorid-ftoridli va stannatli elektrolitlardan olinadi [40].

Sulfatli 1- elektrolitlarda pH=0,6 va 2- elektrolitda pH=0,7 ga teng boʻlib, ularning tarkibida 50 g/l qalay sulfat, 180 va 90 g/l sulfat kislota, 30 va 10 g/l etil spirti, 3 va 2 g/l jelatina boʻlib, u 18-25 °S va $J_k=4,0 \text{ A/dm}^2$ va $J_k=1,2 \text{ A/dm}^2$ da mos ravishda qalinliklarga 20 va 10-20 mkm li qoplamalar olish uchun ishlatiladi.

pH=1,6-4,4 boʻlgan, tarkibida 55 g/l qalay (IV) xlorid, 6 g/l natriy xlorid, 50 g/l natriy ftorid, 1 g/l jelatina boʻlgan elektrolitdan 18-25 °S va $J_k=2,0 \text{ A/dm}^2$ da qalinligi 20 mkm boʻlgan qoplama hosil qilishda foydalaniladi.

pH=12,5 boʻlgan stannatli elektrolit tarkibida 200 g/l qalay (IV) xlorid, 95 g/l natriy ishqori, 30 g/l natriy atsetat boʻlgan elektrolitdan 75 °S va $J_k=2,0 \text{ A/dm}^2$ da qalinligi 12 mkm boʻlgan qoplama hosil qilishda foydalaniladi.

Sulfatli 1-elektrolit tarkibiga 200 g/l korund qoʻshilganda tarkibida qoʻshimchalari kam boʻlgan qoplama olinadi, lekin bunday qoplamaning qattiqligi 220 MPa gacha boʻlib, uning yemirilishga bardoshliligi toza qoplamalarnikidan 1,5 marta katta boʻladi.

Sulfatli 2-elektrolit tarkibiga 600 g/l korund qoʻshilganda, qoplamaning qattiqligi juda yuqori – 250 MPa gacha boʻlgan, tarkibida 1,9-2,5 % qoʻshimchalari boʻlgan qoplama hosil qilinadi.

Stannatli elektrolitga korund qoʻshilganda undan korroziyaga bardoshli qoplamalar olish mumkin.

Tarkibida 200 g/l korund boʻlgan elektrolitdan turli xil rusumli korundning hosil qilgan qoplamasining qattiqligi va yemirilishga bardoshliligi 96-jadvalda koʻrsatilgan [40].

96-jadval

Qoplamalar	Massaning ortishi, %	Qattiqligi, GPa	Yemirilishga chidamliligi, (massa yoʻqolishi) kg
korundsiz	0	110-130	5,0-6,4
M5	2,4-5,4	160-210	2,8-4,3
M20	4,3-6,9	210-280	2,9-4,3

Sement changi qoʻshilgan kislotali elektrolitdan polietilen, karbolit, polistirolli qoplamalar hosil qilinadi.

Qoʻrgʻoshin asosida olingan KEQning qattiqligi va yemirilishga chidamliligi juda yuqori boʻlib, tarkibi quyidagicha boʻlgan ftorboratli elektrolitdan choʻktiriladi:

190 g/l qo'rg'oshin ftorborat, 40 g/l ftorid kislota, 1 g/l jelatina yoki tarkibida 220 g/l qo'rg'oshin fenolsulfon, 40 g/l fenolsulfon kislota va 1 g/l jelatinadan iborat.

Ftorboratli elektrolitga 200 g/l korund-M20 qo'shilsa, uning 3,2 % miqdori cho'kmaga o'tadi va tiniq kulrang ko'kimtir belgilari bo'lgan qo'rg'oshinli qoplamalarning qattiqligini 97 MPa gacha oshiradi. Agar elektrolitga 150 g/l amorf kremniy qo'shilsa, qattiqligi 90 MPa bo'lgan tarkibida 2,3 % kremniy bo'lgan tiniq kulrang kumushsimon belgili qoplama hosil bo'ladi.

Elektrolitga 50 g/l surma qo'shilsa, qattiqligi 174 MPa gacha bo'lgan, tarkibida 9 % gacha surma tutuvchi qora rangli qoplama hosil bo'ladi. Barcha hollarda tokning katodli zichligi $J_k=10 \text{ A/dm}^2$ ga teng. $\text{pH}=1,6$ da, 40°S va $J_k=1,0 \text{ A/dm}^2$ katodli tok zichligida qattiqligi 90-110 MPa, tarkibidagi zarrachalarning miqdori 0,3 dan 3,7 % gacha bo'lgan qoplama hosil bo'ladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Kompozitsion qoplamalar haqida tushuncha bering.
2. Mis asosidagi kompozitsion qoplamalar qanday tayyorlanadi?
3. Nikelli antifriksion KEQlar tarkibi qanday elektrolitlardan olinadi?
4. Xromli KEQlar va ularni tayyorlanish jarayonlarini tushuntiring.
5. Temir asosidagi KEQlar qanday olinadi?
6. Kumush asosidagi KEQlarni tayyorlashda jarayon qanday rejimda olib boriladi?
7. Kumushli KEQlarning qanday kamchiliklari mavjud?
8. Oltin asosidagi KEQlarning elektrolitlari qanday tayyorlanadi?
9. Rux, kadmiy asosidagi kompozitsion qoplamalar olish uchun elektrolitlar qanday tayyorlanadi?
10. Korund qo'shimchali KEQlarning qanday xususiyatlari mavjud?

MA'RUZA № 5

MAVZU: OKSIDLI QOPLAMALAR OLISH TEXNOLOGIYALARI

REJA:

1. Qora metallarni oksidlash
2. Oksidli qoplamalarning korroziyaga bardoshlilikini oshirish
3. Magniy va uning qotishmalarini oksidlash
4. Titan va uning qotishmalarini oksidlash
5. Xrom, rux, kadmiy, mis va ularning qotishmalarini oksidlash
6. Alyuminiy va uning qotishmalarini oksidlash
7. Qattiq holda anodlash
8. Ematallash
9. Oksidli plyonkalarining himoyaviy xususiyatlarini oshirish

Metall sirtlariga himoyali, himoya-dekorativ va maxsus xususiyatlar faqatgina metall qoplamalar qoplash yo'li bilan amalga oshirilmaydi. SHu maqsadda nometall noorganik qoplamalardan keng miqyosda foydalanilmoqda. Bu jarayonlarga qora va rangli metallarni oksidlash va fosfatlash jarayonlari kiradi. Murakkab uskunalar talab etmaydigan, nisbatan oddiy bo'lgan bunday jarayonlardan sanoatning turli

tarmoqlarida foydalaniladi. Masalan, metallurgiyada prokatslashni yengillashtirishda, chuqur choʻzish va qora metallarni oʻrashda foydalaniladi.

Oksidlash – qora metallarni korroziyadan saqlashning nisbatan iqtisodli va ishonchli usullari boʻlib, undan asosan choʻyan va quyi legirlangan poʻlatlarni himoya qilishda foydalaniladi. Kimyoviy va elektrokimyoviy oksidlash alyuminiy va uning qotishmalariga yakuniy ishlov berishning asosiy jarayonlari hisoblanadi.

Oksidlash

Oksidlash – metall sirtida asosan ishlov berilayotgan metall oksidlaridan tashkil topgan sunʼiy plyonka hosil qilish jarayonidir. Buning natijasida korroziyaga barqarorlik ortadi, buyumlarning dekorativ koʻrinishi yaxshilanadi, ularga maxsus texnologik xossalar beriladi.

Qora metallarni oksidlash

Qora metallarni oksidlashda ularning sirtida qalinligi $\leq 2-3$ mkm boʻlgan, asosan magnetit - Fe_3O_4 dan iborat plyonka hosil boʻladi. Plyonkaning rangi uning qalinligi, ishlov berilayotgan metalning rusumi va olish texnologiyasiga bogʻliq boʻladi.

Qora metallar va ularning qotishmalariga mos boʻlgan holda kislotali va ishqoriy muhitlarda kimyoviy oksidlash usullari koʻproq tarqalgan.

Ishqoriy oksidlash uchun eritmalar asosan ishqorlar va oksidlovchilar – nitrat va nitritlardir. Bular natriy yoki kaliy nitratlar va maxsus qoʻshimchalardan iboratdir. Odatda jarayon eritmaning qaynash harorati yoki unga yaqin haroratlarda olib borilib, u ishqorning konsentratsiyasi bilan aniqlanadi. Oksidlashning optimal rejimini tanlash (ishlov berish vaqti va eritma harorati) koʻpincha ishlov berilayotgan metall rusumi bilan aniqlanadi (109-jadval).

109-jadval

Turli xil metall rusumlarining oksidli plyonkalarining rangi va oksidlash rejimlari bogʻliqligi

Metall	S, %	t, °S	τ, daqiqa	Oksidli plyonka rangi
Uglerodli poʻlat	0,1-0,4	142-145	35-50	Koʻkimsir qora
	0,4-0,7	138-142	20-35	
	>0,7	135-140	15-20	
Xrom-nikelli poʻlat	-	145-155	60-120	Binafsha-jigarrangdan koʻkimsir qora ranggacha
Choʻyan va kremniyli poʻlat	-	135-140	30-60	mallarang-sariqdan jigarranggacha

110-jadvalda kimyoviy oksidlash oksidlarining tarkibi va ularning ish rejimlari keltirilgan.

110-jadval

Qora metallarni oksidlash rejimlari va ishqoriy eritmalarining tarkibi, g/l

Eritma	NaOH	NaNO ₃	NaNO ₂	t, °S	τ, daqiqa
1	550-700	50-100	200-250	135-155	-
2	600-700	-	120-160	137-143	15-20
3* ¹	500-600	50-100	50-100	125-135	20-30
4	700-800	75-125	75-125	135-150	30-40
5* ²	600-700	200-250	-	140-145	-
*1 eritma 20-60 g/l natriy ortofosfat, *2 eritma 8-10 g/l kaliy xlorid va 10-20 g/l kaliy geksatsianoferrat(III) saqlaydi.					

1- va 2-eritmalar GOST 9047-75 bo'yicha tavsiya etilgan bo'lib, tezlashtirilgan oksidlashda foydalaniladi. Ularda cho'yan, past va o'rtacha legirlangan po'latlarni oksidlash maqsadga muvofiq hisoblanadi. 3- va 4-eritmalaridan ikki bosqichda oksidlashda foydalaniladi. 5-eritmada oksidlash oksidli plyonka sirtida gidratlangan temir oksidining erimaydigan qizil rangli qatlami hosil bo'lishining oldini oladi.

Oksidli plyonkaning himoyalash xossasini bir necha bosqichda oksidlash sezilarli darajada oshiradi. Oksidli plyonkani uch qatlamda qoplash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunda hosil bo'lgan umumiy oksidli plyonka yuqori himoyalash xususiyatiga ega bo'lib, tim qora rangni hosil qiladi.

Ko'p qatlamli oksidlash ketma-ket ikkita, uchta vannada olib boriladi (3- va 4-vannalar tarkibi 110-jadvalda keltirilgan). Ikkinchi va uchinchi vannalarda oksidlanish rejimlari va tarkibi bir xil. Shuning uchun oksidlashning ikkinchi va uchinchi bosqichlarini bitta vannada olib borish mumkin. Oksidlashning har qaysi bosqichidan keyin sovuq suvda yuvish jarayoni bajariladi.

Kislotali oksidlashda qora-kulrang oksid-fosfatli qoplama hosil bo'ladi. Bu jarayon amalda oksidlash va fosfatlash jarayonlari orasidagi oraliq joyni egallaydi va ishqorsiz oksidlash ham deyiladi.

Oksid fosfatli qoplamalar tarkibida birlamchi temir, rux fosfatlari yoki ortofosfat kislota bo'lgan eritmalarida hamda oksidlovchilar – bariy, kalsiy nitratlari va marganes peroksididan hosil bo'ladi. Ortofosfat kislotaning optimal konsentratsiyasi 2-10 g/l ni tashkil etadi.

Oksid-fosfatli qoplamalar ishqoriy eritmalarida olingan qoplamalarga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega: jarayonning davomiyligi 2-3 marta kamayganda plyonkaning korroziyaga bardoshliligi shuncha vaqt ortadi; plyonkaning mexanik mustahkamligi ortadi, uning yemirilishga bardoshliligi va antifriksion xossalari yaxshilanadi, issiqlikka bardoshliligi ortadi, jarayon biroz iqtisodli rejimda olib borilganligi tufayli 138-145 °S dan 90-100 °S gacha pasayadi. Jarayonning kamchiliklariga eritmalar turg'unligining kamroq hamda plyonkalarining nisbatan past dekorativ sifatga ega bo'lishi kiradi.

111-jadvalda fosfat-oksidli qoplamalarini cho'ktirish eritmalarining tarkibi va ularning ish rejimlari ko'rsatilgan.

111-jadval

Eritma	H ₃ PO ₄	Ca(NO ₃) ₂	Ba(NO ₃) ₂	MnO ₂	t, °S	τ, daqiqa
--------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------	-------	-----------

1	1-3	10-20	-	-	94-98	40-60
2*	4-10	-	70-100	10-20	100	40-45
3	0,5-2,5	-	80-100	11,8-12,2	94-98	40-50
4	4-5	-	80-100	10-15	98-100	40-60
5	2-10	10-100	-	-	80-100	30-40
*80 g/l “Majef” preparati saqlaydi						

1- va 2-eritmalar uglerodli po'latlarga, 3-eritma cho'yanni oksidlash, 4-eritma toblangan po'latlarni oksidlash, 5-eritma esa rux va uning qoplamalariga ishlov berish uchun ishlatiladi.

Fosfat-oksidli plyonkalarni olish vodorod ajralib chiqishi bilan boradi. Vodorodning ajralib chiqishining to'xtashi fosfat-oksidli plyonka hosil bo'lishining tugallanganligini bildiradi.

Elektrokimyoviy oksidlash ishqoriy eritmalaridagi anodlarda olib boriladi. Kimyoviy oksidlashdan farqli ravishda elektrokimyoviy oksidlash nisbatan past haroratlarda, komponentlarning past konsentratsiyali eritmalarida olib boriladi. SHu usulda hosil qilingan oksidli plyonkaning qalinligi 4-5mkm gacha yetadi, kimyoviy oksidlash bilan olingan plyonkalarga nisbatan g'ovakligi kam va korroziyaga bardoshliligi yuqoriroq hisoblanadi. Lekin elektrokimyoviy oksidlashni o'tkazish uchun o'zgarimas tok manbaidan, maxsus ilgakli moslamalardan foydalanishni taqozo etadi. Oksidlash elektrolitlarining yoyiluvchanlik qobiliyati juda past bo'lib, bu profilli buyumlarga ishlov berishni qiyinlashtiradi. Bundan tashqari, oksidlash elektrolitlari elektrolizning optimal rejimining o'zgarishlariga nisbatan sezgir bo'lib, bu plyonka qalinligining kamayishiga (ishqor konsentratsiyasi, eritma harorati pasayganda) yoki uning sifatining yomonlashishiga (tok zichligi va ishqor eritmasi konsentratsiyasi ortganda) olib keladi. Ishqoriy eritmaga nitrat yoki xromatlarning qo'shilishi plyonka g'ovakligining kamayishi bilan bir vaqtda tok zichligining ishchi oralig'ining qisqarishiga ham sabab bo'ladi.

Elektrokimyoviy oksidlash uchun quyidagi elektrolitlardan foydalaniladi: 1- elektrolitda 700 g/l o'yuvchi natriy bo'lib, 60-70 °S, $J_k=5-10 \text{ A/dm}^2$ da 30-40 daqiqa davomida olib boriladi; 2- elektrolitda 500 g/l o'yuvchi natriy bo'lib, 50-70 °S, $J_k=2-5 \text{ A/dm}^2$ da 30-60 daqiqa davomida olib boriladi; 3- elektrolitda 150-250 g/l xrom angidrid va 1-2 g/l borvodorod florid bo'lib, 40-50 °S, $J_k=5 \text{ A/dm}^2$ da 10-15 daqiqa davomida olib boriladi. Katodlar 12X18N10T rusumli korroziyaga bardoshli po'latdan tayyorlanadi [3-5,19].

Termik oksidlashni metalni havoda oksidlab, suv bug'i yoki moyli muhitda, oksidlovchilarning suyuqlanmalarida olib borish mumkin [24,49].

Termik oksidlashning eng oddiy usuli buyumlarni 300 °S gacha qizdirish usuli hisoblanadi. Bunda qalinligi 1 mkm gacha bo'lgan oksidli plyonka hosil bo'ladi. Uning rangi jigarrangdan ko'k ranggacha o'zgarishi mumkin.

Tuzli suyuqlanmalarda oksidlash uchun natriy nitrit va nitratlari, dixromatlar va boshqa oksidlovchilardan foydalaniladi. Masalan, uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallar natriy nitrat (55 %) va natriy nitrit (45 %) suyuqlanmalarida 300 °S haroratda 8-10 daqiqa davomida oksidlantiriladi va hosil bo'lgan plyonka och ko'k rangda bo'ladi.

Korroziyaga bardoshli po'lat (12X13, 0X18N10T tipidagi)dan tayyorlangan buyumlar kaliy bixromat suyuqlanmasida 400 °S da 1 soat davomida suyuqlantiriladi. Hosil bo'lgan plyonka qora rangli bo'lib, qalinligi 1 mkm gacha yetadi.

Oksidli qoplamalarning korroziyaga bardoshliligini oshirish

Oksidli plyonkalarning korroziyaga barqarorligi nisbatan past. Uni oshirish uchun oksidlangan buyumlar moylanadi, xromatli eritmalar bilan ishlov beriladi, gidrofoblovchi suyuqliklar bilan shimdiriladi [24].

Oksidlangan plyonkalarga ishlov berishdan oldin detallar 3-5 % li xromat kislotasi eritmasi bilan yaxshilab yuviladi va bunda ishqor qoldiqlari to'liq yo'qotilishi kerak. Oksid plyonkaning moy bilan namlanishini yaxshilash uchun uning sirtini moylashdan oldin 20-30 g/l li xo'jalik sovuni eritmasida yuviladi. Jarayon 70-90 °S da 2-3 daqiqa davomida olib boriladi. Moylash uchun mineral (veretenli, vazelinli va boshqa) moylardan, konsistentli ingibitorli surkov moylaridan foydalaniladi. Mayda detallar botirilib, yirikroq detallar esa surkash yo'li bilan moylanadi. Oksidlangan buyumlar 60-70 °S da 2-3 daqiqa davomida 10-15 % li kaliy dixromat eritmasida passivlashtiriladi.

Oksidli qoplamalarni gidrofobizatsiyalash uchun odatda 7-10 % li kremniy-organik suyuqlik (GKJ-94) ning 10 % li benzindagi eritmasidan foydalaniladi. Quritish ishlari ketma-ket 20-30 °S da 30 daqiqa, keyin 60-90 °S da 30 daqiqa, so'ngra 170-180 °S da 2-3 soat davomida olib boriladi. Himoyalovchi plyonkaning metalga abgazyalanishini yaxshilash uchun GKJ-94 eritmasiga 0,3 % ADE-3 qotiruvchi moddasi qo'shiladi. Bunday sharoitda quritish 18-25 °S da 30 daqiqa, 60 °S da esa 3 soat davomida olib boriladi.

Eritmalarni tayyorlash. Oksidlash eritmalarini tayyorlash va ulardan foydalanish alohida ehtiyotkorlik va texnika havfsizligi qoidalariga rioya qilishni talab etadi, chunki bu jarayon yuqori haroratda yuqori konsentratsiyali ishqor eritmasida olib boriladi.

Ishqoriy oksidlash eritmasini tayyorlashda idishning $\frac{2}{3}$ qismigacha 25-30 °S gacha qizdirilgan suv quyiladi va unga hisoblangan miqdorda toza po'latli to'rsimon savatlarda qattiq o'yuvchi natriy yuklanadi. O'yuvchi natriy erigandan keyin eritmaga natriy nitrat qo'shiladi, eritma hajmi belgisigacha yetkazilib, qaynaguncha qizdiriladi. Eritmani bug'latishda yoki uni korrektirovkalashda suv kam miqdorlarda vanna devori bo'ylab quyiladi.

Kislotali oksidlash eritmalarini tayyorlashda, barcha komponentlarning hisoblangan miqdori alohida idishlarda eritiladi va ishchi vannaga quyiladi. Kalsiy nitratni bevosita sexda, so'ndirilgan ohakni nitrat kislotada eritib olish mumkin. Kukunsimon marganes peroksidi (maydalangan pirollyuzit minerali) paxtadan tayyorlangan xaltachaga solinib, vanna tagiga joylashtiriladi.

112-jadvalda oksidlash vannalarining ishlashidagi asosiy nuqsonlar va ularni bartaraf etish usullari ko'rsatilgan.

112-jadval

Jarayon yoki qoplama nuqsoni	Jarayon buzilishining sababi	Nuqsonlarni bartaraf qilish usuli
Ishqoriy eritmalarda oksidlash		

Oksidli plyonkaning hosil bo'lmashligi yoki dog'simon bo'lishi	Eritmadagi suvning ko'pligi	Eritmani bug'latish, uning qaynash haroratini optimal qiymatgacha yetkazish
	Eritmadagi komponentlar konsentratsiyalarining yuqoriligi	Eritma suyultiriladi, qaynash haroratini 140 °C gacha pasaytiriladi
	Eritmadagi o'yuvchi natriy miqdorining pastligi	O'yuvchi natriy qo'shish, qaynash haroratini 140 °C gacha yetkaziladi
Oksidli plyonka bir xil rangda emas yoki oqish rangda bo'lishi	Oksidlash davomiyligining yetarli emasligi	Oksidlash davomiyligi uzaytiriladi, qaytadan oksidlash o'tkaziladi
Qoramtir oksidli plyonkada oson yo'qotiladigan qizg'ish-qo'ng'ir eritmaning hosil bo'lishi	Eritma tarkibida ishqor ko'p bo'lishiga qaramasdan oksidlovchilar konsentratsiyasining pastligi	Eritma suv qo'shib suyultiriladi, kaliy natrati, nitriti va geksatsianoferrat(III) qo'shiladi
	Temir gidroksidi miqdorining ko'pligi	Eritma filtrlanadi, vannadagi temir gidroksid cho'kmasi yo'qotiladi
Oksidlangan sirtida sarg'ish-yashil chiziqlarning bo'lishi	Eritma haroratining yuqoriligi	Eritma haroratini pasaytirish va detallarni yaxshilab yuvish
	Eritmadagi komponentlar konsentratsiyalarining pastligi	Eritmadagi komponentlar miqdorini retseptdagi qiymatgacha yetkazish
Oksidlangan detallarni saqlashda ularning sirtida oq chiziqlarning paydo bo'lishi	Oksidlangandan keyin yaxshi yuvilmaganligi	Buyumlar 3-5 % li xrom angidridi eritmasida yaxshilab yuviladi
Ishqorsiz (kislotali) oksidlash		
Yirik kristalli oksidli plyonka	Eritma haroratining pastligi	Eritma qaynaguncha qizdiriladi
Oksidlangan sirtida qora, surkaluvchi chiziqlarning hosil bo'lishi	Eritmadagi erkin holdagi ortofosfat kislota konsentratsiyasining yuqoriligi	Eritmaning kislotaligi ohak, kalsiy yoki bariy karbonat qo'shib pasaytiriladi
Alohida qismlari har xil rangda bo'lgan yupqa oksidli plyonka	Eritmada ortofosfat kislota konsentratsiyasining pastligi	Eritmaga ortofosfat kislota qo'shish

Sifatsiz oksid qoplamalarini ajratib olish. Sifatsiz oksid qoplamalarini moylanmagan po'latli buyumlardan ajratib olish uchun xona haroratida 50 % li xlorid kislota eritmasi bilan ishlov beriladi. Moy surkalgan oksidli qatlam oldin tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada yog'sizlantiriladi: 100 g/l emulsol-50, 5-10 g/l natriy karbonatda 90 °S da 1-2 daqiqa davomida ishlov beriladi. SHundan keyin oksidli plyonka yuqoridagi ko'rsatilgan tartibda xlorid kislota eritmasida yo'qotiladi.

Magniy va uning qotishmalarini oksidlash

Magniy va uning qotishmalarini alyuminiyga nisbatan ayniqsa nam havoda, boshqa metallar bilan tegishib turganda ko'proq korroziyaga uchraydi. Magniy va uning qotishmalari nafaqat ulardan foydalanishda, balki ularni tashish va saqlashda ham korroziyaga uchraydi [24,49].

Magniy va uning qotishmalarini korroziyadan saqlashning birmuncha oddiy va ishonchli usuli ularni kimyoviy va elektrokimyoviy oksidlash usullari hisoblanadi. Magniy va uning qotishmalarini kimyoviy oksidlash usuli birmuncha sodda va kam mehnat talab qiladigan usul bo'lib, sanoatda keng ko'lamda qo'llaniladi, lekin asosiy kamchiligi – unga kimyoviy ishlov berishda metalning ancha qismi erib ketganligi uchun, ishlov berilayotgan detallar o'lchamining o'zgarib ketishi hisoblanadi. Magniy va uning qotishmalariga elektrokimyoviy ishlov berilganda, oksidlanganda ularning sirtida birmuncha qattiq va yemirilishga bardoshli plyonka hosil bo'lib, detallarning o'lchamlari qariyb o'zgarmaydi.

Kimyoviy oksidlash. Oksidlashdan oldin magniy va uning qotishmalarini alohida tayyorlash talab etiladi. Bunda ular yog'sizlantiriladi, yediriladi, tindiriladi, xromatli eritmada ishlanadi.

Magniy va uning qotishmalarini yog'sizlantirish 2-bobda ko'rib chiqilgan.

Magniy va uning qotishmalarini yedirish eritmalarining tarkibi quyida ko'rsatib o'tilgan:

1-eritma tarkibida 100-110 g/l nitrat kislota, 4-6 g/l sulfat kislota, 4-6 g/l kaliy dixromat bo'lib, undan 20-30 °S da 0,5-0,7 daqiqa davomida magniyning quyma qotishmalarini yedirishda foydalaniladi.

2-eritma tarkibida esa 50-60 g/l ortofosfat kislota va 15-20 g/l xrom angidrid bo'lib, ulardan 20-30 °S da 0,5-0,7 daqiqa davomida magniyning quyma qotishmalarini yedirishda foydalaniladi.

3-eritma 350-400 g/l o'yuvchi natriydan tarkib topgan bo'lib, undan 80-90 °S da 5-15 daqiqa davomida listdan yasalgan materiallarni yedirishda yoki sovuq ishlov berishdan olingan materiallarga ishlov berishda foydalaniladi.

Yedirishdan keyin detallar issiq suvda yuviladi, 350 g/l plavik kislota eritmasida 30-60 sekund davomida tindiriladi, yuviladi, qiyin eriydigan materiallarni yo'qotish uchun 150-200 g/l xrom angidrid eritmasida 18-25 °S da 0,5-1 daqiqa davomida ishlov beriladi.

Quyida magniy va uning qotishmalariga kimyoviy oksidlash eritmalari va ularning rejimlari keltirilgan [24,42]:

1-eritma tarkibida 40-50 g/l kaliy bixromat, 70-90 g/l nitrat kislota, 0,7-1,2 g/l ammoniy xlorid bo'lib, undan quyma qotishmalarni 70-80 °S da 1-2 daqiqa davomida oksidlash uchun foydalaniladi.

2-eritma tarkibida 25-30 g/l kaliy bixromat, 15-25 g/l nitrat kislota, 0,8-1,25 g/l ammoniy xlorid bo'lib, undan deformatsiyalanuvchi magniy qotishmalarini 70-80 °S da 3-5 daqiqa davomida oksidlash uchun foydalaniladi.

3-eritma tarkibida 150-160 g/l kaliy bixromat, 1-3 g/l xrom angidrid, 10-20 ml/l 60 % li sirka kislota, 2-4 g/l ammoniy sulfat bo'lib, undan yuqori aniqlikdagi magniyli qotishmalardan tayyorlangan detallarni 60-80 °S da 1-2 daqiqa davomida oksidlash uchun foydalaniladi.

4-eritma tarkibida 30-50 g/l kaliy bixromat, 5-8 ml/l 60 % li sirka kislota, 8-12 g/l kaliy-alyuminiyli achchiqtoshlar bo'lib, undan yuqori aniqlikdagi magniyli qotishmalardan tayyorlangan detallarni 18-30 °S da 5-15 daqiqa davomida oksidlash uchun foydalaniladi. 3- va 4-eritmalarida ishlov berilayotgan buyumlar deyarli yedirilmaydi.

5-eritma tarkibida 150-200 g/l plavik kislota yoki 35-40 g/l natriy ftorid bo'lib, undan magniyning turli xil qotishmalarini 18-25 °S da 3-10 daqiqa davomida oksidlash uchun foydalaniladi.

6-eritma tarkibida 100-150 g/l kaliy bixromat bo'lib, undan presslangan magniyli qotishmalardan tayyorlangan, po'lat, latun bilan biriktirilgan detallarni hamda passivlantirilgan ruxli va kadmiyli qoplamalardan yasalgan detallarni 90-100 °S da 40-50 daqiqa davomida oksidlashda foydalaniladi.

7-eritma tarkibida 150-160 g/l xrom angidrid bo'lib, undan 50-60 °S da 8-10 daqiqa davomida detallarni tashishda va tayyor mahsulotlar omborida saqlashda vaqtincha korroziyadan himoyalash uchun foydalaniladi.

8-eritma tarkibida 10 g/l kaliy bixromat, 12 g/l selenat kislota va 9-eritma tarkibida 45 g/l xrom angidrid, 1,5 g/l sulfat kislota, 12 g/l magniy oksidi bo'lib, undan 18-25 °S da plyonkani mahalliy oksidlash va zararlangan oksidli plyonkalarni tiklash uchun foydalaniladi. Eritmalar ishlov berilayotgan uchastkaga 40-50 sekund davomida surkaladi. Shundan keyin sirt nam paxta bilan, so'ngra quruq latta bilan artiladi va siqilgan havoda quritiladi. 8-eritmada surkov moylari bilan ifloslangan sirtlarni oksidlashda foydalaniladi.

9-eritma tarkibida 25-30 g/l kaliy bixromat, 25-30 g/l ammoniy sulfat va 4-6 ml/l ammiak bo'lib, undan 90-100 °S da 45 daqiqa davomida qora rangga oksidlash uchun foydalaniladi.

1- va 4-eritmalar olingan oksidli plyonkalarining himoyalash xususiyatini oshirish uchun ularga 20-30 daqiqa davomida 15 % li kaliy bixromat eritmasi bilan qo'shimcha ishlov beriladi.

Magniy va uning qotishmalaridagi oksidli plyonkaning qalinligi qotishma tarkibi va ishlov berish rejimiga bog'liq ravishda 0,5-5 mkm gacha yetadi. Plyonka legirlovchi komponentlarning miqdori va tabiatiga bog'liq ravishda turli rangga bo'yalishi mumkin. masalan ular quyilgan qotishmalarda kulrang yoki qora rangli (VM-65-1 tipidagi qotishmalarda) bo'lishi mumkin. Magniydagi oksidli plyonkalarining issiqlikka bardoshliligi 150-160 °S gacha yetadi.

Elektrokimyoviy oksidlash (anodlash). Magniy va uning qotishmalarini elektrokimyoviy oksidlash (anodlash) ishqoriy yoki kislotali elektrolitlarda doimiy yoki o'zgaruvchan tok ta'sirida olib boriladi.

Kimyoviy oksidlashda olingan plyonkalarining xossalariidan farqli ravishda, magniy va uning qotishmalari hosil qilgan anodli plyonkalarining qattiqligi yuqori, mexanik ta'sirlarga qarshiligi yuqori, himoyaviy xossalari va issiqqa bardoshlilik nisbatan katta, bunda kislotali elektrolitlarda hosil bo'lgan plyonkalarining issiqlikka chidamliligi ishqoriy elektrolitlarnikidan yuqori bo'ladi. Anodli magniyli plyonkalardagi kuchlanish 190-220 V ni tashkil etadi, qatlami qalinligi 80 mkm ga teng. Ularning asosiy kamchiligi – elastikligining pastligi hisoblanadi. Bundan tashqari, plyonkalarining qoplash jarayoni juda ko'p mehnat talab qiladi.

113-jadvalda magniy va uning qotishmalarini oksidlash elektrolitlarining tarkibi va ularning ish rejimlari keltirilgan [24,42,49].

113-jadval

Elektrolit	$\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$	KF	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	H_3PO_4	KOH	$J_k, \text{A/dm}^2$	$t, ^\circ\text{S}$	U, V	$\tau, \text{daq.}$	S, mkm
1	300-400	-	60-80	100-120	-	1-5	70-80	70-90	30-40	30-50
2	-	200-300	-	-	80-90	3-8	48-50	70-80	10-15	30
3	300-350	-	-	-	-	0,5-5	18-255	120-150	20-40	4-6
4	-	100	-	-	300	6	30	-	5	6-8
5	250-320	-	60-70	60-70	-	4-6	60-70	90-120	10-20	30-50
Izoh: 6-elektrolit 20-30 g/l suyuq shisha, 200-250 g/l o'yuvchi natriy, 3-4 g/l fenol ($J \leq 2 \text{ A/dm}^2$, 70-80 $^\circ\text{S}$, 20-30 daqiqa, 10-20 mkm), 7-elektrolit 40 g/l kaliy permanganat, 70 ml magniy oksidning to'yingan eritmasi va 5 g/l borat kislota ($J = 1-2 \text{ A/dm}^2$, 18-22 $^\circ\text{S}$, 5-15 daqiqa) saqlaydi.										
4-elektrolitda qo'rg'oshinli, qolgan elektrolitlarda po'latli katodlardan foydalaniladi.										
4-elektrolit 25 g/l alyuminiy saqlaydi.										

1-3 va 6-elektrolitlar o'zgarimas tokda ishlaydi. 2-elektrolitda hosil bo'lgan plyonkalar yuqori qattiqlik va yemirilishga bardoshlilikni namoyon etadi va osongina bo'yaladi. 3-elektrolit quyma qotishmalar ML-8, ML-9, ML-10, ML-12, ML-14, ML-15, MA-15 larni anodlash uchun ishlatiladi. SHunday elektrolitda olingan plyonkalar qizdirilganda ham o'z xususiyatlarini yo'qotmaydi. 6-elektrolit kulrang (ML-5 qotishma)dan qora (MA-8) ranggacha o'zgaruvchan keng ko'lamda o'zgaruvchi anodli plyonkalar hosil qiladi.

Tokning optimal zichligi anodlanayotgan qotishma tabiatiga bog'liq va MA-8 uchun 0,5 A/dm², MA-5 uchun 1,0 A/dm², VM-65-1 uchun 1-1,5 A/dm² ni tashkil etadi.

4-5 va 7-elektrolitlar o'zgaruvchan tokda anodlash uchun ishlatiladi. 4-elektrolit emalsimon plyonka hosil qiladi. 7-elektrolitdan qora rangli anodli oksid

qoplamalar olinadi. 5-elektrolitdan turli xil magniyli qotishmalarni oksidlashda foydalaniladi. Bu elektrolitda hosil bo'lgan plyonkalar yuqori qattqlik va issiqlikka (350 °S gacha) bardoshlilikni namoyon etadi.

Dastlabki 5-7 daqiqada vannadagi kuchlanish anodlanayotgan qotishmaning tarkibiga qarab, ML-5 va ML-7 qotishmalar uchun 75 V ni, issiqlikka bardoshli qotishmalar uchun esa 90-96 V ni tashkil etadi. Plyonka qalinligi ortishi bilan tok zichligi kamayadi.

114-jadvalda magniyni kimyoviy va elektrokimyoviy oksidlash vannalarining ishlashidagi kamchiliklar va ularni bartaraf etish usullari ko'rsatilgan.

114-jadval

Jarayon yoki qoplama nuqsoni	Jarayon buzilishining sababi	Nuqsonlarni bartaraf qilish usuli
Kimyoviy oksidlash		
Detallarga xrom angidridi eritmasida ishlov berilganda sirtning qorayishi va bo'rtmalarning bo'lishi	Eritmada sulfat ionlari miqdori ($>0,4$ g/l)ning yuqoriligi	Eritmani almashtirish
Jigarrang sirpanuvchi plyonka (1-eritma bilan oksidlantirilganda)	Eritma tarkibining o'zgarishi	Eritma tarkibi tahlil qilinadi va u retseptda ko'rsatilgan qiymatgacha o'zgartiriladi
Detallar sirtida sarg'ish-yashil chiziq (6-eritma bilan oksidlantirilganda)ning paydo bo'lishi	Eritmada sirka kislota konsentratsiyasining pastligi	Eritma tahlil qilinadi va retseptda ko'rsatilgan qiymatgacha yetkaziladi
Bixromat eritmasida to'ldirilgandan keyin mayda qora nuqtalarning paydo bo'lishi	Eritmada xlor ionlari miqdori ($>0,8$ g/l)ning yuqoriligi	Eritmani almashtirish
	Detallarning begona metallarga tegib turishi	Detallarning begona metallarga tegib turmasligini ta'minlash
Elektrokimyoviy oksidlash		
Asosiy metalning qisman yedirilishi	Buyumning ilgakli moslamalar bilan yaxshi tegishib turmaganligi	Buyumning ilgakli moslamalar bilan yaxshi tegishib turishini ta'minlash
		AM-2 qotishmali qoplamadan ilgakli moslama tayyorlash
Oksidli plyonkaning yedirilishi	Elektrolit haroratini oshirish	Haroratni belgilangan qiymatgacha pasaytirish
	Oksidlanishning uzoq	Oksidlash vaqtini

	vaqt davom etishi	kamaytirish
--	-------------------	-------------

Sifatsiz oksidli plyonkalarni olib tashlash. Deformatsiyalanuvchi magniyli qoplamalar sirtidan sifatsiz oksidli plyonkalar 250-300 g/l li issiq natriy ishqori eritmasi yordamida olib tashlanadi va shundan keyin quyidagi tarkibli eritmada ishlov beriladi: 550 g/l o'yuvchi natriy, 70 g/l natriy nitrat, 200 g/l natriy nitrit. Shundan keyin detallar sovuq suvda yuviladi va xona haroratida 10-15 daqiqa davomida 200 g/l xrom angidridi eritmasida ushlab turiladi.

Titan va uning qotishmalarini oksidlash

Titan va uning qotishmalari anodda elektrolitik oksidlantiriladi. Oksidlash titan va uning qotishmalarining sulfat, xlorid va fosfat kislota eritmalarida antifriksion xossalari va kimyoviy barqarorligini oshiradi. Qalinligi katta bo'lgan oksid plyonkalar yuqori adsorbtsiya qobiliyatiga ega bo'lib, elektr izolyatsiyalash xossalarni namoyon etmaydi. Plyonkaning rangi qotishma tarkibi va elektroliz rejimiga bog'liq bo'lib, och yashildan kulrang qora ranggacha o'zgaradi.

Oksidlashdan oldin buyumlar yog'sizlantiriladi, yuviladi va tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada alohida oksidlantiriladi: 350-400 g/l nitrat kislota, 28-35 g/l xlorid kislota, 28-35 g/l plavik kislota bo'lib, unda 15-25 °S da 5-10 sekund davomida ishlov beriladi.

Titan va uning qotishmalarini elektrokimyoviy oksidlash (anodlash) sulfat, oksalat, fosfat va xromat kislota eritmaları hamda ularning aralashmalarida olib boriladi.

Quyida titan va uning qotishmalarini elektrokimyoviy oksidlash va ularning ish rejimlari keltirilgan [24,49].

1-3 elektrolitlar – sulfat kislota eritmalaridir. 1-elektrolit sulfat kislotaning 180 g/l li eritmasidan iborat bo'lib, 80-100 °S, $J_a=0,5 \text{ A/dm}^2$, 80-100 V da 2-8 soat davomida anodli plyonka qalinligi 0,8-2,5 mkm bo'lganda qora rangli, zich-yaltiroq qoplama hosil bo'ladi.

2-elektrolitdan qalinligi 0,2-0,3 mkm, sulfat kislotaning 400 g/l li eritmasidan 18-25 °S, $J_k=1,0 \text{ A/dm}^2$, 30 V da 10 daqiqa davomida olingan plyonkadan titan va uning qotishmalarini qoplashdan oldin nimqatlam sifatida foydalaniladi.

Tarkibida 350-400 g/l sulfat kislota, 60-65 g/l xlorid kislota bo'lgan 3-elektrolitdan 40-50 °S, $J_a=2-4 \text{ A/dm}^2$ da qalin (20-40 mkm) anodli plyonka olishda foydalaniladi. Tok zichligi har 2-3 daqiqada 0,5 A/dm² gacha bosqichma bosqich oshirib boriladi. Shundan keyin kerakli qalinlikka ega bo'lgan plyonka olishga imkon beruvchi anodli tok zichligiga etilgach, elektroliz davom ettiriladi.

Konsentratsiyasi 50 g/l bo'lgan oksalat kislota eritmasi 4-elektrolitdan 18-25 °S, $J_a=1,0-1,5 \text{ A/dm}^2$, 100-200 V da 1 soat davomida yuqori antifriksion xossalarga ega bo'lgan, qalinligi 0,2-0,3 mkm bo'lgan oksidli plyonka hosil bo'ladi. Jarayon boshlanishida anodli tok zichligi 1-1,5 A/dm² qiymatda yetkazilib, u 90-110 V kuchlanishda 5-10 daqiqa davomida o'zgarmas holda ushlab turiladi. Shundan keyin $J_a=0,2-0,3 \text{ A/dm}^2$ gacha kamaytiriladi, kuchlanish esa 110-120 V da ushlab turiladi.

Tarkibida 140 g/l xrom angidrid, 4 g/l borat kislota bo'lgan 5-elektrolit berilayotgan kuchlanish va elektroliz vaqtiga qarab turli xil ranglarni hosil qiladi. 95-

100 °S, 95-100 V da 2 soatgacha shu elektrolitdan olingan anodli plyonkalarining mikroskopik qattiqligi 3,2-3,5 GPa ni tashkil etadi. Titan va uning qotishmalarini anodlashda qo'rg'oshinli katoddan foydalaniladi.

Xrom, rux, kadmiy, mis va ularning qotishmalarini oksidlash

Atmosfera sharoitida xrom, rux, kadmiy va misni oksidlash ularning himoyalash xususiyatlarini biroz oshiradi va shu metallarda tayyorlangan buyumlarga dekorativ tus beradi. Oksidlash vositasida metallarni bo'yash 13.14-bo'limda batafsil yoritilgan.

Xrom elektrolitik usulda oksidlanadi. Xrom sirtida qora xromli plyonka olish uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolitdan foydalaniladi: 150-250 g/l xrom angidridi, 15-20 g/l borat kislota, 4-5 g/l natriy nitrat, 1-2 g/l bariy gidroksidi bo'lib, unda oksidlash katodda $J_k=40-50 \text{ A/dm}^2$, 15-20 daqiqa davomida olib boriladi.

Xromda to'q havorang oksidlash plyonkalar olish uchun tarkibida 250-300 g/l xrom angidridi, 2-3 g/l geksatsianoferat(II) bo'lgan elektrolitga 18-25 °S, $J_k=20-30 \text{ A/dm}^2$ da 40-60 daqiqa davomida ishlov beriladi.

Qalinligi 1-2 mkm bo'lgan mis plastinka ustiga qoplanadigan qora plyonkali oksid parda olish uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolitdan foydalaniladi: 150-200 g/l o'yuvchi natriy, 10-15 g/l ammoniy molibdatdan iborat elektrolitga 80-100 °S, $J_a=0,8-2 \text{ A/dm}^2$ da 8-15 daqiqa ishlov beriladi.

Fosforli bronzani oksidlash uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolitdan foydalaniladi: 400 g/l o'yuvchi natriy, 50 g/l kaliy bixromat, 10 g/l ammoniy molibdatdan 80-100 °S, $J_a=12-4 \text{ A/dm}^2$ da foydalaniladi.

Rux, kadmiy va ularning qotishmalari, qoplamalarini ham kimyoviy ham elektrokimyoviy usullarda oksidlantiriladi. Bunda quyidagi eritmalaridan foydalaniladi:

1-eritma tarkibi 70-80 g/l kalsiy nitrat, 1-2 g/l fosfat kislotadan iborat bo'lib, undan ruxni 65-75 °S da 30-40 daqiqada elektrokimyoviy oksidlash uchun foydalaniladi.

2-4 eritmalaridan rux va uning qoplamalarini oksidlashda foydalaniladi. 2-eritmaning tarkibida 45-50 g/l kaliy bixromat, 45-50 g/l o'yuvchi natriy bo'lib, undan 18-25 °S, $J_a=1,5-2 \text{ A/dm}^2$ da 10-15 minut davomida ruxli elektrolitik qoplamalarni oksidlashda foydalaniladi.

3-eritma tarkibida 20-25 g/l o'yuvchi natriydan iborat bo'lib, undan ruxni 40-45 °S, $J_a=6-12 \text{ A/dm}^2$ da 10-60 minut davomida ruxli qoplamalarni oksidlashda foydalaniladi. Qotishma tarkibida 2 % alyuminiy bo'lsa, oksidlanish 10-15 daqiqa, agar ruxli qotishma tarkibida 7,5 % alyuminiy va 2,5 % mis bo'lsa, 40-60 daqiqa davom etadi.

4-eritmaning tarkibida 150-250 g/l kaliy bixromat, 8-14 g/l sulfat kislota, 20-40 g/l borat kislota bo'lib, undan 18-25 °S, $J_a=5-7 \text{ A/dm}^2$ da 2-3 minut davomida ruxlangan temirni oksidlashda foydalaniladi.

Mis, nikel, kadmiy va ularning qotishmalaridagi oksidli plyonkalarining korroziyaga bardoshliligi juda past hisoblanadi. Korroziyaga bardoshlilik qobiliyatini oshirish uchun ularning sirti rangsiz lak bilan qoplanadi yoki moylab qo'yiladi.

Alyuminiy va uning qotishmalarini oksidlash

Alyuminiy va uning qotishmalaridan tayyorlangan buyumlarning korroziyaga bardoshlilikini oshirish uchun ularga maxsus ishlov beriladi. Ularga kimyoviy va elektrokimyoviy usullarda ishlov beriladi.

Oksidlash nafaqat alyuminiydan tayyorlangan buyumlarning korroziyaga bardoshlilikini oshiradi, balki detallarning foydalanilayotgan xususiyatlarini yaxshilashga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi, ularning qattiqligi va yemirilishga bardoshligi, issiqlikka chidamliligini oshiradi va ularga turli xil elektr xossalari hamda boshqa xususiyatlarni beradi. Oksidlangan alyuminiyning issiqlikdan nurlanish koeffitsienti absolyut qora jismning shu xossasining 80 % ini tashkil etadi. Oksidlangan plyonkaning solishtirma hajmiy elektr qarshiligi 10^{12} - 10^{13} Om*sm ni tashkil etadi. Ko'pincha oksidli plyonka mikrog'ovakli strukturaga ega bo'ladi va shuning hisobiga yuqori adsorbilash qobiliyatini namoyon qiladi, bu esa qoplama sifatiga ham salbiy, ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi [22,24].

Sifatli oksidli qoplama olish uchun ishlov berilayotgan buyum ilgakli moslamalar bilan zich, prujinasimon ko'rinishda tegishib turishi kerak. Oksidlash uchun ilgaklar alyuminiy, dyuralyuminiy va titandan tayyorlanadi.

Agar alyuminiydan tayyorlangan ilgakdan ko'p marta foydalanilsa, har qaysi yangi yuklashdan oldin ularning sirtidagi oksid plyonkani yo'qotish kerak bo'ladi. Bunday maqsadlar uchun 10-20 % li o'yuvchi natriy eritmasi yoki tarkibida 35 g/l ortofosfat kislotasi va 20 g/l xrom angidrididan 20-100 °S da 5-10 daqiqa davomida foydalaniladi.

VT-1 rusumli titandan yasalgan ilgaklarni tayyorlashda, alyuminiyni oksidlashda foydalanilgan kuchlanishdan ikki marta ortiqcha kuchlanishda ular oldindan anodli oksidlantiriladi. Bunday ishlov berish titan (IV) oksidining zich plyonkasi hosil bo'lishiga olib keladi va oksidlash jarayonida tok ilgak materialini oksidlash uchun sarflanmaydi.

Alyuminiy va uning qotishmalarini kimyoviy oksidlashdan maqsad buyumlarni korroziyadan saqlash hisoblanadi. Bunda oksidli plyonka qalinligi 0,5-4 mkm ni tashkil etadi.

Kimyoviy oksidlashda olingan plyonka o'zining himoyaviy yoki fizik-mexanik xossalari bilan alyuminiyni elektrokimyoviy oksidlash usulida olingan plyonkadan ancha past hisoblanadi.

Kimyoviy oksidlashda asosan anodlash jarayoni qiyinlashgan yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmagan hollarda foydalaniladi. Masalan, ulardan murakkab tuzilishli va yirik o'lchamli detallarni qoplashda; uzun, yupqa devorli quvurlarning ichki sirtlarini, yirik payvandlash konstruktsiyalarini qoplashda hamda mas'uliyati kam ahamiyatga ega bo'lgan detallarni qoplashda foydalaniladi. Bunda kimyoviy oksidlashdan foydalanish biroz sodda va elektrokimyoviy oksidlashdan 2-3 marta iqtisodli ekanligi e'tiborga olinishi kerak.

Alyuminiy va uning qotishmalarini kimyoviy oksidlashni ishqor-xromatli, fosfat-xromatli va xromat-ftoridli eritmalarda olib boriladi [24,28].

Ishqor-xromatli eritmalar qalinligi ≤ 2 mkm, mexanik xossalari pastroq bo'lgan oksidli plyonkalarni hosil qiladi. Bu plyonkalardan asosan bo'yoq ostidan surkalgan qatlam ko'rinishida foydalaniladi.

Fosfat-xromatli eritmalar qalinligi 3-4 mkm gacha bo'lgan oksidli plyonkalarni hosil qilib, nisbatan yuqori himoyaviy va fizik-kimyoviy xossalarni namoyon qiladilar. Bu qoplamalar buyumlarni korroziyadan saqlash hamda lak-bo'yoq qoplama ostidan surkalgan qatlam sifatida uchraydi.

Xromat-ftoridli eritmalaridan hosil bo'lgan plyonkalar yupqa, lekin zich, elektr qarshiligi past bo'ladi. Undan tok o'tkazuvchi oksidli qoplama olishda foydalaniladi.

115-jadvalda alyuminiy va uning qotishmalarini kimyoviy oksidlash uchun eritmalarining tarkibi va ularning ish rejimlari keltirilgan.

115-jadval

Eritma	CrO_3	Na_2CrO_4	*NaF	KHF_2	Na_2CO_3	NaOH	H_3PO_4	t, °S	τ , daq.
1	-	10-20	-	-	40-60	2-3	-	80-100	3-10
2	-	15	-	-	50	2,5	-	80-85	3-5
3	3-4	-	-	-	-	-	-	15-30	8-15
4	5-10	-	3-5	-	-	-	40-60	15-30	5-20
5	7	-	3-5	-	-	-	40-50	20-25	10-15
6	5-7	-	-	3-5	-	-	40-50	15-25	5-7
7	5-8	-	-	1,5-2,0	-	-	-	15-30	1-5
Izoh: 3-eritma 3-4 g/l natriy kremniyftorid, 7-eritma 0,5-1 g/l kaliy geksatsianoferat(II) saqlaydi.									
*4 ml/l 40 % li plavik kislota bilan almashtirish mumkin.									

1-3 eritmalar ishqoriy xromatli, 2-eritma mustahkamlovchi detallarni oksidlashda ishlatiladi. 3-eritmani ishlatish mobaynida uning harorati 90-100 °S gacha, ishlov berish muddati esa 15-20 daqiqaga ortadi.

Oksidlangandan keyin detallarni yaxshilab yuvish kerak. YUVish va quritish harorati 50-60 °S dan oshmasligi kerak. Bundan yuqoriroq haroratlarda plyonkaning sifati yomonlashadi va uning buzilishi ham ro'y berishi mumkin.

4-6 eritmalar fosfat-xromatli eritmalar hisoblanadi. Xromat va ftorid eritmalarining konsentratsiyalari nisbati $\text{CrO}_3 : \text{F} = 0,2:0,4$ ga teng bo'ladi. Eritmadan foydalanish vaqti ortishi bilan oksidlanishning davom etishi ham 20-25 daqiqaga ortadi. 5-eritmada o'lchamlari yirik bo'lgan konstruksiyalarni ko'p marta paxta yoki cho'tka bilan artib oksidlashda, 6-eritma turli xil alyuminiyli qotishmalarni oksidlashga yaroqli hisoblanadi. Bunday eritmalarida hosil bo'lgan qalinligi ≤ 3 mkm li plyonkalar elektr izolyatsiyalash xossasini namoyon etadi, bo'yoqlar bilan bo'yalmaydi.

Fosfat-xromatli eritmalaridan olingan plyonkalar tarkibida xromli birikmalar bo'ladi. Bevosita oksidlangandan keyin ular suv bug'i ta'siriga juda sezgir hisoblanadi. Shuning uchun quritishdan oldin ular sirtida qolgan namlikni siqilgan havo bilan yo'qotiladi. Yangi cho'ktirilgan plyonkaga mexanik shikast yetmasligi

uchun havo oqimini yuqori bosimda berish yaramaydi. Quritish harorati 50-60 °S bo'lishi kerak.

7-eritma xromat-ftoridli bo'lib, bunda detallar oldin iliq siqilgan havoda, so'ngra 50-60 °S da quritish shkaftida 3-4 soat yoki xona haroratida 24 soat davomida quritiladi.

Alyuminiy va uning qotishmalarini elektrokimyoviy oksidlash – zamonaviy galvanostegiyaning eng ko'p tarqalgan jarayonlaridan biri hisoblanadi. U anodlash ham deyiladi. Anodlash sirtning korroziyaga va yemirilishga bardoshlilik, qattiqligi, elektr xossalari keng ko'lamda o'zgartirish imkonini beradi.

Anodli oksidlashda bir vaqtning o'zida ikki jarayon – anodda oksid plyonkaning hosil bo'lishi va uning anodlash elektroliti ta'sirida erishi sodir bo'ladi. Agar hosil bo'lgan plyonka elektrolitda erimasa, yuqori elektr qarshilikka ega bo'lgan, amalda g'ovaksiz, yupqa, ixcham plyonkalar hosil bo'ladi va uning o'sishi butun anod sirti plyonka bilan qoplangandagina to'xtaydi. Qalin anodli plyonkaning hosil bo'lishi uchun kislorod ionlarining butun elektroliz jarayoni davomida anod sirtiga kirib borishini ta'minlash kerak. Bu jarayon oksid plyonkaga ma'lum eruvchanlik ta'sirini ko'rsatuvchi elektrolitlarda sodir bo'ladi. Bunda plyonkaning o'sish tezligi bir vaqtda sodir bo'ladigan ikki xil jarayonlar nisbati: asos g'ovakchalarida metalning elektrokimyoviy oksidlanishi natijasida shakllanishi va plyonkaning elektrolitdagi erishi bilan aniqlanadi.

Alyuminiy va uning qotishmalari sirtida foydalaniladigan anodli plyonkalarni olish uchun shunday elektrolitlar va elektroliz rejimidan foydalaniladiki, bunda plyonkaning hosil bo'lish tezligi uning erish tezligidan kattaroq bo'ladi.

Anodli oksidlash (anodlash) elektrolitlari

Alyuminiy va uning qotishmalari sulfat, xromat, oksalat, sulfosalitsil kislotalar va ularning aralashmalarida oksidlanadi [22,24,28].

Sulfat kislotali elektrolit ko'proq tarqalgan bo'lib, u boshqa anodlash elektrolitlaridan arzonligi va past kuchlanishlarda foydalanish mumkinligi bilan farq qiladi. Sulfat kislotali elektrolitdan olingan oksidli plyonkalar yuqori himoyalash va dekorativ xossalarni namoyon etadi, oson bo'yaladi, yuqori qattqlikka ega (ayniqsa, qalin qoplamalar olishda). Yuqori termo va elektrizolyatsiyalash xossalari bilan lak-bo'yoq qoplamalarga nisbatan yuqori adgeziyalash xususiyatini namoyon etadi. Sulfat kislotali elektrolitdan sanoatda barcha alyuminiyli qotishmalarda foydalanish mumkin, lekin bu elektrolitning yedirilish ta'siri yuqori, shuning uchun undan murakkab konfiguratsiyali detallarni anodlashda foydalanib bo'lmaydi. Bu elektrolitning yedirilish bo'yicha ta'siri eritma harorati ortishi bilan, ayniqsa qalin qoplamalar olishda, keskin ortadi.

Anodlash uchun sulfat kislotali elektrolitdagi sulfat kislotaning optimal konsentratsiyasi 180-200 g/l ni tashkil etadi. Elektroliz rejimi ishlov berilayotgan material tarkibi, qoplamaning ishlatilish sohasiga bog'liq bo'ladi. Sulfat kislotada anodlashni ham o'zgarmas, ham o'zgaruvchan tokda olib borish mumkin. O'zgarmas tokda anodlashda katod vazifasini qo'rg'oshin yoki 12X18N9T rusumli po'lat bajaradi. O'zgarmas tokda anodlashda detallar har ikki shtangga ham osib qo'yiladi. Anodli plyonka anodli yarim davr ichida shakllanadi, uch fazali tokdan foydalanishda

vannaning chetki shtanglarida o'rta shtanglarga nisbatan tok zichligi 20-25 % ga kamroq bo'ladi. Qoplama qalinligining turlicha bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun osib qo'yuvchi moslamalarga faqat bir xil materialdan yasalgan detallar yuklanishi kerak.

116-jadvalda alyuminiy va uning qotishmalarini sulfat kislotali elektrolitda doimiy tok yordamida anodli oksidlash rejimlari keltirilgan.

116-jadval

Ishlov berilayotgan material	t, °S	J _a , A/dm ²	U, V	τ, daq.
Alyuminiy qoplamalari, uning g'ovakligi 5 ballgacha bo'lgan deformatsiyalanuvchi va quymali qotishmalari	15-23 ^{*1}	0,8-2,0	24	15-60 ^{*2}
	17-25 ^{*3}	1,2-2,5 ^{*3}	18-26 ^{*3}	30-40 ^{*3}
Alyuminiy va qotishmalari: AMg, AMg2, AMg3, AMg5, AMg6, AMts	18-23	1,0-1,5	12-18	30-40
Ko'p mis saqlovchi qotishmalar: D1, D16, AL4, AL12, AL17	16-25	1,5-2,0	17-20	40-60
Ko'p kremniy saqlovchi qotishmalar	16-23	2,0	18-28	40-50
Murakkab tuzilishli siluminli, dyuralyuminiyli va alyuminiyli qotishmalar ^{*4}	13-25	0,5-1,0	12-20	50-80
^{*1} elektrolitni aralashtirishda haroratni 25 °S gacha ko'tarilishiga ruxsat etiladi. ^{*2} organik bo'yoqlarda anodlash yorqin ranglar uchun 15-25 daqiqa, qora rang uchun 40-60 daqiqa davom etadi. ^{*3} o'zgaruvchan tokda sulfat kislota konsentratsiyasi 130-150 g/l gacha kamayishiga ruxsat etiladi. ^{*4} sulfat kislota konsentratsiyasi 230 g/l gacha ortishiga ruxsat etiladi.				

Sulfat kislotali anodlash elektrolitlarini tayyorlash

Hisoblangan miqdordagi sulfat kislota (zichligi 1,84 g/ml) ichida sovuq suv bo'lgan idishga quyiladi va tezda aralashtiriladi. Anodlash elektrolitlaridagi aralashmaning ruxsat etilgan miqdori: 30 g/l alyuminiy, 5 g/l magniy, 0,1 g/l (natriy xloridga qayta hisoblangan) xlor, o'zgaruvchan tokda ishlovchi elektrolitlar uchun 0,2 g/l mis.

Xrom oksidli elektrolitda kavsharlangan birikmali murakkab tuzilishga ega bo'lgan, tarkibidagi kremniyning miqdori ko'p bo'lgan detallar anodlanadi. Bu elektrolitlardan olingan oksidli plyonkalarining g'ovakliklari kam, rangsiz, shishasimon bo'lib, amalda detallarning o'lchamlarini o'zgartirmaydi, alyuminiyning yaltiroqligini ta'minlaydi. Ularning qalinligi 2-5 mkm gacha bo'ladi. Xrom oksidli elektrolitlarda olingan oksidli plyonkalar nisbatan yuqori himoyalash xususiyati va elastiklikni namoyon etadi, lekin uning qattiqligi va yemirilishga bardoshliligi sulfat kislotali elektrolitlardan olingan plyonkalaridan kamroq bo'ladi. G'ovakligi kam bo'lganligi uchun ular organik bo'yoqlarda bo'yalmaydi va zichlashtirilmaydi.

Xrom oksidli elektrolitda anodlash biroz ko'proq mehnat talab qiladi. Sulfat kislotali elektrolitlardagidan iqtisodliligi kam bo'ladi, chunki jarayon davomida ortiqcha kuchlanish, elektr va issiqlik rejimiga qat'iy rioya qilish kerak bo'ladi.

Tarkibida mis ko'p bo'lgan qotishmalar va boshqa og'ir metallarni xrom oksidli elektrolitlarda anodlash tavsiya etilmaydi [24].

Bu elektrolitlarda anodlash suyultirilgan (30-55 g/l) va konsentrlangan (90-100 g/l) xrom angidridli eritmalarda olib boriladi. Jarayon o'zgarish tokda olib boriladi. Katod sifatida 12X18N9T rusumli korroziyaga bardoshli po'lat yoki AO markali alyuminiydan foydalaniladi. Katodlar sirtining ishlov berilayotgan buyumlar sirtiga nisbati 5:1 bo'lishi kerak.

117-jadvalda alyuminiy va uning qotishmalarini anodlash elektrolitlari tarkibi va ularning ishlash rejimlari ko'rsatilgan.

117-jadval

Elektrolit	CrO ₃	t, °S	J _a , A/dm ²	U, V	τ, daq.
1	30-35	30-40	≤3,1	≤40	30-60
2	30-35	40±2	0,2-0,3	40-50	70-80
3	50-55	40±2	0,2-2,5	≤50	70-80
4*	90-100	36±2	0,3-0,5	≤40	45-60
5	85-100	36-38	1,0-2,5	≤40	30-35
*elektrolitida alyuminiy va uning gomogenli qotishmalarining anodlash rejimi harorati va anodli tok zichligi keltirilgan. Geterogenli qotishmalarining anodlash rejimida esa harorat 32±2 °S, anodli tok zichligi 0,4-2,5 A/dm ² bo'ladi.					

1-elektrolit GOST 9047-75 bo'yicha tavsiya etilgan bo'lib, alyuminiy va uning qotishmalarini, jumladan quymalarni anodlashga mo'ljallangan. Bu elektrolit I va II-sinf aniqligiga ega bo'lgan detallarni, payvandlangan va yopishtirib tayyorlangan buyumlarni anodlash uchun tavsiya etiladi. Kuchlanishni dastlabki 5-15 daqiqada 0 dan 40 V gacha ko'tarish kerak bo'ladi.

2 va 3-elektrolitlar AMg, AMts, AL2 va AL9 rusumli alyuminiy qotishmalari va alyuminiyni anodli oksidlash uchun ishlatiladi. 2-elektrolitda izolyatsiyalangan sirt bilan kirishuvchanligi kam bo'lgan detallar, 3-elektrolitda silliqanmagan, ko'proq kirishuvchanlikka ega bo'lgan detallar anodlanadi. Tarkibida mis miqdori 0,5 % dan ko'p bo'lgan alyuminiy qotishmalari anodlash uchun yaroqsiz hisoblanadi.

Dastlabki 25 daqiqa davomida elektroliz jarayoni kuchlanishi 40 V gacha ko'tariladi, shu qiymatda 35 daqiqa ushlab turiladi, so'ngra kuchlanish 5 daqiqa davomida 50 V gacha ko'tariladi va u jarayon oxirigacha ushlab turiladi.

4-elektrolit – alyuminiy, uning gomogen va geterogen qotishmalarini anodlashning konsentrlangan xrom oksidli elektroliti hisoblanadi. Elektrolizning dastlabki 5-10 daqiqasi davomida kuchlanish asta-sekin 40 V gacha oshiriladi va shu holatda 40-50 daqiqa ushlab turiladi. Kuchlanishning ortish tezligini tok zichligi 2-2,5 A/dm² dan oshmaydigan darajada tanlanadi.

5-elektrolitdan tezlashtirilgan anodlashda foydalaniladi. Elektrolitda bir vaqtning o'zida alyuminiy hamda kremniyli qotishmalar va tarkibidagi mis miqdori 5 % gacha bo'lgan qotishmalardan foydalanishga ruxsat etilmaydi. Dastlabki 5 daqiqa davomida kuchlanish 0 dan 40 V gacha oshiriladi, so'ngra o'zgarishsiz ushlab turiladi.

Elektrolit tayyorlash uchun xrom angidridi distillangan suvda eritiladi. Xrom angidrididan elektrolit tayyorlashdan oldin BaCO_3 qo'shish bilan ortiqcha sulfat anionlari yo'qotiladi. Xrom angidridi tarkibidagi sulfat anionlari miqdorining ruxsat etilgan miqdori 0,1 g/l, xlor ionlari miqdori esa 0,05 g/l ga teng, ularning elektrolitdagi miqdorlari esa mos ravishda 0,5 va 0,02 g/l ga teng bo'ladi. Agar elektrolitda uch valentli xrom to'planib qolsa, ularni eritmaga qo'rg'oshinli anodlar, po'lat katodlarda ishlov berish bilan yo'qotiladi. Bunda $J_a=0,2-0,3 \text{ A/dm}^2$ ni tashkil etadi.

Oksalat kislotasida elektrokimyoviy oksidlash alyuminiy va uning ko'pgina qotishmalarida yuqori elektr izolyatsiyalash xossalariga ega bo'lgan qalin plyonkalar hosil qilishi mumkin. Bunda plyonka qalinligi 25-30 mkm bo'lganda o'tish kuchlanishi 100-300 V ni tashkil etadi. Lekin bunday plyonkalarining qattiqligi sulfat kislotali elektrolitlardagidan ancha kam.

Oksalat kislotali elektrolitdan olingan oksidli plyonkalarining rangi ishlov berilayotgan qotishma va qoplama qalinligiga bog'liq. Masalan, oksidli plyonka qalinligi 5 mkm bo'lganda uning rangi oqish-kulrang, 15 mkm da sariq, 50 mkm da esa oltinsimon sariq, 100 mkm gacha bo'lganda esa jigarrang-sariq rangli bo'ladi. Tabiiyki, bo'yalgan plyonkalardan dekorativ maqsadlarda foydalaniladi. Bundan tashqari elektrolitda tiniqligi turli darajada bo'lgan plyonkalar: tiniq, yarim tiniq, sut rangli, ayrim qo'shimchalar qo'shilganda esa ematal tipidagi yaltiroq bo'lmagan plyonkalar hosil qilinadi.

Oksalat kislotali elektrolitlarda anodlashning narxi boshqa elektrolitlardagidan birmuncha yuqori (sulfosalitsilli elektrolitdan tashqari) bo'lib, undan elektr izolyatsiyalash qoplamalari olish va quyma qoplamalarni oksidlashda foydalaniladi.

Oksalat kislotali elektrolitlarda anodlash o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarda olib boriladi. O'zgaruvchan tokda oksidlantirilganda hosil bo'lgan qoplama nisbatan yumshoq va elastik bo'ladi. Bunda katod materiali sifatida qo'rg'oshin yoki 12X18N9T rusumli po'latdan foydalaniladi.

118-jadvalda oksalat kislotada anodlash elektrolitlarining tarkibi va ularning ish rejimi keltirilgan.

118-jadval

Elektrolit	$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	t, °S	$J_a, \text{A/dm}^2$	U, V	$\tau, \text{daq.}$
1	40-50	15-25	2,5-3,5	≤ 120	≤ 120
2	30-50	20	1,0-2,0	30-35	20-30
3	50-100	30	1,0-2,5	50-65	10-30
4*	40-50	25-35	2,0-3,0	≤ 60	40-60
*0,5-1 g/l xrom angidrid saqlaydi.					

1-elektrolit GOST 9047-75 bo'yicha alyuminiy va uning AMg, AMts, AD31 rusumli deformatsiyalanuvchi qotishmalarida elektr izolyatsiyalovchi qoplamalar olish uchun tavsiya etiladi. Aktiv (Om) qarshilikning ortib borishi bilan (oksidli plyonkaning o'sishi natijasida) tok zichligi kamayadi va uni o'zgarmas darajada ushlab turish uchun elektroliz oxirida kuchlanishni 100-120 V gacha oshirish kerak bo'ladi. Anodlash o'zgarmas tokda eritmani aralashtirib turgan holda olib boriladi.

2 va 3-elektrolitlar alyuminiy va uning AMg, AMts, AD1, V95, D16 rusumli qotishmalarini o'zgaras tokda himoya-dekorativ anodlashda ishlatiladi. Elektroliz oxirida kuchlanish 2-elektrolitda 60-70 V, 3- elektrolitda 90-100 V gacha yetadi. Oksidli cho'kmalarning qalinligi 8-15 mkm ni tashkil etadi.

4-elektrolitdan tasma va simlarni o'zgaras tokda anodlashda foydalaniladi. Elektroliz jarayonida kuchlanish 20 dan 60 V gachcha ortadi. Elektrolit tayyorlashda oksalat kislotasi 50-60 °S gacha qizdirilgan suvda eritiladi. Oksalat kislotali oksidlashda xlor (>0,04 g/l) va alyuminiy (>30 g/l) bo'lib, ular elektrolit tarkibidagi zararli aralashmalar hisoblanadi.

Sulfosalitsil kislota asosidagi elektrolitlarda anodlash qattiq, elektr izolyatsiyali, himoyali va himoya-dekorativli qoplamalar olish imkonini beradi. Bu elektrolitlar kulrang qoradan jigarrang bronza ranggacha bo'lgan turli xil, qotishma tarkibiga bog'liq bo'lgan zich plyonkalar hosil qiladi va ulardan dekorativ qoplamalar olishda foydalaniladi [24,28].

Sulfosalitsilli anodlash elektrolitlari bir vaqtning o'zida tarkibida sulfat kislota (ikki komponentli elektrolitlar) yoki sulfat va oksalat kislotalar (uch komponentli elektrolitlar) bo'lishi mumkin. Bunday elektrolitlarning afzalligi shundan iboratki, bunda bir xildagi elektroliz rejimida (davomiyligi, anodli tok zichligi) elektroliz harorati sulfat kislotali elektrolitlarnikidan 1,5-2 marta kam bo'lib, bu unchalik darajada sovutmasdan qalinligi katta bo'lgan oksidli plyonkani shakllantirish imkonini beradi. Bundan tashqari, bu elektrolitlardagi oksid plyonkalarining erish tezligi sulfat kislotali elektrolitlardagiga nisbatan 10 marta kam bo'lib, unda alyuminiy deyarli erimaydi.

Sulfosalitsilli elektrolitda anodlash o'zgaras tokda qo'rg'oshinli yoki 12X18N9T rusumli po'latdan yasalgan anodlardan foydalangan holda olib boriladi. Tarkibida 100 g/l sulfosalitsil kislota, 5 g/l sulfat kislota bo'lgan ikki komponentli elektrolitdan 20-40 °S, $J_a=1-3 \text{ A/dm}^2$, $U_{\text{boshl}}=25-30 \text{ V}$, $U_{\text{oxir}}=70-100 \text{ V}$ da 20-60 daqiqali rejimda foydalaniladi. Elektrolitni siqilgan havo yordamida aralashtiriladi. Kerakli harorat eritmani vodoprovod suvi oqib turuvchi zmeevik (ilon izisimon shaklli isitgich) yordamida ushlab turiladi. Qoplama qalinligi 25-30 mkm gacha yetadi. SHu elektrolitdan cho'ktirilgan plyonkalarining 20 °S dagi qattiqligi eng yuqori, 40 °S da esa minimal elastiklik va yaxshi elektr izolyatsiyalash xususiyatlarga ega bo'ladi.

Uch komponentli sulfosalitsilli anodlash elektrolitlarning tarkibi va ish rejimi 119-jadvalda keltirilgan.

119-jadval

Elektrolit	$\text{C}_{17}\text{H}_6\text{O}_4\text{S} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	H_2SO_4	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$J_a, \text{ A/dm}^2$	$t, ^\circ\text{S}$	$U, \text{ V}$	$\tau, \text{ daq.}$
1	90-110	2-4	27-33	1,5-3	10-28	<100	20-120
2	80-100	3-5	30-40	1,5	10 ± 5	70-85	100
3	100	4	30	2-3	10-30	60-80	40-120

1-elektrolit GOST 9047-75 bo'yicha alyuminiy va uning qotishmalarini jumladan, quyma (D16, V95, AMg, AMts, AMg2, AMg3, AMg6, AL6)

qotishmalarni anodli oksidlash uchun tavsiya etilgan. Anodlash rejimi qotishma tarkibi bo'yicha aniqlanadi. Jarayon eritmani aralashtirib turish bilan olib boriladi.

Quyida uch komponentli sulfosalitsilli anodlash elektrolitida alyuminiyli qotishmalarga ishlov berish rejimlari keltirilgan.

Material	Alyuminiy	D16	V95	AL2	AMg	AMts
t, °S	18-28	10-18	10-20	10-18	18-23	18-23
J _a , A/dm ²	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0-3,0	3,0

O'lchamlari 300x200 mm bo'lgan detallar uchun anodli tok zichligi 1,5-2 marta kamaytirilganda shunga mos ravishda anodli oksidlash vaqti ortadi.

2-elektrolitdan qirqish yo'li bilan tayyorlangan, o'rnatiladigan joyi bo'lgan detallarni oksidlashda foydalaniladi. Bu elektrolitdan olingan plyonkaning mikroqattiqligi 3,5-6,5 MPa ga, qalinligi esa 20 mkm gacha bo'ladi.

3-elektrolitdan qalinligi 20 mkm gacha bo'lgan, yuqori elektroizolyatsiyali xossalarga ega bo'lgan oksidli plyonkalar olinadi. Elektroliz jarayonida kuchlanish 25-30 V dan 60-80 V gacha ortadi, lekin bu oksalat kislotali anodlash elektrolitidagidan ancha past hisoblanadi. Murakkab ko'rinishga ega bo'lgan detallarni 20-30 °S va J_a=2-3 A/dm² da anodlash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Anodli plyonkaning o'sish tezligi qotishma tarkibiga bog'liq bo'lib, uning qiymati toza va texnik alyuminiyda 1 mkm/daq. ni tashkil etadi, AD1 qotishmasida esa V95 qotishmasidagidan 1,5 marta yuqori bo'ladi.

Yetarli darajadagi yuqori korroziyaga chidamli qattiq plyonkalarni universal elektrolit ishtirokida anodlashda hosil bo'ladi. Ularning tarkibida 180-210 g/l sulfat kislota, 17-20 g/l oksalat kislota va 40-100 g/l (zichligi 0,8 g/ml) etil spirti bo'ladi [10].

Bu elektrolitda elektroliz rejimi qoplama tarkibi ularga qo'yiladigan talablarga bog'liq (120-jadval).

120-jadval

Alyuminiy qotishmalarini universal elektrolitda anodlashning elektroliz rejimi

Qoplama	t, °S	J _a , A/dm ²	U _{oxir} , V	τ, daq.	S, mkm
Elektroizolyatsiyali					
AL9	10-30	4-6	40-60	50-60	55-65
AMg*	<15	3-5	35-45	40-70	70-140
Qattiq AL9, AMg	10-15	3-5	35-40	25-35	30-35
*katod va anod yuzalarining nisbati 1:10					

Dastlabki 15 daqiqada kuchlanishni noldan kerakli qiymatgacha oshirish va uni jarayon oxirigacha o'zgartirmaslik kerak. Anodlash jarayoni eritmani aralashtirib turgan holda qo'rg'oshinli anodlarda olib boriladi. Plyonkadan o'tuvchi kuchlanish bu elektrolitlar uchun 950-1700 V ni, mikroqattiqligi 3,3-5,2 GPa ni tashkil etadi.

Universal elektrolitlar boshqa elektrolitlarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

- Qattiq elektrizolyatsiyali qalin qoplamalar olish uchun eritmani sulfat kislotali elektrolitlardagi kabi o'ta past haroratda sovutishning hamda oksalat kislota eritmasidagi kabi yuqori kuchlanishlarda ($>100\text{ V}$) olib borish talab etilmaydi.

- Bu elektrolitdan olingan elektrizolyatsiyali qoplamalarni maxsus laklar bilan shimdirish talab etiladi.

- Anodlash jarayonining unumdorligi 2-4 marta ortadi.

- Bu elektrolitdan olingan anod-oksidli qoplamalar tanin yoki vodorod peroksidida to'ldirilgach, o'zining himoyalash qobiliyati bo'yicha faqat alyuminiyli detallarni himoya qilish uchun tavsiya etilgan qotishmalardan farq qilmaydi. Elektrolitni unda qizdirilgan suvda tayyorlashda, aralashtirib turgan holda oksalat kislota eritiladi.

Eritma xona haroratigacha sovutilgandan keyin unga oz-ozdan ($\leq 20\text{ ml/l}$) sulfat kislota qo'shiladi. Oxirida konsentratsiyasi $\geq 100\text{ g/l}$ bo'lgan etil spirti qo'shiladi va eritma yaxshilab aralashtiriladi. Elektrolit tarkibidagi qo'shimchalarning ruxsat etilgan miqdori quyidagicha bo'ladi: xlor ionlari $0,002\text{ g/l}$, mis $0,5\text{ g/l}$, temir $0,2\text{ g/l}$.

121-jadvalda anodlash jarayonidagi asosiy kamchiliklar va ularni bartaraf etish usullari keltirilgan.

121-jadval

Jarayon yoki qoplama nuqsoni	Jarayon buzilishining sababi	Nuqsonlarni bartaraf qilish usuli
Sulfat kislotali elektrolit		
O'zgarmas tok bilan oksidlash		
Oksidlanayotgan detalning alohida qismlarida plyonkaning mavjud emasligi	Buyumning osib qo'yiladigan moslamaga yaxshi tegib turmaganligi	Ilgaklar tuzilishini o'zgartirish, ulanishni yaxshilash
Kamalaksimon yupqa plyonka	Buyumning ilgak bilan yaxshi tegib turmaganligi	Mustahkam va ishonchli kontakti ta'minlash
G'ovaksimon plyonka	Elektrolit haroratini $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan oshirish	Elektrolit haroratini retseptdagi qiymatgacha pasaytirish
Yaltiroq bo'lmagan anodli plyonka	Tok zichligi va elektrolit haroratining ortiqchiligi, anodlashning uzoq vaqt davom etishi	Jarayonni berilgan texnologik rejimda olib borish
Plyonka g'ovakligining ortiqchaligi	Elektrolit harorati $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan kam	Eritma haroratini $18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha yetkazish
Tarkibida mis bo'lgan qotishmalarni anodlashda qora chiziqlar va dog'lar	Elektrolitda $0,2-0,4\text{ g/l}$ dan ortiq misning yig'ilib qolishi	Elektrolitga yedirilishda dog' hosil bo'lmasligi uchun $2-3\text{ g/l}$ xrom angidridi yoki $6-8\text{ g/l}$ nitrat kislota qo'shish
Oksidlangan sirtning yedirish	Elektrolit tarkibidagi sulfat kislota eritmasining	Eritmani qayta ishlash va jarayonni berilgan

	ortiqchaligi. Eritma haroratining 23 °C dan yuqoriligi. Jarayonning uzoq vaqt davom etishi	texnologik rejimda olib borish
Oksidlangan detallarda mahalliy yedirilishning paydo bo'lishi	Oksidlangandan keyin yaxshi yuvilmaganligi, neytrallanishning olib borilmaganligi	Anodlashdan keyin yuvish jarayonini yaxshilash va tezlashtirish, neytrallanishni olib borish
Oksidlangan detallarda kulrang kukunsimon qatlam hosil bo'lishi	Oksidlashdan oldin detallarning yaxshilab tozalanmaganligi	Oksidlashdan oldin detallarni yaxshilab tozalash
Bo'yalgandan keyin detaldan sirpanib tushuvchi g'ovaksimon plyonka hosil bo'lishi	Elektrolitda 30 g/l gacha alyuminiyning to'planib qolishi	Alyuminiy yo'qotish yoki elektrolitni almashtirish
O'zgaruvchan tok bilan oksidlash		
Yashil rang va oksidli plyonkaning yedirilishi	Elektrolit tarkibida misli aralashmalarining ko'p miqdorda bo'lishi	Elektrolitga o'zgarmas tok bilan ishlov berish, misni katodga cho'ktirish
Yangi tayyorlangan elektrolitda oksidlantirilganda plyonkada kulrang chiziqlarning hosil bo'lishi	Elektrolitda og'ir metall qo'shimchalari (mis, alyuminiy va boshqalar)ning bo'lishi	Elektrolitga o'zgarmas tok bilan ishlov berish yoki eritmani almashtirish
Xrom oksidli elektrolit		
Sirtni yedirish, sariq dog' paydo bo'lishi	Elektrolit tarkibida xrom oksid miqdorining kamligi	Kimyoviy tahlil o'tkazish va elektrolitdagi xrom angidridi miqdorini retseptdagi qiymatga yetkazish
Anodli plyonkaning shakllanish tezligining kamayishi	Elektrolit haroratining yuqoriligi	Texnologik jarayonda ko'rsatilgan qiymatgacha haroratni pasaytirish
Yaltiroq bo'lmagan plyonka	Elektrolitdagi sulfat ionlarining miqdori 0,01 % dan kam	Elektrolitdagi sulfat ionlarining miqdori 0,03 % dan oshirish
Yarimyaltiroq plyonka	Elektrolitdagi sulfat ionlarining miqdori 0,01-0,03 % bo'lishi	
Anodli plyonkaning hosil bo'lishining sekinlashishi	Elektrolitdagi sulfat ionlarining miqdori 0,5 g/l dan yuqoriligi	Ortiqcha sulfat ionini bariy gidroksidi yoki karbonati bilan cho'ktirish

Universal elektrolit		
To'g'ri anodlash rejimida plyonkaning past elektroizolyatsiyalash xossasiga ega bo'lishi	Elektrolit tarkibida etil spirtining miqdori kam	Kimyoviy tahlil o'tkazish va elektrolitni qayta hisoblash
Qora rangli plyonka, elektroizolyatsiya xossalarning pasayishi	Elektrolit tarkibida sulfat kislota miqdorining yetarli emasligi	Sulfat kislota qo'shish
Plyonkaning yashilsimon tusga kirishi, elektrizolyatsiyalash xossalarning pasayishi	Elektrolit tarkibida oksalat kislota miqdorining yetarli emasligi	Kimyoviy tahlil ma'lumotlari bo'yicha oksalat kislota qo'shish

Qattiq holda anodlash

Qattiq yoki chuqur anodlash – 40-300 mkm qalinlikka ega bo'lgan alyuminiy va uning qotishmalarida elektrokimyoviy usulda oksidli plyonkalarni hosil qilish jarayoni hisoblanadi. Bunda hosil bo'lgan plyonka yuqori qattiqligi, yemirilishga va issiqqa bardoshliligi bilan xarakterlanadi. Bu asosiy metalning issiqlikka bardoshliligidan ancha yuqori hisoblanadi va yaxshi elektr hamda termoizolyatsiyali xossalarni, yetarli darajadagi korroziyaga bardoshlilikni namoyon etadi. Bu qoplamalarning g'ovakligi texnik alyuminiyda 20 % ni, qotishmalarda esa 35 % ni tashkil etadi. Qattiq anodli plyonkalarining asos metali bilan birikishi yaxshi bo'lishiga qaramasdan, ular birozgina mo'rt hisoblanadi va bu xususiyati qoplama qalinligi ortishi bilan oshib boradi, shu sababli qattiq holda anodlashdan zarba berib sinaladigan detallarni qoplashda foydalanib bo'lmaydi.

Plyonka qalinligi qotishma tarkibiga bog'liq bo'lib, uning qiymati avvalo sof alyuminiyda 12-15 GPa gacha, texnik alyuminiyda 5-5,2 GPa gacha, AV qotishmasida 4,8-5 GPa ni, AL9 qotishmasida 4,5-4,8 GPa ni, D16 da 3,3-3,5 GPa ni tashkil etadi [24,28].

Ko'pincha qattiq holda anodlash 17-30 % li sulfat kislota eritmasida olib boriladi. Bunda shakllanayotgan oksid plyonkani kuchli yedirilishini ham kuzatish mumkin. Eritma harorati har 22-23 °S da anodli plyonkaning erish tezligi 10 martaga ortishini kuzatish mumkin. Plyonkaning keskin yedirilishining oldini olish uchun jarayonni manfiy haroratlarda sovitilgan holda olib borish tavsiya etiladi. G'ovakliklari kam, qalin, qattiq holdagi oksidli plyonkalar harorati -4 dan -8 °S gacha bo'lgan eritmalarida hosil bo'ladi.

Qalinligi katta bo'lgan plyonkalarni anodlashda qirralar, bo'rtib chiqqan qismlar va boshqa nuqsonlar bo'lmasligi kerak, chunki bunday joylarda mahalliy qizish ro'y berishi natijasida detallarning qizib ketishi yoki detallarni yedirilishini kuzatish mumkin. Barcha o'tkir qirrali burchaklar $\leq 0,5$ mkm gacha egiltirilishi lozim. Qalinligi 0,8 mm dan kam bo'lgan detallarni qattiq holda anodlash mumkin emas. Rezbali detallarga ishlov berishda quyidagi talablarga rioya qilish kerak: rezba sirtida singan yoki ortiqcha joylar bo'lmasligi, ularning uchi va boshini 0,2 mm gacha qayirish talab etiladi.

Quyidagi jadvalda alyuminiy va uning qotishmalariga qo'rg'oshinli katodlar yoki 12X18N9T rusumli po'latlarda qattiq holda sulfat kislotali anodlash elektrolitlarining tarkibi va ularning ish rejimlari keltirilgan [24,28].

Elektrolit	1	2	3	4	5	6
H₂SO₄, g/l	180-200	300-380	200	300	170-180	100
J_a, A/dm²	2,5-5,0	0,5-2,5	2,5	0,5-2,5	18-20	2,5
t, °S	0 – (-7)	-5 – (-7)	-5 – (-10)	2 – 4	-15 – (-20)	2 – 4
U, Volt	≤90	≤65	20-40	≤80	20-25	≤80
τ, daqiqa	20-90	35-90	20-30	-	10-15	-

1-2 elektrolitlar GOST 9047-75 bo'yicha alyuminiy va uning qotishmalarini eritmani aralashtirib turib, qattiq holda anodlash elektrolitlari hisoblanadi. 2-elektrolitdan ko'proq tarkibida >4,5 % mis bo'lgan alyuminiyli qotishmalarni anodlashda foydalaniladi. Bunda tok zichligini 30 daqiqa davomida 0,5 dan 2,5 A/dm² gacha oshirib boriladi. 3-elektrolitdan tishli g'ildiraklarni anodlashda foydalaniladi, bu esa plyonka qalinligi 20-30 mkm bo'lganda yemirilishga bardoshlilikni 5-10 marta oshirish imkonini beradi. 4-elektrolit tarkibida mis miqdori ko'p bo'lgan alyuminiy qotishmalari (D1, D16)ni anodli oksidlashda ishlatiladi. 5-elektrolit tezlashtirilgan rejimda qattiq holda anodlashda ishlatiladi. 5-10 daqiqa davomida qalinligi 50 mkm gacha bo'lgan plyonkani cho'ktirish mumkin. 6-elektrolit tarkibida kremniy miqdori ko'p bo'lgan AL4, AL5, AL9 rusumli alyuminiy qotishmalarini qattiq holda anodlashda ishlatiladi.

Tarkibida mis yoki kremniy miqdori ko'p bo'lgan alyuminiyli qotishmalarni qattiq holda anodlash o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka qo'shish bilan olib boriladi. Bu anodli plyonkalar sifatini ancha oshirish va undagi kuyundilarni minimal miqdorgacha kamaytirish hamda jarayonni katta tok zichligida olib borish imkonini beradi.

O'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka qo'shish bilan elektroliz 20 % li sulfat kislota eritmasida -3 dan -5 °S gacha bo'lgan haroratda olib boriladi. Elektrolizning boshqa parametrlari 122-jadvalda keltirilgan.

122-jadval

Alyuminiy qotishmalarini qattiq holda anodlashdagi doimiy va o'zgaruvchan tok qiymatlari

Qotishmalar	J_Σ, A/dm²	J_{I=doim}/ J_{I=o'zg}	τ, daq.	S, mkm	H_μ, GPa
D1, D16	5-10	1/1	20-40	60	5
siluminlar	2,5-10	3/1	30-90	100	5

Yuqoridagi rejim bo'yicha siluminda hosil qilingan anodli plyonkalarining anodlanmagan siluminli plyonkalarga nisbatan yemirilishga bardoshlilik 30 marta ortiq bo'ladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari sirtida qattiq holdagi anodli plyonkalar olish uchun sulfat kislotaga ko'pincha oksalat kislota qo'shiladi. Bu sulfat kislotaning yedirish ta'sirini kamaytirish va jarayonni xona haroratida olib borish imkonini beradi.

Alyuminiy va uning qotishmalarini ikki komponentli sulfat-oksalatli elektrolitda qattiq holda anodlash elektrolitlari va ularning ish rejimlari 123-jadvalda ko'rsatilgan.

123-jadval

Elektrolit	H ₂ SO ₄	C ₂ H ₂ O ₄ *2H ₂ O	t, °S	J _a , A/dm ²	U, V	τ, daq.
1	180-200	10-20	10-25	2-5	≤90	30-60
2	108-115	18-20	0-12	2,5-4	(12-18) - (50-75)	100-150

1-elektrolitdan alyuminiy va uning deformatsiyalanuvchi qotishmalarini qattiq holda anodlashda foydalaniladi.

2-elektrolit AMg turdagi alyuminiyli qotishmalarni qattiq holda anodlash uchun ishlatiladi. Dastlabki 15 daqiqa davomida tok kuchi kerakli qiymatgacha asta-sekin oshirib boriladi va jarayon oxirigacha o'zgarishsiz ushlab turiladi. Elektroliz jarayonida eritmani shiddatli aralashtirib turish kerak. Katodli va anodli sirtlar nisbati 10:1 bo'lishi kerak.

Yuqori qattiqlik (5,9-6,9 GPa)ga ega bo'lgan anodli plyonkalar AMg va AL9 rusumli alyuminiy qotishmalarini oksalat va limon kislotalar (25 g/l dan) aralashmasida 45 °S, J_a=2 A/dm² da 30 daqiqa davomida 30-40 mkm rejimida anodlash natijasida hosil bo'ladi.

Bundan tashqari, qattiq holdagi anodlash uch komponentli sulfosalitsilli, "universal" anodlash elektroliti va boshqa elektrolitlarda olib boriladi.

Uch komponentli sulfosalitsil elektrolitida qattiq holda anodlash rejimi 124-jadvalda keltirilgan.

124-jadval

Qotishmalar	S, mkm	t, °S	J _a , A/dm ²	U _{boshl} , V	U _{oxir} , V	τ, daq.
A99, A97, A95	60±5	20±3	3,0	25-30	70-75	60
	40±5	20±3	3,0	28-30	60-65	40
A5, A0, AMg2	20±3	20±3	3,0	28-30	50-55	20
AMg3	20±3	20±3	3,0	28-32	55-60	30
AMg5, AMg6	20±3	20±3	2,0	28-32	55-60	45
AMts	20±3	20±3	3,0	35-40	65-90	60
B95	40±5	10±5	2,0	32-35	65-80	90
B95	20±3	10±5	2,0	32-35	45-55	40
D1, D16	25±3	10±5	1,5	40-42	75-85	120
D1, D16	15±2	10±5	1,5	40-42	75-80	90
B95T	15±2	10±5	2,0	32-35	45-50	30

Qattiq holda anodlash elektrolitlaridagi buzilishlar va ularni yo'qotish usullari 125-jadvalda keltirilgan.

125-jadval

Jarayon yoki qoplama nuqsoni	Jarayon buzilishining sababi	Nuqsonlarni bartaraf qilish usuli
Detal sirtining ayrim qismlarida plyonkaning	Elektrolitning yaxshi aralashtirilmaganligi	Elektrolitni aralashtirishni yaxshilash. Aralashtirish

yedirilishi		uchun sovutilgan va tozalangan havodan foydalanish
Asosiy metalning kuyishi	Anodli qotishmada mis miqdorining yuqoriligi	Eritmani shiddatli aralashtirish. Jarayonni berilayotgan o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka o'tkazish bilan olib borish
Anodlashdan keyin anodli plyonkaning mahalliy yedirilishi	Anodlashdan keyin buyumlarning yetarli darajada yuvilmaganligi	Anodlangan detallarni oqim suvda yuvish davomiyligini oshirish
Ajratiladigan plyonkaning mustahkam emasligi	Sulfatli elektrolit haroratini -2 °C dan yuqori qiymatga oshirish	Elektrolit haroratini retseptdagi qiymatgacha pasaytirish

Ematallash

Ematallash – alyuminiy va uning qotishmalarida yaltiroq bo'lmagan oksidli plyonkalarni elektrokimyoviy usulda hosil qilish jarayoni hisoblanadi. Ular tashqi ko'rinishi bo'yicha emal bilan qoplangan sirtini eslatganligi uchun ematal plyonkalar deyiladi.

Odatdagi anod-oksidli plyonkalarga nisbatan ematal plyonkalarining quyidagi afzalliklari mavjud:

- Atmosfera sharoitida elektrolizga bog'liq ravishda 1,3 dan 50 % gacha g'ovaklikka ega bo'lganligi tufayli yuqori korroziyaga chidamlilikni namoyon etadi.
- Elektrizolyatsiyalash va dielektrik xossalarning yuqori bo'lishi hisobiga o'tish kuchlanishi 600 V gacha yetadi, 500 °S gacha qizdirilganda hech qanday o'zgarishga uchramaydi.
- Yuqori fizik-mexanik xossalarni, zarbali va tsiklik yuklanishlarga bardoshliligi, mikroqattiqligi (6,5-7 GPa) bo'lib, qatlam qalinligi 10-14 mkm ga teng bo'ladi.
- Yaxshi sanitar-gigienik xossalarga ega bo'lganligi uchun, maishiy maqsadlar uchun buyumlar tayyorlashda keng ko'lamda ishlatiladi.
- Har qanday alyuminiyli qotishmani emal bilan qoplash mumkin, chunki yaltiroq bo'lmagan emalli plyonka metall strukturasi to'liq qoplanganligi uchun asosiy metall sirtiga ishlov berishga bo'lgan talab kamayib boradi.

Ematallashning o'ziga xosligi shundaki, bunda jarayonni tok zichligi bo'yicha emas, balki kuchlanish bo'yicha boshqarib turishning mumkin bo'ladi.

Anodli ematalli qoplamani oksalat va xrom-borli kislotalardan olish mumkin [22,24,39].

Oksalat kislota asosidagi elektrolitlar bilan ematallashni titan tuzlari ishtirokida yoki ularning ishtirokisiz ham olib boriladi.

Titan-oksalatli elektrolitlardan olingan ematal plyonkaning fizik-mexanik xossalari ayniqsa yuqori hisoblanadi. Bunday elektrolitlarda yuqori legirlangan

alyuminiy qotishmalarining ematal plyonkalarini hosil qilish mumkin. Titan tuzi o'rniga elektrolitlarda sirkoniy yoki toriy tuzlaridan ham foydalanish mumkin. Bu elektrolitlarning kamchiliklariga ular narxining yuqoriligi, tarkibining beqarorligi, jarayonni yuqori harorat va bosimda olib borilishi kiradi.

126-jadvalda oksalat kislota asosida ematallash uchun elektrolit tarkibi va ularning ish rejimlari keltirilgan.

126-jadval

Elektrolit	$KThO(C_2O_4)_2 \cdot 2H_2O$	$NaZrO(C_2O_4)_2 \cdot 2H_2O$	$C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$	$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$	H_3BO_3	$C_3H_8O_2$	t, °S	U, V	pH	τ , daq.	S, mkm
1	40-45	-	1-2	1-2	8-10	-	50-60	0-120	1,5-2	30-40	10-15
2	-	-	1-1,5	1-1,5	8-10	-	44-52	≤ 120	2,2-3	40-50	≤ 10
3	40	1,2	-	1	8	-	40-50	≤ 130	1-2	30-40	-
4	-	-	-	20	-	25	68	120	1,6-2,6	60	8-10
5	-	20	-	-	20	5	72	120	1,6-2,6	-	10-15
6	40-43	-	1-3	1-2	8-10	-	55-60	70-120	1,5-2,5	30-40	10-15
Izoh: 1-elektrolit 6-8 g/l xrom angidrid, 2-elektrolit 5-7 g/l temir-ammoniy oksalat, 4-elektrolit 20 g/l natriy tetraborat va 15 g/l toriy-ammoniy oksalat saqlaydi.											

1-elektrolit GOST 9047-75 bo'yicha taklif etilgan bo'lib, undan barcha rusumdagi alyuminiy, AMg, AMts, V95 rusumli deformatsiyalanuvchi va AL22, AL29 rusumli quyma qoplamalarni ematallashda foydalanish mumkin. Dastlabki 15 daqiqa davomida kuchlanish 0 dan 120 V gacha ortadi va jarayonning oxirigacha o'zgarishsiz ushlab turiladi. Eritmani shiddatli aralashtirib turish talab etiladi. Katodlar 12X18N9T rusumli po'latdan tayyorlanadi, alyuminiy yoki AMts qotishmasidan ham foydalanishga ruxsat etiladi.

2-elektrolit AK4 va AK6 kabi yuqori legirlangan qotishmalarni ematallashda ishlatiladi. Elektroliz 60-70 V kuchlanishda boshlanadi. Anodli tok zichligi 0,6-0,7 A/dm² ni tashkil etadi. Shundan keyin har 2-3 daqiqada kuchlanish 10-15 V ga oshirib boriladi va u $J_a=2-3$ A/dm² da 110-120 V gacha yetkaziladi. SHunday kuchlanishda elektroliz jarayoni oxirigacha davom ettirilib, bunda tok zichligi 0,5 A/dm² gacha pasaytiriladi.

3-elektrolit tropik iqlimda foydalaniladigan AMg, AMts, V95 rusumli deformatsiyalanuvchi detallarni ematallashda ishlatiladi. Berilgan tok zichligi kuchlanish 30-70 V gacha oshirilgan holda saqlanadi. SHunday kuchlanishda elektroliz jarayoni 30 daqiqa davom ettirilib, bunda tok zichligi 0,5 A/dm² gacha pasaytiriladi.

4-elektrolit (toriy tuzi asosida) va 5-elektrolit (sirkoniy tuzi asosida)lardan alyuminiy va uning qotishmalarini ematallashda foydalaniladi. Bu elektrolitlardan hosil qilingan plyonkalar termik zarbalarga chidamli hisoblanadi.

6-elektrolit turli rusumli alyuminiy va uning qotishmalarini ematallashda ishlatiladi. Buyumlar toksiz elektrolitga osib qo'yiladi. Boshlang'ich kuchlanish 70-80 V ga teng bo'lib, 10-15 daqiqa elektroliz davomida 120 V gacha ortadi. Elektrolitning optimal harorati 55-60 °S bo'lib, uning kamayishi plyonkaning dekorativ xossalarining yomonlashuviga olib keladi. Harorat 65 °S dan oshsa plyonka yupqalashadi, uning g'ovakligi ortadi, titan tuzlarining qisman to'kilishi kuzatiladi.

Elektrolit tayyorlash. Tarkibida titan tutuvchi (yoki boshqa metall bo'lgan) tuzning o'lchangan miqdori 30-40 °S gacha qizdirilgan distillangan suvda eritiladi. So'ngra bu eritmaga kerakli miqdordagi oksalat va limon kislotalar qo'shiladi. Alohida idishda issiq distillangan suvda borat kislota eritiladi. Har ikki eritma bir-biriga quyilib, barcha komponentlari to'liq eriguncha yaxshilab aralashtiriladi. SHundan keyin eritma ishchi idishda filtrlanadi, kerakli hajmgacha suv quyilib, yana yaxshilab aralashtiriladi.

Qotishmalarni ematallashda normal ishlash uchun elektrolitga alyuminiy anodlarda undan 1-1,5 (A*soat)/l tok o'tguncha tok bilan ishlov beriladi.

Ematallashning xrom-borli elektrolitlari

Ematallashning bunday elektrolitlari titan-oksalatli elektrolitlarga nisbatan birmuncha tejamli va foydalanishga barqarorlik xususiyatlarini namoyon etadi. Bu elektrolitlardan olingan ematal plyonkalar dekorativ, gigienik va boshqa bir qator xossalari hamda elektr parametrlari bo'yicha tarkibida titanatlar bo'lgan elektrolitlardan olingan plyonkalardan farq qilmaydi. Lekin xrom-borli elektrolitlardan olingan ematal plyonkalarining qattiqligi va yemirilishga bardoshlilik tarkibida titan bo'lgan elektrolitlarnikidan pastroq hisoblanadi. Tarkibidagi misning miqdori $\leq 2,5$ % bo'lgan alyuminiy qotishmasi va alyuminiy xrom-borli elektrolitlarda ematallanadi.

127-jadvalda xrom-borli ematallash elektrolitlarining tarkibi va ularning ish rejimlari ko'rsatilgan.

127-jadval

Elektrolit	CrO ₃	H ₂ BO ₃	t, °S	J _a , A/dm ²	U, V	τ, daq.	S, mkm
1	30-35	1-2	40-45	0,3-1,0	40-80	60	7-9
2	100-110	3-4	41-48	0,7-1,4	40-45	50-60	7-8
3	30	2	42-45	-	40-60-80	60	≤10

Katodlar 12X18N9T rusumli po'latdan tayyorlanadi, katodli va anodlar sirti orasidagi nisbat 2:1 dan 3:1 gacha o'zgaradi. Eritmani shiddatli aralashtirib turish lozim.

1-elektrolit suyultirilgan eritma bo'lib, unda alyuminiy va uning qotishmalari (AMg, AMts va V95) emallanadi. Dastlabki 5 daqiqa ichida kuchlanish 40 V gacha oshiriladi va shu holatda $J_a=0,4-0,5$ A/dm² da 25 daqiqa davomida ushlab turiladi. So'ngra kuchlanish 80 V gacha oshiriladi va shu holatda $J_a=0,8-1,0$ A/dm² da 30 daqiqa davomida ushlab turiladi.

2-elektrolit konsentrlangan bo'lib, alyuminiy va uning deformatsiyalanuvchi AD, AMts va AMg2 qotishmalarini ematallashda foydalaniladi. Elektroliz rejimi va

plyonkaning xossalari qotishma tarkibiga bog'liq. Alyuminiyning magniyli qotishmalarida tiniq kulrang plyonkalar, kremniyli qotishmalarida esa dekorativ ko'rinishi xunuk bo'lgan qora plyonka hosil bo'ladi. AL4 va AL9 qotishmalarini ematallashning optimal harorati 38-40 °S, AL28 niki esa 45 °S ga teng.

3-elektrolit A0, AD1, AD, D16 kabi qotishmalarni ematallashda ishlatiladi. Detallar tok berilmagan vannaga tushiriladi. Dastlabki 5 daqiqada kuchlanish 40 v gacha oshiriladi va 15 daqiqa davomida ushlab turiladi, so'ngra 60 V gacha, 20 daqiqadan keyin esa 80 V gacha yetkaziladi.

Elektrolit tayyorlash. Alohida idishlarda hisoblangan miqdorda xrom angidridi va borat kislota tortib olinadi. Har ikki eritma ishchi idishga quyiladi, ishchi sathgacha suv quyiladi va yaxshilab aralashtiriladi.

Elektroliz jarayonida katodda Cr^{+6} ionlari Cr^{+3} ionlarigacha qaytariladi. Eritmadagi Cr^{+3} ionlari miqdori 5-6 g/l dan ortiq bo'lsa, hosil bo'lgan ematal plyonka yaltiroq bo'lmaydi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun elektrolitga davriy ravishda 1 m² ishlov berilayotgan sirtga nisbatan 10 gramm miqdorda xrom angidridi qo'shiladi.

Elektrolitdagi zararli aralashmalarining ruxsat etilgan miqdori quyidagicha bo'ladi: Cl^- -0,6 g/l, NO_3^- -0,2 g/l, SO_4^{2-} -0,07 g/l. Agar elektrolitda ko'rsatilgan miqdordan ko'proq qo'shimcha to'planib qolsa, elektrolitni almashtirish kerak bo'ladi.

128-jadvalda ematallash elektrolitlaridan foydalanishdagi asosiy kamchiliklar va ularni bartaraf etish usullari ko'rsatilgan.

128-jadval

Jarayon yoki qoplama nuqsoni	Jarayon buzilishining sababi	Nuqsonlarni bartaraf qilish usuli
Elektrolit turiga bog'liq bo'lmagan holda		
Ematallangan sirt kuyishning mavjudligi	Mexanik yaltiratishning tezligi yuqori bo'lganligi uchun keskin qizib ketishi	Mexanik yaltiratish rejimiga rioya qilish
Plyonkaning turlicha yashil rangga kirishi	Metalga tarkibida xrom oksidi bo'lgan yaltiratish pastasining qo'shilishi	Yaltiratish uchun xromli pastadan foydalanmaslik
Buyumlarning ayrim qismlarida plyonkaning bo'lmasligi	Buyumlarning yaxshi tayyorlanmaganligi	Buyumlarning tayyorlanishini yaxshilash
	Buyumlarning ilgakli moslamalarga tegib turishining yomonlashuvi	O'rnatishni yaxshilash, buyumlarning ilgak bilan yaxshi tegishib turishini ta'minlash
Buyumlarning chuqur qismlarida oq dog'ning paydo bo'lishi	Gazli qopchalarning hosil bo'lishi	Ilgaklarning tuzilishini va unda detallarni joylashuvini o'zgartirish
Sirpanuvchi g'ovak	Elektrolit haroratining	Elektrolit haroratini

plyonka	yuqoriligi	pasaytirish
Oksalatli elektrolitlarda		
Yaltiroq yoki yarim yaltiroq plyonka	Qattiq holdagi begona aralashmalarning bo'lishi	Elektrolitni qayta ko'rib chiqish
	Elektrolitga yetarli darajada ishlov bermaslik	Elektrolitga tok bilan ishlov berish
	Eritmaning kislotaligining yetarli bo'lmasligi	Oksalat kislota qo'shish
Detallarda jigarrang dog'larning bo'lishi	Titanatlar konsentratsiyasining pastligi	Kimyoviy tahlil o'tkazish va titanat qo'shish
	Elektrolit pH ini oshirish	Oksalat kislota qo'shish, pH qiymatini retseptdagi darajaga yetkazish
Xrom-borli elektrolitlarda		
Ematallashdan keyin tiniq yoki yarim tiniq plyonkaning hosil bo'lishi	Elektrolit tarkibida zararli bo'lgan sulfat kislota aralashmasining $>0,2$ g/l, uch valentli xromning >6 g/l miqdorda bo'lishi	Elektrolitni kimyoviy tahlil qilish, eritmani qayta ko'rib chiqish yoki almashtirish
	Elektrolitda xrom angidrid konsentratsiyasining pastligi	Xrom angidridi qo'shish

Oksidli plyonkalarining himoyaviy xususiyatlarini oshirish

Alyuminiy va uning qotishmalaridagi oksidli plyonkalar juda g'ovak hisoblanadi. Organik va noorganik bo'yoqlarda bo'yalganda g'ovakliklar biroz kamayadi. Bo'yash jarayoni uzoq vaqt davom etmaganligi tufayli g'ovakliklarni to'liq siqib chiqarish yoki ularning germetikligini saqlab bo'lmaydi. Bundan tashqari, bo'yalgan g'ovaksimon plyonkalarining yorug'likka bardoshlilik kam bo'lib, qo'shimcha himoyalashni talab qiladi, shuning uchun plyonka qoplanib, u bo'yalgandan keyin plyonkani zichlashtirish (to'ldirish) jarayoni olib boriladi.

Zichlashtirishda plyonka strukturasi o'zgaradi va g'ovakliklar yopiladi. Plyonkaning himoyalash xususiyati va yorug'likka chidamliligi ortadi, chunki bo'yash jarayonida plyonkaga adsorbiyangan bo'yoq uni kislorod, havo va namlik ta'siridan saqlaydi. Zichlashtirish qaynoq suvda, moy shimdirish, parafin va boshqalarni shimdirish, turli eritmalarida ishlov berish, gidrofoblash yoki lak bilan bo'yash orqali olib boriladi [22,24].

Qaynoq holdagi distillangan yoki tarkibida tuzi bo'lmagan suvda zichlashtirish anodli oksidli qoplamalarning suvni shimib olish xususiyatiga asoslangan. Alyuminiy oksidi bunda gidrolizlanadi, gidrolizlangan alyuminiyning molekulasini hajmi katta bo'lib, plyonkaning g'ovaklari to'lib boradi. Jarayonning rN i 5,5-6,5 va 95-100 °S da 30 daqiqa davom etadi. Zichlashtirishdan oldin bo'yalgan anodli qoplamalarga

tegmaslik lozim. Anodli plyonkalarni bug` bilan vakuumda zichlashtirishda yaxshi natijalarga erishiladi [22].

Bo`yalmaydigan yoki uzoq vaqt saqlash uchun mo`ljallangan buyumlar asosan vertikal holatda xona haroratida 1-2 daqiqa davomida, parafin 110-120 °S da 10-15 daqiqa davomida zichlashtiriladi.

Elektroizolyatsiyali anodli plyonkalar izolyatsiyalovchi laklar bilan to`ldiriladi. Universal elektrolitdan olingan elektrizolyatsiyalash qoplamalari 20-30 g/l li tanin eritmasida 95-100 °S da 25-30 daqiqa davomida hamda 150-200 g/l li vodorod peroksidi eritmasi bilan 18-25 °S da 20-30 daqiqa davomida to`ldirilganda yuqori himoyalash qobiliyatini namoyon qiladi.

Bo`yalgan dekorativ plyonkalarni zichlashtirish va ularga yuqori yorug`likka chidamlilik xususiyatini berish uchun ko`pincha ayrim noorganik tuzlarning eritmalaridan foydalaniladi (137-jadval). Shu jarayondan keyin detallarni yaxshilab yuvish va quritish kerak.

137-jadval

Eritma	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ni}$	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Co}$	H_3BO_3	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	t, °S	pH	τ, daq.
1	5,2-6,8	0,85-1,57	7,5-9,5	-	90-100	5-6	20-30
2	5	-	5	-	90-100	5-7	10-20
3*	-	-	-	80-100	85-95	6-7	20-30
*eritma faqat plyonkaning korroziyaga chidamliligini oshirish uchun qo`llaniladi. Undagi sulfat ionlarining miqdori 4 g/l dan, xlorid ionlarining miqdori esa 1,5 g/l dan ortishiga ruxsat etilmaydi.							

Anodli plyonkalarni gidrofoblovchi suyuqliklardan foydalanib zichlashtirishda detal sirtida uning rangini o`zgartirmaydigan polimerli suvni siqib chiqaruvchi plyonka hosil bo`ladi [24].

Gidrofoblovchi suyuqlik sifatida ko`pincha 3-10 % li GKJ-9 ning benzindagi eritmasidan foydalaniladi. Benzin o`rniga uglerod tetraxlorid yoki xladon-113 dan 15-30 °S da 3-5 daqiqa davomida foydalanishga ham ruxsat etiladi.

138-jadvalda oksidli plyonkani yo`qotish uchun kerakli eritmalar keltirilgan.

138-jadval

Alyuminiy va uning qotishmalaridagi sifatsiz oksidli plyonkalarni yo`qotish uchun eritmalar tarkibi

Plyonkalarining olinishi va nuqsoni	Eritma	Jarayon rejimi	
		t, °S	τ, daq.
Kimyoviy oksidlash	50 % li HNO_3	18-25	1-2
Sulfat kislotada anodlash	35 ml/l H_3PO_4 + 20 g/l CrO_3	90-100	5-10
Zichlashgacha plyonkalarni sifatsiz bo`yash	50 % li HNO_3	18-25	1-2
Zichlashdan keyingi plyonkalarni sifatsiz bo`yash	5-10 g/l NaOH + 35 ml/l ($\rho=1,53$) H_3PO_4 + 20 g/l CrO_3	85-95	10-20
Ematallash	40 g/l CrO_3 + 90 ml/l H_3PO_4	90	40-60

Nazorat uchun savollar:

1. Qora metallar sirtini oksidlash jarayoni qanday olib boriladi?

2. Oksidli plyonkalarining korroziyaga bardoshliligi qanday oshiriladi?
3. Rangli metallar sirtini kimyoviy va elektrokimyoviy oksidlash jarayonini tushuntiring.
4. Titan, xrom, rux va kadmiy qotishmalari qanday oksidlantiriladi?
5. Anodli oksidlash elektrolitlari qanday tayyorlanadi?
6. Sulfat kislotali anodlash elektrolitlarini tayyorlash jarayonini tushuntiring.
7. Qattiq holda anodlash jarayoni qanday amalga oshiriladi?
8. Ematallashning o`ziga xos xususiyatlarini tushuntiring.
9. Oksidli plyonkalarining himoyaviy xususiyatlarini oshirish qanday amalga oshiriladi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ш.М.Мирзиёев. “Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргарликда барпо этамиз”. Т.: “Ўзбекистон”, 2016 йил, 56 бет.
2. Ш.М.Мирзиёев. “Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак”. Т.: “Ўзбекистон”, 2017 йил. 104 бет.
3. Белецкий М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий. Справочник. М.: Металлургия, 1985. 288 стр.
4. Бахчисарайцян Н.Г. и др. Практикум по прикладной электрохимии. М. выс. шк. 1990. 148с.
5. Дасоян М.А. и др. Технология электрохимических покрытий. Л.: Машиностроение, 1989. 392 стр.
6. Бартл Д., Мудрох О. Технология химической и электрохимической обработки поверхностей металлов: Пер. с чешск. М.: Машгиз, 1961. 712 стр.
7. Бахвалов Г.Т., Биркган Л.Н., Лабутич В.П. Справочник гальваностега. М.: Металлургиздат, 1954. 650 стр.
8. Блестящие электролитические покрытия/Под ред. Матулиса Ю.Ю. Вильнюс: Минтис, 1969. 615 стр.
9. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. и др. Справочник по защитно-декоративным покрытиям. М. – Л.: Машгиз. 1961. 480 стр.
10. Вячеславов П.М., Шмелева Н.М. методы испытаний электролитических покрытий. Л.: Машиностроение. 1977. 88 стр.
11. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. Л.: Машиностроение. 1977. 112 стр.
12. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов. М.: Металлургия, 1973. 559 стр.
13. Справочник по электрохимии/Под ред. Сухотина А.М./Л.: Химия, 1981. 488 стр.
14. Справочное руководство по гальванотехнике. Пер. с нем. М.: Металлургия, 1972. 488 стр.
15. www.electroportal.ru
16. www.gostexpert.ru
17. www.galvan.ru

LABORATORIYA ISHI № 1

MAVZU: ELEKTROLITLARNING YOYUVCHANLIK QOBILIYATI

Nazariy qism

Elektrokimyoviy qoplamalarning sifati va xossalari qoplanayotgan buyum sirtidagi metallning tuzilishidan tashqari, uning qatlam qalinligining bir xilligi bilan ham aniqlanadi. Faradey qonuniga ko'ra, elektrokimyoviy qoplama qalinligi (d), tok zichligi (i), elektrolizning davomiyligi (τ), metallning tok bo'yicha chiqishi (BT yoki φ) va uning elektrokimyoviy ekvivalenti (g) ga bog'liq bo'lib, quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$D = \frac{i\tau g BT}{\gamma} \quad (2.1)$$

Bunda, γ - cho'ktirilayotgan metallning zichligi hisoblanadi.

(2.1) formula yordamida faqat qoplama o'rtacha qalinligi aniqlanadi. Amalda tok elektrod sirti bo'ylab bir xil taqsimlanmaydi va shu sababli tokning haqiqiy tok zichligi va qoplama qalinligi katodning turli qismlarida uning qalinligi minimal ruxsat etilgan qiymatdan kam bo'lganligi tufayli qoplama xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Katod sirtida metall va tokning taqsimlanishi quyidagi omillarga bog'liq:

- Geometrik omillarga – vanna va elektrodning o'lchami va shakliga, elektrodning bir-biriga nisbatan joylashishiga va vanna devoriga;

- Elektrokimyoviy omillarga – elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi va katodli qutblanishining o'zgarish xarakteri va tok zichligi o'zgarishi bilan tok bo'yicha metallning chiqishiga.

Tokning birlamchi va ikkilamchi taqsimlanishi bo'lib, birlamchi taqsimlanish elektrolitik vannaning geometrik parametrlarining nisbatiga bog'liq. Uni katodli qutblanishning tok zichligiga bog'liq emasligini kuzatish mumkin va har qanday masshtabli geometrik o'xshash sistemalar uchun bir xil bo'ladi.

Ikkilamchi yoki haqiqiy tokning taqsimlanishi birlamchidan farq qiladi. U katodning qutblanuvchanligi $\frac{\partial E}{\partial i}$ ga, eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi κ va sistemaning geometrik o'lchamlariga bog'liq.

Geometrik va elektrokimyoviy omillarning tokning taqsimlanishiga ta'sirini umumlashtiruvchi parametr elektrokimyoviy o'xshashlik hisoblanib, u $\frac{\partial E}{\partial i} \kappa \frac{i}{l_0}$ munosabatdan topiladi, bunda l_0 sistemaning aniqlovchi geometrik o'lchamidir. Geometrik o'xshash sistemalarda elektrokimyoviy o'xshashlik mezoni qanchalik katta bo'lsa, tok shunchaliu bir me'yorda taqsimlanadi.

Elektrolit tokining birlamchi taqsimlanishini o'zgartirish qobiliyati uning **yoyiluvchanlik qobiliyati (PC)** deyiladi. Odatda bu termin elektrolitning murakkab tuzilishiga ega bo'lgan buyumlarda qalinligi bir xil bo'lgan qoplama hosil qilish qobiliyatini baholashda qo'llaniladi.

Tokning elektrolitlarda qayta taqsimlanish mexanizmi haqidagi tasavvurlar qutblanish maydoni nazariyasiga asoslanadi. Har qanday elektr maydonidagi kabi,

elektrolitik vannadagi maydon undagi potensialning taqsimlanishi funksiyasi bilan xarakterlanadi:

$$U = f(x, y) \quad (2.2)$$

Elektrolitning yoyiluvchanlik qobiliyati miqdoriy jihatdan qutblanish maydoni qutblanuvchanligining chegaraviy qutblanish maydoni potensialiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$PC = \left(\frac{U_0}{U_0^\infty} \right) \quad (2.3)$$

Amalda (2.2) munosabat birlamchi va ikkilamchi tokning quyidagi tenglama bo'yicha taqsimlanishi bo'yicha aniqlanadi:

$$PCt = \left(1 - \frac{\sum_{n=1}^m |b_n - a_n|}{\sum_{n=1}^m |a_n - 1|} \right) 100 \quad (2.4)$$

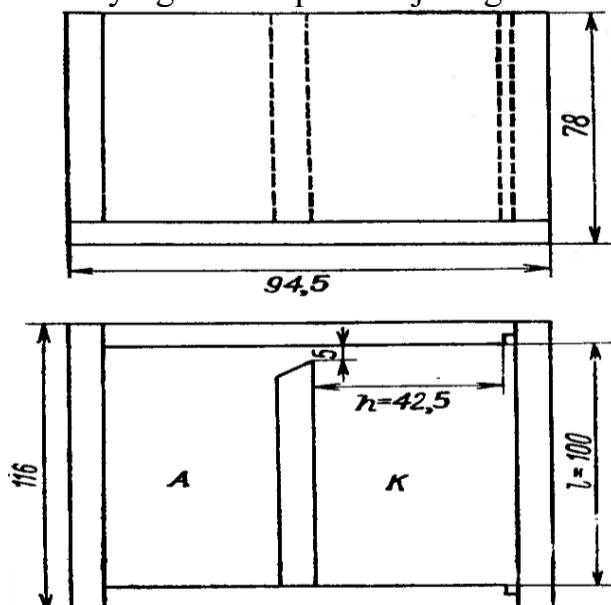
Bunda $b_n = \left(\frac{i_n}{i'_{ort}} \right)_z$ tokning ikkilamchi taqsimlanishi; tokning birlamchi taqsimlanishi.

$\left(\frac{i_n}{i'_{ort}} \right)_z$ ni metallning taqsimlanishi $\frac{\Delta m_n}{\Delta m'_{ort}}$ bilan almashtirib (Δm_n - seksiyadagi massasi, $\Delta m'_{ort}$ - qoplamaning o'rtacha massasi) metall bo'yicha yoyiluvchanlik qobiliyatini aniqlash mumkin.

Ishning maqsadi: standart usul bo'yicha elektrolitlarning taqsimlanishi qobiliyatini aniqlash, tok zichligining yoyiluvchanlik qobiliyatiga ta'sirini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

GOST 9.309-86 ga muvofiq, elektrolitlarning yoyiluvchanlik qobiliyatini Molerning tirqishli yacheykasi bo'yicha aniqlaymiz. Tirqishli yacheyka (2.1-rasm) to'g'ri burchakli idish bo'lib, unda anodli va katodli soha bir-biridan bir tomondan tirqish qoldirilgan tok o'tkazmaydigan to'siq bilan ajratilgan.



2.1-rasm. GOST 9.309-86 bo'yicha elektrolitlarning yoyiluvchanlik qobiliyatini o'lchash uchun yacheyka: A-anod sohasi, K-katod sohasi.

Tirqish yacheyka boshqa yacheykalardan quyidagi afzalliklari bilan farq qiladi:

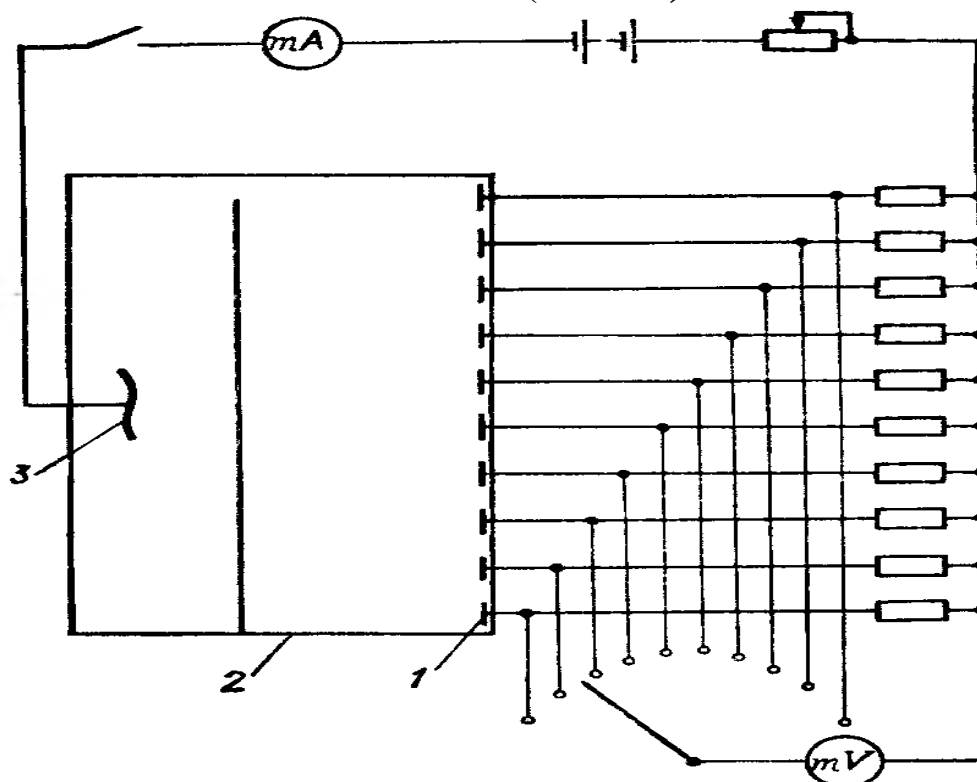
1) Unda katodli tok taqsimoti na uning shakliga, na anodning tuzilishiga bog'liq;

2) Bunda tirqish qutblanmaydigan anod rolini bajarib, elektrolitda konsentratsiyalarning o'zgarishiga olib kelmaydi. Standart yacheyka katodi uzunligi $l=100\text{ mm}$, katod sohasining eni esa $h=42,5\text{ mm}$ ni tashkil etadi. Bu yacheykada birlamchi tok taqsimlanishining maksimal zichligining minimal zichlikka nisbati 1:10 bo'lib, bu elektrolit yoyiluvchanlik qobiliyatini tok zichligining katta qiymatlari oralig'ida tekshirish imkonini beradi.

Bu yacheykada yoyiluvchanlik qobiliyatini hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$PC = \left(1 - \frac{\sum_{n=1}^{10} lb_n - 1}{6,37}\right) 100 \quad (2.5)$$

Tajribalarni o'tkazish uchun elektr sxema (2.2-rasm) si tuziladi.



2.2-rasm. Tok taqsimlanishini aniqlash uchun o'rnatilgan sxema:

1-katod seksiyasi; 2-yacheyka; 3-anod.

Katod seksiyalari 1 biriktirilgan blok yacheykaning maxsus qismi 2 ga joylashtiriladi. Yacheykaga oldindan edirilgan va yuvilgan anod 3 tushirilib, zarurat bo'lsa ma'lum temperaturagacha oldindan qizdirilgan elektrolitdan 50 mm gacha quyiladi va yacheykaning qopqog'i yopilib, tok ulanadi. Qoplamaning o'rtacha qalinligi 10 mkm gacha etguncha elektroliz davom ettiriladi. Elektroliz vaqtida elektrolit temperaturasi $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{S}$ gacha aniqlikda ushlab turiladi.

Tajriba oxirida tokning taqsimlanishi har biri 0,07 Om bo'lgan kalibrlangan har qaysi katodli seksiyaga ulangan kalibrlangan qarshilik r_k - ning tushishi bo'yicha aniqlanadi.

Bu qarshiliklarning son qiymati katta emas va tokning taqsimlanishi xarakteriga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Metallning taqsimlanishini elektroliz vaqtida katodli seksiyalar massasi o'zgarishi bo'yicha aniqlash mumkin.

Elektroliz tugagandan keyin tok uziladi, katodli seksiyalar o'lchash blokidan ajratib olinadi, issiq suvda yuviladi, lak atsetonda yo'qotiladi va quritilib tortiladi.

Tadqiqotlar mislash, ruxlash va kadmiylash elektrolitlarida olib boriladi. Ularning tartibi va ish rejimi 2.1-jadvalda ko'rsatilgan.

2.1-jadval

№	Komponentlar konsentratsiyasi, g/dm ³								
	CuSO ₄ * 5H ₂ O	ZnSO ₄ * 7H ₂ O	ZnO	CdSO ₄ * 8/3H ₂ O	H ₂ SO ₄	K ₄ P ₂ O ₇ * 3H ₂ O	NH ₄ NO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃ * 18H ₂ O	Na ₂ SO ₄ * 10H ₂ O
1	200	-	-	-	50	-	-	-	-
2	90	-	-	-	-	370	-	-	-
3	90	-	-	-	-	370	22	-	-
4	-	200	-	-	-	-	-	20	50
5	-	-	10	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	50	50	-	-	-	50
7	-	-	-	50	-	-	-	-	-

2.1-jadvalning davomi

№	Komponentlar konsentratsiyasi, g/dm ³								pH	t, °C	a _k , A/m ²
	NaOH	(NH ₄) ₂ SO ₄	Dekstrin	Limeda NBS-0	Limeda NBS-K	OS-20	NF dispergatori	Urotropin			
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	50-200
2	-	-	-	-	-	-	-	-	8-8,5	50	50-200
3	-	-	-	-	-	-	-	-	8-8,5	50	50-300
4	-	-	8	-	-	-	-	-	3,7-4,4	25	100-400
5	100	-	-	4-6**	4-6**	-	-	-	-	20	50-500
6	-	-	-	-	-	4	-	-	-	25	50-100
7	-	250	-	-	-	1,2	100	17	5,5	30	50-150

Katod seksiyalari va anodalrni edirish faqat mo'rili shkafda olib boriladi.

1-tajriba. Tok va metallning taqsimlanishini aniqlash.

Tajriba ikkita yacheykada bir xil qiymatda hisoblangan tok zichliklarida olib boriladi. Elektrolitlar o'qituvchi tomonidan tavsiya etiladi. Har ikki yacheyka zanjirga ketma-ket ulanadi. Tajriba vaqtida zanjirdagi tok bir xil qiymatda ushlab turiladi. Agar birinchi seksiyada qavariq ko'rinishli qoplama hosil bo'lsa, tajriba

to'xtatiladi, katodli seksiyalar qaytadan tayyorlanadi va tajriba nisbatan pastroq tok zichliklarida olib boriladi. Ruxlash elektrolitlari bilan ishlanganda katodli seksiyalarga oldindan mis qoplama surkaladi, so'ngra ular o'lchab turiladi va orqa tomoni izolyasiyalanadi.

Tajriba natijalari 2.2-jadvalga yoziladi.

2.2-jadval

Sistema parametrlari		Katod seksiyasi raqami										Hisoblash natijalari
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Massa, gr.	Elektrolizdan keyingi seksiya											
	Elektrolizgacha cho'ktirilgan metall seksiyasi, Δm_n											$\Delta m_{o'rt} = \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} \Delta m_n$
Metalning tarqalishi, $b_n = \Delta m_n / \Delta m_{o'rt}$												$\sum_{n=1}^{10} b_n - 1 $
Kalibrlangan qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi, ΔU_n , mV.												
Seksiyadagi tok, $I_n = U_n / r_k$, mA.												
Seksiyadagi tok zichligi, $i_n = I_n / S_n$, A/m ² .												$i_{o'rt} = \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} i_n$
Ikkilamchi tokning tarqalishi, $b_n = i_n / i_{o'rt}$												$\sum_{n=1}^{10} b_n - 1 $

Olingan ma'lumotlar bo'yicha 2.5-tenglama yordamida PCt va PCm lar hisoblanadi (1-tajriba natijalari bitta elektrolit uchun).

2-tajriba. Tokning taqsimlanishi va elektrolitning tok bo'yicha yoyiluvchanlik qobiliyatini tokning o'rtacha zichligi bo'yicha aniqlash.

Oldindan tayyorlangan katodli seksiyalarga o'rtacha tok zichliklarda qalinligi 5 mkm gacha bo'lgan qoplama surkaladi. Tajriba bitta yacheykada olib boriladi. SHundan so'ng tokning o'rtacha zichligi asosida tokning taqsimlanishini o'lchashga kirishiladi. O'lchamlar tok zichligining 6-7 qiymatlarida olib boriladi.

Tekshirilayotgan elektrolitga bog'liq ravishda quyidagi tok zichligi qiymatlari olinishi mumkin. 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 A/m². Tokning taqsimlanish qiymati bo'yicha PCt hisoblanadi va PCt ning tokning o'rtacha zichlikka bog'liqlik grafigi quriladi. O'lchash ishlari 2.3-jadvalga tushiriladi.

2.3-jadval

Sistema parametrlari	$i_{o'rt}$, A/m ²	Katod seksiyasi raqami										Hisoblash natijalari
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Kalibrlangan qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi, ΔU_n , mV.												$\Delta U_{o'rt} = \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} \Delta U_n$
Ikkilamchi tokning tarqalishi, $b_n = \Delta U_n / \Delta U_{o'rt}$												$\sum_{n=1}^{10} b_n - 1 $
2-tajriba natijalari (bitta elektrolit uchun): Elektrolit tarkibi, g/dm³; harorat, °S; katod yuzasi, m²; o'rtacha tok zichligi, A/m²; elektr toki, A.												

LABORATORIYA ISHI № 2

MAVZU: METALLARNI ELEKTROKIMYOVIY SILLIQLASH

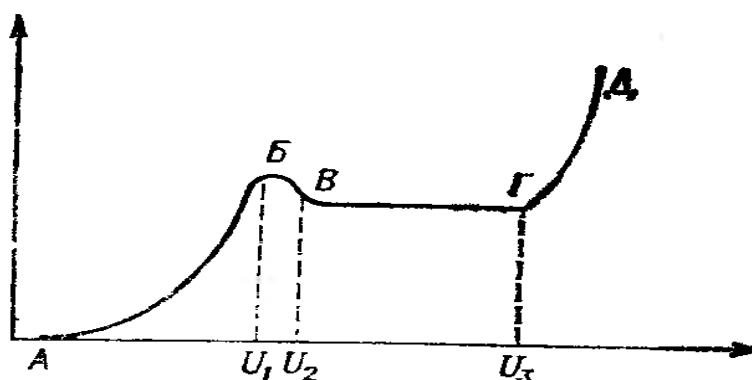
Nazariy qism

Elektrokimyoviy silliqdash – metallarga anodli ishlov berishning turlaridan biri bo'lib, uning natijasida metall sirtqi qatlamining elektrokimyoviy erishi sodir bo'lib, bunda ilgari olib borilgan mexanik va termik jarayonlar natijasida hosil bo'lgan nuqsonli qatlam, unchalik baland bo'lmagan mikronotekisliklar, begona aralashmalar va yashirin nuqsonlar yo'qotiladi.

Elektrokimyoviy silliqdashdan keyin detal va buyumlar yaltiroq bo'lib qoladi, nisbatan yuqori foydalanish xarakteristikasini namoyon etadi, ya'ni barqarorlik chegarasi oshadi, ishqalanish ko'effitsientining nisbatan pasayadi, ishqalanuvchi detallarning emirilishi kamayadi, magnitli xossalari, korroziyaga bardoshligi ortadi va hokazo.

Hozirgi vaqtda elektrokimyoviy silliqdashning umumiy qabul qilingan nazariyasi mavjud bo'lmamasda, barcha metall va qotishmalarni yuqori sifat bilan silliqdash rejimlari hamda elektrolitlari amaliyotda keng miqyosda tadbiq etilgan.

Elektrokimyoviy silliqdash jarayoni qonuniyatlarini misni fosfat kislotada silliqdash misolida ko'rib chiqish mumkin. 4.1-rasmda anodli qutblanish egri chiziqlari ko'rsatilgan.



4.1-rasm. Misni elektrokimyoviy yaltiratishdagi elektrolizyor klemmlaridagi kuchlanish va anodli tok zichligining bog'liqlik egri chiziqlari.

AB uchastkada polikristall holdagi metall qirralarining turli xil energetik holatni namoyon etishlari tufayli, anod sirtining emirilishi sodir bo‘ladi, sirt ishlov berilgandan keyin g‘adir-budur bo‘lib qoladi. Metall va uning qoplamalarining aktiv holatda anodli erishidan strukturaning fazoviy tarkibi qotishma tarkibidagi komponentlarning erish tezliklari farqini kuzatish mumkin.

Tokning birmuncha pasayishidan keyin (BB uchastka) potensialning ayrim sohaslarida anodli tokning potensialga bog‘liq emasligi ma’lum bo‘lib qoladi (BF uchastkada qutblanish egri chizig‘idagi plata). Plato sohasidagi metalning erishi diffuziyali rejimda sodir bo‘ladi. Eritmani aralashtirish tezligining ortishi tokning BF uchastkada mos ravishda o‘lishiga sabab bo‘ladi. Bunda metall BF uchastkadagi potensial qiymatlarida erish mahsulotlari qatlami (ko‘proq oksid–tuzli qatlam) bilan qoplanadi. Bu qatlam qalinligi BF uchastkada potensialning ortishi bilan orta boshlaydi. Anoddagi reaksiya mahsulotlari sirtida erigan moddalarning yuqori konsentratsiyali eritmasi hosil bo‘lib, bu qatlam qovushqoq qatlam deyiladi. Metalning diffuziyali rejimda erishi mikroqavariqlarning ko‘proq erishi va sirtning nisbatan silliqlanishiga olib keladi.

Metall sirtida anodli plyonkaning bo‘lishi sirtning notekis tuzilishining shakllanishi va turli mikrouchastkalarining erish tezliklari orasidagi farqning paydo bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shu ikki omilning bo‘lishi metallarni silliqlashning asosiy sababi hisoblanadi.

Qutblanish egri chizig‘ida ham silliqlanishni kuzatish mumkin, lekin silliqlangan sirtidan kislorodning anodli ajralishi natijasida o‘ziga xos nuqsonlar paydo bo‘ladi. Shuning uchun misning yuqori sifatli silliqlanishini qutblanish egri chizig‘idagi BF uchastkada kuzatish mumkin.

Plata sohasidagi tok eritma konsentratsiyasi, temperatura va uni aralashtirish tezligiga bog‘liq. Ma’lum minimal qiymatdan boshlab konsentratsiyaning ortishi, temperaturaning va aralashtirish tezligining kamayishi natijasida plato toki pasaya boshlaydi.

Bunda birmuncha samarali silliqlash effektiga olib keluvchi optimal konsentratsiya sohasining mavjudligini ta’kidlab o‘tish lozim. Yuqoridagi parametrlarni o‘zgartirish bilan metallarni silliqlash jarayonini boshqarish mumkin.

Silliqlash sharoitini turli xil usullarda aniqlash mumkin. Masalan, poligraf-profilometr, mikroiinterfarometr va boshqa maxsus optik asboblarda yordamida sirtning g‘adir-budur, notekisligini ko‘zda va grafik usulda aniqlash mumkin.

Bundan tashqari sirtning qaytaruvchanlik qobiliyatini (tekis sirtli namunalarda) ham fotometr yordamida aniqlash mumkin. (IV.2 ilovaga qarang)

Ishning maqsadi: “Tok zichligi-kuchlanish” egri chizig‘ini olish yo‘li bilan mis va misli qoplamalar, po‘lat uchun elektrokimyoviy silliqlash rejimini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

I-ilovada ko‘rsatilganidek potensiometrik sxema yig‘iladi. Elektrolizyor sifatida ikkita mis katodli va mis yoki latunli anoddan tashkil topgan to‘g‘ri burchakli idishdan foydalaniladi. Elektrodlar o‘lchami 5x2 sm. Jarayon boshlanishidan oldin anod mayda qumqog‘oz bilan tozalanadi, Vena ohagi bilan yog‘sizlantiriladi, quritiladi va tortib ko‘riladi.

1-tajriba. Mis va mis qotishmalari (latun) ni silliqdash

Mis va latunni elektrolitik silliqdash zichliklari 1,20; 1,30; 1,40 va 1,50 g/sm³ bo'lgan ortofosfat kislota asosidagi elektrolitda 18-25 °S da olib boriladi. Latunni silliqdash uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan organik qo'shimchali elektrolitdan ham foydalaniladi (% massa bo'yicha): ortofosfat kislota - 41,5; glitserin - 24,9; etilenglikol - 16,6; sut kislota - 8,3; suv - 8,7. Elektrolit temperaturasi 18-25 °S.

Elektrolitik silliqdash jarayoni potentsiostatik usulda, kuchlanishni har doim oshirish va kerakli tok zichligini qayd qilib borish bilan olib boriladi. Ketma-ket o'lchashlar orasida potentsialning har bir qiymatida anod ma'lum vaqt ushlab turiladi. Masalan, zichliklari 1,20 va 1,30 g/sm³ bo'lgan ortofosfat kislota uchun birinchi tok zichligi qiymati kuchlanishning 1 V qiymatida va keyinchalik 0,1 V oralig'ida har qaysi potentsialni 15 sekund ushlab turish bilan o'lchanadi.

Zichliklari 1,40 va 1,56 g/sm³ bo'lgan H₃PO₄ uchun birinchi o'lchash 0,4 V da, so'ngra esa har 0,05 V da (birinchi elektrolit uchun 30 sekund, ikkinchisi uchun esa 1 minut davomida ushlab turish bilan) tok zichligining o'zgarish qiymatigacha (4.1-rasmdagi BF uchastka) va shundan keyin 0,1 V da o'lchab boriladi.

Bu o'lchash natijalari bo'yicha "kuchlanish-tok zichligi" bog'liqlik grafigi quriladi. So'ngra grafik bo'yicha tok zichligi va elektrolitik silliqdash jarayonini olib borish uchun kuchlanishlar oralig'i aniqlanadi.

Ishning ikkinchi bosqichida latunning yassi namunalarini tanlangan rejimda ortofosfat kislota va organik qo'shimchali eritmada anodli tok zichligi (800 A/m²) da elektrolitik silliqdash hisoblanadi. Silliqdashning tugallanishi kuchlanishdagi sakrash va silliqdash jarayonida qo'porilib, namunadan ajralib chiqadigan qora plyonkaning namunalardan ajralishi bo'yicha aniqlanadi.

Namuna eritmada ajratib olinadi, suvda yaxshilab yuviladi, quritiladi, tortib ko'riladi va qaytaruvchanlik qobiliyati aniqlanadi. Elektrolitik silliqdash rejimida har ikki elektrolitdan olingan qaytaruvchanlik xususiyati taqqoslanadi. Massaning kamayishi bo'yicha metaldan ajratib olingan plyonka qalinligi aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar 4.1-jadvalga tushiriladi.

4.1-jadval

Anodli tok zichligi, A/m ²	Silliqdash davomiyligi, minut	Anod massasi, gr.		Metalning eyilishi, g/sm ³	Ajratilgan qoplama qalinligi, mkm	Namunaning qaytarish qobiliyati, %
		Silliqdashdan oldin	Silliqdashdan keyin			

2-tajriba. Po‘latni elektrolitik silliqdash

Po‘latni elektrokimyoviy silliqdashning o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki, bunda jarayon yuqori temperatura va tok zichliklarida, kislorod ajralib chiqadigan sohada olib boriladi. Bu jarayon silliqdash sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi.

Po‘latni silliqdash fosfat va sulfat kislotalarga turli hil noorganik va organik qo‘shimchalar qo‘shilgan elektrolitlarda olib boriladi. Uglerodli po‘latlarda metalning ajralishi kam bo‘lganligi uchun, qo‘shimcha sifatida xrom angidrididan foydalaniladi. Elektrolit tarkibi (% , massa bo‘yicha): H_3PO_4 -65; H_2SO_4 -15; CrO_3 -9; H_2O -15.

Kislotalar aralashmasida silliqdash elektrolitik silliqdash vaqtini kamaytirish, tok zichligini pasaytirish va po‘latlarning turlarini kengaytirish imkonini beradi.

Ikkinchi elektrolit urotropin qo‘shimchali bo‘lib, quyidagi tarkibga ega (% , massa bo‘yicha): H_3PO_4 - 50; H_2SO_4 - 50; urotropin 8-10. Fosfat kislota miqdori ortishida tok zichligi va kuchlanishni kamaytirish mumkin, H_3PO_4 ning miqdori 63-65 % bo‘lganda po‘latni elektrolitik silliqdash tok zichligining minimal qiymati 70-100 A/m² ga teng bo‘ladi. Jarayon ko‘rsatilgan elektrolitlarning birida 40-60 °S va 50 dan 500 A/m² gacha anodli tok zichligida olib boriladi. Har qaysi tok zichligida jarayon 5-10 minut davomida olib boriladi. Olingan ma’lumotlar asosida elektrolitik silliqdashda sodir bo‘ladigan tok zichliklari oralig‘i aniqlanadi. Yaltiroqlik darajasi va namunalarning qaytaruvchanlik qobiliyatining tok zichligiga bog‘liqligi aniqlanadi (IV.2-ilovaga qarang).

LABORATORIYA ISHI № 3

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY RUXLASH

Nazariy qism

Rux elektrolit metall hisoblanadi. Uning standart elektrod potentsiali $E^0_{Zn/Zn+2}=0,76V$ ga teng, shuning uchun ruxli qoplamalar po‘lat buyumlarin anodli himoya qiladi. Ruxlarning turli xil elektrolitlardan, jumladan kislotali (sulfatli, ftorboratli), kuchsiz kislotali va ishqoriy (sianidli va sinkatli) elektrolitlardan foydalaniladi.

Kislotali elektrolitlardan rux katodda oddiy gidratlangan ionlarning zaryadsizlanishi natijasida ajralib chiqadi.

Mayda kristall holdagi qo‘shimchalar olish uchun elektrolitga organik qo‘shimchalar, jumladan dekstrin, DSU, U-2, yaltiroqlik beruvchi kompozitsiya limeda NS-10 va limeda NS-20 qo‘shiladi. Elektr o‘tkazuvchanlikni oshirish uchun bu elektrolitlarga ishqoriy metall sulfatlari yoki xloridlari qo‘shiladi. Odatda elektrolitlarning kislotaligi pH ning 3-4,5 qiymatlarida uchraydi. Kislotali elektrolitlar bir qancha muxim xususiyatlarni namoyon etadilar: ular nisbatan barqaror, zaharli emas, yuqori tok zichliklarida ham ishlaydi.

Kuchsiz kislotali elektrolitlar. Tarkibida rux xlorid yoki sulfat alyuminiy, natriy yoki kaliy xloridlar, maxsus yaltiroqlik beruvchi qo‘shimchalar yoki ularning kompozitsiyasi uchraydi. Bunday kompozitsiyalar sifatida Limeda Zn-SR, DXTI-102, DXTI-104 va boshqalardan foydalaniladi. Bunday qo‘shimchalar ishtirokida yaltiroq mayda kristall holdagi yuqori sifatli qoplama olinadi. Bunday elektrolitlarning yoyiluvchanlik qobiliyati kislotali elektrolitlarnikidan ancha yuqori. Kuchsiz kislotali elektrolitlarning kislotaligi pH=5-6 da bo‘ladi. Kuchsiz kislotali

elektrolitlarning kamchiligiga ularning tarkibidagi xloridlar hisobiga yuqori agressivlik xossalarini namoyon qilishi hisoblanadi.

Ishqoriy kompleks elektrolitlar. Bunday elektrolitlar tarkibida katodda zaryadsizlanuvchi asosli kompleks ionlar: $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$; $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$; $[\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)]^{2-}$ hokazolar bo'ladi.

Shulardanssianidli kopleks $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ ning mustahkamligi ancha yuqori hisoblanadi. Yuqori elektrolit o'tkazuvchanligi va yetarli darajada qutblanuvchanligi tufaylissianidli elektrolitlarning yoyiluvchanlik xususiyati birmuncha yaxshi hisoblanadi. Tok zichligi oshirilganda bunday elektrolitlarda tok bo'yicha chiqish pasayadi, bu esa elektrolitning metallga yoyiluvchanlik xususiyatini yaxshilaydi. Bunday elektrolitlarning asosiy kamchiligi ularning yuqori darajada zaharli va tarkibining beqarorligi hisoblanadi.

Sinkatli elektrolitlar. Bunday elektrolitlarning tarkibi nisbatan sodda va ular zaharli emas. Rux oksidning o'yuvchi natriy bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ kompleks anion hosil bo'ladi.

Sinkatli elektrolitlarga organik moddalar masalan, polietilenimin (PEI) yoki polietilenpropilamin (PEPA) qo'shimchalari qo'shib foydalaniladi. Sinkatli elektrolitga 1-2 g/sm³ PEI yoki PEPA qo'shilsa, 100-300 A/dm² tok zichligida 20 °S da ixcham yorqin qoplama hosil qilishi mumkin.

Tok zichligi oshirilgandassinkatli elektrolitlarda tok bo'yicha chiqish pasayadi va bu metalning katod sirti bo'ylab bir me'yorda taqsimlanishini ta'minlaydi.

Qoplamaning dekorativ ko'rinishini yaxshilash va yarim yaltiroq cho'kmalar olish uchun yana qo'shimcha qo'shish tavsiya etiladi.

Tarkibida PEI bo'lgan elektrolitga veratrov aldegid va trilon-B, PEPA li elektrolitga esa fenolformaldegidli smola yoki tiomochevina qo'shiladi.ssinkatli elektrolitlarga yaltiroqlik beruvchi kompozitsiyalar qo'shilsa, yaltiroq qoplamalar hosil qilish mumkin. Bularga Limeda NBS, TS-2, LV4584 va boshqalar kiradi.

Sianidli elektrolitlarni almashtirish uchun (kaliy yoki natriy difosfat) pirofosfat asosidagi elektrolitlardan ham foydalaniladi. Rux sulfatning natriy yoki kaliy difosfat bilan o'zaro ta'sirlashuvidan $\text{Na}_6[\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ yoki $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ kompleks birikmalari hosil bo'ladi. Bu elektrolitlarning tarkibi elektrolit pH i va erkin difosfat konsentratsiyasiga bog'liq.

Organik qo'shimchalar difosfatli elektrolitda ham qoplama sifatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Dekstrin, furfurol, yelim yoki vanilin ishtirokida yaltiroq ruxli qoplama hosil qilish mumkin.

Difosfatli elektrolitlarda ruxli birikmalardan qiyin eriydigan plyonka hosil bo'lganligi uchun anodlar yaxshi erimaydi. SHuning uchun ruxlash jarayoni 50 °S gacha qizdirish bilan olib boriladi, erkin holdagi natriy yoki kaliy difosfat miqdorining ortishi ruxsat etilgan tok zichliginig ortishiga sabab bo'lib, bu anod eruvchanligining yaxshilanishiga olib keladi. Kompleks hosil qiluvchi sifatida alyuminiy difosfatdan foydalanilganda $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$ ko'rinishidagi ammiakli komplekslar ham hosil bo'ladi va ular katodli qutblanishni pasaytiradi.

Ruxli qoplamalar nam havoda oksidlanadi va yyemiriladi. Ularning himoyalanish xossalarini oshirish uchun ruxli qotishmalarga xromat kislota yoki

uning kislotali muhitga ega bo'lgan tuzlari eritmalarida kimyoviy ishlov beriladi. Bunday operatsiya passivlashtirish yoki xromatlash deyiladi. Xromatlash jarayonida ruxli qoplamaning qisman erishi olti valentli xromning uch valentli xromga qaytarilishi va ularning keyinchalik gidrolizlanishi kuzatiladi. Buning natijasida qoplama sirtida tarkibi $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{CrO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan plyonka hosil bo'ladi. Uning himoyalash xususiyati plyonka tarkibidagi xromning miqdoriga bog'liq bo'lib, 2 mg/dm^2 qiymatida maksimal darajadagi korrozion barqarorlikka etish mumkin. Qoplamaga xromatli ishlov berish uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan (g/dm^3) eritmalarining biridan xona temperaturasida foydalanish tavsiya etiladi:

- 1) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - 100-150, H_2SO_4 - 8-10; $\tau=5-20$ sekund;
- 2) Bir vaqtning o'zida tindirish va passivlashtirish uchun eritma: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - 15-25, HNO_3 - 14-25, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - 10-20; $\tau=15-60$ sekund;
- 3) Rangsiz passivlashtirish eritmaları: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - 220-270, H_2SO_4 - 8-10, HNO_3 - 100-110, Na_2SO_4 - 4-6; $\tau=10-30$ sekund;
- 4) H_2SO_4 - 3-4, "Likonda" qo'shimchasi - 70-80; $\text{pH}=1,6-2,2$; $\tau=20-40$ sekund.

Ishning maqsadi. Turg'un va qo'ng'iroqli vannalarda elektrokimyoviy ruxlash jarayoni bilan tanishish, elektrolit tarkibi va elektroliz rejimining ta'sirini hamda nostatsionar rejimda - tokni reversivlashning qoplama sifati, tuzilishi va metalning tok bo'yicha chiqishga ta'sirini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi.

Barcha tajribalar tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolitlarda olib boriladi:

1-elektrolit $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 250, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - 80, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ - 50; dekstrin - 8-10; $\text{pH}=3,6-4,4$.

2-elektrolit ZnO - 15, NaOH - 120, polietilenpoliamin (PEPA) - 4,0; tiokarbamid - 0,5.

3-elektrolit ZnCl_2 - 50, KCl - 220, H_3BO_3 - 20, yaltiroqlik hosil qiluvchilar - 30-70 (Limeda NS-10), 2,5-10 (Limeda NS-20); $\text{pH}=4,5-5,8$.

Elektrolizyor sifatida organik shisha yoki viniplastdan yasalgan sig'imi $0,5 \text{ dm}^3$ bo'lgan uchta idishdan foydalaniladi. Har qaysi idishga ikkita rux anod va bitta katod osib qo'yiladi. Anodlar ruxdan tayyorlanadi. Katod sifatida o'lchami $20 \times 5,0 \text{ sm}$ bo'lgan po'lat tasmali namunalardan foydalaniladi. Katodlar sirtini qoplashdan oldin tayyorlash shartlari II-ildovada keltirilgan.

Mis kulonometr va elektrolizyor I-ildovada ko'rsatilgan sxema bo'yicha ketma-ket ulanadi. Elektrolizyorlar termostatga joylashtiriladi.

1-tajriba. Katodli tok zichligiga bog'liq ravishda tok bo'yicha chiqish va ruxli qoplamalarning sifatini aniqlang. Uchala ruxlash elektrolitlarida ruxsat etilgan tok zichligining yuqori chegarasini toping.

Elektrolit temperaturalari 20°S , katoddagi tok zichligi 100, 200, 300, 400, 500 A/dm^2 . Tok zichligining ruxsat etilgan qiymati deb, yaltiroq, zich, silliq ko'rinishda qoplama hosil bo'lgan sharoitga aytiladi.

Qoplama sifatida uning tashqi ko'rinishiga qarab, qo'shimcha ob'ektni kattalashtirish bilan baholanadi. Tok bo'yicha tok bo'yicha chiqish misli kulonometrda aniqlanadi. Elektroliz tok bo'yicha chiqishning 100 % li qiymatida qoplama qalinligi 15 mkm ga etguncha olib boriladi.

Barcha elektrolitlardan olingan qoplama namunalari yuqorida ko'rsatib o'tilgan elektrolit eritmalaridan biriga tushirish yo'li bilan aniqlanadi. Yuvilgandan keyin namunalar quritiladi va passivlashtirilgan namunalar bilan solishtiriladi. Xromatli plyonkalarining himoyalash qobiliyati V-ilovada keltirilgan usulda baholanadi.

LABORATORIYA ISHI № 4 MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY MISLASH

Nazariy qism

Mis elektromusbat metall ($E^0_{\text{Cu/Cu}^{2+}}=0,337 \text{ V}$) bo'lganligi uchun misli qoplamalar po'latni korroziyadan saqlay olmaydi. Mis va temirning elektrod potentsiallari orasidagi farq katta bo'lganligi tufayli, temirning ochilib qolgan qismi (g'ovaklik va yopilmagan joylari)da tezda korroziya boshlanadi. Ko'pincha misdan qalinligi yetarli darajada katta 9-36 mkm bo'lgan nimqatlam sifatida boshqa metallar bilan qoplashdan oldin foydalaniladi. Buning natijasida g'ovaklik kamayadi, korroziyaga bardoshlilik ortadi, taqchil va qimmatbaho metallar (nikel, kumush va boshqalar) ancha iqtisod qilinadi.

Mislash jarayoni kislotali (sulfatli, borftoridli) va ishqoriy (sianidli, difosfatli, etilendiaminli, ammiakatli) elektrolitlarda olib boriladi. Shulardan sulfatli, ssianidli va difosfatli elektrolitlar ko'proq tarqalgan.

Sulfatli elektrolitlar. Sulfatli elektrolitlarning tarkibi oddiy, arzon va yuqori katodli tok zichliklari (1000 A/dm^2) dan foydalanish imkonini beradi va zich, tok bo'yicha chiqishi yuqori bo'lgan silliq cho'kma hosil qiladi, narxi juda yuqori emas.

Elektrolitlarning kamchiliklariga quyidagilar kiradi: yoyuvchanlik qobiliyatining pastligi, rux, po'lat va boshqa elektromanfiy qiymatli metall va ularning qotishmalarini bevosita mis bilan qoplash mumkin emasligini kiritish mumkin. Nisbatan elektromanfiy bo'lgan metall uni eritmada siqib chiqaradi va bu misning asos metali bilan mustahkam bog'lanishga yo'l qo'ymaydi.

Elektrolitning elektr o'tkazuvchanligini oshirish (yoyiluvchanlik qobiliyatini ham) bir valentli mis ionlarining yig'ilib qolishiga yo'l qo'ymaslik va Cu_2SO_4 va CuSO_4 larning gidrolizlanishini kamaytirish uchun $0,5-0,75 \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ qo'shiladi. Bundan tashqari, sulfat kislota Cu^{2+} ionlarining aktivligini kamaytirib, katodli qutblanishini oshiradi va bu nisbatan mayda kristalli mis qoplamasining shakllanishiga olib keladi.

Elektr toki ta'sirida misli anodlar Cu^{2+} hosil qilib eriydi. Lekin bunday eritma tarkibida kam miqdorda Cu^+ ionlari ham bo'lishi mumkin. Katodda Cu^{2+} ionlari metall holigacha qaytariladi. Shu bilan birgalikda yuqori temperatura va tok zichligining past qiymatlarida Cu^{2+} ionlarning $\text{Cu}^{2+} + e = \text{Cu}^+$ sxema bo'yicha to'liq qaytarilmaganligi tufayli metalning tok bo'yicha chiqishi pasayadi.

Yaltiroq misli qoplamalar olish uchun vannadagi sulfatli elektrolitga juda kam miqdorda $0,005-0,05 \text{ g/dm}^3$ tiokarbamid va $0,5 \text{ g/dm}^3$ 2,5-(2,7)-disulfonaftalin kislota qo'shiladi. Bundan tashqari LTI, BS-1, BS-2 kabi qo'shimchalar ham qo'shilishi mumkin.

Sianidli elektrolitlar. Sianidli elektrolitda mis bir valentli ion ko'rinishida $[\text{Cu}(\text{CN})_2]$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$ kompleks anionlar tarkibiga kiradi. Metall kompleks

anionning katodda qaytarilishi natijasida ajralib chiqadi va buning uchun katta qiymatli aktivlanish energiyasi talab etiladi. Shu sabablissianidli elektrolitlarda katodli qutblanish yaqqol ko'zgaa tashlanib, bu mayda kristall holdagi struktura hosil qilish imkonini beradi. Sianidli elektrolitlar misni bevosita po'lat, rux va ularning qotishmalariga cho'ktirish imkonini beradi, bu elektrokimyoviy qoplamaning asos bilan mustahkam birikishiga sabab bo'ladi.

Sianidli elektrolitlarning kamchiliklariga quyidagilar kiradi: zaharli ekanligi va natriy (kaliy)ssianidning havo tarkibidagi CO_2 bilan o'zaro ta'sirlashishi tufayli tarkibining beqarorligi va vodorodssianidning ajralib chiqishi, elektrolitni uning tarkibidagi natriy (kaliy)ssianid bo'yicha tez-tez korrektirovkalab turish lozimligi, katodli tok zichligining kichik qiymatli ekanligi va tok bo'yicha chiqishning kislotali elektrolitlarnikidan past ekanligi, anodlarning passivlanishga moyilligi kabilar kiradi.ssianidli elektrolitlarda kompleks birikmalarning barqarorligini ta'minlash uchun erkin holdagi natriy (kaliy) sianidni ortiqcha miqdorda olish cho'kmalarning strukturasini yaxshilash elektrolitning yoyiluvchanlik qobiliyatini oshirish va anodlarning passivlanishini yo'qotish kerak.ssianidning ortiqcha bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki bunda misning katodli tok bo'yicha chiqishi keskin kamayadi. Anodlarning aktivatori sifatida elektrolitga segnetli tuz va rodanidlar qo'shiladi.

Difosfatli elektrolitlar. Difosfatli (pirofosfatli) elektrolitda $\text{pH} > 8$ da mis asosan $[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]^{6-}$ kompleks anioni ko'rinishida uchraydi. Bunday elektrolitda katodli qutblanish sianidli elektrolitdagidan pastroq, lekin sulfatli elektrolitlardan yuqoriroq bo'ladi. Cho'kma sifati va yoyiluvchanlik qobiliyati bo'yicha elektrolit sulfatli va sianidli elektrolitlar orasidagi holatni egallaydi. Katodli tok bo'yicha chiqish 100 % ga yaqin.

Kompleks birikmalarning barqarorligi va anodning qutblanishini kamaytirish uchun difosfatdan ortiqcharoq olish kerak. Po'latning sirti difosfatli elektrolitda pasivlashtirilganligi tufayli mis po'lat bilan mustahkam holda birikmaydi. Katodli cho'kmalarning mustahkam birikishini ta'minlash uchun po'latga $\text{pH} = 1$ va $800-1200 \text{ A/m}^2$ katodli tok zichligida sulfatli yoki xloridli elektrolitda qisqa muddatli (0,3-0,5 minut) katodli ishlov beriladi. Po'latning sirtini $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ning yuqoriroq konsentratsiyali eritmasidan tarkibida mis tutuvchi difosfatli eritmadan olingan yupqa mis qatlami bilan 0,5-2,0 minut davomida $100-200 \text{ A/m}^2$ katodli tok zichligida oldindan qoplanadi.

Ishning maqsadi: Mislash jarayoni bilan tanishish va elektrolit tarkibi hamda elektroliz rejimining misning tok bo'yicha chiqishi katod va anod potentsiali sifati va misli qoplamalarning fizik-kimyoviy xossalariga ta'sirini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

Tajribalar tarkibi 3.1-jadvalda ko'rsatilgan elektrolitlarda olib boriladi.

№	Komponentlar konsentratsiyasi, g/dm ³							pH	t, °C	a _k , A/m ²
	CuSO ₄ * 5H ₂ O	H ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃	K ₄ P ₂ O ₇ * 3H ₂ O	LTI (sm ³ /dm ³)	BS-1 yoki BS-2	NaCl			
1	150-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	150-250	50-70	-	-	-	-	-	-	25-45	100-800
3	180-240	50-65	-	-	-	4-6	0,03-0,1	-	18-28	50-1100
4	200-220	50-70	20	-	1-5	-	0,03-0,06	-	18-25	200-300
5	70-90	-	-	330-380	-	-	-	8,5-9	50	50-300
6	70-90	-	-	330-380	-	-	-	8,5-9	50	50-300

Qurilmaning prinsipial chizmasi va tajribadan oldin katodlarni tayyorlash I va II-ilovalarda keltirilgan.

1-tajriba.

1) 1- va 2-elektrolitlardan hosil qilingan misli qoplamalar sifatiga eritma kislotaligining 20 °S da ta'sirini tekshirish;

2) 20 va 80 °S da 2-elektrolitdan olingan misning tok bo'yicha chiqishi va sifatiga temperaturaning ta'sirini o'rganish (katodlar tortib ko'riladi);

3) 20 °S da 2-elektrolitdan hosil qilingan misli cho'kmaning mustahkamligi va sifatiga katod materialining ta'sirini o'rganish.

1- va 2-tajribalarda mis yoki latundan tayyorlangan katodlardan foydalaniladi.

Zanjirga biri termostatga tushirilgan to'rtta elektrolizyor ketma-ket ulanadi. Tokning katodli zichligi 200 A/m² ga teng. Misli qoplamaning 10 mkm ni tashkil etadi. Ichiga 2-elektrolit quyilgan elektrolizyordan 20 °S va katodli tok zichligi 200 A/m² da kulonometr sifatida foydalaniladi. Birikish mustahkamligi V.6-ilovada bayon etilgan usul bo'yicha aniqlanadi. Olingan natijalarga taqqoslash yo'li bilan baho beriladi.

2-tajriba. Aralashtirish va katodli tok zichligining mis qoplama sifatiga ta'sirini o'rganish.

Tajribalar 2-elektrolitda 20 °S temperatura va 400-500 A/m² tok zichligida burchakli yacheykada siqilgan havo bilan aralashtirib va aralashtirmasdan olib boriladi. Katodlar misdan (latundan) tayyorlanadi. Mis qoplama qalinligi 10 mkm ni tashkil etadi. Yacheykanang tuzilishi VI-ilovada va 1-ishda berilgan. Elektroliz jarayonida kuchlanishning tuzilishi kalibrlash qarshiliklarida o'lchanadi va ajraluvchi katodning har qaysi seksiyalaridan tokning o'rtacha zichligi hisoblanadi. O'lchash natijalari 3.2-jadvalda yoziladi. Elektrolizdan keyin katodlar suvda yuviladi, quritiladi va mikroskop tagida ko'rib chiqiladi. Tok zichligining ruxsat etilgan oralig'i va unga aralashtirishning ta'siri haqida xulosa qiladi.

Sistema parametrlari	Katod seksiyasi raqami				
	1	2	3	4	5
Kalibrlangan qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi, ΔU_n , mV.					
*Seksiyadagi tok, $I_n = \Delta U_n / r$, mA.					
Seksiyadagi tok zichligi, $i_n = I_n / S_n$, A/m ² .					
Qoplama sifati					
* $\sum I_n$ yig'indisi I_{umum} ga muvofiq bo'lishi kerak					
Elektrolit, №; tajriba boshlanishi va oxiridagi harorat, °S; o'rtacha katodli tok zichligi, $i_{o'rt}$; n -inchi seksiya yuzasi S_n , m ² ; elektr toki $i_{umum} = i_{o'rt} * S_n * 5$, A; elektrolizning davom etish vaqti τ , minut.					

LABORATORIYA ISHI №5

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY NIKELLASH

Nazariy qism

Nikel elektromanfiy metall ($E^0_{\text{Ni/Ni}^{2+}} = -0,25 \text{ B}$) hisoblanadi. Lekin passivlanishga moyilligi tufayli birmuncha musbat potensialga ega. Atmosfera havosiga, ishqorlar va ayrim kislotalar nisbatan yetarli darajada barqarorlikni namoyon etadi. Temir bilan hosil qilgan galvanik juftda nikel katod hisoblanadi va shu tufayli asosiy metalda ochiq joy va g'ovakchalar bo'lmaganda, uni korroziyadan ishonchli darajada himoya qiladi.

Nikellash uchun sulfat-xloridli, sulfamatli, borftoridli, xloridli elektrolitlardan foydalaniladi. Shulardan sulfat-xloridli elektrolitlar ko'proq uchraydi.

Nikelni elektrolitik cho'ktirish birmuncha katodli va anodli qutblanish bilan bilan olib boriladi.

Katodli va anodli jarayonlar vodorod ionlari konsentratsiyasiga juda sezgir bo'lib, bunda eritmaning pH qiymati 2,8-5,8 bo'lishi kerak. Katodda nikel bilan bir qatorda vodorod ham ajralib chiqadi. Eritma pH qiymatining kamayishi bilan nikelning tok bo'yicha chiqishi pasayadi va pH ning yuqori qiymatlarida 95-96 % ni tashkil etadi. Gidroksoniy ionlari bo'yicha diffuziyali cheklanishlar tufayli katod atrofida qatlamda pH qiymati yuqori bo'lib, uning qiymati nikelning gidroksidi va asosli turlari hosil bo'ladigan darajagacha etishi mumkin. Ular katodli cho'kma tarkibiga qo'shilishi tufayli uning sifatini yomonlashtiradi. pH qiymatini o'zgarmasdan ushlab turish va katod atrofida nikel gidrooksidining hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun nikellash elektrolitiga unga buferli xossalarni beruvchi qo'shimchalar masalan: borat kislota qo'shiladi. Nisbatan samaraliroq bo'lgan buferli qo'shimchalar ayrim to'yingan dikarbon kislotalar, masalan, qahrabo kislotasi $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$ yoki nikel atsetat $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lar kiradi. Yuqori katodli tok zichligi qiymatlari nikellash uchun pH qiymati 2,0-3,5 bo'lgan (tarkibida samarali buferli qo'shimchali)

elektrolitlardan yuqoriroq temperatura (50-60 °C) larda foydalaniladi va u aralashtirilib turiladi.

Nikellash elektrolitlarining elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun ularga ishqoriy metallarning tuzlari qo'shiladi, lekin bu tokning yuqori tok zichliklari qiymatlarida katod atrofi qatlamida ishqorning miqdori ortishi tufayli nikel cho'kmasi sifatining yomonlashishiga sabab bo'lishi mumkin.

Nikelning tok bo'yicha chiqishi elektrolitning kislotalligidan tashqari, buferli qo'shimcha tabiati va temperaturaga ham bog'liq bo'ladi.

Anodli jarayonning o'ziga xosligi nikelli anodlarning oson passivlashuvchanligidir. Uni eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasini oshirish bilan yo'qotish mumkin. Lekin nikelning katodli tok bo'yicha chiqishining pasayishiga olib keladi. Shuning uchun anodlarni aktivlashtirish uchun elektrolitga NaCl yoki $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ko'rinishida xlorid ionlari qo'shiladi.

Maxsus qo'shimchalar ishtirokida elektrolitdan yaltiroq nikelli cho'kmalar hosil qilish mumkin. Yaltiroqlik hosil qiluvchi qo'shimchalardan tashqari maxsus tekislovchi organik qo'shimchalardan ham keng ko'lamda foydalanilmoqda. Pittingni yo'qotish uchun nikellash elektrolitiga natriy lauril sulfat, NIA-1 qo'shimchasi va boshqa sirt aktiv moddalar qo'shiladi.

Nikellash elektrolitlari ayrim metallar, masalan, mis, rux, temir, qo'rg'oshin aralashmalariga nisbatan juda yuqori sezgirlikni namoyon etadi. Mis nisbatan elektromusbat element sifatida katodda nikeldan oldin ajralib chiqadi. Eritma tarkibida misning kam miqdorda bo'lishi chegaraviy tok qiymatida sodir bo'lishi tufayli cho'kma notekis, qavariq ko'rinishda hosil bo'ladi. Shuning uchun nikellash elektrolitidagi misning konsentratsiyasi 0,01 g/dm³ dan oshmasligi kerak.

Misni elektrolitdan ajratish uchun katodli tok zichliklarining past va eritma kislotalligining yuqori qiymatlarida o'zgaras tok bilan ishlov beriladi.

Elektrolitga rux tushganda ham shunday hodisani kuzatish mumkin. Bunda katodda qora dog' va chiziqli qavariq cho'kma hosil bo'ladi. Ruxning ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,007 g/dm³ ga yaqin. Elektrokimyoviy nikellashda mayda detallarni qoplash uchun xuddi rux bilan qoplashdagi kabi aylanuvchi qo'ng'iroqli yoki barabanli elektrolizyorlardan foydalaniladi. Buyumlar sirti mustahkamligini oshirish maqsadida nikel asosidagi kompozitsion elektrokimyoviy qoplamalar (KEQ) dan foydalaniladi. Masalan: bunda ikkinchi faza sifatida o'lchamlari 3-10 mkm bo'lgan nikel-kremniy karbidi asosidagi KEQ dan, turli xil oksidlar, nitritlar, karbidlar va boshqa metall birikmalaridan foydalaniladi. Bunday qoplamalarning mikroqattiqligi, mustahkamlik chegarasi, yemirilishga bardoshlilik hamda himoyalaniş qobiliyati ancha yuqori hisoblanadi.

Ishning maqsadi: Elektrokimyoviy nikellash bilan tanishish, nikelli qoplama va u asosidagi KEQ ning sifati (tashqi ko'rinishi bo'yicha) va ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlarini tekshirish, barabanli elektrolizyorda nikellash jarayonining o'ziga xos xususiyatlarini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

Tajribalarda foydalaniladigan elektrolitlarning tarkiblari 4.1-jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval

№	Komponentlar konsentratsiyasi, g/dm ³								
	NiSO ₄ * 7H ₂ O	NiCl ₄ * 6H ₂ O	Ni(CH ₃ COO) ₂ *7H ₂ O	NaCl	H ₃ BO ₃	Qahrabo kislota	MgSO ₄ * 7H ₂ O	Na ₂ SO ₄ * 10H ₂ O	KF yoki NaF
1*	230-320	40-60	-	-	25-40	-	-	-	-
2	230-320	40-60	-	-	25-40	-	-	-	-
3	250-300	25-30	-	-	-	28-32	-	-	-
4	-	25-30	170-185	-	-	-	-	-	-
5*	250-300	-	-	10-15	25-40	-	-	-	5-6
6*	230-320	30-60	-	-	30-40	-	-	-	-
7*	240-360	25-45	-	-	30-40	-	-	-	-
8	170-180	25-30	60-65	-	-	-	-	-	-
9*	130-180	-	-	8-15	30-40	-	15-25	50-80	-

4.1-jadvalning davomi

№	Komponentlar konsentratsiyasi, g/dm ³							pH	t, °C	a _k , A/m ²	Tok bo'yicha chiqish, %
	Naftalin-1,5- disulfo kislotaning ikki nativli tuzi	Butindiol-1,4	Saxarin	ftalimid	Kremniy karbid- K3M3 (mayda kukun)	ADE-3 mahsuloti	Cr ₂ O ₃				
1*	-	-	-	-	-	-	-	5- 5,2	20-60	50- 500	96-98
2	-	-	-	-	-	-	-	1,8 -2	20-60	50- 100	-
3	-	-	-	-	-	-	-	2- 3,5	50-60	500- 2500	75-90
4	-	-	-	-	-	-	-	4,3- 4,7	50-60	200- 2000	91-94
5*	1,5-2	0,2- 0,5	-	-	-	-	-	4,5- 5,5	20-50	80- 350	95
6*	-	0,12- 0,3	0,3- 2	0,08- 0,12	-	-	-	3-5	50-60	200- 700	90-95
7*	-	-	1,5- 2	-	90- 150	0,5- 0,75	-	3,9- 4,5	40-45	300- 700	-
8	-	-	-	-	-	-	80-	4,3-	45-50	200-	-

							100	4,7		1500	
9*	-	0,12- 0,3	0,3- 2	-	-	-	-	3-5	20-55	50- 300	90-95
Izoh: 1. Qoplamada pitting hosil bo'lishini oldini olish uchun 3 va 4-elektrolitlarga 0,05-0,1 g/dm³ li natriy lauril sulfat eritmasi, 5 va 6-elektrolitlarga esa 0,5-2 g/dm³ NIA-1 kabi antipitting qo'shimchalari qo'shiladi; 2. Yulduzcha bilan ko'rsatilgan elektrolitlar GOST 9.305-84 bo'yicha tayyorlanadi.											

Elektroliz boshlanishidan oldin pH metr yordamida tekshirilayotgan elektrolitlarning kislotaligi aniqlanadi. Agar zarurat bo'lsa, elektrolitlar pH ning kerakli qiymatigacha sulfat kislotaning 1 normalli eritmasini qo'shish bilan suyultiriladi. Nikel karbonat bilan qizdirilib, ishqorlanadi va filtrlanadi. Elektrolizdan keyin elektrolitning kislotaligi yana aniqlanadi. Elektroliz jarayonida elektrolit temperaturasi nazorat qilinadi.

Elektrolizni o'tkazish qurilmasining prinsipial chizmasi I-ildovada keltirilgan. Elektrolizdan oldin katodlarni tayyorlash II-ildovada ko'rsatilgan. 1-2 tajribalar mis yoki latunli folgadan tayyorlangan besh seksiyali burchakli yacheykada olib boriladi. Yacheykaning tuzilishi VI-ildovada, katod seksiyalarini tayyorlash II-ildovada 1-ishda berilgan. Yig'iluvchi katodli yacheykada tok bo'yicha chiqishni aniqlashda katodning har qaysi seksiyasi va zanjirda tokning o'zgarmasligini ta'minlash va ixcham qoplamalar hosil qilish asosiy vazifa hisoblanadi. Buning uchun turg'un tok manbaidan foydalanish va butun katod sirti bo'yicha sifati yaxshi nikelli qoplama olish uchun tok zichligi qiymatlarini tanlash bilan erishiladi.

1-tajriba. Nikelli qoplama sifati va nikelning tok bo'yicha chiqishiga kislotali elektrolit temperaturasi va buferli qo'shimcha tabiati ta'sirini o'rganish.

Elektroliz zanjiriga ketma-ket kulonometr va ajraluvchi katodli ikki yacheyka va 50 °S da 1- va 2-elektrolitlar (2 va 3 yoki 3 va 4-elektrolitlar), so'ngra 20 °S da 1- va 2-elektrolitlar ketma-ket ulanadi. 1-elektrolit uchun katodli tok zichligining o'rtacha qiymati 80 °S da 200 dan 300 A/m² gacha, 20 °S da esa 100 dan 200 A/m² gacha qiymatlarda tanlanadi.

Tajriba har ikki elektrolit uchun bir xil tok zichliklarida olib boriladi. Qoplamaning o'rtacha qalinligi 10 mkm ga yaqin. Tajriba oldidan katodlar tortib ko'riladi. Elektroliz jarayonida kalibrlash qarshiliklarida kuchlanishning pasayishi 2-3 marta o'lchanadi va yig'iluvchi katodning har qaysi seksiyasidagi o'rtacha tok zichligi hisoblanadi.

Elektrolizdan keyin nikel qoplamali katod suvda yuviladi, quritiladi va lak yo'qotiladi, tortib ko'riladi va mikroskop ostida kuzatiladi. O'lchash natijalari 4.2-jadvalga tushiriladi.

O'rganilgan omillarning nikelning tok bo'yicha chiqishi, nikel qoplama sifatiga ta'siri haqida xulosa chiqariladi.

4.2-jadval

Sistema parametrlari	Katod seksiyasi raqami				
	1	2	3	4	5
Kalibrlangan qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi, ΔU_n , mV.					
*Seksiyadagi tok, $I_n = \Delta U_n / r$, mA.					
Seksiyadagi tok zichligi, $i_n = I_n / S_n$, A/m ² .					
Qoplama sifati					
* $\sum I_n$ yig'indisi I_{umum} ga muvofiq bo'lishi kerak					
Elektrolit, №; tajriba boshlanishi va oxiridagi harorat, °S; o'rtacha katodli tok zichligi, $i_{o'rt}$; n -inchi seksiya yuzasi S_n , m ² ; elektr toki $i_{umum} = i_{o'rt} * S_n * 5$, A; elektrolizning davom etish vaqti τ , minut.					

2-tajriba. Nikelli qoplamalar sifatiga yaltiroqlik beruvchi va tekislovchi qo'shimchalarning ta'sirini o'rganish.

Tajriba 5 va 6-elektrolitlarda ketma ket ulangan yig'iluvchi katodli yacheykada 50 °S temperatura va bir xil tok zichligi qiymatlari 150 dan 300 A/m² da o'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha olib boriladi.

Qoplamaning o'rtacha qoplangan 10 mkm ga yaqin. Nikelli qoplamalar silliq misli (latunli) katod seksiyalarida cho'ktiriladi. O'lchash natijalari 4.3-jadvalga tushiriladi. Organik qo'shimchalar tabiatining nikelli qoplama sifatiga ta'siri haqida xulosa chiqariladi va yaltiroq qoplama hosil qilish uchun tok zichliklari qiymatlari oralig'i aniqlanadi.

AMALIY MASHG'ULOT № 1

MAVZU: QOPLAMA QALINLIGINI ANIQLASH

Surkalayotgan qoplamaning sifati himoyalash xususiyatlarini xarakterlovchi eng muhim omillardan biri uning qatlami qalinligi hisoblanadi. Detallar sirtiga qoplanayotgan qatlam qalinligi kamdan-kam hollarda bir xil bo'ladi. Buyum sirtining turli uchastkalarida qoplama qalinligi turlicha bo'ladi. Qoplamaning himoyalash barqarorligi uning sirtidagi korroziyaga ko'proq uchraydigan va samarali himoyalaniishi lozim bo'lgan uchastkalaridagi minimal qalinlik bilan aniqlanadi.

Metall qoplama qalinligini aniqlashning juda ko'p usullari ma'lum. Ularni shartli ravishda ikki guruhga ajratish mumkin: qatlam qalinligini o'lchashning uning yaxlitligini buzish va qoplama qalinligini o'lchashning yaxlitligini buzmasdan o'lchashga asoslangan fizikaviy usullardir.

Metall qoplamalarini buzish yo'li bilan qalinligini nazorat qilish

Qoplama qalinligini nazorat qilishning usullari o'z navbatida kimyoviy va fizikaviy usullarga bo'linadi. Kimyoviy usullarda faqat qoplama, fizikaviy usullarida esa nafaqat qoplama, balki buyumning yaxlitligiga ham zarar yetkaziladi.

Kimyoviy usulda qoplama sifatini nazorat qilish ko'proq tarqalgan usullardan biri hisoblanadi. Bunga tomchili, oqimli, qo'porish usullari kirib, bunda o'lchashdagi xatoliklar 30 % gacha bo'lishi mumkin. Ayniqsa bunday holatni yupqa qatlamli qoplamalarda kuzatish mumkin. Lekin bu usullar birmuncha sodda bo'lib, ulardan foydalanishda maxsus jihoz va asboblardan foydalanishga ehtiyoj bo'lmaydi.

Tomchili usul qoplama sirtiga tomizilgan va ma'lum vaqt oralig'ida ushlab turilgan eritma ta'sirida qoplamaning erishiga asoslangan. Tomchilar kapillyarining ichki diametri 1,5-2,0 mm bo'lgan tomizgichdan asosiy metalning bir qavatli qoplama yuzasi to'liq yo'qotilib, uning filtr qog'ozi bilan tozalangan yuzasi ko'rinib qolgunga qadar tomizilib turiladi yoki qoplama ko'p qavatli bo'lsa, tomchi tomizilgan joyda rangning o'zgarishidan buni bilish mumkin.

Tomchili usulda qoplanayotgan buyum yuzasi $\geq 0,3 \text{ sm}^2$ bo'lgan qoplama qalinligini aniqlash mumkin (bu o'lchash oqimli usulga ham tegishli).

Tomchili usulda elektrolitik qoplamalar qalinligini aniqlash uchun eritmalar tarkibi 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Qoplama	Asos yoki nimqatlam metalli	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	Tomchining tushish vaqti, sekund	O'lchashni tugatish alomatlar
Ruxli	Po'lat, mis va uning qotishmasi	200 g/l KI	60	Asosiy metalning ochilib qolishi
Kadmiyli		1 g/l I ₂	30	
Misli	Po'lat, nikel	44 g/l AgNO ₃	60	Po'latda qoramtir dog' yoki nikelda oq dog' paydo bo'lishi
Nikelli	Po'lat, mis va	300 g/l FeCl ₃ +	15 (agar h<3	Sariq dog'

	uning qotishmasi	100 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	mkm), 30 (agar $h \geq 3$ mkm)	paydo bo'lishi
Xromli	Po'lat, nikel	325 g/l HCl	15 (agar $h < 1$ mkm), 30 (agar $h \leq 2$ mkm), 60 (agar $h > 2$ mkm)	Qoramtir dog' paydo bo'lishi
Kumushli	Mis va uning qotishmasi	400 g/l KI + 180 g/l I_2	60	Asosiy metalning ochilib qolishi
		300 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	30	
Qalayli	Po'lat, mis va uning qotishmasi	50 g/l FeCl_3 + 50 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 150 ml/l (1 N) HCl		Pushti dog' paydo bo'lishi
Latunli	Po'lat	44 g/l AgNO_3	30	Sariq dog' paydo bo'lishi
Qalay-qo'rg'oshinli	Po'lat, mis va uning qotishmasi	10 ml HBF_4 + 30 % li 2,5 ml H_2O_2 + 90 ml H_2O	30	Asosiy metalning ochilib qolishi
Izoh: 1. Kumush qoplama qalinligini o'lchashda 1- va 2-eritmalaridan bir tomchidan olib sirtga surkaladi, so'ngra asosiy metall yoki nimqatlam ochilib qolgunga qadar filtr qog'ozi bilan yo'qotiladi. Qoplama qalinligini hisoblashda faqat 1-eritma tomchilari soni hisobga olinadi. 2. Latunli qoplama qalinligini hisoblashda kontaktli ajralib chiqayotgan kumush tomchisi yo'qotiladi.				

Qoplama qalinligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$h = (n - 0,5)h_k \quad (1.1)$$

bunda, n – eritma tomchilari soni, h_k – eritmaning bir tomchisi yordamida ajratib olingan qoplama qalinligi, mkm.

Yaltiroqlik beruvchi qo'shimchalar qo'shilgan elektrolitlardan olingan nikelli qoplamalarning qalinligi

$$h = 0,8(n - 0,5)h_k \quad (1.2)$$

formuladan topiladi.

Oqimli usul detal sirtiga ma'lum tezlikda berilgan eritma oqimida qoplamaning erishida asoslangan. Qoplama qalinligini qoplamaning erish vaqti (oqimli-davriy usul) va qoplamani eritish uchun sarflangan eritma hajmi (oqimli-hajmiy usul) bo'yicha hisoblash mumkin.

Oqimli-davriy usulning turlaridan biri elektr oqimli yoki nuly usullarda hisoblanib, bunda qoplama qalinligini o'lchashning tugashi galvanometr bo'yicha aniqlanadi.

Oqimli usuldan tuzilishi eritmaning oqimiga halaqit bermaydigan buyumlar sirtidagi qoplama qalinligini aniqlashda foydalaniladi. Oqimli-davriy usulda o'lchashdagi xatolik 10 % gacha, oqimli-hajmiy usulda esa 15 % gacha bo'lishi mumkin.

Oqimli usul qoplama qalinligini aniqlash uchun eritmalarining tarkiblari 2-jadvalda berilgan.

2-jadval

Qoplama	Asos yoki nimqatlam metalli	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	O'lchashni tugatish alomatlari
Ruxli	Po`lat	70 g/l NH_4NO_3 + 7 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 70 ml/l (1 N) HCl	Pushti dog` paydo bo`lishi
Kadmiyli	Po`lat, mis va uning qotishmaci	17,5 g/l NH_4NO_3 + 17,5 ml/l HCl	Asosiy metalning ko`rinishi
Misli	Po`lat	300 g/l FeCl_3 + 100 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Pushti dog` paydo bo`lishi
	Rux qotishmasi		Qora dog` paydo bo`lishi
	Nikel		Oq dog` paydo bo`lishi
Nikelli	Po`lat		Pushti dog` paydo bo`lishi
	Mis va uning qotishmaci		Pushti yoki sariq dog` paydo bo`lishi
Xromli	Nikel	220 ml/l HCl + 100 ml/l H_2SO_4 + 60 g/l FeCl_3 + 30 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 100 ml/l $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Oq dog` paydo bo`lishi
	Po`lat		Pushti dog` paydo bo`lishi
Kumushli	Nikel, mis va uning qotishmaci	250 g/l KI + 7,5 g/l I_2	Asosiy metalning ochilib qolishi
Mis-latunli	Po`lat	150 g/l FeCl_3 + 150 ml/l HCl + 550 ml/l (muzli) CH_3COOH + 31 g/l SbCl_3	Qora dog` paydo bo`lishi
Qo`rg`oshinli	Po`lat	36 g/l $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$ + 72 g/l KNO_3 + 53 g/l NaOH	Yaltiroq dog` paydo bo`lishi
	Mis		Qizil dog` paydo bo`lishi
	Latun		Sariq dog` paydo bo`lishi
Qalayli	Po`lat, mis va uning qotishmaci	15 g/l FeCl_3 + 30 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 60 ml/l HCl	O`chmaydigan pushti dog` paydo bo`lishi
Qalay-	Mis va uning	142 g/l HBF_4	Asosiy metalning

qo`rg`oshinli	qotishmaci		ko`rinishi
Izoh: 1. O`lchashlardan oldin xromli qoplama qalinligini aniqlashda passivlashgan plyonkani buzish uchun detal sirtiga foydalanilayotgan eritma bilan namlangan ruxli tayoqcha tegiziladi.</p> <p>2. Kontaktli mis ajralib chiqishidan hosil bo`lgan, yaltiroq pushti rangli dog` paydo bo`lgandan keyin misli qoplamalarning erishining tugallanishini aniqlashtirish yoki qoplamaning oxirigacha erishidan biroz oldinroq (qoramtir dog` hosil bo`lguncha) sinalayotgan detal uchastkasiga bir tomchidan 1,5 % li surma (II) xloridning xlorid kislotali (1:1) eritmasi surkaladi. Eritma surkalgandan 2-3 soniyadan keyin qora dog`ning paydo bo`lishi qoplamaning to`liq eriganligidan dalolat beradi. Eritma tomchisi surkalishdan oldin va aniqlash davomida sinalayotgan sirt filtr qog`ozi bilan artiladi. 3. Kumushning erishidan hosil bo`lgan kumush yodidli plyonka 300 ml/l li natriy tiosulfat eritmasi bilan olib tashlanadi. Eritma tomchisi yo`qotilgandan keyin sarg`ish rangli sirt natriy tiosulfat eritmasi bilan namlangan paxta, so`ngra filtr qog`lzi bilan artib tozalanadi.			

Oqimli-davriy usulda qoplama qalinligini

$$h=h_t \tau \quad (1.3)$$

formula bo`yicha aniqlanadi.

Bunda h – aniqlanayotgan qoplama qalinligi, mkm; h_t – 1 s davomida ajratib olinadigan qoplama qalinligi, mkm (GOST 9302-79); τ – qoplamani eritish uchun sarflangan vaqt, sekund.

Qoplama qalinligini hisoblashda formulaga quyidagi tuzatishlar kiritiladi: sianidli elektrolitlardan olingan misli qoplamalar uchun 1,35; sulfat kislotali elektrolitlardan olingan kadmiyli qoplamalar uchun 1,09; o`z-o`zidan boshqariluvchi yaltiroq xromli qoplamalar uchun 1,2; xuddi shunday yaltiroq bo`lmagan qoplamalar olishdagi elektrolitlar uchun 1,04; tetraaxromatli elektrolitlardan olingan yaltiroq bo`lmagan qoplamalar uchun 1,3 koeffitsientlar.

Oqimli-davriy usulda yaltiroqlik hosil qiluvchi yaltiroq nikelli qoplamalar qalinligini aniqlash uchun kerakli tuzatish koeffitsientlari 3-jadvalda berilgan.

3-jadval

Vaqt oralig`i, sekund	Qo`shimchali elektrolitlardan olingan qoplamalar uchun tuzatish koeffitsientlari		
	1,4-butindiol	Kumarin va p- toluolsulfamid	2,6–2,7-naftalindisulfo kislotalning natriyli tuzi va (formalin)
0-20	1,2	1,6	1,5 (1,3)
20-40	1,1	1,4	1,4 (1,0)
40-80	1,0	1,3	1,3 (0,9)
80-100	0,9	1,2	0,0 (0,8)

Oqimli-hajmiy usulda qoplama qalinligini quyidagi formula bo`yicha hisoblash mumkin:

$$h=h_v \quad (1.4)$$

bunda h_v – 1 ml eritmada erigan qoplama qalinligi; v -qoplamani eritish uchun sarflangan eritmaning hajmi, ml.

Qoplama qalinligini hisoblashda formulaga sulfatli elektrolitlardan olingan kadmiyli qoplamalar uchun 0,7, sianidli elektrolitlardan olingan misli qoplamalar uchun 1,35 kabi tuzatish koeffitsientlari kiritiladi.

Oqimli-hajmiy usulda yaltiroq nikelli qoplamalar uchun tuzatish koeffitsientlari qiymatlari 4-jadvalda keltirilgan, boshqa barcha qoplama turlari uchun tuzatish koeffitsientlari qiymati 1 ga teng deb olinadi.

4-jadval

Vaqt oralig'i, sekund	Qo'shimchali elektrolitlardan olingan nikelli qoplamalar uchun tuzatish koeffitsientlari		
	1,4-butindiol	Kumarin va p-toluolsulfamid	2,6–2,7-naftalindisulfo kislotaning natriyli tuzi va (formalin)
0-6,7	1,2	1,6	1,5 (1,3)
6,7-13,4	1,1	1,4	1,4 (1,0)
13,4-26,8	1,0	1,3	1,3 (1,0)
26,8-33,3	0,9	1,2	0,0 (0,9)

Ajratib olish usuli asosiy metall bilan ta'sirlashadigan eritma yordamida qoplamani eritishga asoslangan. Eritma ham kimyoviy, ham elektrokimyoviy usulda eritiladi. Yuqorida bayon etilgan qoplama qalinligini aniqlash usullaridan farqli ravishda ajratib olish usuli detalning butun sirtidagi qoplamaning o'rtacha qalinligini aniqlash imkonini beradi. Qoplama qalinligi ikki xil usulda o'lchanadi:

3) Gravimetrik usul – qoplama massasining erishdan oldingi va keyingi massalari farqi bo'yicha olinib, qoplamaning o'rtacha qalinligi quyidagi formuladan topiladi, mkm:

$$h_{o'rt} = 10^4(m_1 - m_2)/S\gamma \quad (1.5)$$

bunda m_1 – detalning qoplama erigunga qadar bo'lgan massasi, g; m_2 – qoplama erigandan keyingi detal massasi, g; γ – metall qoplama zichligi, g/sm³, S – aniqlanayotgan detal sirti yuzasi, sm².

4) Analitik usul – kerakli eritmada qoplama to'liq eritiladi va eritmani kimyoviy analiz qilish bilan (yuvish suvlari bilan) erigan moddaning miqdori aniqlanadi. Qoplama qalinligi

$$h_{o'rt} = 10^4 m/(S\gamma) \quad (1.6)$$

formuladan topiladi. Bunda m – kimyoviy analiz bo'yicha olingan metall massasi, g.

Bu usulda xatolik 10% gacha bo'lishi mumkin.

Elektrokimyoviy va kimyoviy usullarda ajratib olingan eritmalarining tarkibi 5 va 6-jadvallarda berilgan.

**Kimyoviy usullarda ajratib olingan qoplamalar qalinligini aniqlash uchun
eritma tarkibi va harorati**

Qoplama	Asos yoki nim-qatlam metali	Eritma komponentlari va konsentratsiyalari	t, °S
Ruxli	Po`lat	50 g/l H ₂ SO ₄ + 17 g/l HCl	18-25
Kadmiyli	Po`lat	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> to`yingan eritmasi	18-25
Misli	Po`lat	275 g/l CrO ₃ + 110 g/l (NH ₄) ₂ SO ₄	18-25
Nikelli	Po`lat	1 hajm H ₂ SO ₄ + 2 hajm HNO ₃ + 20 g/l FeSO ₄ *7H ₂ O	18-25
Xromli	Nikel, mis va uning qotishmasi	1 hajm HCl + 1 hajm dist. suv	20-40
Kumushli* ¹	Po`lat	366 g/l HCl + 20 g/l Sb ₂ O ₃	18-25
	Po`lat, mis va uning qotishmasi	1 hajm HNO ₃ + 19 hajm H ₂ SO ₄	18-25
Qalayli* ²	Mis bilan qoplangan po`lat	80 g/l Pb(CH ₃ COO) ₂ + 135 g/l NaOH	t _{qayn}
	Mis va uning qotishmasi	konts. HCl	18-25
Qo`rg`oshinli	Mis bilan qoplangan po`lat	150 g/l HSO ₃ NH ₂ + 30 % li 50 ml/l H ₂ O ₂	50-70
Qalayli, qo`rg`oshinli, qalay-qo`rg`oshinli	Po`lat	10 ml HBF ₄ + 30 % li 2,5 ml H ₂ O ₂ + 90 ml dist. suv	18-25
Mis-ruxli (latunli)	Po`lat	275 g/l CrO ₃ + 110 g/l (NH ₄) ₂ SO ₄	18-25
Mis-qalayli (oq bronza – 40 % qalay)	Po`lat	50 % li 3 hajm C ₄ H ₆ O ₆ + 1 hajm HNO ₃	18-25
Oksidli	Alyuminiy va uning qotishmasi* ³	52 g/l H ₃ PO ₄ + 20 g/l CrO ₃	90-100
Fosfatli	Po`lat	200 g/l NaOH	40
*1 Kumush qoplama qalinligi kumushning kimyoviy tahlili bo`yicha aniqlanadi. *2 Faqat toza qalay qatlami qalinligi aniqlanadi. Qoplamani glitserinda suyultirishda qalayning temirga diffuziyalanishi natijasida olingan temir-qalayli qotishma erimaydi. *3 alyuminiy oksidi plyonkasi zichligi 3,42 ga teng.			

**Elektrokimyoviy usullarda ajratib olingan qoplamalar qalinligini aniqlash
uchun eritma tarkibi va harorati**

Qoplama	Asos yoki nim- qatlam metali	Eritma komponentlari va konsentra- tsiyalari	t, °S	J_k, A/dm²	Katod materiali	Aniq- lash usuli
Xromli	Po`lat	10-20 % li NaOH	50-70	5-10	Po`lat	Massa farqi bo`yicha
	Mis, latun	5 % li HCl	50	5-10	Qo`rg`oshin	
Qalayli	Po`lat	80 g/l NaOH	50-70	1-3	Po`lat	Kimyo- viy analiz
Nikelli	Mis, latun	100 g/l NaSCN + 100 g/l NaHSO ₄	18-25	2	Po`lat	
	Rux va rux qotishmasi	70 % li H ₂ SO ₄	18-25	2	Qo`rg`oshin	
Kumushli oltinli	Mis, latun	3-15 % li KCN yoki NaCN	18-25	0,2-2	Mis, latun, po`lat	

Ajratib olish usullaridan yana biri qoplama qalinligini o`lchashning kulonometrik usuli hisoblanadi. Bu usul kulonometrik qalinlikni o`lchagich uchi bilan chegaralangan qoplama uchastkasining anodli erishiga asoslangan bo`lib, bunda sarflangan elektr miqdori ham hisobga olinadi. Qoplamadagi metall miqdori uni ajratib olish uchun sarflangan elektr miqdori bo`yicha aniqlanadi. Qoplamaning ajralib bo`lganligini tekshirilayotgan elektrod potensialining o`zgarishidan bilish mumkin. Qoplama qalinligini aniqlash uchun mikrokulonometrik qalinlikni o`lchagich ATS –1 dan foydalaniladi.

Kulonometrik usuldan bir va ko`p qatlamli qoplamalarning mahalliy qalinligini, jumladan, nikelli yoki ko`p qatlamli qoplamalarning alohida qatlamlarini aniqlashda foydalaniladi. Kumushning bronzadagi va qalaydagi, xromning po`lat sirtidagi yupqa qatlami qalinligini aniqlashda yaxshi natijalar olingan. Bu usulda o`lchash chegarasi 1–100 mkm ni, xatolik esa 5 –7 % ni tashkil etadi.

Buzilgan holda fizikaviy qoplash usullariga metallografik va mikroskopik usullar kiradi. Bu usul qoplamaning mahalliy qalinligini metallografik shlif yordamida aniqlashga asoslangan. Bu usulda bir, ko`p qatlamli hamda anodlangan qoplama qalinligini aniqlash mumkin. Bu usul ham arbitraj, ham sirti kichik bo`lgan detal qoplamasi qalinligini aniqlash imkonini beradi (turli xil simlar, ignalar va shunga o`xshash buyumlar). Bundan tashqari bu usuldan qoplama strukturasini, elektrolitning tekislovchi xususiyatini aniqlashda va boshqa maqsadlarda ham foydalanish mumkin.

Qoplama qalinligini o`lchashda qoplama ko`ndalang kesimi bilan mikroschliflar tayyorlanadi. Qoplamaning yig`ilib qolishiga yo`l qo`ymasligi hamda burchaklarda nuqsonlar paydo bo`lmasligi uchun ma`lum qoplama bilan qoplangan detal qalinligi  $\geq 30$  mkm bo`lgan boshqa metall qatlami bilan qoplanadi. Bu qatlam yetarli darajada qattiq, qoplama metalli bilan yaxshi birikkan, rangi bilan ham farq qilishi kerak. Masalan, nikelli qoplama qalinligini aniqlashda misli, kislotali elektrolitlardan

foydalaniladi. Nikel bilan qoplangan detal yaxshilab yedirilishi (50 % li xlorid kislota eritmasida) va yog'sizlantirilishi kerak. Alyuminiy va uning qoplamalaridan olingan oksidli plyonkalar hamda xromli qoplamalar maxsus qatlam bilan qoplanmaydi. O'lchash aniqligini oshirish uchun shliflar maxsus shaklda qisiladi, oson suyuqlanuvchan qotishmalar (masalan, ruda qotishmasi bilan) yoki plastik massalar (organik shisha, polistirol) bilan quyiladi.

Qalinligi ≤ 20 mkm bo'lgan qoplamalarning qalinligi metallografik mikroskoplarda 500–1000 marta, >20 mkm li qoplamalarda 100–200 marta kattalashtirilib o'lchanadi.

Metall qoplamalarni buzmasdan qalinligini fizikaviy nazorat qilish usullari

Bu usullarga bevosita o'lchashga asoslangan gravimetrik usuli va qoplama qalinligini o'lchashning maxsus asboblarda aniqlash usullari ma'lum.

Gravimetrik usul qoplangan qoplama massasini aniqlashga asoslangan. Bu usulda massasi ≤ 200 gramm bo'lgan detallarning o'rtacha qalinligi aniqlanadi. Qoplama massasi qoplashdan oldin va keyingi massasini analitik tarozida o'lchash usulida aniqlanadi. Qoplamaning o'rtacha qalinligini

$$h_{o'rt} = 10^4(m_1 - m_2)/S\gamma \quad (1.7)$$

formula bo'yicha hisoblanadi. Bunda m_1 – qoplama surkalgunga qadar bo'lgan detalning massasi, g; m_2 – qoplama surkalgandan keyingi detal massasi, g; γ – qoplama metalli zichligi, g/sm³, S – qoplanayotgan detal sirti yuzasi, sm². Bu usulning nisbiy xatoligi 10 % gacha bo'lishi mumkin.

Bevosita o'lchash usuli detalning qoplashdan oldingi va keyingi o'lchamlarini o'lchashga asoslangan. Bunday hollarda qoplama qalinligi mikrometr va optimetrlarda aniqlanadi. Bu usulda qalinligi katta bo'lgan qoplama qalinligini aniqlash mumkin va o'lchashdagi xatoliklar bunda 10% ni tashkil etadi.

Cho'kma qalinligini o'lchashga imkon beruvchi asbob – qalinlikni o'lchagichda qoplama va asosiy metallning fizik xossalarini o'lchashga asoslangan, buzmasdan nazorat qilish usullariga quyidagilar kiradi:

– **magnitli usulda** magnit qutbi va asosiy metall orasidagi qatlam qanchalik qalin bo'lsa, magnitning ferromagnitli asosga tortilishi shunchalik kam bo'ladi. Bunda qoplama qalinligiga qarab, doimiy magnitni detal sirtidan ajratib olish uchun kerakli kuch miqdori o'zgarib borishi maxsus asboblarda qayd etiladi va darajalash grafigi bo'yicha cho'kma qalinligi aniqlanadi. Magnitli usulda qoplama qalinligini o'lchash chegarasi 0-50 mkm ni, xatoligi esa 15 % gacha bo'lishi mumkin va jarayon 5 sekund davom etadi. Hozirgi vaqtda qalamga o'xshash bo'lgan ITP –5 rusumli qalinlikni o'lchash asbobidan ko'proq foydalanilmoqda.

– **elektromagnitli usul** detal va asbobning o'zgartirib beruvchi qismi orasidagi magnit oqimining o'zgarishiga asoslangan. Bunday holda asbob detaldagi tokning induktsiyasi tufayli yuzaga kelgan impedansni qayd etadi. Bu usuldagi xatolik 15 % gacha bo'lishi mumkin. Bu usulda ko'proq magnitli bo'lmagan metallar (alyuminiyga qoplangan xrom)ga surtilgan, kuchsiz magnitli yoki nometall qoplamalarning qoplamalarini yoki dielektriklarga surkalgan nometall qoplamalarning qalinligini o'lchashda foydalaniladi.

– **radioaktiv usul** qaytarilgan β – nurlanishlarning intensivligini aniqlashga asoslangan. Qaytarilgan β – nurlanishlardan foydalanilganda detal qalinligining to'yinish qalinligidan katta bo'lishini, qoplama qalinligi esa to'yinish qalinligidan yupqa bo'lishiga e'tibor berish kerak. Usulning xatoligi $\pm 10\%$ ni tashkil etadi. O'lchash chegarasi 0–100 mkm. O'lchashlar o'lchanayotgan detalga bevosita tekkizmasdan olib boriladi. Sanoatda izotopli β –mikrometrdan asosan qimmatbaho metallar qalinligini aniqlashda foydalaniladi.

AMALIY MASHG'ULOT № 2

MAVZU: QOPLAMA G'OVAKLIGINI ANIQLASH

Metallarni elektrolitik cho'ktirishda makro va mikrog'ovakliklar, makro va mikrokanallar hosil bo'ladi. Radiusi $<1,5$ nm bo'lgan g'ovaklik va kanallar mikroskopik g'ovakliklar deyiladi. Bunday g'ovakchalar qoplanayotgan metall sirtida tok o'tkazmaydigan uchastkalar borligi tufayli hosil bo'ladi. Bularga vodorod pufakchalari, silliqlash pastalari, zarrachalari sabab bo'ladi. G'ovakliklar bundan tashqari elektroliz jarayonida cho'kmalarda paydo bo'ladigan ichki zo'riqishlar tufayli ham paydo bo'lishi mumkin.

G'ovakliklar o'tib ketuvchi, ya'ni asosiy metall yoki qatlamgacha tarqalgan va yopiq turlarga bo'linadi.

G'ovakliklarni aniqlash usullari ma'lum reaktivlarning qoplama metalliga ta'sir etmasdan, g'ovakliklar orqali singib, asos metali bilan ta'sirlashadigan, qoplama rangidan farq qiluvchi, ko'zga yaxshi ko'rinadigan reaksiya mahsulotlarini hosil qilishga asoslangan.

G'ovaklikni aniqlashning birmuncha ko'p tarqalgan usullariga filtr qog'oz yoki pastani joylashtirish usuli kiradi.

Filtr qog'ozini joylashtirish usuli bilan qog'ozni joylashtirishga imkon beruvchi po'lat sirtidagi metall qoplamalar, misli va oddiy ko'rinishga ega bo'lgan mis qotishmali katodli metall qotishmalarining g'ovakliklari aniqlanadi.

G'ovaklikni filtr qog'ozini joylashtirish usulida aniqlashdagi elektrolitlarning tarkibi 7-jadvalda berilgan.

7-jadval

Qoplama	Asos yoki nimqatlam metali	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	τ , daq.	G'ovaklik alomatlari
Bir va ko'p qatlamli xromli Ni-Cr, Cu-Ni-Cr	Po'lat	10 g/l $K_3[Fe(CN)_6]$ + 30 g/l NH_4Cl + 60 g/l NaCl	10	Po'latgacha etgan g'ovak ko'k nuqta, misgacha etgan g'ovak qizil-qo'ng'ir nuqta, nikelgacha etgan g'ovak sariq nuqta
Bir qatlamli nikelli	Po'lat	10 g/l $K_3[Fe(CN)_6]$ + 20 g/l NaCl	5	Po'latgacha etgan g'ovak ko'k nuqta
	Mis va uning		10	Misgacha etgan

	qotishmasi			g`ovak qizil-qo`ng`ir nuqta
Ko`p qatlamli nikelli Cu-Ni, Ni-Cu-Ni	Po`lat		10	Po`latgacha etgan g`ovak ko`k nuqta, misgacha etgan g`ovak qizil-qo`ng`ir nuqta, nikelgacha etgan g`ovak sariq nuqta
Misli	Po`lat		20	Po`latgacha etgan g`ovak ko`k nuqta
Qalayli	Po`lat	10 g/l $K_3[Fe(CN)_6]$ + 5 g/l NaCl	60	Po`latgacha etgan g`ovak ko`k nuqta

Aniqlashdan oldin detallar yaxshilab yog`sizlantiriladi. Qog`ozni shunday joylashtirish kerakki, u bilan detal sirti orasida havo pufakchalari qolmasin. Qog`oz ajratib olingandan keyin undagi nuqta ko`rinishidagi g`ovakliklar izi va dog`lari distillangan suv oqimida yuviladi va shisha plastinkada quritiladi.

Misli qoplamalarning g`ovakligini aniqlashda qog`oz 20 daqiqadan keyin ajratib olinadi, po`lat sirtiga cho`ktirilgan bir qatlamli nikel qoplamalaridan 5 daqiqadan, qalaydan boshqa barcha qoplamalardan 10 daqiqadan keyin ajratib olinadi.

Mis va uning qotishmalaridagi g`ovakliklarni aniqlash uchun ular g`ovakliklar izi tushirilgan shishaga joylashtirilib, unga bir me`yorda 40 g/l li kaliy geksatsianoferat(III)ning eritmasi surkab chiqiladi. Bunda sariq nuqtalar – nikel izlari yo`qoladi, shundan so`ng qog`oz suv oqimida yuviladi va shishada quritiladi. Qog`ozda qolgan qizg`ish-qo`ng`ir rangli va ko`k dog`lar mis va po`latga tegishli bo`lib, ular sanab chiqiladi. Nikelgacha etib borgan ochiq qovakliklarni aniqlashda qog`ozga qo`shimcha ravishda dimetilglioksimning ammiakli eritmasi (2 g dimetilglioksim 12,5 % li ammiakli eritmasida eritiladi) bilan ishlov beriladi.

G`ovakliklar bo`lgan joydagi nuqtalar va dog`larning nikelga tegishli ekanligi aniqlangan keyin qog`oz yuviladi va shishada quritiladi.

7-jadvalda keltirilgan tarkiblardan mis, latun va nikelga qoplangan kumush va oltin qoplamalarni aniqlashda ham foydalanish mumkin. Misga qoplangan oltin qoplama g`ovakligi tarkibida 1 % li vodorod sulfid bo`lgan nam havoda, shisha qalpoq ichida aniqlanadi. Bunda oltin qoplamadagi g`ovakliklar o`rnida qoramtir-jigarrang dog`lar hosil bo`ladi.

Xromli qoplamaning g`ovakligi qoplama surkalgandan 30 daqiqadan keyin aniqlanadi. G`ovakligi juda katta bo`lgan mis bilan qoplangan po`latda, misda va uning qotishmalarida mis va latunga etib borgan g`ovakliklar qog`ozda iz qoldiradi va bunda detalning o`zida qizg`ish-qo`ng`ir nuqtalarni hisoblash kerak bo`ladi. G`ovakliklarning qoldirgan izlari ko`zda ko`rib chiqiladi va u sirt birligida hisoblab chiqiladi.

Pasta bilan qoplash usulida po'lat, mis, alyuminiy, rux va uning qotishmalari, alyuminiy va uning qotishmalariga qoplangan nimqatlamning g'ovakliklari aniqlanadi. Bu usulda g'ovaklikni aniqlashda detallarning shakli va o'lchamlari inobatga olinmaydi. Pastalarni tayyorlash va ularning tarkiblari GOST 9302–79 ga mos keladi.

Pasta detal sirtiga cho'tka yordamida, purkagich yoki botirish yo'li bilan surkaladi, so'ngra pasta oqib turgan distillangan suvda yuvish bilan yo'qotiladi. Detal quritiladi va g'ovaklik xuddi shu uchastkada qaytadan aniqlanadi.

Bo'yalgan uchastkalar soni kuzatish bilan aniqlanadi va sirt birligiga nisbatan olinadi.

Eritmani quyish usulida mayda profilli detallardagi g'ovakliklar aniqlanadi. Detalga tarkibi quyidagicha bo'lgan eritma quyiladi: 10 g/l li kaliy geksatsianoferrat(III), 15 g/l li natriy xlorid, 20 g/l li jelatina va unda 5 daqiqa ushlab turiladi. Shundan keyin detal yaxshilab yuviladi va sirtidagi ko'zga tashlanadigan ko'k nuqtalar hisoblab chiqiladi.

Surkash usulida po'lat ustidagi qalayli qoplamaning g'ovakligi aniqlanadi. Buning uchun 2 g kaliy geksatsianoferrat(III), jelatinadan 2 g, 0,5 normalli sulfat kislotadan 10 ml, etil spirtidan 200 ml olinadi. Detal cho'tkacha yordamida ikki marta surkab chiqiladi. 10 daqiqadan so'ng g'ovakchalar hisoblanadi.

G'ovaklikni aniqlashning elektrokimyoviy usuli asos metalining g'ovakchalar orqali erish tokini hisoblash yoki o'lchashga asoslangan, bunda g'ovakchalarning tubigina aktiv bo'ladi. Bu usul bilan ham katodli ham anodli qoplamalarning, tekshirilayotgan namunaning anodli qutblanishi natijasida hosil bo'lgan g'ovakchalar hisoblanadi.

Mis va latunga surkalgan qalayli qoplamaning g'ovakligi tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada aniqlanadi: 10 g/l li kaliy geksatsianoferrat(III); 10 g/l li natriy sulfat. $J_a=0,55\pm0,5$ A/dm², $\tau=5$ daqiqa.

Ruxli va kadmiyli qoplamaning g'ovakligi tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada aniqlanadi: 40 g/l li kaliy geksatsianoferrat(III); 2 g/l li natriy sulfat yoki magniy sulfat. Elektroliz $4\pm0,4$ V kuchlanishda 5 daqiqa davomida olib boriladi. G'ovakliklar o'rnida ko'k nuqtalar hosil bo'ladi.

Xromli qoplamalarning g'ovakligini aniqlash

Bu qoplamalar uchun ochiq g'ovakliklar xos emas. Shuning uchun yuqorida ko'rib o'tilgan usullar bunday g'ovakliklarni aniqlash uchun yaramaydi. Shuning uchun yemirilishga chidamli bo'lgan xromli qoplamalar uchun maxsus usullardan foydalaniladi.

Kontaktli iz qoldirish usuli qoplama pasta bilan ishlov berish va shundan keyin qoplama sirtini fotoqog'ozga tushirishga asoslangan.

Pasta tarkibi quyidagicha: natriy sulfat 15 ml, talk 10 g, glitserin 2 tomchi. G'ovakligi katta bo'lmagan qotishmalar uchun 20 % li, g'ovakligi katta bo'lgan qoplamalar uchun 50 % li natriy sulfididan foydalaniladi.

Aniq nusxa olish uchun pasta kanal va g'ovakliklarda zich joylashtiriladi va ularning orasidagi gorizontol maydonchalardan to'liq chiqarib yuboriladi. Qoplama g'ovakligi gorizontol maydonchalar (plata)larni hisoblash yo'li bilan aniqlanadi va

g`ovakchalarning xromli qotishmaning sirt birligiga to`g`ri keladigan soni darajalash grafigi bo`yicha aniqlanadi.

Moy shimuvchanlik usulida shimdirilayotgan yog` (№ 2 silindri yoki rusumi MS bo`lgan aviatsiyali idishda) massasi aniqlanadi. O`lchash uchun olingan namuna 60-90 daqiqa davomida 80 °S temperaturada yog`da shimdirilib, so`ngra paxta bilan yog`li plyonka artib olinadi va qaytadan tortiladi. Hisoblashlar uchun absolyut yog` sig`imi hisoblanadi va uning asosida darajalash grafigi quriladi.

AMALIY MASHG`ULOT № 3

MAVZU: QOPLAMANING KORROZIYABARDOSHLIGINI ANIQLASH

Qoplamalarning korroziyaga bardoshliligi ulardan tabiiy sharoitda foydalanishda ham, tezlashtirilgan sinov tajribalarida ham aniqlanadi. Tabiiy sharoitda foydalanilganda ishonchli natijalarni olish mumkin. Lekin bunday sinovlarning davomiyligi uzoq vaqtga cho`zilib ketadi. Bundan tashqari tabiiy sharoitdagi sinash ishlarida harorat, havo namligi, quyosh radiatsiyasini bir me`yorda ushlab turish qiyin bo`lib, bu omillar qoplamalarning korroziyalanishiga sezilarli ta`sir ko`rsatadi. Shuning uchun ko`pchilik hollarda u yoki bu qoplamalarning korroziyaga bardoshliligini tezlashtirilgan sinovlar yordamida olib boriladi.

Eng sodda usullardan biri botirish usuli hisoblanadi. Bu usulda qoplamali detal ma`lum vaqt suvga, 3-5 % li osh tuzi eritmasiga, tarkibi dengiz suviga yaqinlashtirilgan va boshqa eritmalariga botiriladi. Bunda harorat va eritma sathi bir me`yorda ushlab turiladi. Namunalar tik holatda to`liq eritmaga botiriladi. Ular bir-biriga va idish tagiga tegmasligi kerak. Eritmalar davriy ravishda almashtirib turiladi. Sinov ishlarini tezlashtirish uchun eritmani aralashtirib turish kerak.

Botirish usullaridan birida namunalar maxsus qurilmaga mahkamlanib davriy rejimda agressiv muhitli eritmaga botiriladi. Ishonchli natijalar olish uchun sinalayotgan 1 sm² yuzaga 30-50 mm eritma to`g`ri kelishini hisobga olish kerak.

Korroziyalash kamerasidagi sinovlarda havoning namligi, harorati o`zgartirilib turiladi, sanoat tuzlarining sun`iy atmosferasi hosil qilinadi, jumladan SO₂ gazi, turli gazli tuman hosil qilinib purkaladi. Namunalar kameraga purkalayotgan suyuqlik oqimi ularga tegmaydigan qilib o`rnatiladi.

Purkalayotgan eritmalar sifatida ko`pincha 3-5 % li natriy xlorid eritmasidan foydalaniladi. U havoning namligi, harorati va undan foydalanishning iqlim sharoitiga qarab tanlanadi.

Korroziya sinovlarining alohida turiga qoplamalarni tropik iqlimli kamerada korroziyaga chidamliligini aniqlash hisoblanadi, bunda haroratning keskin o`zgarishi, havo namligi, radiatsiya va boshqa omillarning sutka davomida o`zgarib turishi tabiiy sharoitga yaqinlashtirib olinadi. 46 g/l li glitserin eritmasi solingan kamerada 96- 98 % li nisbiy havo namligi ushlab turiladi va oltingugurt (IV) oksidli atmosfera natriy sulfitni sulfat kislotaga aralashtirib hosil qilinadi. Kamera sutka mobaynida ishlaydi.

Po`latga cho`ktirilgan mis – nikel – xromli qoplamalarning himoyaviy-dekorativ korroziyaga chidamliligini aniqlash uchun po`lat va rux qotishmasida tarkibi quyidagicha bo`lgan tuzli tuman yaxshi natijalarni beradi (CASS usuli): massa bo`yicha 5 % li natriy xlorid, 1 gramm mis xlorid, muzli sirka kislota (rN qiymati

$\leq 3,0-3,2$ bo'lgan), 95 % distillangan suv olinib, sinovlar 50 ± 1 °S da olib boriladi. To'yingan eritma harorati har doim 57 ± 3 °S, havo bosimi 105 ± 7 kPa bo'lgan idishdan kameraga uzatib turiladi. Eritma $1,5 \pm 0,5$ mm*soat/sm² tezlikda beriladi. Kameraning 80 sm² yuzasiga eritma sarfi 1-2 ml ni tashkil etadi. “Korrodkot” usulidagi sinovlar ishonchli natijalarni beradi. Bu usulda asosan po'lat va ruxli qoplamalarga surkalgan mis – nikel – xromli qoplamalarning korroziyaga bardoshliligi aniqlanadi. Sinovlar tarkibida 0,99 g temir xloriddan, 0,21 g mis nitratdan, 6,0 g alyuminiy xloriddan, 180 g kaolindan va 300 g distillangan suvdan iborat bo'lgan maxsus pastani qo'yish bilan olib boriladi. Pastani tayyorlashda kaolin 250 ml suvda, boshqa tarkibiy qismlar 50 ml suvda eritiladi. Har ikki eritma bitta idishga quyiladi va pasta hosil bo'lguncha aralashtiriladi.

Qalinligi 50 mkm bo'lgan pasta cho'tka yordamida yog'sizlantirilgan namunalar sirtiga surtiladi, so'ngra xona haroratida 1 soat davomida (80 °S da 15-30 daqiqa) 40–50 % li nisbiy namlikda quritiladi. Sinovning davom etishi 16-20 soatni tashkil etadi.

Sinovdan keyin namunalar ko'rib chiqiladi. Sariq dog'lar hosil bo'lgan joylar korroziya o'chog'i hisoblanadi. Shundan so'ng namunalar sirtidagi pasta sovuq suvda yuviladi va yana kuzatiladi. Korroziya izlari mavjud bo'lmasa, pasta yana qaytadan surkaladi va jarayon qaytariladi.

Namunalarning korroziyalanish darajasi ko'zda va maxsus korroziyali sinovlarning balli sistemasida baholanadi. Unga ko'ra 10 ball korroziyaning to'liq mavjud emasligini, 0 ball esa namunaning butun sirti bo'ylab korroziya sodir bo'layotganligini ko'rsatadi.

Ball	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Shikastlangan yuza, %	0,0	0,0-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,5	2,5-5,0	5,0-10	10-25	25-50	50-100

Nometall noorganik qoplamalarning himoyaviy xossalarini aniqlash

Nometall noorganik qoplamalarning himoyalaniş xususiyatlari bevosita o'lchash usullari hamda qoplamaning yaxlitligini aniqlash yo'li bilan baholanadi.

Himoyalanişning bevosita o'lchash usullari – tomchili va botirish usullari qoplamaning ishlatilayotgan reagentlar ta'sirida yemirilishiga asoslangan. Buning natijasida ma'lum vaqtdan keyin metall sirtida quyidagi hodisalardan biri ro'y beradi: misning kontaktli ajralishi, tomchi rangining o'zgarishi, korroziya mahsulotlarining hosil bo'lishi.

Oksidli va fosfatli qoplamalar shimdirilguncha, anodlangan oksidli qoplamalar alyuminiy va uning qotishmalari to'ldirilgandan 3 soat o'tgach nazorat qilinadi.

Nometall noorganik qoplamalarning himoyalaniş qobiliyatini aniqlash uchun zarur eritmalarning tarkibi 8-jadvalda keltirilgan.

Qoplama	Asosiy metall	Aniqlash usuli	Eritma komponenti va konsentratsiyasi	τ, daq.
Kimyoviy oksidlash	Po`lat	Botirish	20 g/l CuSO ₄ *5H ₂ O	0,5
Anodli oksidlash	Alyuminiy va uning qotishmalari	Tomchili	25 ml (ρ=1,19) HCl + 3 gr K ₂ Cr ₂ O ₇ + 75 ml dist. suv	155-jadvalga qarang ^{*1}
Ematal plyonka	Alyuminiy va uning qotishmalari	Tomchili		156-jadvalga qarang ^{*2}
Oksidli plyonka	Magniy va uning qotishmalari	Tomchili	10 g/l NaCl + 0,1 % (1 % li) fenoltaleinning spirtli eritmasi	157-jadvalga qarang ^{*3}
Fosfatli plyonka	Po`lat va cho`yan	Tomchili	82 g/l CuSO ₄ *5H ₂ O + 13 ml/l (0,1 N) HCl + 33 g/l NaCl	Quyida berilgan ^{*4}
		Botirish	30 g/l NaCl	15 ^{*5}
			10 g/l NaCl	5 ^{*6}
*1 belgisining izohi: 155-jadvalda ko`rsatilgan vaqt mobaynida tomchi rangining sarg`ish rangdan yashil rangga o`tishi kuzatilmasligi kerak.</p> <p>*2 belgisining izohi: 156-jadvalda ko`rsatilgan vaqt mobaynida tomchi rangining pushti rangga o`tishi kuzatilmasligi kerak.</p> <p>*3 belgisining izohi: 157-jadvalda ko`rsatilgan vaqt mobaynida tomchi rangining yashil rangga o`tishi kuzatilmasligi kerak.</p> <p>*4 belgisining izohi: tomchi rangi havorangdan sariq, och yashil yoki qizil rangga o`tadi. *5 belgisining izohi: Yog` va surkov moylari bilan to`ldirishga mo`ljallangan, po`latga qoplangan fosfatli qoplamalarning himoyalani xossalarini aniqlash uchun ishlatiladi. *6 belgisining izohi: Lak-bo`yoq va plastmassali qoplamalar tagiga surkalgan, po`lat buyum ustidagi fosfatli qoplamalarning himoyalani xossalarini aniqlash uchun ishlatiladi.				

O`lchashlardan oldin detallar yog`sizlantiriladi. Quyida fosfatli qoplamalarni tomchili namunalarda ushlab turish vaqtlari ko`rsatilgan:

Tomchi rangini o`zgarish vaqti, daqiga.	5	5	2-4	1
Qoplama sifati	yuqori	nominal	o`rtacha	past

Alyuminiy va uning qotishmalaridagi oksidli va anodlangan qoplama tomchili namunalarini ushlab turish 11-jadvalda, metall plyonkani alyuminiyli qotishmalarda ushlab turish 10-jadvalda, magniyli qotishmalardagi oksidli plyonkalarni ushlab turish 9-jadvalda ko'rsatilgan.

9-jadval

Alyuminiy va uning qotishmalaridagi oksidli qoplamalarni tomchili namunalarda ushlab turish vaqti

Anodlash elektro-litlari	Material	Berilgan haroratlarda tomchi rangining o'zgarish vaqti, daq.				
		11-33	14-17	18-21	22-26	27-32
Sulfatli	qalinligi 5 mkm bo'lgan qoplamali	20	15	12	8	7
	qalinligi 10 mkm bo'lgan qoplamali	23	18	15	12	10
	qalinlashtirilmagan qoplamali 0,8 mm li list					
	qalinlashtirilgan va qalinlashtirilmagan qoplamali 0,8 mm li list	30	25	20	17	14
	qalinligi 5 mkm bo'lgan xrompik bilan to'ldirilgan qoplamasiz	8	6	3	2	1
Xromli	qoplangan	-	-	6	4	3
	qoplanmagan	5	4	3	2	1

10-jadval

Alyuminiy va uning qotishmalaridagi ematal plyonkalarni tomchili namunalarda ushlab turish vaqti

Qotish -ma	Berilgan haroratlarda tomchi rangining o`zgarish vaqti, daq.				Qotish -ma	Berilgan haroratlarda tomchi rangining o`zgarish vaqti, daq.			
	15-27	19-21	22-24	26-30		15-17	19-21	22-24	26-30
AMg2	92	68	54	44	45Mg2	58	40	32	20
AMg2	82	53	42	32	AL2	37	24	16	8
D1*	88	58	49	38					
*Qoplangan									

11-jadval

Magniy va uning qotishmalaridagi oksidli qoplamalarni tomchili namunalarda ushlab turish vaqti

Qotishma	Buyum	Berilgan haroratlarda tomchi rangining o'zgarish vaqti, daq.					
		15	20	25	30	35	40
MA3	Prokat ($h \leq 1,5$ mm)	6	10	15	19	23	30

AM-503	Prokat ($h \leq 1,5$ mm)	3	5	7,5	9	11,5	15
MA1	Prokat ($h \leq 1,5$ mm)	1,2	2	3	3,8	4,6	5
MA3	Prokat ($h \leq 3$ mm)	1,2	2	3	3,8	4,6	6
MA5	Prokat ($h \leq 3$ mm)	0,6	1	1,5	1,9	2,3	3
ML4, ML6	Quyma	0,6	1	1,5	1,9	2,3	3

Botirish usulida detallar xona haroratida eritmaga ma'lum vaqt botirib qo'yiladi, so'ngra yuviladi va quritiladi. Nazorat qilinayotgan sirtida shu vaqt mobaynida korroziyalanish alomatlari (fosfatli qoplamalar), misning kontaktli ajralib chiqishi (oksidli qoplama) kuzatilmasligi lozim.

Nometall noorganik qoplamalarning yaxlitligini nazorat qilish usulida asosiy metall sirtida misning kontaktli ko'chishi bilan bog'liq o'zgarishlar namunani 5 daqiqa davomida xona haroratida kerakli eritmaga botirilganda kuzatib boriladi. Shundan keyin detallar yuviladi va quritiladi.

Po'lat sirtidagi oksidli va fosfatli qoplamalarning yaxlitligini nazorat qilish uchun mos ravishda 1 va 4 eritmalaridan foydalaniladi (154-jadvalga qarang). Alyuminiyga surkalgan oksidli qoplama tarkibi quyidagicha bo'ladi: 20 g/l li mis sulfat, 20 ml/l li (zichligi 1,19 g/ml) xlorid kislota.

AMALIY MASHG'ULOT № 4

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY METALLASHDA QOPLAMA MUSTAHKAMLIGI VA TOK UNUMDORLIGI

Metalning tok bo'yicha chiqishi, qoplamaning o'rtacha qalinligi va elektrolizning davomiyligini hisoblash Faradey qonunlariga asoslangan.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz: m_m -katodda ajralib chiqqan metall massasi, gr; $g = E_M/F$ - cho'ktirilayotgan metalning elektrokimyoviy ekvivalenti, g/A*s; E_M - metalning ekvivalent massasi, gr; F-faradey soni ($F=26,8$ A*s); I-tok kuchi, A; τ - elektrolizning davomiyligi, soat; τ_1 - minutlarda; m_{Cu} -mis kulonometr katodida ajralib chiqadigan mis massasi, gr; $g_{Cu} = E_{Cu}/F$ - misning elektrokimyoviy ekvivalenti, g/A*s; $q = \frac{m_{Cu}}{g_{Cu}} = I\tau$ - o'tuvchi elektr miqdori, A*s; d-qoplama qalinligi, γ -metalning zichligi, g/sm³; S-qoplama sirti yuzasi, m²; i_k -metalni elektrolitik cho'ktirishida tokning katodli zichligi, A/m².

Metalning tok bo'yicha chiqishi φ (%):

$$\varphi = \frac{m_M}{qg_M} * 100 = \frac{m_M}{I\tau g_M} * 100 \quad (5.1)$$

formula bilan hisoblanadi.

Agar q ni aniqlash uchun misli kulonometrdan foydalanilsa,

$$\varphi = \frac{g_{Cu} * m_M}{m_{Cu} * g_M} * 100 \quad (5.2)$$

Qotishmani elektrolitik cho'ktirishda (2) tenglamada g_M ning o'rniga uning elektrokimyoviy ekvivalenti g_{qot} [g/(A*s)] qo'yiladi va u $g_{qot} = g_1 * g_2 / (g_1 * N_2 + g_2 * N_1)$ formula bo'yicha hisoblanadi, bunda g_1 va g_2

qotishma komponentlarining elektrokimyoviy ekvivalenti; N_1 va N_2 qotishmadagi metallarning massa ulushlari.

Kulonometr uchun eritma tarkibi (g/dm^3): CuSO_4 - 200-250; H_2SO_4 – 50; temperatura 18-20 °S, anodlar misli; katodlar latunli yoki misli plastinalar; katodli tok zichligi 50-150 A/m². Tokka nisbatan yuqoriroq tok zichliklarida oson ajraluvchan, bir xil ixchamlikka ega mis qoplamasini olib bo'lmaydi (agar uning qalinligi katta bo'lsa) va bu tarozida tortishda katta xatoliklarga olib keladi.

Uzoq vaqt davomida katta tok bilan elektroliz qilishda kulonometrda foydalanish maqsadga muvofiq emas, bunga katod o'lchamlarining juda kattaligi va uni analitik tarozida tortishning birmuncha qiyinligi sabab bo'ladi. Bunday holda o'tayotgan tok miqdorini tok (I) ning elektroliz davomiyligi (τ) ga ko'paytmasi bo'yicha topish mumkin. Natijalarning etarli darajadagi aniqligiga yuqori sinfli tekshirilgan ampermetrdan foydalanish bilan erishiladi. Tokni qat'iy o'zgarmas holda ushlab turish va elektrolizning davomiyligini e'tiborga olish talab etiladi, bunda kulonometrli tok integratoridan ham foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Qoplama qalinligi

$$d = m_M / (\gamma S) \quad (5.3)$$

formuladan topiladi.

m_M ning (1) tenglamadagi qiymatini qo'yib va $\frac{I}{S} = i_k$ ni almashtirilsa

$$d = \frac{g_M}{\gamma} * \frac{i_k * \tau \varphi}{10^2} = \frac{g_M}{\gamma} * \frac{i_k * \tau_1 \varphi}{60 * 10^2} \quad (5.4)$$

ifoda hosil bo'ladi. Bu tenglamadagi $\frac{g_M}{\gamma} \text{ sm}^3/(\text{A} * \text{s})$ da ifodalanuvchi shu metall uchun konstanta qiymati; $i_k * \tau$ 1 m² qoplanayotgan yuzaga hisoblangan o'tuvchi tok miqdori.

Qoplamani elektrolitik cho'ktirishda (5.4) tenglamadagi γ o'rniga qotishmaning zichligi γ_{qot} qo'yiladi va u

$$\gamma_{qot} = \gamma_1 * \gamma_2 / (\gamma_1 * N_2 + \gamma_2 * N_1) \text{ dan topiladi.}$$

Bunda γ_1 va γ_2 qotishma komponentlari zichligi; N_1 va N_2 qotishmadagi metallarning massa ulushlari.

Elektrolizning davomiyligi. Elektroliz davomiyligi ko'rsatilmagan barcha tajribalarda u (4) tenglama bo'yicha hisoblanadi.

$$\tau = \frac{d\gamma 10^2}{g_M * i_k * \varphi}; \quad \tau = \frac{d\gamma 60 * 10^2}{g_M * i_k * \varphi}; \quad (5.5)$$

(5.5) formula bo'yicha hisoblangan barabanlar va qo'ng'iroqli laboratoriya elektrolizyorlarida elektrolizning davomiyligini aniqlashda uning qiymati 15–25% gacha qoplama qalinligining, detallarning o'zaro ishqalanishi va ularning bir me'yorda to'kilmasligi tufayli kamayishini kuzatish mumkin.

Tok bo'yicha chiqishni hisoblashda elektrolizning davomiyligi ham namuna sirti kabi olinayotgan cho'kma massasining 0,05 g dan kam bo'lishi xisobidan topiladi.

AMALIY MASHG'ULOT № 5

MAVZU: QOPLAMALARNI ASOSIY METALL BILAN YOPISHISH MUSTAHKAMLIGINI NAZORAT QILISH

Qoplamaning birikuvchanlik mustahkamligini nazorat qilish usullari qoplanayotgan metall va asos metalining fizik-mexanik xossalari orasidagi farqqa asoslangan bo'lib, qoplama metall, detalning turi va ishlatish sohasiga qarab tanlanadi. Quyidagi ishonchli usullardan foydalanish tavsiya etiladi: silliqlash, egish, qizdirish, iz qoldiruvchi to'r joylashtirish, tortish.

Barcha miqdoriy sinash usullari u yoki bu darajada qoplamani uning asosidan ajratib olish uchun yoki uni qirqib olishga sarflangan kuch miqdori bilan o'lchanadi.

Birikish mustahkamligi ajratib yoki qirqib olishga sarflangan kuchning yopishish yuzasiga nisbati bilan xarakterlanadi. Miqdoriy usullar sifat usullariga nisbatan birmuncha afzalliklarga ega, chunki bunda maxsus namunalarni tayyorlash va sinash dastgohlarining qimmatbaho bo'lishiga qaramasdan uning absolyut qiymatlarini o'lchash mumkin.

Ollard usuli metalnissilindrsimon namunaning yon qismiga cho'ktirish va qoplamani uzish mashinasida ajratib olishga asoslangan. Ajratib olish uchun sarflangan kuchning yuzaga nisbati yordamida qoplamaning asos metali bilan birikish mustahkamligini aniqlash mumkin. Bu usulning kamchiligiga qalinligi katta bo'lgan qoplamani hosil qilish, elektrolizdan keyin katodni qaytarishning murakkabligi kiradi, chunki bunda katodga dastgohda ishlov berilganda uning ayrim qismlari mexanikaviy jihatdan shikastlanishi mumkin.

Jake usuli ham yuqoridagi Ollard usuliga o'xshash. U asosan po'latga qoplangan nikelli qotishmalarga tegishli. Ma'lum o'lchamli yassi nikelli namuna qisman maxsus eritmaga botiriladi va bunda mis bilan qoplanishi tufayli misning elektrokimyoviy qatlamining shu eritma bilan birikishini kamaytiradi (protein eritmasidan foydalaniladi). Mis qoplama qalinligi 300 nkm dan kam bo'lmasligi kerak. Bu usulda nisbatan kuchsizroq hisoblangan misli qoplama uchastkasi to'g'ri burchak ostida egiladi va nikel qoplamasini asosiy metaldan ajratib olish uchun namuna sirtiga perpendikulyar bo'lgan kuch aniqlanadi. Usul mis elektrokimyoviy qatlami va nikelli qatlam orasidagi birikuvchanlik, nikelli qatlam va po'lat o'rtasidagi birikuvchanlikka nisbatan birmuncha katta ekanligiga asoslangan. SHu sababli bu usulda nusxa olishdagi misli qatlamlar, sintetik materiallarga tushirilgan qoplamalar sinab ko'riladi. Amaliyotda bu usuldan boshqa metal qoplamalarda ham foydalaniladi.

Gugunishvili usuli. Asosiy metalga bir xil materialdan tayyorlangan konussimon qistirgich o'rnatiladi. Ularning siqilgan qismlari asosiy material sirti bilan yagona sirt hosil qilib, unga qoplama surkaladi. Birikuvchanlik qistirgichni asosiy material platasidan ajratib olish uchun sarflangan kuch bilan aniqlanadi.

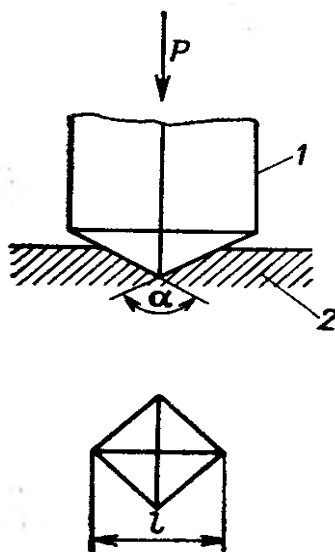
Gugunishvili usulining kamchiligiga sinash uchun namunani tayyorlashning qiyinligi hisoblanadi.

Gugunishvilining birmuncha modifikatsiyalangan (Vyacheslavov, Zolotov va Muradovlar tomonidan takomillashtirilgan) usulida konussimon teshikli diametri 10 mm bo'lganssilindrdan foydalanilib, unga konussimon qistirgich o'rnatiladi.

Silindir va konusli qistirgichlarning pastki tomonlariga qalinligi 10 mkm bo'lgan qoplama surkaladi va unga qo'shimcha ravishda qandaydir metaldan tayyorlangan qalinligi 150 mkm bo'lgan qo'shimcha qatlam surkaladi. Namunaning yon sirti cho'ktirishda polivinilxloridli nay bilan o'rab qo'yiladi. Birikish mustahkamligi qistirgichning qoplamadan uzish mashinasi yordamida ajratib olish uchun sarflangan kuch qiymati bilan aniqlanadi. Ajratish ma'lum tezlikda olib boriladi, chunki uning tezligi olingan natijalarining absolyut qiymatlariga ta'sir ko'rsatadi.

Mikroqattiqlikni aniqlash

Metallar va ular qotishmalarining mikroqattiqligini o'lchash GOST 9450-76 bo'yicha olmosdan tayyorlangan kvadratni 0,049-4,9 N kuchlanish yordamida bosib turish bilan olib boriladi.



6.1-rasm. Mikroqattiqlikning o'zgarish sxemasi:
1-olmosli poynak (uchlik), 2-namuna.

Mikroqattiqlikni aniqlash quyidagicha olib boriladi:

To'g'ri burchak shaklidagi olmos uchli piramidaga (6.1-rasm) namuna 2 ning silanayotgan uchastkasiga P yuklanish bilan ma'lum vaqt oralig'ida botiriladi. YUk olingandan keyin kvadrat holidagi namuna sirtida hosil bo'lgan izning diametri o'lchanadi.

Mikroqattiqlik H (Pa):
$$H = \frac{2P \sin(\frac{\alpha}{2})}{l^2} = 1,8544 \frac{P}{l^2} \text{ ga teng.}$$

Bunda α -qirrasi 136 °S ga teng bo'lgan piramidaning qarama-qarshi qirralari orasidagi burchak; l -iz qoldirgan har ikki diagonalning o'rtacha arifmetik uzunligi, m.

Agar silanayotgan material bir jinsli bo'lsa, yuklanish uning qalinligiga qarab tanlanadi, bunda namunaning minimal qalinligi (qatlamning) qoldirilgan iz diametridan 1,5 marta katta, ya'ni $d=1,5l$ bo'lishi talab etiladi. Uchidagi burchagi 136° bo'lgan piramida uchun uning botish chuqurligi h va iz diagonali orasidagi nisbat $h=0,143l$, ya'ni $d=10,5h$ bo'lishi mumkin.

Asos metali o'lchash natijalariga birmuncha xatolik bilan ta'sir ko'rsatishida metall qoplamaning minimal qalinligi asos va qoplama qattiqliklari nisbatiga teng

bo'ladi. Agar asos qattiqligi qoplama qattiqligiga teng yoki undan katta bo'lsa, $d > 0,21l$ etarli hisoblanadi, aks holda $d > 2,9l$ bo'ladi. Bu qoidaga rioya qilinmaganda qattiqlik qiymatining birmuncha oshirilgan yoki kamaytirilgan qiymatiga ega bo'lamiz. Olingan natijalarni taqqoslash uchun o'lchashlarni o'zgarmas yuklanish yoki iz diagonalining ma'lum o'lchamida olib boriladi. Qo'shimcha yuklanish R diagonali o'lchami 5–25 mkm iz qolguncha o'zgartirib boriladi. Izning o'lchami kichik bo'lganligi uchun qoplama sirti silliq bo'lishi kerak. SHu maqsadda qoplama sirti mexanik va so'ngra elektr yordamida silliqatlanadi.

Mikroqattiqlikni aniqlash uchun PMT–3 asbobidan foydalaniladi. O'lchashni qulayroq qilish uchun o'lchamlari unchalik katta bo'lmagan, masalan, 2,0 x 2,0 yoki 1,5 x 1,5 sm li namunalar tanlanadi. Mikroqattiqlik quyidagi tartibda aniqlanadi. Avval namuna plastilin yordamida, qo'lda taglik yordamida ish stoli sirtiga qat'iy parallel holda mustahkamlanadi. Shundan so'ng yuklash mexanizmining yuqorigi maydonchasiga kerakli yuk o'rnatiladi. SHundan keyin mikroskop va mikrometrik stolcha yordamida namunaga ukol qilish joyi tanlanadi va stolchani bimalol aylantirib, namuna olmos uchli piramida tagiga joylashtiriladi. Arretir dastgohini asta-sekin burish bilan shtok tushiriladi va olmosli piramida 5 sekund davomida botiriladi. Dastakni aylantirish davomiyligi 10-15 sekundni tashkil etadi.

Olmosli piramidani dastlabki holatgacha ko'tarib, stolcha aylantiriladi, namunadagi piramida uchi kirgan joy mikroskop ob'ektivi tagiga olib boriladi va izning diagonali o'lchanadi. Buning uchun baraban nol holatga keltiriladi. Namunadagi iz stolcha vinti yordamida kesishish joyiga shunday keltiriladiki, bunda qoplamaning ikki tomoni izning ikki tomoniga joylashishi kerak. SHundan keyin kesishish joyi izning boshqa ikki tomoni bilan mos tushgunga qadar aylantirilib turiladi va barabandagi darajalash soni belgilab olinadi. Bu qiymatning bo'linish darajasiga ko'paytmasi izning haqiqiy diagonal uzunligini beradi.

Yanada aniq ma'lumotlar olish uchun qoplama mikroqattiqligi ko'rsatkichi sifatida 10 ta aniqlashning o'rtacha qiymati topiladi. Olingan natijalar 12-jadvalga tushiriladi.

12-jadval

Qoplama mikroqattiqligi o'lchash shartlari va natijalari

Namuna raqami	Namuna yuki, N				Mikroqattiqlik, Pa
			o'zgarish	o'rtacha	

TALABALAR MUSTAQIL ISHLARINING MAZMUNI VA ASOSIY SHAKLLARI

“Galvanotexnika” fani bo'yicha talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish ularda iqtisodiy bilim, dunyoqarash, ijtimoiy faollik va mustaqil fikrlashni shakllantirishga qaratilgan tadbirlar tizimini o'z ichiga oladi. U o'quv rejasi va fanlar dasturlarida ko'zda tutilgan zarur bilimlar va ko'nikmalarning talabalar tomonidan oqilona, kam vaqt va kuch sarflab o'zlashtirilishini ta'minlaydi.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasini o'qitish jarayonini takomillashtirish, talabaning qiziqishlarini, anglash faolligini va mustaqil ishlarini rivojlantirish yo'nalishida boradi, bunda ijodiy fikrlash, mustaqil o'qish, ko'nikma va layoqatlari shakllanadi.

Talaba mustaqil ishi – muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan bilim, ko'nikma va malakaning ma'lum bir qismini talaba tomonidan fan o'qituvchisi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriya va auditoriyadan tashqarida o'zlashtirishga yo'naltirilgan tizimli faoliyatdir.

Mustaqil ishini bajarishdan **asosiy maqsad** – «Kimyoviy texnologiya» kafedrası professor-o'qituvchilarining bevosita rahbarligi va nazorati ostida talabalarni semestr davomida fanni uzluksiz o'rganishini tashkil etish, olingan bilim va ko'nikmalarni yanada mustahkamlash, kelgusidagi darslarga tayyorgarlik ko'rish, aqliy mehnat madaniyatini, yangi bilimlarni mustaqil ravishda izlab topish va qabul qilishni shakllantirish hamda ushbu tariqa institutda raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashga erishishdan iborat.

Mustaqil ish uchun beriladigan topshiriqlarning shakli va hajmi, qiyinchilik darajasi semestrda ko'nikmalar hosil bo'lishiga muvofiq ravishda o'zgarib, oshib borishi lozim. Ya'ni, talabalarining topshiriqlarni bajarishdagi mustaqilligi darajasini asta-sekin oshirib, ularning topshiriqlarni bajarishga tizimli va ijodiy yondoshishga o'rganib borishi kerak.

“Galvanotexnika” fani bo'yicha talabalar mustaqil ishini tashkil etishda talabaning akademik o'zlashtirish darajasi va qobiliyatini hisobga olgan holda **quyidagi shakllardan** foydalanish tavsiya etiladi:

- Fan bo'yicha yangi o'quv adabiyotlari elektron variantlaridan nusxa olish, elektron o'quv manbalari bilan ishlash;

- seminar mashg'ulotlariga tayyorgarlik ko'rib borish;
- laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorgarlik ko'rib borish;
- belgilangan mavzular bo'yicha referat tayyorlash;
- internet saytlaridan ;
- munozarali savollar va topshiriqlarga tayyorgarlik ko'rish;
- testlar echish;
- ko'rgazmali vositalar tayyorlash;
- talabalarining ilmiy jamiyatlari va to'garaklarida ishtirok etish;
- kurs ishi (loyihalari)ni bajarish;
- hisob-kitob va grafik ishlarini bajarish;
- ilmiy maqola, tezislari va ma'ruza matnlarini tayyorlash;

- axborot resurs markazida belgilangan mavzular bo'yicha nazariy, amaliy va statistik ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va muayyan tizimga solish;
- belgilangan mavzular bo'yicha zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida taqdimot materiallari tayyorlash;
- kafedralar va fakultetlarning ilmiy hamda ilmiy-uslubiy ishlarida ishtirok etish va boshqalar.

Talabalarining mustaqil ishi ta'lim va tarbiyaning shunday vazifalariga bo'ysundirilganki, butun o'quv jarayoni to'laligicha talabalar tomonidan faol, ongli, puxta va tizimli ravishda fan asoslarini o'zlashtirish va ularda iqtisodiy dunyoqarashni shakllantirish imkonini beradi. Bu vazifalar ta'lim jarayoni va shaxsni shakllantirish qonuniyatlarini bilmasdan va foydalanmasdan turib hal qilinishi mumkin emas. Ularning mazmuniga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Mavzuni mustaqil o'zlashtirish. Fanning xususiyati, talabalarining bilim darajasi va qobiliyatiga qarab ishchi o'quv dasturiga kiritilgan alohida mavzular talabalarga mustaqil ravishda o'zlashtirish uchun topshiriladi. Bunda mavzuning asosiy mazmunini ifodalash va ochib berishga xizmat qiladigan tayanch iboralar, mavzuni tizimli bayon qilishga xizmat qiladigan savollarga e'tibor qaratish, asosiy adabiyotlar va axborot manbalarini ko'rsatish lozim.

Topshiriqni bajarish jarayonida talabalar mustaqil ravishda o'quv adabiyotlaridan foydalanib, ushbu mavzuni konspektlashtiradilar, tayanch iboralarning mohiyatini anglagan holda mavzuga taalluqli savollarga javob tayyorlaydilar. Zarur hollarda (o'zlashtirish qiyin bo'lsa, savollar paydo bo'lsa, adabiyotlar etishmasa, mavzuni tizimli bayon eta olmasa va h.k) o'qituvchidan maslahatlar oladilar. Mustaqil o'zlashtirilgan mavzu bo'yicha tayyorlangan matn o'qituvchiga himoya qilish orqali topshiriladi.

O'quv jarayonining ajralmas tarkibiy qismi bo'lgan mikroiqtisodiyot fani bo'yicha mustaqil ishlar ko'proq referatlar qo'rinishida bo'lib kelmoqda. Referat talabalar ilmiy ishlarining birinchi shaklidir. Talaba tadqiqot faoliyatiga jalb qilinib, ilmiy adabiyotlar bilan ishlash, statistik va boshqa materiallarni yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladi, o'rganilayotgan hodisani tanqidiy baholashga o'rganadi, nazariyani amaliyot bilan bog'laydi va h. k.

Referat tayyorlash darslik bo'yicha tayyorlangan seminar mashg'ulotidagi chiqishga qaraganda mazmun va sifat jihatdan yuqori bo'lib, shubhasiz katta foyda keltiradi. Talaba auditoriya oldida referatda bayon qilingan qoidalarni himoya qilishga, yoqlashga tayyorlanishi kerak, mikroiqtisodiyotni o'rganishda bu muhim ahamiyatga ega.

o'quv adabiyotlari elektron variantlaridan nusxa olish – Internet va ARMda mavjud fan bo'yicha yangi o'quv adabiyotlari elektron variantlaridan nusxa olish

Referat - bu talabalar mustaqil ishlarining samarali shakllaridan biridir. Mazkur shakl talaba tomonidan referat mavzusini tanlash, unda yoritiladigan masalalar mazmunini oldindan rejalashtirish, referatni tayyorlash va muhokama qilishning barcha bosqichlarida kafedra professor-o'qituvchilarining tashkiliy-uslubiy yordami va maslahati asosidagina samarali amalga oshishi mumkin. Bu erda o'qituvchi

tomonidan talabalarning referat ishlariga rahbarlik qilish qanchalik batafsil va malakali amalga oshirilganligi va referatlarga talablar mezonini qanchalik to'g'ri qo'yilganligi albatta, hal qiluvchi ahamiyatga ega. Topshiriq talabalarning referat yozish ko'nikmalarini, ilmiy qiziqishlari va bilim darajasini hisobga olgan holda berilishi juda muhim.

Ko'rgazmali vositalar tayyorlash. Talabaga muayyan mavzuni bayon qilish va yaxshiroq o'zlashtirish uchun yordam beradigan ko'rgazmali materiallar tayyorlash vazifasi topshiriladi. Mavzu o'qituvchi tomonidan aniqlanib, talabaga ma'lum ko'rsatmalar, yo'l-yo'riqlar beriladi. Ko'rgazmali vositalarning miqdori, shakli va mazmuni talaba tomonidan mustaqil tanlanadi. Bunday vazifani bir mavzu bo'yicha bir necha talabaga yoki talabalar guruhiga topshirish ham mumkin.

Mavzu bo'yicha testlar, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash.

Talabaga mustaqil ish sifatida muayyan mavzu bo'yicha testlar, qiyinchilik darajasi har xil bo'lgan masalalar va topshiriqlar, munozaraga asos bo'ladigan savollar tuzish vazifasi topshiriladi.

Bunda o'qituvchi tomonidan talabaga testga qo'yiladigan talablar va uni tuzish qonun-qoidalarini, qanday maqsad ko'zda tutilayotganligi, muammoli savollar tuzishda mavzuning munozarali jihatlarini qanday ajratish lozimligi, topshiriqlarni tuzish usullari bo'yicha yo'l-yo'riq beriladi.

Ilmiy maqola, tezislar va ma'ruzalar tayyorlash. Talabaga biron-bir mavzu bo'yicha (mavzuni talabaning o'zi ham tanlashi mumkin) ilmiy maqola, tezis yoki ma'ruza tayyorlash topshirilishi mumkin. Bunda talaba o'quv adabiyotlari, ilmiy-tadqiqot ishlari, dissertatsiyalar, maqola va monografiyalar hamda boshqa axborot manbalaridan mavzuga tegishli materiallar to'playdi va bular asosida ilmiy maqola va ma'ruza tezislari tayyorlaydi.

Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishning asosiy tamoyillari

Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishda «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish» bo'yicha yo'riqnomada belgilangan quyidagi asosiy tamoyillarga rioya qilish maqsadga muvofiqdir:

1. Talabalar mustaqil ishlarini ikki ko'rinishda – auditoriyada va auditoriyadan tashqarida tashkil etish.

2. Talabalar mustaqil ishlarini tizimli ravishda, ya'ni bosqichma-bosqich, oddiydan murakkabga qarab tashkil etilishini ta'minlash.

3. Talabalar mustaqil ishlarining shakli va hajmini belgilashda quyidagi muhim jihatlarga e'tibor qaratish:

- talabaning o'qish bosqichi;
- muayyan fanning o'ziga xos xususiyati, o'zlashtirishdagi qiyinchilik darajasiga;
- talabaning qobiliyati, nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasiga;
- fanning axborot manbalari bilan ta'minlanganlik darajasiga;
- talabaning axborot manbalaribilan ishlay olish darajasiga;
- mustaqil ish uchun topshiriqlar kursdan-kursga o'tish bilan shakl va hajm jihatidan o'zgarib borishiga;

- mustaqil ish fan xususiyati hamda talabaning akademik o'zlashtirish darajasiga va qobiliyatiga mos holda tashkil etish.

Mustaqil ishni amalga oshirishda talaba bajarishi lozim bo'lgan vazifalar

Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishda quyidagi vazifalarni bajarishlari lozim:

- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o'zlashtirish ko'nikmalariga ega bo'lish;
- zarur ma'lumotlarni izlab topish uchun qulay usullarni va vositalarni aniqlash;
- axborot manbalaridan samarali foydalanish;
- an'anaviy o'quv va ilmiy adabiyotlar hamda me'yoriy xujjatlar bilan ishlash;
- elektron o'quv va ilmiy adabiyotlar va ma'lumotlar banki bilan ishlash;
- Internet tarmog'idan maqsadli foydalanish;
- ma'lumotlar bazasini tahlil etish;
- ish natijalarini ekspertizaga tayyorlash va ekspert xulosasi asosida qayta ishlash;
- topshiriqlarni bajarishda tizimli va ijodiy yondashish;
- ishlab chiqilgan echim, loyiha yoki g'oyani asoslash va mutaxassislar davrasida himoya qilish.

Talabalar mustaqil ishi bo'yicha maslahatlarni tashkil etish tartibi

“Galvanotexnika” fanidan oraliq nazorat uchun mustaqil ish soatlari

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Ishchi o'quv dasturining mustaqil ta'limga oid bo'lim va elementlari	Mustaqil ta'limga oid topshiriq va tavsiyalar	Bajarilish muddatlari
1	Yuzani elektrokimyoviy qoplama olishga tayyorlash	Og'zaki savol-javoblar orqali mavzuni bayon qilish. Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1-oraliq nazorat vaqtida
2	Dielektrik materiallarni elektroforetik usulda ishlov berish uchun tayyorlash		
3	Dielektrik materiallarni kimyoviy tarkibini o'rganish		
4	Buyumlarni noorganik (kimyoviy) usulda metallash		
5	Elektrokimyoviy metallash usulining istiqbollari		
6	Metallash usullarini turli materiallar uchun qo'llash		2-oraliq nazorat vaqtida
7	Metall yuzalarini bo'yash texnologiyasini o'rganish;		
8	Elektrokimyoviy kompozitsion qoplamalar olish texnologiyalari		
9	Muhrli platalarni hosil qilish		
10	Elektrokimyoviy oksidlash elektrolitlari		
	Jami:		

**“Galvanotexnika” fanidan joriy nazorat uchun
mustaqil ish soatlari**

№	Laboratoriya darslari uchun talaba mustaqil ishi mavzusi va mazmuni _	Hisobot shakl
1	Elektrokimyoviy usulda kadmiy va kobalt bilan qoplash texnologiyalari	Yozma hisobot
2	Elektrokimyoviy usulda nodir va qimmatbaho metallar bilan qoplash elektrolitlari	Og`zaki hisobot
3	Tarqoq amfoter metallarni elektrokimyoviy cho`ktirish	Yozma hisobot
4	Elektrokimyoviy qoliplashning mohiyati	Og`zaki hisobot

Shuningdek, iqtidorli talabalarga ko'rgazmali qurollar (plakatlar) tayyorlash tavsiya etiladi. Quyida tavsiya etiladigan ko'rgazmali qurollar tayyorlash mavzulari keltirilgan:

Maslahat darsi tegishli fan o'qituvchisi tomonidan o'tkaziladi.

Fan o'qituvchisi maslahat darsida quyidagi ishlarni amalga oshiradi:

- talabalar mustaqil ishlari topshiriqlarini bajarish rozasidan tegishli yo'llanma beradi.

- topshiriqni bajarish rejasini tuzishga yordamlashadi;
- tegishli adabiyotlar axborot manbalarini tavsiya qiladi;
- talabalar mustaqil ishlari rozasidan tayyorlangan ishlanma, hisobot, referat, hisob-kitob va topshiriq natijalarini qabul qiladi hamda baholaydi.

Talabalar mustaqil ishi bo'yicha maslahatlar o'quv jarayonining 1 va 2 smenada tashkil etilishiga qarab talabalarning darsdan bo'sh vaqtlarida dars jadvaliga kiritiladi.

GLOSSARIY

1	Ishlab chiqarish jarayoni	bu sistema yoki ma'lum bir mahsulotdagi ketma-ket va qonuniy o'zgarishlar bo'lib, natijada ularning yangi xususiyatlari yuzaga chiqadi.
	Производственный процесс	Эта система, или продукт из серии законодательных изменений, которые происходят в результате их новых возможностей.
	Production process	This system, or a product of a series of legal changes, which occur as a result of their new features
2	Texnologiya	bu boshlang'ich xom-ashyodan ma'lum xossalarga ega bo'lgan maxsulot olishga yo'naltirilgan qator jarayonlarning majmuasi bo'lib hisoblanadi.
	Технология	это основное сырье свойства материала, продукт нацелен на ряд сложных процессов.
	Technology	this is the primary raw material properties, a product aimed at a number of complex processes.
3	Texnologik qurilma	bu jihoz yoki moslama bo'lib texnologik jarayonni amalga oshirish uchun mo'ljallangan.
	Технологическое устройство	Устройство или оборудование, которое предназначено для осуществления технологического процесса.
	Technological device	The device or equipment that is designed for the implementation of the technological process.
4	Mashina	bu energiya yoki materialni o'zgartirish uchun mexanik harakat bajaruvchi qurilmadir. Kimyo texnologiyasidagi turli xil jarayonlarning barchasini ularning kechish qonuniyatlariga qarab beshta asosiy guruhga bo'lish mumkin: gidromexanik, issiqlik almashinish, modda almashinish, mexanik va kimyoviy jarayonlar
	Машина	Действуя энергию, пытаюсь изменить материал или механическое устройство. Разнообразие химической технологии, прости им, в соответствии с законами всех процессов можно разделить на пять основных групп: гидро-, термотрансферных, передачи, механические и химические процессы
	Machine	Acting energy trying to change the material or mechanical device. A variety of chemical technology, forgive them according to the laws of all the processes can be divided into five main groups: hydro, thermal transfer, transfer, mechanical and chemical processes
5	Gidromexanik jarayonlar	tezligi gidromexanika qonunlari bilan aniqlanuvchi jarayonlarga aytiladi. Ularga suyuqlik va gazlarni uzatish, suyuqlik muhitlarida aralashtirish, turli jinsli sistemalarni

		fazalarga ajratish kabi jarayonlar kiradi
	Гидро-механически е процессы	Скорость определяется законами процесса Жидкость. Передача жидкостей и газов, жидкой среде, смешивание различного секса система включает в себя такие процессы, как разделение фаз
	Hydro-mechanical processes	speed is determined by the laws of the Fluid process is. Transfer of liquids and gases, liquid medium, mixing different-sex system includes processes such as phase separation
6	Issiqlik almashinish jarayonlari	temperaturalar farqi mavjud bo'lganda bir jismdan ikkinchisiga issiqlikning o'tishidir. Bu guruhga isitish, sovitish, bug'latish, kondensastiyalash va sun'iy sovuq hosil qilish jarayonlari va boshqalar kiradi. Issiqlik almashinish jarayonlarining tezligi issiqlik uzatish qonunlari orqali aniqlanadi
	Процессы переноса тепла	прохождение разности температур нагрева существует, тело второго. Эта группа включает в себя нагрев, охлаждение, испарение, kondensastiyalash и холодные процессы и другие. Скорость передачи тепла будет определяться законами процессов теплопередачи.
	Heat transfer processes	the passage of heating temperature difference exists, the body of a second. This group includes heating, cooling, evaporation, kondensastiyalash and cold processes and others. The heat transfer rate will be determined by the laws of heat transfer processes
7	Modda almashinish yoki diffuzion jarayonlar	bir yoki bir necha komponentlarning bir fazadan, fazalarni ajratuvchi yuza orqali, ikkinchi fazaga o'tishidir. Ularga absorbstiya, adsorbstiya va desorbstiya, haydash, ekstrakstiya, eritish, kristallanish, quritish kabi jarayonlar kiradi. Bu jarayonlarning tezligi modda almashinish qonunlari bilan ifodalanadi.
	Статья обмена или процессы диффузии	один или более компонентов фазы, выбор фазы на втором этапе. Absorbstiya adsorbstiya и вождение desorbstiya ekstrakstiya, плавление, кристаллизация, осушка, такие как. Эти процессы характеризуются законами скорости обмена.
	Article exchange or diffusion processes	one or more components of a phase, the phase selection in the second stage. Absorbstiya adsorbstiya and driving desorbstiya ekstrakstiya, melting, crystallization, drying processes, such as. These processes are characterized by the laws of the rate of exchange.
8	Mexanik jarayonlar	bu jismlarning o'zaro mexanik ta'siridir. Bularga maydalash, frakstiyalarga ajratish, presslash va boshqalar misol bo'ladi.

	Механические процессы	механические эффекты взаимодействия этих объектов. Кроме того, frakstiyalarga дробление, прессование и др.
	Mechanical processes	mechanical effects of the interaction of these objects. In addition, frakstiyalarga crushing, pressing and others.
9	Kimyoviy jarayonlar	moddalarning kimyoviy tarkibi va xossalari o'zgarishi bilan boradigan jarayonlar kiradi. Ularning tezligi kimyoviy kinetika qonunlari asosida aniqlanadi.
	Химический процесс	что приводит к изменению химического состава и свойств процессов. Их скорость определяется на основе законов химической кинетики.
	Chemical Process	leading to a change in chemical composition and properties of processes. Their speed is determined on the basis of the laws of chemical kinetics.
11	Davriy jarayon	texnologik jarayonning hamma bosqichlari bir qurilmada birin-ketin bajarilishi.
	Периодический процесс	технологические процессы на всех этапах реализации устройства по одному.
	Periodic process	technological processes in all stages of implementation of the device one by one.
12	Uzluksiz jarayon	texnologik jarayonning hamma bosqichlari bir vaqtning o'zida qurilmaning turli qismlarida yoki bir-biri bilan bog'liq bo'lgan bir necha qurilmada bajarilishi.
	Непрерывный процесс	все этапы технологического процесса, в то же время в разных частях устройства, которое связано с одним или более чем одним устройством.
	Continuous process	all the stages of the technological process at the same time in different parts of the device, which is associated with one or more than one device.
13	Ideal suyuqlik	bosim va temperatura ta'sirida o'z hajmini o'zgartirmaydigan yoki siqilmaydigan, o'zgarmas zichlikka ega va ichki ishqalanishi (qovushqoqligi) bo'lmagan suyuqliklar.
	Идеальной жидкости	или изменить размер влияния изменения температуры и давления siqilmaydigan плотности и внутреннего трения (вязкости) жидкости.
	The ideal fluid	or change the size of the influence of temperature and pressure change siqilmaydigan density and internal friction (viscosity) liquid.
14	Gidrostatikani ng asosiy tenglamasi	tenglama, muvozanat holatida turgan suyuqlikka ta'sir qiluvchi kuchlarning taksimlanishini tavsiflovchi differensial tenglamalar sistemasi, ya'ni Eylerning suyuqlik muvozanat

		holati differensial tenglamalari asosida keltirib chiqariladi.
	Уравнение Гидростатика	Уравнение, описывающее равновесное распределение сил, действующих на жидкость системы уравнений differensial, город баланса жидкости на основе уравнения состояния differensial.
	Hydrostatics equation	The equation describing the equilibrium distribution of forces acting on the fluid system of equations differensial, the City of fluid balance is based on the equation of state differensial.
15	CHO'kish tezligi	cho'kayotgan zarracha dastlab tezrok cho'kadi, bir oz vaqt o'tgach, muhitning qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchga tenglashganda u o'zgaras tezlikda cho'kishi cho'kish tezligi deyiladi
	Скорость осаждения	тонуть частицы первоначально обосноваться быстро, чуть позже, движущей силой силы сопротивления окружающей среды, он назвал скорость постоянной скорости осаждения уравнения
	The deposition rate of	sinking particles initially settle quickly, a little later, the driving force of the power of resistance to the environment he called the rate constant speed of sedimentation of the equation
16	Suspenziya	suyuqlik va qattiq modda zarrachalari aralashmasi deyiladi
	Суспензия	смесь жидких и твердых частиц
	suspension	a mixture of liquid and solid particles called
17	Emulsiya	o'zining zichligi bilan bir-biridan farq qiladigan, o'zaro erimagan ikki xiluyuqlik aralashmasidir.
	Эмульсия	его плотность, которые отличаются друг от друга, взаимно нерастворимых жидкость представляет собой смесь двух различных
	Emulsion	its density that are different from each other, mutually insoluble liquid is a mixture of two different
18	Markazdan qochma kuch maydonida cho'ktirish	changlar, suspenziyalar va emulsiyalarni fazalarga ajratishni tezlashtirish maqsadida cho'ktirish jarayoni markazdan qochma kuch ta'sirida olib boriladi.
	Осадить поле центробежных сил	порошки, суспензии и эмульсионную фазу для осаждения для того, чтобы ускорить процесс осуществляется под действием центробежной силы.
	Precipitate the field of centrifugal force	powders, suspensions and emulsion phase to precipitate in order to speed up the process is carried out under the influence of centrifugal force.
19	Filtrlash	suspenziya va changli gazlarni fil'tir to'siqlar orqali o'tkazib tozalash jarayoni filtrlash deyiladi.

	Фильтрация	суспензия газа и пыли называется процесс фильтрации для очистки фильтра через препятствия.
	Filtering	suspension of gas and dust called a filtering process to clean the filter over the obstacles
20	Filtrash tezligi	ma'lum vaqt birligi ichida fil'tir to'siqning yuza birligidan o'tgan fil'tirat miqdoriga aytiladi.
	Скорость фильтрации.	единица измерения времени, блок фильтров, сказал количество фильтр барьеров.
	Filtration rate.	time unit, filter unit, said the number of filtrat barriers.
21	Issiqlik almashinish jarayoni	har xil temperaturaga ega bo'lgan jismlarda issiqlik energiyasining biridan ikkinchisiga o'tishi.
	Процесс передачи тепла	все виды тепла от тела с переключателем температуры.
	The heat transfer process	all kinds of heat from the body with a temperature switch
22	Issiqliklik tashuvchilar	issiqlik almashinish jarayonida qatnashadigan jismlar.
	Теплоносители	органов, участвующих в процессе теплообмена.
	Coolants	bodies involved in the process of heat exchange.
23	Konvekstiya	gaz va suyuqliklarining makroskopik xajmlarining harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi konvekstiya deyiladi.
	Конвекция	газ и макроскопический объем движения жидкости, возникающих в результате смешивания и распределения тепла называется конвекция
	Convection	gas and the macroscopic volume of fluid movement occurring as a result of mixing and heat distribution is called the convex
24	Issiqlikning nurlanishi	issiqlikning elektromagnit to'lqinlar yordamida tarqalishiga issiqlikning nurlanishi deyiladi.
	Тепловое излучение	тепла электромагнитных волн теплового излучения называется спредом.
	Heat radiation	heat electromagnetic waves to heat radiation is called the spread.
25	Isitish	bu mahsulot temperaturasini oshirishdir. Bu jarayonni amalga oshirishning bir necha usullari mavjud bo'lib, oziq-ovqat sanoatida asosan issiq suv yoki boshqa suyuqliklar bilan, suv bug'i bilan, tutun gazlari va elektr toki yordamida isitish

		qo'llaniladi.
	Отопление	поднять температуру продукта. Есть несколько способов реализации этого процесса, в пищевой промышленности, особенно горячей воды или других жидкостей, вода, пар, дым, газ и электрическое отопление.
	Heating	to raise the temperature of the product. There are several methods of implementing this process, the food industry, especially hot water or other liquids, water, steam, smoke, gas and electric heating.
26	Sovitish jarayoni	oziq-ovqat sanoatida mahsulotlarni oddiy va past temperaturalargacha sovitish.
	Процесс охлаждения	продукция пищевой промышленности в простой и низкого охлаждения temperaturalargacha.
	Cooling process	food industry products in a simple and low temperaturalargacha cooling
27	Kondensastiya	bu moddalarning bug' yoki gazsimon holatdan suyuqlik holatiga o'tishidir. Bu jarayon kondensatorlarda amalga oshiriladi.
	Конденсация	Это прохождение веществ в газообразном состоянии в жидком или газообразном состоянии. Этот процесс осуществляется в конденсаторах.
	Condensation	This is the passage of substances in the vapor state of the liquid or gaseous state. This process is carried out in capacitors.
28	Bug'latish	uchuvchan bo'lmagan moddalar eritmalarini uning tarkibidagi erituvchini qaynatish paytida chiqarib yuborish yo'li bilan quyuqlashtirish jarayoni bug'latish deb yuritiladi.
	Испарения	структура растворов нелетучих веществ, образующихся при кипении растворителя через твороге как процесс испарения.
	To evaporate	the structure of solutions of non-volatile substances produced during boiling solvent through the curd as the evaporation process.
29	Ekstra bug'	bug'latish qurilmasida hosil bo'layotgan ikkilamchi bug'ning bir qismi bug'latish jarayoni bilan bog'liq bo'lmagan boshqa maqsadlar uchun olinishi.
	Экстра пар	Испарение устройство является вторичным часть пара, взятой для других целей, не связанных с процессом испарения.
	Extra steam	evaporation device is the secondary part of the steam taken for other purposes not related to the evaporation process.
30	Modda	bir yoki bir necha komponentning bir fazadan ikkinchi fazaga

	almashinish jarayonlari	o'tishi bilan boradigan jarayonlarga modda almashinish jarayonlari deyiladi.
	Масса обменные процессы	один или более компонентов фазы называется процесс обмена процессы, ведущие ко второй стадии.
	The mass exchange processes	one or more components of a phase called the process of sharing the processes leading to the second stage.
31	Absorbstiya	gazsimon aralashmalardan biror moddaning suyuq fazaga o'tishi absorbstiya deb ataladi.
	Абсорбция	прохождение газовой смеси в жидкой фазе вещества, названного absorbstiya
	Absorption	passage of the gaseous mixture into a liquid phase of the substance called absorbstiya
32	Absorbent	yutuvchi suyuqlik absorbent deyiladi
	Абсорбент	называется жидкость-поглощающие адсорбент
	Absorbent	called liquid-absorbing adsorbent
33	Desorbstiya	yutilgan komponentlarning suyuqlikdan ajralib chiqishi desorbstiya deb ataladi
	Десорбция	поглощенная жидкость разделение компонентов называется desorbstiya
	Desorption	the absorbed liquids separation of components called desorbstiya
34	Suyuqliklarni haydash	suyuq va bug' fazalar orasida komponentlarning o'zaro almashinishi yo'li bilan suyuqlik aralashmalarini ajratish jarayoni haydash deb ataladi. Bu jarayon issiqlik ta'sirida, ikki usulda olib boriladi: oddiy haydash (distillash) va murakkab haydash (rektifikastiya).
	Перегонка жидкостей	путем обмена компонентов в жидкой и паровой фазе, в жидкой смеси, упоминается как разделение вождения. Этот процесс осуществляется под воздействием тепла двумя способами: при нормальных условиях движения (перегонка) и комплекс вождение (rektifikastiya).
	Driving liquids	through the exchange of components in the liquid and vapor phase in the liquid mixture is referred to as the separation of the driving. This process is carried out under the influence of heat in two ways: under normal driving (distillation) and the complex driving (rektifikastiya).
35	Adsorbstiya	gaz, bug' yoki suyuqlik aralashmalaridan bir yoki bir necha komponentlarning g'ovaksimon qattiq moddaga yutilish jarayoni adsorbstiya deyiladi.
	Адсорбция	газа, пара или жидких смесей одного или более из компонентов g'ovaksimon твердое вещество называют процесс абсорбции adsorbstiya.

	Adsorbstiya	gas, vapor or liquid mixes one or more of the components g'ovaksimon solid substance is called the absorption process adsorbstiya.
36	Adsorbentlar	aktiv yuzaga ega bo'lgan qattiq materiallar adsorbentlar deb ataladi
	Адсорбент	активная поверхность представляет собой твердый материал называется adsorbentlar
	Adsorbent	the active surface is a hard material called adsorbentlar
37	Quritish	qattiq materiallar tarkibidagi namlikni asosan bug'latish usulida ajratib chiqarish jarayoni quritish deyiladi. Bu jarayon issiqlik va namlikni tashuvchi agentlar (isitilgan havo, tutunli gazlar) yordamida olib boriladi. Quritish jarayonida namlik qattiq fazadan gaz (yoki bug') fazaga o'tadi
	Сушка	В соответствии с содержанием влаги методом твердого материала испарения называемого сухого процесса разделения. Процесс производства тепла и влаги Агентства (нагретых газов в воздухе дымный). Сушка, влаги в газовой фазе (или паровой) фазы
	Drying	According to the moisture content of the solid material evaporation method called dry separation process. The process of heat and moisture Agency (heated gases in the air is smoky). Drying, moisture-phase gas (or vapor) phase
38	Eritish jarayoni	qattiq fazaning suyuqlikka (erituvchiga) o'tishi eritish jarayoni deb ataladi
	Процесс плавки	твёрдофазный жидкость (растворитель), процесс плавления упоминается как
	Smelting process	solid-phase liquid (solvent), the melting process is referred to as
39	Kristallanish	suyuq eritmalar tarkibidagi erigan qattiq fazani kristall shaklida ajratish jarayoni kristallanish deb yuritiladi. Bu jarayon eritmalarini o'ta to'yintirish yoki o'ta sovitish natijasida sodir bo'ladi. Kristallanish paytida modda suyuq fazadan qattiq fazaga o'tadi
	Кристаллизация	организованы в виде жидкого раствора, содержащего растворенные твердые кристаллы фазы в виде процесса кристаллизации. Этот процесс является обогащение или в результате экстремальных решений для охлаждения. Вещество в жидкой фазе, в твердой фазе кристаллизации
	Crystallization	arranged in the form of a liquid solution containing dissolved solid phase crystals as crystallization process. This process is the enrichment or as a result of extreme cooling solutions. Substance in liquid phase, solid phase crystallization
40	Konvektiv	harakatlanuvchi suyuqlik yoki gazlarda modda bir vaqtda

	diffuziya	molekulyar va turbulent diffuziyalar yordamida tarqaladi, bu jarayonlarning yig'indisi konvektiv diffuziya deb ataladi
	Конвективно й диффузии	перемещение жидкости или газа, в то же время с помощью молекулярного и турбулентного diffuziyalar распространить эти процессы называются как сумма конвективной диффузии
	Convective diffusion	moving liquid or gas at the same time using the molecular and turbulent diffuziyalar spread these processes are referred to as the sum of the convective diffusion
41	Frakstiyali haydash	suyuqliklarni frakstiyali haydash davriy yoki uzluksiz usullarda olib borilishi. Haydash kubidagi suyuqlik asta sekin bug'latiladi. Hosil bo'lgan bug'lar kondensatorga yuboriladi.
	Фракционная перегонка	движение жидкости фракции периодического или непрерывного способа. Вождение кубическую жидкость медленно выпаривают. Убедитесь, что конденсатор пара.
	Fractional distillation	driving fluid frakstiyali periodic or continuous method. Driving cubic liquid slowly bug'latiladi. Make sure the steam condenser.
42	Deflegmastiya bilan haydash	suyuqlik aralashmasini ajratish darajasini oshirish uchun distillyatning tarkibi deflegmastiya yordamida boyitiladi. Haydash kubidan chiqayotgan bug'lar deflegmatorga o'tadi va u erda qisman kondensastiyalanadi
	Перегонка дефлегмационная	повысить степень разделения смеси жидкости пополняется с использованием ректификационной структуры deflegmastiya. Кубинская пара deflegmatorga проезжая мимо, и есть частичная kondensastiyalanadi
	Distilasyon deflegmatsion naya	to increase the degree of separation of a mixture of liquid is replenished using a distillation structure deflegmastiya. Cuban steam deflegmatorga driving past, and there is a partial kondensastiyalanadi
43	Quritish jarayoni	Nam materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish jarayoni quritish deb ataladi. Bu jarayonda namlik bug'lanish yo'li bilan qattiq faza tarkibidan gaz (yoki bug') fazasiga o'tadi.
	Процесс сушки	The agent for drying damp as the drying process of dehydration. In the process of evaporation of moisture through the solid phase, the gas (or vapor) phase.
	Drying process	The agent for drying damp as the drying process of dehydration. In the process of evaporation of moisture through the solid phase, the gas (or vapor) phase.
44	Nisbiy namlik	havo absolyut namligining to'yinish paytidagi absolyut namlikka nisbati nisbiy namlik deb ataladi
	относительная влажность	во время насыщения воздуха абсолютной влажности как отношение абсолютной влажности и относительной

		ВЛАЖНОСТИ
	Relative humidity	during the saturation of the air absolute humidity as the ratio of the absolute humidity and relative humidity
45	Nam saqlash	1 kg absolyut quruq havoga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori havoning nam saqlashi deb yuritiladi
	Содержания влаги	1 кг абсолютного сухого воздуха известен как сохранить количество водяного пара из воздуха
	Moisture contents	1 kg of absolute dry air is known as save the amount of water vapor from the air
46	Kristallanish jarayoni	eritma tarkibidagi qattiq fazani kristallar holida ajratib olish jarayoni kristallanish deb ataladi. Kristallanish jarayoni eritishning teskarisi hisoblanadi. Ikkala jarayon ham qattiq faza – suyuqlik sistemasida yuz beradi. Kristallanish jarayoni odatda suvli eritmadagi kristallanishi lozim bo'lgan moddaning eruvchanligini kamaytirish orqali, ya'ni uning temperaturasi o'zgartirish erituvchining bir qismini bug'latish yo'li bilan amalga oshiriladi.
	Кристаллизация	раствор содержит твердые кристаллы фазы в процессе экстракции под названием кристаллизации. Процесс кристаллизации противоположность выщелачивания. И процесс твердофазного системы жидкофазного. Кристаллизация, процесс кристаллизации обычно представляет собой водный раствор, за счет снижения растворимости вещества, которое осуществляется путем части изменения температуры испарения растворителя
	Crystallization	the solution contains solid phase crystals in the extraction process called crystallization. Crystallization process is the opposite of leaching. Both the process of solid phase liquid system. Crystallization, the crystallization process is usually an aqueous solution by reducing the solubility of the substance, which is carried out by way of a part of changing the temperature of the solvent evaporates
47	Maydalash jarayoni	ezish, ishqalash, tilish yoki urish yo'li bilan qattiq materiallarni bo'laklarga ajratib, sirtini oshirish jarayonlariga maydalash deyiladi.
	Процесс дробления	заставляя трение, или попадание на поверхность твердых кусков материала, разделенных процессом дробления его.
	The process of crushing	forcing the friction, or hit the surface of the solid pieces of material separated by the process of crushing it
48	Presslash jarayoni	qattiq mahsulotlarni suvsizlantirish, briketlash, plastik mahsulotlarga shakl berish. Presslashning mohiyati shundan iboratki, mahsulotga maxsus presslar yordamida bosim ta'sir ettiriladi. Bosim ostida suvsizlantirish oziq-ovqat sanoatida

		shakar qamish sharbatini, yog'li mahsulotlardan yog'ni, meva va sabzavotlardan sharbatni ajratishda ishlatiladi.
	Процесс прессования	Сильное обезвоживание продуктов, кирпичи, пластиковые формы. Presslashning суть в том, что специальные формы, использующие давление будет продолжаться. Обезвоживания под давлением пищевой промышленности, сок сахарного тростника, нефтепродукты, масло, фруктовые и овощные соки используется в изоляции.
	The process of pressing	severe dehydration products, bricks, plastic form. Presslashning essence is that the special molds using the pressure will continue. Pressure dehydration food industry, sugar cane juice, oil products, oil, fruit and vegetable juice is used in isolation.

ILOVALAR

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI



“TASDIQLAYMAN”

Jizzax politexnika instituti rektori

A.Usmankulov

26.06.2024-yil

yxatga olindi: № 60710100-1506

26.06.2024-yil

“GALVANOTEXNIKA” fanining

O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi:	700 000 - Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta’lim sohasi:	710 000 - Muhandislik ishi
Ta’lim yo’nalishi:	60710100 – Kimyoviy texnologiya (elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar)

Jizzax-2024

Fan/modul kodi Galv1704		O'quv yili 2024-2025	Semestr 7	ECTS – Kreditlar 6	
Fan/modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek		Haftadagi dars soatlari 6	
1	Fanning nomi		Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Kimyoviy tok manbalari		90	90	180
2	I. Fanning mazmuni Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarda mantiqiy fikrlash, texnologik tafakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda fan mazniuniga kiritilgan kimyoviy elementlar va ularning birikmalarini miqdoriy va sifat tavsiflari; elektrokimy qo'llanilish sohalari; texnologik jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslash; sanoada turli xil buyumlarni qoplamalarini olish, elektrokimyoviy metallash usullari, korroziyabardosh metallar, galvanik elementlar haqida umumiy va mukammal tushunchalarni o'rgatishdan iboratdir. Fanning vazifasi – fundamental ilmiy va amaliy bilimlarni, materiallarni korroziyadan himoya qilish uchun ishlab chiqarish korxonalarida qo'llaniladigan uskunalar va xalq xo'jaligi iste'mollarini qoplamalar bilan qoplash, detallarni qoplashga tayyorlash, qoplamalarni sifat nazorati kabi masalalarni hal qilishni o'rgatishdan iborat. II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi: 1-mavzu. Fanning mohiyati va vazifalari. Elektrodlardagi jarayonlari 2-mavzu: Elektrokristallanish jarayonining mexanizmi 3-mavzu: Elektrolit tarkibining qoplama tuzilishiga va xususiyatlariga ta'siri. Vodorod ionlarining va sirt faol moddalarning ta'siri 4-mavzu: Elektroliz sharoitining qoplama tuzilishi va xususiyatlariga ta'siri. 5-mavzu: Metalning katod yuzasida taqsimlanishi. Metall va tokning makroprofilida taqsimlanishi 6-mavzu: Tok va metall taqsimlanishiga ta'sir etuvchi omillar 7-mavzu: Yaltiroq qoplamalar hosil qilish shartlari. Metall buyumlar yuzasini qoplashga tayyorlash 8-mavzu: Qoplama sifatini tekshirish usullari 9-mavzu: Elektrokimyoviy kompozitsion qoplamalar 10-mavzu: Oksidli qoplamalar olish texnologiyalari III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar. Amaliy mashgulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi: 1-mavzu. Elektrolitik ruxlash va kadmiylash 2-mavzu. Qalaylash. Qo'rg'oshin bilan qoplash 3-mavzu. Elektrolitik mislash 4-mavzu. Elektrolitik nikellash. Temirlash. Xromlash				

	5-mavzu. Nodir metallar bilan qoplash. Kumushlash. Oltinlash 6-mavzu. Qotishmalar bilan qoplash 7-mavzu. Alyuminiy va rux qotishmalar yuzasida galvanik qoplamalar yaratish 8-mavzu. Qoplamalarni asosiy metall bilan yopishish mustahkamligini nazorat qilish 9-mavzu. Elektrokimyoviy metallashda EYuK ga ta'sir etuvchi omillar Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilim va ko'nikmalarini amaliy masalalar echish orqali boyitadilar. Shuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalar asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali bilimlarini oshirish, masalalar echish, mavzular bo'yicha ko'rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi. IV. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar. Laboratoriya mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi: 1-mavzu. Buyum yuzasiga rux qatlarni yaratish 2-mavzu. Rux qatlarni nstiga xromat qobig'ini yaratish 3-mavzu. Elektrolitik mislash 4-mavzu. Misning ishqoriy eritmasi bilan metallash 5-mavzu. Nikelli eritmalar bilan buyum yuzalarini qoplash 6-mavzu. Elektrolitik kumushlash 7-mavzu. Alyuminli biyumlarga anodli ishlov berish 8-mavzu. Elektrokimyoviy mislash 9-mavzu. Elektrokimyoviy nikellash 10-mavzu. Elektrokimyoviy xromlash 11-mavzu. Latun va bronzani elektrokimyoviy usulda olish 12-mavzu. Alyuminiy anodli oksidlash Laboratoriya mashg'ulotlari laboratoriya va multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan o'tkazilishi zarur. Mashg'ulotlar faol va interaktiv usullar yordamida o'tilishi, mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalar qo'llanilishi maqsadga muvofiq. V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar. Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular: 1. Yuzani elektrokimyoviy qoplama olishga tayyorlash 2. Dielektrik materiallarni elektroforetik usulda ishlov berish uchun tayyorlash 3. Dielektrik materiallarni kimyoviy tarkibini o'rganish 4. Buyumlarni noorganik (kimyoviy) usulda metallash 5. Elektrokimyoviy metallash usulining itsiqbollari 6. Metallash usullarini turli materiallar uchun qo'llash 7. Metall yuzalarini bo'yash texnologiyasini o'rganish
--	--

	8. Elektrokimyoviy kompozitsion qoplamalar olish temologiyalari 9. Muhrli platalarni hosil qilish 10. Elektrokimyoviy oksidlash elektrolitlari 11. Elektrokimyoviy usulda kadmiy va kobalt bilan qoplash texnologiyalari 12. Elektrokimyoviy usulda nodir va qimmatbaho metallar bilan qoplash elektrolitlari 13. Tarqoq amfoter metallarni elektrokimyoviy cho'ktirish 14. Elektrokimyoviy qoliplashning mohiyati Fan bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan. Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, amaliy misollar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan topshiriqlarni bajaradi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni uqib referat (taqdimot)lar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mavzuga doir masalalar, keys-stadi va o'quv loyihalarini Axborot resurs markazi manbalari hamda izlanish ob'ekti bo'lmish korxona va tashkilotlarning ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlari hamda O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlarini to'plagan holda bajaradi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi. Uyga berilgan vazifalarni bajarish, yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, Internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas. Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.
3	VI. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar) “Galvanotexnika” fanini o'zlashtirish jarayonida bakalavr: • elektrokimyoviy tizimlar, elektrod va elektrod reaksiyalari siniflanishi; • Faradey qonunlari, elektrod potentsiallari; • tok potentsiallari, elektr yurituvchi kuch, almashinish toki; • elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar zamonaviy texnikada qo'llanilishi va o'rni haqida tasavvurga ega bo'lishi; • Nernst tenglamasi, Purbe diagrammalari, ionselektiv va boshka turdagi elektrodnlarni; • Ionlarning diffuziyasi va migratsiyasi, elektron polyarizatsiya va o'ta kuchlanishlarni; • elektrokimyoviy usulda gazlar, tuzlar va yuqori tozalikdagi moddalarni

	olish fizik-kimyoviy xususiyatlarini; • xususiyatlari bir-biriga yaqin elementlarning va kimyoviy birikmalarining xossalari bilishi va ulardan foydalana olishi; • elektrokimyoviy qonuniyatlar asosida yuqori tozalikdagi elementlarni olish; • elektrokimyo qonuniyatlari asosida elektrokimyoviy texnologiyalarni yaratish asoslari ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.
4	VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari: • ma'ruzalar; • interfaol metodlar; • guruhlarda ishlash; • taqdimotlarni qilish; • individual loyihalar; • jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.
5	VIII. Kreditlarni olish uchun talablar: Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishini topshirish.
6	Asosiy adabiyotlar: 1. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. 2. M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. 3. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (to'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. 4. I.Ro'zmatov. Korroziya va metallarni korroziyadan saqlash. Darslik. Toshkent: Lesson press, 2022-yil, 245 bet. Qo'shimcha adabiyotlar: 1. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo, T., Iqtisod-moliya, 2014 yil, 485 b. 2. X.Rustamov, B.Hasanov, Sh.P. Nurullaev. Fizikaviy kimyodan masalalar to'plami, Toshkent, "Ta'lim", 2009, 399 bet. 3. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник для вузов. - М.: Химия, 2006. - 672 с. 4. N.S.Tangyarikov, R.A.Aliyeva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatkulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2023-yil. 194 bet. 5. "2019 — 2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 4.10.2019.dagi PQ-4477 qarori Internet saytlari: 1. http://ziyonet.uz/

	2. http://www.sciencedirect.com/ 3. http://www.chem.msu.su/ 4. https://echemistry.ru/literatura/ 5. https://humuk.ru/
7	“Galvanotexnika” fanining o‘quv dasturi Jizzax politexnika instituti Kengashining 2024-yil 26-iyundagi 11-sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.
	Fan/modul uchun mas’ullar: S.Vaqqosov – JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasi dotsenti v.b.
	Taqrizchilar: N.Tangyarikov – JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasi professori, texnika fanlari doktori Q.Usmonov – “Jizzax akkumulyator zavodi” AJ bosh texnologi

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI



“TASDIQLANDI”
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor
_____ v.v.b J.Nasriddinov
27.08.2024 yil

“GALVONATEKNIKA” FANIDAN

bakalavriatning

Ta’lim
yo`nalishi: 60710100 – Kimyoviy texnologiya (elektrokimyoviy
ishlab chiqarishlar)

YO‘NALISHI UCHUN SILLABUS

*Sillabus kafedraning 2024-yil 24-avgustdagi
1- sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqlangan*

Jizzax-2024

Fan sillabusi Jizzax politexnika instituti ilmiy-uslubiy kengashining 2024-yil 27-avgust 1-bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:

D.Xadjibayev JizPI “Kimyoviy texnologiya” kafedra dotsenti v.b.

Taqrizchilar:

N.S.Tangyarikov “Kimyoviy texnologiya” kafedrası professori, texnika fanlari doktori

Q.Usmonov “Jizzax akkumulyator zavodi” AJ bosh texnologi

O‘quv-uslubiy boshqarma
boshlig‘i:
27.08.2024- yil



J.Nasriddinov

Qurilish materiallari va
kimyoviy texnologiya fakulteti
dekani:
26.08.2024 yil



M.Mirzabekov

Kimyoviy texnologiya kafedrası
mudiri:
24.08.2024 yil



Sh.Umarov

Fan nomi:	Galvonatexnika
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	Galv1704
Bosqich:	4
Semestr:	7
Ta'lim shakli:	Kunduzgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	180
Ma'ruza	30
Amaliy mashg'ulotlar	30
Laboratoriya mashg'ulotlari	30
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	90
Kreditlar miqdori:	6ECTS
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	O'zbek

Dastur mualliflari:	D.Xadjibayev
E-mail:	diyor.xadjibayev86@gmail.com
Telefon raqami:	Tel. +998 97 794 62 62
Tashkilot:	JizPI "Kimyoviy texnologiya" kafedrası
Professor-o'qituvchilar haqida ma'lumot va talabalar bilan ishlash vaqti	Ma'ruzachi: D.Xadjibayev «A»bino 1- qavat 112A- xona. Qabul vaqti o'quv haftasining dushanba, chorshanba va juma kunlari 15 ⁰⁰ -17 ⁰⁰

6ECTS. 90 auditoriya soat

Ma'ruza (M)	Amaliy mashg'ulot (A)	Laboratoriya (L)	Jamoaviy ishlash(JI)	Amaliy va laboratoriya (MI)	Mustaqil ta'lim(MT)	Jami
VII semestr						
30	30	30	-	-	90	180

Kurs haqida qisqacha ma'lumot (QM)

QM1	Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarda mantiqiy fikrlash, texnologik tafakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda fan mazniuniga kiritilgan kimyoviy elementlar va ularning birikmalarini miqdoriy va sifat tavsiflari; elektrokimyo qo'llanilish sohalari; texnologik jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslash; sanoada turli xil buyumlarni qoplamalarini olish, elektrokimyoviy metallash usullari, korroziyabardosh metallar, galvanik elementlar haqida umumiy va mukammal tushunchalarni o'rgatishdan iboratdir.
------------	--

	Fanning vazifasi – Fundamental ilmiy va amaliy bilimlarni, materiallarni korroziyadan himoya qilish uchun ishlab chiqarish korxonalarida qo'llaniladigan uskunalar va xalq xo'jaligi iste'mollarini qoplamalar bilan qoplash, detallarni qoplashga tayyorlash, qoplamalarni sifat nazorati kabi masalalarni hal qilishni o'rgatishdan iborat.
--	--

Ta'lim natijalari (TN)	
TN1	Elektrokimyoning rivojlanishi, tarixi va istiqbollarini o'rganadi.
TN2	Elektrokimyoviy tizimlar, elektrod va elektrod reaksiyalari siniflanishi; elektr o'tkazuvchanligini Kolraush qonuni asosida aniqlash haqida tasavvurga ega bo'ladi.
TN3	Nernst tenglamasi, Purbe diagrammalari, ionselektiv va boshqa turdagi elektrodlar haqida tasavvurga ega bo'ladi.
TN4	Elektrokimyo qonuniyatlari asosida elektrokimyoviy texnologiyalarni yaratish asoslari ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)		Dars soatlari hajmi
VII semestr		
M1	Fanning mohiyati va vazifalari. Elektrodlardagi jarayonlari	4
M2	Elektrokristallanish jarayonining mexanizmi	2
M3	Elektrolit tarkibining qoplama tuzilishiga va xususiyatlariga ta'siri. Vodorod ionlarining va sirt faol moddalarning ta'siri	4
M4	Elektroliz sharoitining qoplama tuzilishi va xususiyatlariga ta'siri. Turli metallar ionlarining birgalikda qoplanish qonuniyatlari	2
M5	Metallning katod yuzasida taqsimlanishi. Metall va tokning makroprofilida taqsimlanishi	2
M6	Tok va metall taqsimlanishiga ta'sir etuvchi omillar	2
M7	Yaltiroq qoplamalar hosil qilish shartlari. Metall buyumlar yuzasini qoplashga tayyorlash	4
M8	Qoplama sifatini tekshirish usullari	4
M9	Elektrokimyoviy kompozitsion qoplamalar	4
M10	Oksidli qoplamalar olish texnologiyalari	2
Semestr bo'yicha jami:		30
jami:		30 soat
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
M1. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(6-34 bet) M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (5-13 bet). M2. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(14-45 bet)		

M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (35-42 bet).
M3. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(124-139 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (105-115 bet).
M4. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. (147-160 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (134-145 bet).
M5. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. (161-181 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (116-133 bet).
M6. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(106-134 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (55-113 bet).
M7. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(54-145 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (135-142 bet).
M8. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(24-39 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (10-95 bet).
M9. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. (47-85 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (34-105 bet).
M10. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. (61-120 bet)
M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (16-55 bet).

Mashg'ulotlar shakli: amaliy (A)		Dars soatlari hajmi
VII- semestr		
A1	Elektrolitik ruxlash va kadmiylash	4
A2	Qalaylash. Qo'rg'oshin bilan qoplash	4
A3	Elektrolitik mislash	2
A4	Elektrolitik nikellash. Temirlash. Xromlash	4
A5	Nodir metallar bilan qoplash. Kumushlash. Oltinlash	4

A6	Qotishmalar bilan qoplash	4
A7	Alyuminiy va rux qotishmalar yuzasida galvanik qoplamalar yaratish	4
A8	Qoplamalarni asosiy metall bilan yopishish mustahkamligini nazorat qilish	2
A9	Elektrokimyoviy metallashda EYuK ga ta'sir etuvchi omillar	2
Semestr bo'yicha jami:		30
Jami:		30 soat
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
A1. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(35-51 bet) A2. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(97-123 bet) A3. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(140-146 bet) A4. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(153-160 bet) A5. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(167-174 bet) M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (168-210 bet). A6. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(135-151 bet) A7. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(70-123 bet) A8. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(40-86 bet) A9. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(53-99 bet) A10. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.(67-74 bet) M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet. (68-120 bet).		
Mashg'ulotlar shakli: laboratoriya (L)		Dars soatlari hajmi
VII-semestr		
L1	Buyum yuzasiga rux qatlarni yaratish.	2
L2	Rux qatlarni ustiga xromat qobig'ini yaratish.	4
L3	Elektrolitik mislash.	2
L4	Misning ishqoriy eritmasi bilan metallash	4
L5	Nikelli eritmalar bilan buyum yuzalarini qoplash.	2
L6	Alyuminli buyumlarga anodli ishlov berish.	4
L7	Elektrokimyoviy mislash.	2
L8	Elektrokimyoviy nikellash.	2

L9	Elektrokimyoviy xromlash.	4
L10	Alyuminiyni anodli oksidlash.	4
	Semestr bo'yicha jami:	30
	jami:	30 soat
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
L1. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (10-22 c) L2. X.Rustamov, B.Hasanov, Sh.P. Nurullaev. Fizikaviy kimyodan masalalar to'plami, Toshkent, "Ta'lim", 2009, 399 bet. (38-43 bet) L3. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (53-57 bet) L4. N.S.Tangyarikov, R.A.Aliyeva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatkulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2023-yil. 194 bet. (73-82 bet) L5. I.Ro'zmatov. Korroziya va metallarni korroziyadan saqlash. Darslik. Toshkent: Lesson press, 2022-yil, 245 bet.(222-225 bet) L6. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (65-76 bet) L7. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (77-86 bet) L8. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (110-122 c) L9. X.Rustamov, B.Hasanov, Sh.P. Nurullaev. Fizikaviy kimyodan masalalar to'plami, Toshkent, "Ta'lim", 2009, 399 bet. (138-143 bet) L10. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b. (153-157 bet).		

Mashg'ulotlar shakli: mustaqil ta'lim (MT)		soat
VII-semestr		
MT1	Yuzani elektrokimyoviy qoplama olishga tayyorlash	6
MT2	Dielektrik materiallarni elektroforetik usulda ishlov berish uchun tayyorlash	6
MT3	Dielektrik materiallarni kimyoviy tarkibini o'rganish	6
MT4	Buyumlarni noorganik (kimyoviy) usulda metallash	6
MT5	Elektrokimyoviy metallash usulining itsiqbollari	6
MT6	Metallash usullarini turli materiallar uchun qo'llash	8
MT7	Metall yuzalarini bo'yash texnologiyasini o'rganish	6
MT8	Elektrokimyoviy kompozitsion qoplamalar olish texnologiyalari	6
MT9	Muhrli platalarni qosil qilish	6
MT10	Elektrokimyoviy oksidlash elektrolitlari	6
MT11	Elektrokimyoviy usulda kadmiy va kobalt bilan qoplash texnologiyalari	8
MT12	Elektrokimyoviy usulda nodir va qimmatbaqo metallar bilan	6

	qoplash elektrolitlari	
MT13	Tarqoq amfoter metallarni elektrokimyoviy cho'ktirish	6
MT14	Elektrokimyoviy qoliplashning moqiyati	8
	Semestr bo'yicha jami soat	90
	jami	90 soat
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
MT1. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet. (176-211 bet). Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник для вузов. - М.: Химия, 2006. - 672 с. (19-32 bet) MT2. Скоков Я.М. Химические источники тока. Стационарные аккумуляторы. Практическое пособие. М: ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 102 стр. (19-32 bet) Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 стр. (10-38 bet) MT3. Скоков Я.М. Химические источники тока. Стационарные аккумуляторы. Практическое пособие. М: ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 102 стр. (49-18 bet) Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 стр. (44-84 bet) MT4. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 стр. (87-124 bet) Таганова А. А., Бубнов Ю. И., Орлов С. Б. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации: Справочник. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2005. - 264 с. (22-66 bet) MT5. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 стр. (135-146 bet) MT6. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 стр. (148-163 bet) Козадеров О. А., Введенский А. В. Современные химические источники тока: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. —132 с. (93-123 bet) MT7. Русин А.И., Хегай Л.Д., Демин Г.Е. Основы технологии производства современных свинцовых аккумуляторов / Под ред. Проф. А.И.Русина. – СПб.: ИД Петрополис. 2012 г. – 216 стр. (10-210 bet) Скоков Я.М. Химические источники тока. Стационарные аккумуляторы. Практическое пособие. М: ЗАО «Техноперспектива», 2004. 102 стр. (35-85 bet) Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. – М.: Высшая школа, 1990.		

– 240 стр. (164-200 bet)

Хрусталева Д. А. Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003. — 224 с.(45-88 bet).

МТ8. Кедринский И.А., Яковлев В.Г. Li-ионные аккумуляторы. Научно-популярное издание. — Красноярск: «Платина», 2002 г. — 268 стр. (10-265 bet)

Хрусталева Д. А. Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003. — 224 с.(89-108 bet).

Козадеров О. А., Введенский А. В. Современные химические источники тока: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. —132 с. (75-92 bet)

МТ9. Хрусталева Д. А. Аккумуляторы. М.: Изумруд, 2003. — 224 с.(11-44 bet).

Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 стр. (215-223 bet)

МТ10. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 стр. (224-229 bet)

Скоков Я.М. Химические источники тока. Стационарные аккумуляторы. Практическое пособие. М: ЗАО «Техноперспектива», 2004. 102 стр. (24-34 bet)

МТ11. Хрусталева Д. А. Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003. — 224 с.(180-220 bet).

“2019 — 2030-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 4.10.2019.dagi PQ-4477 qarori

МТ12. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 стр. (200-220 bet)

МТ13. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 стр. (124-129 bet)

МТ14. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока: Учебное пособие для вузов / под ред. Варыпаев В.Н. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 стр. (148-163 bet)

Козадеров О. А., Введенский А. В. Современные химические источники тока: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. —132 с. (83-115 bet)

Ta’lim strategiyasi

Galvonatexnika ma’ruza, amaliy va laboratoriya mashg’ulotlari, videoma’ruzalar, taqdimotlar hamda mavzu bo’yicha vazifalar va mustaqil topshiriqlarni o‘z ichiga oladi. Ma’ruza, amaliy ishlarga oid o‘quv materiallarda ko‘rsatilgan mavzular bo’yicha nazariy va amaliy ma’lumotlar beriladi, amaliy ishlarni, mustaqil ishlarni bajarish va natijalarni hisoblash tartibi tushuntiriladi. O‘quv kurs bo’yicha qo‘yilgan o‘quv materiallari talabalar tomonidan mustaqil o‘rganiladi, testlar, amaliy ishlar talabalar tomonidan individual tarzda bajariladi.

Talabalar quyidagi materiallardan foydalanish imkoniga egadirlar:

Videoma’ruzalar;

Elektron shakldagi ma'ruza matnlari;
Har bir mavzuga doir prezentatsiya slaydlari;
Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarga doir uslubiy ko'rsatmalar;
Har bir dars mavzusi yuzasidan topshiriqlar va mashqlari va masalalar;
Elektron shakldagi darsliklar va qo'llanmalar.

Nazariy mashg'ulotlar davomida, talabaga ma'ruza orqali mavzu yuzasidan kerakli bo'lgan konsepsiyalar yetkazib beriladi. Talabalarga mavzuni yanada mustahkamlashlari uchun prezentatsiyalar, darsliklar, o'quv qo'llanmalari va boshqa o'quv-uslubiy materiallardan foydalanish bo'yicha ko'rsatmalar beriladi. Talabalar mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish maqsadida, har bir mavzudan so'ng elektron ta'lim platformasida sinov (test) nazoratlaridan o'tadi. Shu yo'l bilan talaba o'zining mavzulardan olgan bilimini tekshirib boradi.

Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida har bir mavzu bo'yicha masalalar va ko'rsatmalar bo'yicha materiallar, prezentatsiyalar, ko'rsatmalar talabalarga taqdim etiladi, shuningdek, mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish maqsadida topshiriqlar beriladi. Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar kursining talabalarga "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar 1" fanidan o'quv-uslubiy majmua'da keltirilgan masalalarni mustaqil ishlash talab etiladi.

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular(MT) bo'yicha talabalar tomonidan mustaqil ta'lim institut Kengashida tasdiqlangan, oliy ta'lim muassasalarida kredit-modul tizimida talabalarining mustaqil ta'limini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha **YO'RIQNOMA** asosida tashkil etilib, mustaqil ish topshiriqlari va uni bajarish muddatlari elektron platformada qat'iy belgilanadi. Elektron platformada qabul qilingan va baholangan mustaqil ishlar qog'oz varianti talab qilinmaydi. Uzrli sabablarsiz mustaqil ishni bajarish muddatini o'tkazib yuborgan talabaning o'quv faoliyati natijalari tekshirilmaydi va baholanmaydi. Uzrli sabablar esa, dekanat (registrator ofis) tomonidan o'rganib chiqilishi, dekan ruxsati bilan inobatga olinishi hamda topshiriq bajarilishi uchun yakuniy nazorat o'tkazilishiga qadar qayta topshirish muddati belgilanishi mumkin.

Mustaqil ta'lim bo'yicha o'quv faoliyati natijalari baholanmagan talaba yakuniy nazoratlarga kiritilmaydi yoki shartli ravishda elektron platforma imkoniyatidan kelib chiqib topshirish muddati belgilanishi mumkin.

Ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlaridan auditoriya soatining 25 foizini va undan ortig'ini sababsiz qoldirgan talaba yakuniy nazoratlarga qo'yilmaydi. Mashg'ulotlarning barcha mavzularini to'la o'zlashtirgan(qayta o'zlashtirish bilan) talabalarga yakuniy nazoratda ishtirok etishga ruxsat etiladi. Talaba semestr oxirida yakuniy nazorat topshiradi. Yakuniy nazoratda test, topshiriq, yozma va og'zaki shaklda, ishda savol va topshiriqlarning umumiy hajmining eng kamida 50% mustaqil ta'lim manbalaridan shakllantiriladi.

Talabalarni baholash

Talabalar bilimini baholash semestr davomida va yakuniy nazorat davomida o'qitish materiallarini o'zlashtirish ko'rsatkichi (test, topshiriq, yozma va og'zaki ish natijasi)ga asoslangan.

Galvona texnika kursi davomida talabalar 5 baho (elektron platforma 100 ballik) tizimda baholanadi. Elektron platforma 100 ball-shundan 50 ball joriy nazorat,

mustaqil ta'lim va oraliq nazorat(50 ballning 60 % JN, MT va 40 % ON), 50 ball esa yakuniy nazorat natijasiga ajratiladi. Joriy va oraliq ballarning umumiy natijasi 30 balldan past bo'lgan talabalar yakuniy nazoratga kiritilmaydi. Yakuniy nazoratda 30 va undan ko'p ball to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan hisoblanadi.

Elektron platforma Galvonatexnika fanidan VII semestrda joriy, mustaqil ta'lim, oraliq va yakuniy nazorat ballari quyidagicha taqsimlanadi:

Elektron platformada mustaqil ta'lim topshiriqlari.(T)	Maksimal ball	
Topshiriq1*	5	Mustaqil ta'lim bo'yicha 20 ball
Topshiriq2*	5	
Topshiriq3*	5	
Topshiriq4*	5	
Joriy nazorat(JN) bo'yicha ball	10	10
Oraliq nazorat(ON) bo'yicha ball	10	20
	10	
Yakuniy nazorat(YaN) bo'yicha ball	50	50
Jami:	100	100 ball

Elektron platforma Galvonatexnika fanidan VII semestrda topshiriqlar*

VII-semestr mustaqil ta'lim		
№	Topshiriq qisqacha mazmuni va shartlari	Qat'iy belgilangan muddat
T1	MT1... MT3 mavzularidan taqdimot yoki referat	23.09.2024-05.10.2024
T2	MT4... MT7 mavzularidan taqdimot yoki referat	14.10.2024-26.10.2024
T3	MT8... MT11 mavzularidan taqdimot yoki referat	11.11.2024-23.11.2024
T4	MT12... MT15 mavzularidan taqdimot yoki referat	02.12.2024-14.12.2024
Topshiriqlarning to'liq shakli bilan https://student.jizpi.uz/dashboard/login havolasiga kirish orqali tanishing va yuklab oling.		

Yevropa kredit transfer tizimi (ECTS — European Credit Transfer System)
talabalar o'zlashtirishini baholash

JADVALI

Daraja(belgi)	Ballar(foiz)	5 baholik tizimga qiyosiy taqqoslaganda	Izoh
"A"	90-100	"5"	
"B"	80-89.9	"4"	
"C"	70-79.9		
"D"	65-69.9	"3"	
"E"	60-64.9		
"FX"	55-59.9	"2"	
"F"	0-54		

Asosiy adabiyotlar:

1. Sh.P.Nurullayev, A.K.Oserbayeva, I.Ro'zmatov. Nazariy elektrokimyo. Darslik. T.:TKTI nashriyoti. Toshkent. 2022-yil. 188 bet.

2. M.N.Pozilov, R.A.Vaqqosov, S.S.Vaqqosov. Nazariy elektrokimyo. O'quv qo'llanma. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2022-yil. 192 bet.
3. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo (tu'ldirilgan va qayta ishlangan nashr), T., Iqtisod-moliya, 2016 yil, 386 b.
4. I.Ro'zmatov. Korroziya va metallarni korroziyadan saqlash. Darslik. Toshkent: Lesson press, 2022-yil, 245 bet.

Qo'shimcha adabiyotlar:

1. Sh.P. Nurullaev, Fizikaviy kimyo, T., Iqtisod-moliya, 2014 yil, 485 b.
2. X.Rustamov, B.Hasanov, Sh.P. Nurullaev. Fizikaviy kimyodan masalalar to'plami, Toshkent, "Ta'lim", 2009, 399 bet.
3. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник для вузов. - М.: Химия, 2006. - 672 с.
4. N.S.Tangyarikov, R.A.Aliyeva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatkulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Jizzax: JizPI nashriyoti. 2023-yil. 194 bet.
5. "2019 — 2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 4.10.2019.dagi PQ-4477 qarori

Internet saytlari:

1. <http://ziyonet.uz/>
2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.chem.msu.su/>
4. <https://echemistry.ru/literatura/>
5. <https://humuk.ru/>

Qo`rg`oshin+surma qotishmasidan tayyorlangan manfiy panjaralarni qo`rg`oshinlash texnologik jarayonining sxemasi:

1,2-1,25 g/sm³ zichlikdagi ishqor bilan qayta ishlash;

Issiq suvda yuvish;

Sovuq oqar suvda yuvish;

1,1-1,2 g/sm³ zichlikli sulfat kislotada neytrallash;

Sovuq oqar suvda yuvish;

Qo`rg`oshinlash;

Sovuq suvda yuvish;

Issiq suvda yuvish;

Quritish;

Qoplamani sifatini texnik nazorat qilish.

Kumush+ruxli tok manbalarni tok uzatuvchi mahkamlash detallarini kumushlash texnologik jarayonining sxemasi:

Benzinda yog`sizlantirish;

Quritish;

Osmada montaj;

Elektrokimyoviy yog`sizlantirish;

Issiq suvda yuvish;

Sovuq oqar suvda yuvish;

Amalgamatsiya;

Sovuq oqar suvda yuvish;

Kumushlash ;

Elektrolitning vanna ushlagichida yuvish;

Sovuq oqar suvda yuvish;

Issiq suvda yuvish;

Quritish;

Plastinkani sifatini texnik nazorat qilish.

Ishqoriy akkumulyatorlarni tok uzatuvchi mahkamlash detallarini nikellash texnologik jarayonining sxemasi:

Benzinda yog`sizlantirish;
Issiq suvda yuvish;
Elektrokimyoviy yog`sizlantirish;
Issiq suvda yuvish;
Barabanda galtovkalash (sayqallash);
Sovuq oqar suvda yuvish;
Kimyoviy dorilab tozalash;
Sovuq oqar suvda yuvish;
Nikellash;
Sovuq oqar suvda yuvish;
Issiq suvda yuvish;
100-120⁰S temperaturada quritish;
Qoplama sifatini nazorat qilish.

Elektrokimyoviy qoplamani qoplash uchun qurilmalar.

Elektrokimyoviy qoplamalarni qoplash uchun quyidagi tur qurilmalar ishlatiladi:
Statsionar vannalar;
Sharikli va barabanli vannalar;
Yarim avtomatik vannalar;
Avtomatik konveyr qurilmalar.

Ishqoriy akkumulyatorlarni po`lat idishlarini nikellash texnologik jarayonining sxemasi:

Sulfat kislota bilan kimyoviy yedirish;
Sovuq suvda yuvish;
Elektrokimyoviy yog`sizlantirish;
Issiq suvda yuvish;
Cho`tkalar bilan tozalash;
Sovuq suvda yuvish;
Kimyoviy dorilab tozalash;
Sovuq suvda yuvish;
Nikellash;
Issiq suvda yuvish;
60-120⁰S temperaturada quritish;
Qoplamani sifatini texnik nazorat qilish.

1. Nasos 30% li sulfat kislotani bir joydan ikkinchi joyga uzatib bermoqda. Uzatish trubasidagi manometr ko'rsatkichi $1,8 \text{ kg/sm}^2$ ($0,18 \text{ MPa}$), so'rish trubasidagi vakuummetr ko'rsatkichi 29 mm.sim.ust. Manometr vakuummetrdan $0,5\text{m}$ balanda joylashgan. So'rish va uzatish trubalarining diametrlari bir xil. Nasos qosil qilayotgan naporni aniqlang.

2. Nisbiy zichligi $1,16$ ga teng bo'lgan suyuqlikni nasos $14 \text{ dm}^3/\text{s}$ miqdordagi sarf bilan uzatmoqda. Umumiy napor 58 m . Nasosning F.I.K.= $0,64$, uzatishning F.I.K.= $0,97$, elektrodvigatelning F.I.K.= $0,95$. O'rnatilishi kerak bo'lgan dvigatel quvvati qanday bo'ladi?

3. Umumiy napori 804 Pa (85 mm.suv.ust.) ga teng bo'lgan, ish unumdorligi minutiga 110 m^3 bo'lgan ventilyatorga qanday quvvatli elektrodvigatel o'rnatilishi kerak bo'ladi. Ventilyator F.I.K.= $0,47$ ga teng.

4. Ikki tomonlama ishlaydigan plunjerli nasos soatiga 20 m^3 sutni uzatmoqda. Plunjer diametri 125 mm , shtokning diametri esa 40 mm , krivoship radiusi 130 mm va nasosning krivoship-shatun mexanizmining chastotasi 70 ayl/min. Ushbu nasosning uzatish koeffitsienti aniqlansin.

5. Shesternali nasos shesternasining 12 ta tishi bo'lib, uning eni 42 mm . Har bir tishning ko'ndalang kesimining yuzasi qo'shni shesternaning tashqi aylanasi bilan chegaralagan bo'lib 980 mm^2 tengdir. Nasosning ish unumdorligi $0,312 \text{ m}^3/\text{min}$ bo'lsa, nasosning uzatish koeffitsienti aniqlansin.

6. 120 ayl/min aylanish chastotasiga ega bo'lgan markazdan qochma tajriba vaqtida quyidagicha ko'rsatkichga ega bo'lgan:

Q, l/s	10,80	21,2
N, m	25,80	25,4
N, kVt	7,87	10,1

Haydalayotgan suyuqlikning solishtirma zichligi $1,12$ ga teng. Nasosning F.I.K. hisoblansin.

1. Uzunligi 40 m, diametri 51x2,5 mm bo'lgan bu-
o'tkazgich qalinligi 30mm li izoliyatsiyalovchi qatlam bilan
qoplangan. Izoliyatsiyaning tashqi sirti temperaturasi $t_2=45\text{ }^{\circ}\text{S}$,
ichki sirtiniki esa $t_1=175\text{ }^{\circ}\text{S}$. Bu o'tkazgichning 1 soat davomida
qancha issiqlik yo'qotganligini aniqlang. Izoliyatsiyaning issiqlik
o'tkazish koeffitsienti $\lambda = 0,116 \text{ Bm} / (\text{m} \cdot \text{K})$ ga teng.

2. a) $t=20\text{ }^{\circ}\text{S}$ li suyuq xloroform uchun; b) $t=160\text{ }^{\circ}\text{S}$ va
 $P_{\text{abs}}=1\text{ atm}$.da sulfat angidridi; v) solishtirma issiqlik sig'imi
 $2,72 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ bo'lgan 30 % li kaltsiy xloridi uchun issiqlik
o'tkazuvchanlik koeffitsientini xisoblang.

3. Temperaturasi $106\text{ }^{\circ}\text{S}$ bo'lgan bug'latish apparatidan
chiqayotgan qaynoq xoldagi kontsentrlangan eritma temperaturasi
 $15\text{ }^{\circ}\text{S}$ bo'lgan sovutilgan suyuq eritmani $50\text{ }^{\circ}\text{S}$ gacha qizdirishga
xizmat qiladi. Kontsentrlangan eritma $60\text{ }^{\circ}\text{S}$ gacha sovutiladi.
To'g'ri va qarama-qarshi oqimli sxema uchun o'rtacha
temperaturalar farqini aniqlang.

4. Spiralsimon issiqlik almashgichning issiqlik uzatish
koeffitsientini quyidagi ma'lumotlar asosida aniqlang: issiqlik
almashinish sirti 48 m^2 ; apparatda suv $85,5\text{ t/soatda}$ $77\text{ dan }95\text{ }^{\circ}\text{S}$
gacha qizdiriladi. Qizdirish $0,23\text{ atm}$ ortiqcha bosimda to'yingan
bug' bilan olib boriladi.

5. Diametri 2 m va balandligi 5 m bo'lgan apparat
qalinligi 75 mm li asbestdan tayyorlangan issiqlikni saqlovchi
qatlam bilan o'ralgan. Apparat devori temperaturasi $146\text{ }^{\circ}\text{S}$,
qatlamning tashqi temperaturasi $40\text{ }^{\circ}\text{S}$. Izoliyatsiyalovchi qatlam
orqali sarflanayotgan issiqlik sarfini aniqlang.

6. Suyuq nitrobenzolning issiqlik o'tkazuvchanlik
koeffitsientini ($120\text{ }^{\circ}\text{S}$) xisoblang.

1. Bug`latish apparatining dastlabki eritma bo`yicha unumdorligi 2650 kg/soat ga teng. Dastlabki eritma konsentratsiyasi 50g/l. Bug`latilgan eritmaning zichligi 1189 kg/m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Bug`latilayotgan eritma bo`yicha apparatining unumdorligini aniqlang.

2. 1500 kg kaliy xlorid eritmali konsentratsiyasini 8 % dan 30 % gacha o`zgartirishi uchun qancha suvni bug`latish kerak bo`ladi.

3. 2 l suv, 8 kg muz va 5 kg osh tuzidan iborat sovutuvchi aralashmasining solishtirma issiqlik sig`imini aniqlang.

4. Eritma tarkibi 0,7 m³ sulfat kislotadan (100 % li), 400 kg mis kuporosi (CuSO₄*5H₂O) va 1,4 m³ suvdan iborat. quyidagilarni aniqlang.

A) Eritmaning solishtirma issiqlik sig`imi;

B) Eritmani 12 dan 58 °S gacha qizdirish uchun kerakli quruq to`yingan bug` miqdorini xisoblang. Eritmani qizdirish uchun vaqtida apparat yo`qotgan issiqlik 25100 kJ ni tashkil etadi.

5. 1000 g suvga 7,0 mol ammoniy sulfat eritilgan 10000 kg/soat eritmani 85 °S dan 35 °S gacha sovutish uchun kerakli qarama-qarshi oqimli kristallizatorning sovutilishi kerak bo`lgan yuzasini xisoblang. Bug`latishda suv bug`lanadi (boshlang`ich eritmaning 5% massali miqdordagi) Issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsienti 127 Wt/(m²*K) ga teng. Sovutuvchi suv 13 dan 24 °S gacha qizdiriladi. Uning sarfini xam aniqlang.

6. Boshlangich natriy gidrooksidi tarkibida 79 g/l suv bor. 30 °S da bug`latilgan eritma zichligi 1,555 g/sm<sup>3</sup> ga teng. Bu esa 840 g/l konsentratsiyali eritmaga mos keladi. 1 t boshlangich eritmadan bug`latilayotgan suv miqdorini aniqlang.

1. Ikkita teng xajmli benzol va nitrobenzol aralashtirildi. Suyuq aralashma xajmini komponentlar xajmiga teng deb xisoblab, aralashma zichligini, nitrobenzolning nisbiy massaviy konsentratsiyasi $\bar{X}$ ni va uning xajmiy mol konsentratsiyasi C_x ni toping.

2. Suyuq faza tarkibida 20 % xloroform, 40 % atsetilen, 40 % uglerod sulfid bor. Protsentlar molli aralashtirilganda xajmini o'zgarmas deb xisoblab, aralashma zichligini aniqlang.

3. Atmosfera bosimi ostida quyidagilarning molekulyar diffuziyaning koeffitsientini aniqlang.

A) 100 °S temperaturada benzol buqining toluol bug'ida;

B) 92 °S da etil spirti buqining suv bug'ida.

4. $\beta_y = 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa})$, $\beta_x = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

qiymatlarda suv bilan sug'orib turiladigan absorberning massa uzatish koeffitsientini aniqlang. Apparatdagi bosim $P_{\text{abs}} = 1,07 \text{ atm}$. Muvozanat chiziqlarining molli ulushlardagi tenglamasi: $Y^* = 1,02x$.

5. Nasadkali absorberdagi suyuq fazaga 20 °S temperaturada uglerod (IV)-oksidi yuttirilayotgan bo'lsa, massa berish koeffitsientini aniqlang. Yuqori zichligi 60 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$. Nasadka o'lchamlari 35x35x4 mm li keramik xalqalardan iborat. Nasadkalarining namlanish koeffitsienti $\varphi = 0,86$ ga teng.

6. $P_{\text{abs}} = 3,1 \text{ atm}$. Gaz va suyuq fazalarning muvozanatli tarkibi Genri qonuni bilan xarakterlanadi ($P^* = 0,08 \cdot 10^6 x$).

quyidagilarni aniqlang:

A) massa uzatish koeffitsientlari K_y va K_x larni;

B) suyuq faza diffuzion qarshiligining gaz faza diffuziya qarshiligini necha marta farq qilishini aniqlang.

Krezol suv bug'i bilan xaydalmoqda($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$)

A) atmosfera bosimida; b) 300 mm.sim.ust.da;

1) Xaydash temperaturasi; 2) olingan aralashmaning massaviy tarkibini; 3) bug'dagi krezolning xajmiy foizini va uning partial bosimini aniqlang. ga teng oling.

2. Benzol va toluolning aralashmasi 950S da qaynaydi. 950S da benzolning to'yingan bug' osimi $R_b=1167$ mm.sim.ust.ga, toluolning to'yingan bug' bosimi $R_t=480$ mm.sim.ust.ga teng. qaynab turgan suyuqlikning tarkibini aniqlang. Aralashmani Raul qonuniga bo'ysunadi, deb xisoblang.

3. 2600kg sirka kislota va suv aralashmasi atmosfera bosimi ostida oddiy usulda xaydalmokda. Dastlabki aralashmada 10% sirka kislota, 50% sirka kislota qoldiqi mavjud. Distillyat va qoldiq massasini, distillyat tarkibini aniqlang.

4. Uzluksiz ishlovchi rektifikatsiyalash kolonnasida etil spirti va suv aralashmasi xaydalmoqda. Kolonna pastki qismi ishchi chiziqli tenglamasi $u=1,28x+0,0143$. Kub qoldiqidagi spirtning massaviy tarkibini toping.

5. Uzluksiz ishlovchi rektifikatsion kolonnada atmosfera bosimi ostida 340 kmol/soat suv-sirka kislota aralashmasi xaydalmokda. Ishchi chiziqlar kesishish nuqtasi ordinatasi 0,48 ga teng. Kolonna yuqorigi qismi ishchi chiziqli tenglamasi $u=0,84x+0,15$. Deflegmatorga kiruvchi bug' miqdori 580 kmol/soatga teng. Kub qoldiqi miqdori va uning tarkibidagi sirka kislotaning massaviy konsentratsiyasini aniqlang.

6. Geksan va suvdan iborat aralashmadan tarkib topgan suyuqlikning 500S da muvozanatli bug' fazasi tarkibini qisoblang. Ularni o'zaro bir-birida erimaydi deb qisoblang.

GALVANOTEKNIKA FANIDAN TEST SAVOLLARI

1 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi -1;

Eng ko‘p tarqalgan elektrod qaysi?
Kalomel elektrod
Vodorod elektrod
Amalgama elektrod
Oksidlanish - qaytarilish elektrod

№2 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi -2;

Qaysi tenglama CO ₂ gazi uchun sifat reaksiyasi hisoblanadi?
CO ₂ +Ca(OH) ₂ = CaCO ₃ +H ₂ O
CO ₂ +2Mg=2MgO+C
CO ₂ +2NaOH = Na ₂ CO ₃ +H ₂ O
CO ₂ +CaO=CaCO ₃

№3 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -3;

Uchta probirkada nomlari yozilmagan HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ kislotalar eritmalari berilgan. Xlorid kislotani qaysi reaktiv yordamida aniqlash mumkin?
kumush nitrat
kalsiy gidroksid
nitriy gidroksid
bariy xlorid

№4 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -3;

Beshta probirkaga temir (III) xlorid, ammoniy xlorid, mis (II) xlorid, temir (II) xlorid va alyuminiy xlorid tuzlarining suyultirilgan eritmalari berilgan. Ularning har birini qaysi reaktivdan foydalanib aniqlash mumkin
kaliy gidroksid
sulfat kislota
kaliy sulfid
lakmus

№5 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -1;

Elektrolitning dissosialanish darajasini oshirish uchun qanday amallarni bajarish kerak? 1) elektrolitni sovutish 2) elektrolitga suv qo‘shish 3) elektrolitni bug‘latish 4) bosimni orttirish 5) isitish 6) bosimni kamaytirish
2.5
2.4
1.3
4.5

№6 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi –3; Qiyinlik darajasi -2;

Xlorid va sulfat kislotalarni bir-biridan farqlash imkonini beradigan moddani

tanlang
bariy nitrat
kumush
Rux
natriy silikat

№7 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -1;

Natriy sulfid, magniy sulfat va kaliy nitrat eritmalarini bir-biridan farqlash imkonini beradigan reaktivni tanlang.
lakmus
fenolftalein
alyuminiy gidroksid
temir (III) xlorid

№8 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -1;

Kislotalar kabi dissosilana oladigan gidroksidlarni ko`rsating. 1) xrom (III) gidroksid 2) qo`rg`oshin (II) gidroksid 3) magniy gidroksid 4) qalay (II) gidroksid
1
2
1.2.4
1.4

№9 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -1;

Dissosilanish darajasi qanday omillarga bog`liq? 1) temperaturaga 2) konsentrassiyaga 3) erituvchi tabiatga 4) erigan moddaning tabiati 5) katalizator
1,2,3,4
1.2.4.5
1.2.3.5
1.3.4.5

№10 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi -3;

18 ⁰ C da sirka kislotaning 0,1 molyarli eritmasida kislotaning dissosilanish darajasi 3 % ga teng bo`lsa, eritmadagi vodorod ionlarining konsentrassiyasini (mol.l ⁻¹) toping.
0,003
0,005
0,006
0.001

№11 Fan bobi-1; Fan bo`limi-23; Qiyinlik darajasi-1;

Argentometrik metodning Mor usuli bo`yiicha xlor ionini aniqlashda qaysi modda indikator hisoblanadi
--

Kaliy xromat
Temir ammoniyli achchiqtosh
Eozin
Flyurest-sein

№12 Fan bobi-1; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Ionlanish konstantasi $1.8 \cdot 10^{-5}$ bo`lgan eritmaning pH, qiymatini hisoblang
10.63
11.00
11.63
13.03

№13 Fan bobi-1; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi qachon va kim tomonidan taklif qilingan
C.Arrenius, 1887yil
P.Debay va E.Gyukkel1923
<i>Nernst, 1889 yil</i>
Eynshteyn, 1905 yil

№14 Fan bobi-1; Fan bo`limi-24; Qiyinlik darajasi-1;

To`liq cho`kishga qanday omillar ta`sir qiladi?
Cho`kmaning eruvchanligi,cho`ktiruvchi mikdori va eritmaning vodorod ko`rsatkichi
Eritmaning pH
Cho`ktiruvchi mikdori
Cho`ktiruvchi mikdori eritma pH

№15 Fan bobi-1; Fan bo`limi-24; Qiyinlik darajasi-3;

$\alpha_{BaSO_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ bo`lganda bariy sulfatning toza suvdagi molyar eruvchanligi nechaga teng bo`lishini hisoblang.
$1,05 \cdot 10^{-5}$ mol/l
$4,5 \cdot 10^{-8}$ mol/l
$5,5 \cdot 10^{-11}$ mol/l
$1,1 \cdot 10^{-4}$ mol/l

№16 Fan bobi-1; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Natriy sulfidning gidrolizini qanday qilib kuchaytirish mumkin?
Kislota qo`shish, suyultirish va qizdirish
Kislota qo`shish
Sovutish

Ishqor qo'shish

№17 Fan bobi-1; Fan bo'limi-22; Qiyinlik darajasi-2;

Permanganometriyada ishchi eritma sifatida qanday eritma ishlatiladi
Kaliy permanganat
Sulfat kislota
Natriy atsetat
Oksalat kislota

№18 Fan bobi-1; Fan bo'limi-23; Qiyinlik darajasi-1;

Galogenid ionlarini oz eriydigan simob (I) tuzlari holida cho'ktirish reaksiyalariga asoslangan metod nomi qanday ataladi.
Merkurometriya
Redoksimetriya
Argentometriya
Rodanometriya

№19 Fan bobi-1; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Elektrolitning ionlanish darajasi qanday omillarga bog'liq?
harorat, kontsentratsiya va ionlanish konstantasiga
haroratga
bosimga
kontsentratsiya

№20 Fan bobi-1; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Kuchli elektrolitlarning ionlanish jarayonining mikdoriy tavsifi nima hisoblanadi?
Effektiv ionlanish darajasi
Ionlanish konstantasi
Aktivlik koeffitsienti
Eritmaning ion kuchi

№21 Fan bobi-1; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Qanday omillar kuchli elektrolitlarning 100% dissotsilanishini tasdiklaydi?
Spektral, rentgenografik tekshirishlar va reaksiyalarning termokimyoviy effektlari
Spektral tekshirishlar
Reaksiyalarning termokimyoviy effektlari
rentgenografik tekshirishlar

№22 Fan bobi-1; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Termodinamikaning birinchi qonuni kim tomonidan va qachon kashf etilgan?
--

Lomonosov-1718
Karno-1729
Meyer-1712
Bertlo-1715

№23 Fan bobi-1; Fan bo`limi-21; Qiyinlik darajasi-2;

Indikator rangi keskin o'zgaradigan pH qiymati qanday nomlanadi.
Titrlash ko'rsatkichi
Ekvivalent nuqta
Indikator ko'rsatkichi
Indikator ranjning o'tish oralig'i

№24 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Ochiq termodinamik sistemaga qanday sistema deyiladi?
Izolyasiyalanmagan
Izolyasiyalangan
Geterogen
Murakkab

№25 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Agar jarayon davomida termodinamik sistema qator o'zgarishlardan keyin yana u va tashqi muhit avvalgi xolatiga, bunday jarayonga nima deyiladi?
Qaytar
Izotermik
Izoxorik
Izobarik jarayon

№26 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Agar jarayon vaqtida sistema tashqi muhit bilan issiqlik almashinmasa, bunday jarayonga nima deyiladi?
Izotermik
Aylanma jarayon
Izobarik jarayon
Adiabatik jarayon

№27 Fan bobi-2; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Energiya ish va issiqlik tarzida bir-biriga aylanadigan jarayonlarda o'zgarishini qaysi qonun ifodalaydi?
Boyl'-Mariott qonuni
Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni
Termodinamikaning uchinchi qonuni.

№28 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Qaysi qonunga muvofiq energiya sarflamay turib ish bajarib bo'lmaydi?
Termodinamikaning ikkinchi qonuni
Termodinamikaning birinchi qonuni
Energiyaning saqlanish xonuni
Massalar ta'siri qonuni

№29 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Murakkab moddaning bir moli moddalarga ajralganda chiqqan yoki yutilgan issiqlikka qanday issiqlik deyiladi?
Hosil bo'lish issiqligi
Neytrallanish issiqligi
Erish issiqligi
Birikish issiqligi

№30 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

1 mol modda 300-400 mol erituvchida eriganda ajraladigan yoki yutiladigan issiqlikka nima deyiladi?
Erish issiqligi
Ajralish issiqligi
Xosil bo'lish issiqligi
Xosil bo'lish issiqligi;

№31 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Izolyasiyalangan sistemaning entropiyasi qaytmis jarayonlarda ortib boradi, qaytar jarayonlarda o'zgarmasdan qoladi, lekin u xech qachon o'z o'zidan kamaymaydi – degan ta'rif qaysi qonunga taalluqli?
Termodinamikaning ikkinchi qonuni
Energiyaning saqlanish qonuni
Termodinamikaning birinchi qonuni
Gess qonuni

№32 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Agar sistema bir muvozanat xolatidan ikkinchi xolatga uzluksiz oraliq muvozanat xolatlari orqali juda sekin o'tsa, bunday o'zgarishga qanday jarayon deyiladi?
Izoxorik jarayon
Qaytar jarayon

Qaytmas jarayon
Izotermik jarayon

№33 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

O'z-o'zicha va faqat bir yunalishda boradigan jarayonga nima deyiladi?
Qaytmas jarayon
Qaytar jarayon
Izobarik jarayon
Izotermik jarayon

№34 Fan bob-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Issiqlik sovuq jismdan issiq jismga o'z-o'ziga o'tishi mumkin emas-bu gap qaysi qonunga taalluqli?
Termodinamikaning birinchi qonuni
Energiyaning saqlanish qonuuni
Termodinamikaning ikkinchi qonuni
Gess qonuni

№35 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Kristall jismning suyuqlanishi va suyuqlikning bug'lanishi qaysi jarayonga taalluqli?
Izotermik jarayon
Izobarik jarayon
Izoxorik jarayon
Qaytmas jarayon

№36 Fan bob-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Issiqlikning issiq jismdan sovuqroq jismga o'tishi qaysi jarayonga ta'aluqli?
Qaytmas jarayon
Izobarik jarayon
Qaytar jarayon
Izoxorik jarayon

№37 Fan bob-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Issiqlikning ishga aylana olmaydigan qismiga nima deyiladi?
Bog'langan energiya
Jarayon
Entalpiya
Bog'lanmagan

№38 Fan bob-2; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-2;

Sistema extimolligi kamroq bo'lgan xolatdan extimolligi ko'proq bo'lgan xolatga o'z-o'zicha o'tishga xarakat qiladi, bu qaysi jarayonga taaluqli?
Qaytmas
Izobarik
Izoxorik
Qaytar

№39 Fan bobi-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Qaytar jarayonda berilgan sharoitlarda sistema bajargan ishini xisoblab topishga yordam beradigan, sistemaning xolatini aniqlovchi parametrlar asosida olingan funksiyalarga nima deyiladi?
Termodinamik potensial
Qaytar jarayon
Qaytmas jarayon
Intensivlik faktori

№40 Fan bobi-2; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-3;

Har qanday sistema ichki energiyasining o'zgarmas temperaturada foydali ishga aylana oladigan qismiga qanday energiya deyiladi?
Erkin energiya
Potensial energiya
Ichki energiya
Kinetik energiya

№41 Fan bobi-2; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-5;

Ichki energiyaning xech qanday sharoitda foydali ishga aylantirib bo'lmaydigan va faqat issiqlikka aylantirib, tarqalib ketishi mumkin bo'lgan qismiga qanday energiya deyiladi?
Bog'langan energiya
Erkin energiya
Potensial energiya
Kinetik energiya

№42 Fan bobi-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Xarakatdagi jismning ish bajarishiga sarf bo'lishi mumkin bo'lgan energiyasi, qanday energiya xisoblanadi?
Kinetik energiya
Potensial energiya
Ichki energiya
Erkin energiya

№43 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Izobarik jarayonlarda termodinamik sistemaning xolatini belgilovchi funksiyaga nima deyiladi?

Entalpiya

Entropiya

Dispers faza

Sistema

№44 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Energiya-ish va issiqlik tarzida bir-biriga aylanadigan jarayonlarda energiyaning o'zgarishini qaysi qonun ifodalaydi?
--

Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni

Gess qonuni

№47 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Jarayonning borish sharoiti, unda qanday jism yoki moddalar ishtrok etishiga qaramasdan, termodinamik sistemaning energiyasi o'zgarmaydi, faqat ekvivalent nisbatlarda bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin-bu qaysi qonunga taalluqli?

Termodinamikaning birinchi qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni

Gess konuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

№48 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Bir modda zarrachalarining ikkinchi modda zarrachalari orasida bir tekis taqsimlanishidan iborat jarayonga nima deyiladi?

Erish jarayoni

Adiabatik jarayon

Cho'kish jarayoni

Bug'lanish jarayoni

№49 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Erimay qolgan modda bilan cheksiz uzoq vaqt birga mavjud bo'la oladigan, ya'ni muvozanatda turadigan eritmaga, qanday eritma deyiladi?
--

To'yingan eritma

To'yinmagan eritma

O'ta to'yingan eritma

Konsentrlangan eritma

№50 Fan bobi-2; Fan bo'limi-11; Qiyinlik darajasi-1;

Erituvchining parda orqali eritmaga o'tish xodisasiga qanday xodisa deyiladi?

Sedimentatsiya xodisasi

Diffuziya xodisasi

Erish xodisasi

Osmos xodisasi

№51 Fan bobi-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Ideal kristallar xolida mavjud bo'ladigan toza moddalarning entropiyasi absolyut nol temperaturada nolga teng, undan yuqori temperaturalarda albatta noldan katta-degan ta'rif qaysi qonunga ta'luqli?
--

Termodinamikaning uchinchi qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni
--

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

№52 Fan bobi-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Yonish yoki xosil bo'lish issiqliklardan foydalanib kimyoviy reaksiyalar issiqlik effektlarni xisoblash uchun qaysi qonundan foydalanadi?

Gess qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni

№53 Fan bobi-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Tirik organizm energiyani oziq-ovqatdan oladi. Oziq-ovqat organizmda parchalanadi, bunda energiyaga ajraladi va bu energiya issiqlik xosil qilishga, mexanik ish bajarishga, turli xil sintez reaksiyalariga sarflanadi. Bu jarayonlar qaysi qonun bo'yicha amalga oshadi?
--

Energiyaning saqlanish qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonunini

Gess qonuni

№54 Fan bobi-2; Fan bo'limi-8; Qiyinlik darajasi-1;

Issiq xavo ta'sirida so'liy boshlagan o'simlik bargiga suv purkalanganda uning qaytadan «tirilishi» qanday xodisa xisoblanadi?
--

Osmos xodisasi

Diffuziya xodisasi

Erish xodisasi
Sedimentatsiya xodisasi

№55 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Suyultirilgan eritmada erigan modda shu temperaturada gaz xolida bo`lib, eritma egallagan xajmni egallaganda qanday bosimga ega bo`lsa, eritmaning osmotik bosimi shu bosimga teng bo`ladi,- bu ta`rif qaysi qonunning ta`rifi?

Raul qonuni
Vant-Goff qonuni
Gess qonuni
Genri qonuni

№56 Fan bobi-2; Fan bo`limi-7; Qiyinlik darajasi-1;

$\pi = CRT$ tenglamasi qaysi qonunning matematik ifodasi xisoblanadi?

Vant-Goff qonuni
Gess qonuni
Raul qonuni
Massalar ta`siri qonuni

№57 Fan bobi-2; Fan bo`limi-8; Qiyinlik darajasi-1;

Qaysi xodisa tufayli tuproqdagi suv o`simliklarning xujayralariga kiradi va daraxt uchlaridagi barglarga borib etguncha o`nlab metr yuqoriga ko`tariladi?

Osmos xodisasi
Diffuziya xodisasi
Sedimentatsiya xodisasi
Erish xodisasi

№58 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti bog`liq bo`ladi:

Sistemaning boshlang`ich va oxirgi xolatiga
Sistemaning boshlang`ich xolatiga
Sistemaning oxirgi xolatiga
Sistemaning boshlang`ich, oxirgi xolatlari va jarayonning yo`nalishiga

№59 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Entropiyaning o`zgarishi orqali jarayonning yo`nalishini bilish uchun sistemaning qanday parametrlarini o`zgarmas xolda saqlash kerak:

R va V
R va T
U va R

V va T

№60 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-3;

2SO ₂ + O ₂ = 2SO ₃ ; ΔH=-192kJ reaksiyasida muvozanat, bosim ortganda qaysi tomonga siljiydi?

O'ng tomonga

Bosimni qanchaga o'zgarishiga bog'liq

Chap tomonga

Siljimaydi

№61 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Gibbsning fazalar qoidasining tenglamasi:

S+F=K+2

S-K=F-2

K-F=S-2

S-F=K+2

№62 Fan bobi-2; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Suyuqliklarda gazlarning eruvchanligini bosimga bog'liqligini toping.

Bosim ortishi bilan eruvchanlik ortadi
--

Gazning bosimi ortishi bilan uning eruvchanligi kamayadi
--

Gazlarning eruvchanligi bosimga bog'liq emas
--

Bosim ortishi bilan gazlarning eruvchanligi ortishi xam mumkin, kamayishi xam mumkin
--

№63 Fan bobi-2; Fan bo`limi-7; Qiyinlik darajasi-3;

Raul qonunining tenglamasni ko'rsating.

$(R_A^0 - R_A) / R_A^0 = N_B$

$R_A^0 - R_A = N_B$

$(R_A^0 - R_A) / R_A^0 = N_A$

$(R_V^0 - R_V) / R_V^0 = N_B$

№64 Fan bobi-2; Fan bo`limi-7; Qiyinlik darajasi-2;

Krioskopik konstantani (K) fizik ma'nosi (suv uchun).

1 kg suvda 1 mol' modda eritilganda suvning muzlash temperaturasi qanchaga kamayishini ko'rsatadi

1l suvda 1 mol' modda eritilganda suvning muzlash temperaturasi qanchaga kamayishini ko'rsatadi

1 kg eritmada 1 mol' modda eriganda suvning muzlash temperaturasi qanchaga kamayishini ko'rsatadi

1 kg eritmada 1 g modda erigan eritmaning muzlash temperaturasi ko'rsatadi
--

№65 Fan bobi-2; Fan bo'limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

Kimyoviy reaksiyalarning muvozanat konstantasining standart qiymati qaysi tenglama bilan hisoblanadi?

$\lg K_p = -\Delta H_T / 2,3RT + \Delta S_T / 2,3 R$
--

$\Delta G = -RT \ln K_c$

$\Delta G^0 = -RT \ln K_p$

$\Delta F = -RT \ln K_p$

№66 Fan bobi-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Qanday jarayonlarda ΔG ning qiymati ($T = \text{const}$) orqali jarayonning borish-bormasligini aniqlash mumkin?
--

Izobarik

Adiabatik

Izotermik

Izoxorik

№67 Fan bobi-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Izolirlangan sistemalarda qaysi parametr o'zgarmas bo'ladi?

U

P va T

T va V

P

№68 Fan bobi-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Gess qonuni bo'yicha kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlarini hisoblashda quyidagilarning qaysi biridan foydalaniladi?
--

Dastlabki va oxirgi maxsulotlarning hosil bo'lish issiqlik effektlaridan
--

Dastlabki moddalarning hosil bo'lishi issiqlik effektlaridan
--

Maxsulotlarning hosil bo'lish issiqlik effektlaridan
--

Ichki energiyaning o'zgarishidan

№69 Fan bobi-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Termodinamikaning I qonunining matematik ifodasi:

$\delta Q = dU + \delta A$

$\delta A = dU + \delta Q$

$\delta Q = \delta A - dU$

$\delta Q = dU + \delta A$

№70 Fan bobi-2; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-2;

Klauzius-Klayperon tenglamasi:
$dP/dT = \Delta H / T(V_2 - V_1)$
$dP/dT = T(V_2 - V_1) / \Delta H$
$\Delta H = dP/dT (V_2 - V_1)$
$\Delta H = T dP/dT (V_2 - V_1)$

№71 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-4;

Bug‘ mashinasining foydali ish koeffitsienti (η) qaysi formuladan xisoblab topiladi: Q_1 – isitgichdan berilgan issiqlik miqdori; Q_2 – sovutgichga berilgan issiqlik.
$Q_1 - Q_2 / Q_1 = \eta$
$Q_2 - Q_1 / Q_1 = \eta$
$Q_1 / Q_1 - Q_2 = \eta$
$Q_1 - Q_2 / T_1 Q_1 = \eta$

№72 Fan bobi-2; Fan bo`limi-8; Qiyinlik darajasi-1;

$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ reaksiyasida bosim ortganda muvozanat qaysi tomonga siljiydi?
O‘ngga
Chapga
Siljimaydi
Temperaturaga bog‘liq

№73 Fan bobi-2; Fan bo`limi-10; Qiyinlik darajasi-1;

Osmotik bosim qaysi tenglama yordamida xisoblanadi?
$\pi = cRT$
$\pi = PV$
$\pi = RT \ln K_c$
$\pi = RT \ln K_p$

№74 Fan bobi-2; Fan bo`limi-9; Qiyinlik darajasi-1;

Konovalovning 1 - qonuni buyicha suyuq fazada biror komponentning nisbiy miqdori oshirilsa, bug‘ fazada uning miqdori
Ortadi
Kamayadi
O‘zgarmaydi
Suyulikning tabiatiga bog‘lik

№75 Fan bobi-2; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Azeotrop aralashmalarni oddiy xaydash usuli bilan komponentlarga ajratish mumkinmi?
Mumkin emas
Mumkin
Past bosimlarda ajratish mumkin
Fakat yukori bosimlarda

№76 Fan bob-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Kirxgof qonuni kimyoviy reaksiyalarni issiqlik effektlarining qaysi parametrga bog'liqlarigini ko'rsatadi?
Bosimga
Temperaturaga
Xajmga
Bosimga va temperaturaga

№77 Fan bob-2; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-3;

ΔG ning o'zgarishi orqali biror jarayonning yo'nalishini bilish uchun sistemaning kanday parametrlari doimiy bo'lishi kerak?
R va T
U va V
V va T
P va V

№78 Fan bob-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-3;

Isitish jarayonlarida temperatura ortishi bilan entropiya o'zgarishi qo'yidagi qaysi tenglama bilan hisoblanadi?
$\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$
$\Delta S = n C_v \ln T_2 / T_1$
$dS = n C_v \ln T_2 / T_1 + n R / V dV$
$\Delta S = n_1 R \ln V_1 - V_2 / T_1$

№79 Fan bob-2; Fan bo'limi-6; Qiyinlik darajasi-4;

Agar $C_p = 33,14 + 10,27 \cdot 10^{-3} T - 16,8 \cdot 10^{-7} T^2$ bo'lsa, benzolning 303 K dagi haqiqiy issiqlik sig'imi qanday bo'ladi.
33,45 kJ/mol
54,15 kJ/mol
47,35 kJ/mol
23,27 kJ/mol

№80 Fan bob-2; Fan bo'limi-8; Qiyinlik darajasi-1;

Ebulioskopik konstanta qaysi eritmaning qaynash temperaturasi ortishini ko'rsatadi?
1kg erituvchida 1 mol modda erigan
1l eritmada 1 mol modda erigan
1kg eritmada 1g modda erigan
100g eritmada 1 mol modda erigan

№81 Fan bobi-1; Fan bo'limi-9; Qiyinlik darajasi-1;

$\text{CaCO}_{3(q)} = \text{CaO}_{(q)} + \text{CO}_{2(g)}$. SHu sistemada nechta faza mavjud?
3
2
4
0

№82 Fan bobi-2; Fan bo'limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Ekstraksiya jarayonlarida taqsimlanish koeffitsienti qaysi tenglama bo'yicha hisoblanaada?
$K = C_1/C_2$
$K = V_1/V_2$
$K = RT \ln K_p$
$K = K_1 / K_2$

№83 Fan bobi-2; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-1;

Qanday xollarda suv bug'i bilan xaydash usuli qo'llaniladi?
Yuqori temperaturada qaynaydigan va suv bilan aralashmaydigan moddalarni haydashda
Azeotrop aralashmalarni ajratishda
Yuqori temperaturada qaynaydigan moddalarni haydashda
Past temperaturada qaynaydigan moddalarni haydashda

№84 Fan bobi-2; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

1 mol moddani 1° ga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori nima deyiladi?
O'rtacha issiqlik sig'imi
Solishtirma issiqlik sig'imi
Molyar issiqlik sig'imi
Xaqiqiy issiqlik sig'imi

№85 Fan bobi-2; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-4;

Ammiakning chin issiqlik sig'imi qiymatini ifodasi
$C_p = 5,92 + 0,008963T - 0,000001764T^2$ bo'lsa, harorat 200 dan 300 K oralig'idagi ammiakning o'rtacha mol issiqlik sig'imi qiymati topilsin.

8,05 kal/grad
6,14 kal/grad
4,08 kal/grad
12,15 kal/grad

№86 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-3;

Reaksiyaning yo`nalishini ΔF orqali aniqlash uchun reaksiyaning qaysi parametrlarini turg'un xolda olib borish kerak?
V va T
R va T
Q va T
fakat R

№87 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Ichki energiyaning qanday qismi bog`langan energiya deyiladi?
Ishga aylanmaydigan qismi
Ishga aylanadigan qismi
O`zgarmas xajmda xammasi
O`zgarmas bosimda xammasi

№88 Fan bobi-2; Fan bo`limi-6; Qiyinlik darajasi-1;

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 192 \text{ kJ}$. Reaksiyaning muvozanati temperatura ortishi bilan qaysi tomonga siljiydi?
Chapga
O`nga
Siljimaydi
Bosimga bog`lik

№89 Fan bobi-2; Fan bo`limi-5; Qiyinlik darajasi-2;

Konsentratsiya bilan aktivlik qaysi formula orqali bog`langan?
$a = \gamma c$
$a = c/\gamma$
$c = \gamma a$
$a = cRT$

№90 Fan bobi-2; Fan bo`limi-8; Qiyinlik darajasi-2;

Noelektrolit eritmalarning muzlash va qaynash temperaturalari o`zgarishining konsentratsiyaga bog`lig`ligini tenglamasi:
$\Delta T_m = k_s, \Delta T_k = E_s$
$\Delta T_m = E_s, \Delta T_k = k_s$

$\Delta T_m = k/s, \Delta T_k = E/s$
$\Delta T_m = ikc, \Delta T_q = iEc$

№91 Fan bobi-2; Fan bo`limi-9; Qiyinlik darajasi-2;

Bir komponentli sistemada fazalar soni 3 ga teng bo`lsa ( $F=3$ ), erkinlik darajasi nechaga teng bo`ladi?
3
5
2
0

№92 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-3;

Ekstraksiya usulini qo`llash uchun eritma bilan ekstragent o`zaro:
Aralashmasligi va o`zaro reaksiyaga kirishmasligi kerak
Aralashishi kerak
Aralashmasligi kerak
Uchuvchan bo`lmasligi kerak

№93 Fan bobi-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Doimiy bosimdagi (S_r) va doimiy xajmdagi (S_v) moddalarning issiqlik sig`imlarining qaysi birining miqdori katta?
$C_p > C_v$
$C_v > C_p$
$C_p = C_v$
Modda miqdoriga bog`lik

№94 Fan bobi-2; Fan bo`limi-9; Qiyinlik darajasi-2;

Bug` mashinasining foydali ish koeffitsientini oshirish uchun:
Isitgichning xaroratini oshirish va sovutgichning xaroratini kamaytirish kerak
Ishchi jism ko`p miqdorda bo`lishi kerak
Isitgichning xaroratini oshirish kerak
Sovutgichning xaroratini kamaytirish kerak

№95 Fan bobi-2; Fan bo`limi-11; Qiyinlik darajasi-2;

Suyuqlik bug` xolatiga o`tganda uning entropiyasi qanday o`zgaradi?
Ortadi
Kamayadi
O`zgarmaydi
Suyuqlikning miqdoriga bog`lik

№96 Fan bob-2; Fan bo'limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

$N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + 92 \text{ kJ}$. SHu reaksiyaning muvozanati temperatura ortishi bilan qaysi tomonga siljiydi?

Chapga

O'nga

Temperaturaga bog'liq emas

Bosimga bog'liq

№97 Fan bob-2; Fan bo'limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

288 K da oddiy moddalardan metanning hosil bo'lish issiqlik effekti ($P = \text{const}$) $\bar{Q}_p = 74,95 \text{ kJ/mol}$. shu haroratdagi $\bar{Q}_v$ ni aniqlang.

72,47 kJ/mol

42,53 kJ/mol

85,47 kJ/mol

52,87 kJ/mol

№98 Fan bob-2; Fan bo'limi-9; Qiyinlik darajasi-2;

Krioskopik usulda erigan moddaning molekulyar massasini xisoblash formulasi:

$M = E \cdot a \cdot 1000 / b \cdot \Delta T_m$

$M = K \cdot b \cdot \Delta T_m / a \cdot 1000$

$M = b \cdot \Delta T_m / K \cdot a \cdot 1000$

$M = K \cdot a \cdot 1000 / b \cdot \Delta T_m$

№99 Fan bob-2; Fan bo'limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

$Fe_2O_{3(q)} + 3N_{2(g)} = Fe_{(q)} + 3H_2O_{(g)}$. Muvozanatdagi sistemaning fazalar soni va erkinlik darajasi aniqlansin.

$F = 3, F = 2$

$F = 2, F = 2$

$F = 3, F = 3$

$F = 4, F = 1$

№100 Fan bob-2; Fan bo'limi-10; Qiyinlik darajasi-2;

Elektrolitlar suvda erib ionlarga dissotsiatsiyalanishini kim aniqlagan?

Arrenius

Vant-Goff

Genri

Gess

Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash va nazorat qilish me'zonlari

Talabalarining bilimini O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2018-yil 9-avgustdagi 19-2018-sonli buyrug'ining ilovasi bilan tasdiqlangan "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimi nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risida"gi Nizomning 2-§ 15-bandi asosida baholanadi.

Talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimlarini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzusning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 5 (a'lo) baho;

Talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda - 4 (yaxshi) baho;

Talaba olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 3 (qoniqarli) baho;

Talaba fan dasturi o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas deb topilganda – 2 (qoniqarsiz) baho bilan baholanadi.

Nazorat turlarini o'tkazish bo'yicha tuzilgan topshiriqlarning mazmuni talabaning o'zlashtirishini xolis (obektiv) va aniq baholash imkoniyatini berilishi shart.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. A.A.Avalboyev., S.S.Vaqqosov “Metall va kompozitsion qoplamalar”, Jizzax, 2015 yil, 310 bet.
2. Б.Урдушева, Н.Тангяриков, И.Тиркашев. Амалий электрокимё. Жиззах, 2006 йил, 210 б.
3. Бахчисарайцян Н.Г. и др. Практикум по прикладной электрохимии. М. выс. шк. 1990. 148с.
4. Григорян Н.С., Акимов Е.Ф., Ваграмян Т.А. «Фосфатирование». – М.: Глобус, 2008. – 144 с.
5. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. (Прил. к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности»). – М.: ПИК ВИНТИ, 1994. – 191 с.
6. Грилихес С.Я., Тихонов К.И. «Электролитические и химические покрытия». – Л. Химия. 1990. – 288с.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Ш.М.Мирзиёев. “Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргарликда барпо этамиз”. Т.: “Ўзбекистон”, 2016 йил, 56 бет.
2. Ш.М.Мирзиёев. “Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак”. Т.: “Ўзбекистон”, 2017 йил. 104 бет.
3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. «Электрохимия» (учебник). – М.: Химия, 2001. – 624 с.
4. Истомина Н.В., Сосновская Н.Г., Ковалюк Е.Н. «Оборудование электрохимических производств». Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. – Ангартск: АГТА, 2010. – 100 с.
5. Федуллова А.А., Устинов Ю.А., Котов Е.П. и др. «Технология многослойных печатных плат». – М.: Радиосвязь, 1990. – 208 с.

Internet saytlari

1. www.ziynet.uz
2. www.edu.uz
3. www.google.ru
4. www.ecologye.ru
5. www.galvan.ru