

6-mavzu: “TEMIR GURUHIDAGI METALLARNI ELEKTROLITIK CHO’KTIRISH”

REJA:

- 1. Temirni elektrolitik cho’ktirish.**
- 2. Kadmiylash.**
- 3. Nikellash.**

Temirni elektrolitik cho’ktirish

Temir bilan elektrolitik qoplama hosil qilish kamdan-kam holatlarda qo’llaniladi. Buning asosiy sabablarida biri u koroziyaga sezgir bo’lib, dekorativ qoplama sifatida ishlatilmaydi. Temir bilan hosil qilingan elektrolitik qoplama quyidagi xususiyatlari bilan muhim hisoblanadi. Ularning kristal tuzilishi kichik kristalchalardan iborat, kimyoviy jihatdan yuqori tozalikka ega, tuzilish bir jinsli, uglerod miqdori nisbatan ancha kam bo’lib, uning qattiqligi po’lat qattiqligiga yaqindir. Shuning uchun temir bilan elektrolitik qoplamalari olish jarayoni po’latlashtirish deb ataladi. Yupqa va qattiq temir qatlamlari mis va nikel o’rniga poligrafiya sanoatida ishlatiladi. Elektrolitik usul bilan qoplangan temir yaxshi oksidlanadi va u buyumlarga dekorativ ishlov berishda qo’llaniladi. Vakuum muhiti va 1000°C da termik ishlov berilgan temir qoplamasining magnit o’tkazuvchanligi $\mu=20,000$; induktivligi esa 10000 Gersdan yuqori bo’ladi. Shuning uchun u aloqa apparatlari, transformatorlar, elektromagnitlar va shu kabilar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Temir qoplash po’lat asosli detallarning o’lchamlarini qayta tiklash va ualrning mexanik yeyilishga qarshiligini oshirishda muhim o’rin egallaydi. Shu nuqtai nazardan, temir qoplamasi xromga nisbatan afzal hisoblanadi. Temir bilan elektrolitik qoplama hosil qilish tezligi xromga nisbatan 4-5 baravar yuqori bo’lib, iqtisodiy jihatdan samarali bo’lgani uchun xrom o’rniga temirni almashtirish tavsiya etiladi. Shu bilan birga, xrom bilan elektrolitik qoplama hosil qilish ham qo’llaniladi. Bunday natijalarga dastlab qalinligi 150 mikrometr bo’lgan temir qatlami uning

sirtida esa 50 mikrometr qalinlikdagi xrom qatlamini biriktirish orqali erishish mumkin.

Maqsadiga qarab sirtida qattiq yoki mo'rt temir qoplama hosil qilish mumkin. Termik ishlov berish natijasida sirt yumshoq va bolg'alanuvchan yoki yumshoq va plastik bo'lib qoladi. Sementasiya, sianlash va azotlash natijasida esa sirt qattiqligi ortadi. Shuningdek, temir qatlami zich va mayda donadorli bo'ladi. Elektrolitik usul bilan yuqori tozalikda hosil qilingan temir qoplamasi koroziyaga bardoshligi yuqori bo'lib, ishqor va uning suvli eritmalariga chidamli bo'ladi.

Hozirgi kunda temirlash sulfat kislotasi, xlorli elektrolit va ularning aralashmalari, shuningdek ftor-borlar yordamida amalga oshiriladi. Quyidagi jadvalda qoplash shartlari va sulfat elektrolitlari tarkibi keltirilgan.

Temir elektrokimyoviy nuqtai nazardan qaraganda nikel va kobaltga analog hisoblanadi. Temir ionlari ajralib chiqqanda katodning qutblanishi bilan bir qatorda uning ustida vodorod kuchlanishi kuzatiladi. Jarayon elektrolitdagi vodorod ionlarining konsentrasiyasi hamda temperaturasiga bog'liq. Ya'ni elektrolitdagi vodorod ionlari konsentrasiyasi qancha yuqori va temperaturasi past bo'lsa, ruhsat etilgan tok zichligi shuncha kichik bo'ladi. Vodorod ionlari konsentrasiyasi hamda temperaturasi yuqori bo'lganda tok chiqishida tok zichligi katta bo'lishi mumkin. Nikel va kobaltdan farqli ravishda temir elektrodlarida ikki valantli ionlar oksidlanishi uch valentlika o'zgarishi kuzatiladi. Ularning elektrolitlarda sezilarli miqdordagi qismi mo'rt va mavhum cho'kmalar hosil bo'lishiga olib keladi.

Sulfat elektrolitlaridan katta qalinlikdagi ochiq kulrang silliq cho'kmalar hosil bo'ladi. Jarayon yuqori tok zichligida va xona temperaturasida bajariladi. Bu qoplamalarning kamchiligi ularning mo'rtligidir. Elektrolitga ammoniy sulfat qo'shilishi yanada qattiq cho'kmalar olishga imkon beradi. Temirning ikki valantli ionlari oksidlanishining uch valentlikka o'zgarishini sekinlashtiradi. Sulfat elektrolitlari eritmaning kislotaligiga juda sezgir.

pH qiymati 3,5 dan ortiq bo'lganda eritma quyuglashadi, cho'kindilar esa katta ichki kuchlanishga ega bo'ladi, natijada temirning uch valantli ionlari cho'kmaga tushish ehtimoli ortadi. Sulfat elektrolitlaridan plastik qoplamalar olish

mumkin emas. Xlorli elektrolitlarning afzalligi – bir tekisdagi plastik cho'kmalar olish imkoniyati bo'lib, jarayon yuqori temperaturalarda bajariladi. Xlorli elektrolit va cho'kma hosil bo'lish shartlari quyidagicha bo'lishi mumkin:

6.1-jadval

1. $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	350 g/l
Temperatura	25°C
pH	2,8—3,4
Katod tok zichligi	2 A/dm ²
2. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	250 g/l
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	120 g/l
Temperatura	60°C
pH	2,1—2,4
Katod tok zichligi	6-10 A/dm ²

6.2-jadval

$\text{FeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	300 g/l
CaCl_2	335 g/l
Temperatura	90°C
pH	0,8—1,5
Katod tok zichligi	6,5 A/dm ²

Temperatura ortishi bilan cho'kindilar oqish va yumshoqroq bo'ladi. Gigroskopik xususiyatga ega bo'lgan kalsiy-xloridning qo'shilishi elektrolitdan suvining bug'lanishini pasaytiradi, shuningdek, eritmaning tarkibini stabillashtiradi. Yuqori temperatura va kislotalilikda temir-xloridlarining (400-500 g/l) konsentratsiyasi yuqori bo'lishi tok zichligini 30 (A/dm)gacha ortishiga olib kelishi mumkin. Elektrolitda kam miqdordagi alyuminiy-xlorid, beriliy yoki xrom bo'lganda nisbatan yumshoq va bir tekisdagi cho'kindilar olinadi. Ftoroborat

elektrolitlaridan olingan cho'kindilar xususiyatlariga ko'ra sulfat eritmalaridan olinganga o'xshashdir. Ftoroborat elektrolitining tarkibi oddiy:

6.3-jadval

Fe(BF ₄) ₂	226 g/l
NaCl	10 g/l
Elektrik usulda cho'ktirish shartlari quyidagicha:	
Температура	55-60°C
pH	2,0-3,0
Katod tok zichligi	2-10 A/dm ²

Har qanday hollarda temirni cho'ktirish uchun quyma shaklidagi sof temirli anodlardan foydalanish talab etiladi. Katod cho'kindiga shlamning tushishini oldini olish uchun anodlar sintetik materialni g'illofga joylashtiriladi.

Kadmiylash

Kadmiy qoplama temir va po'lat sirtlarni himoya qilishda muhim ahamiyatga ega. Temir va kadmiy elektrokimyoviy potentsiallarining yaqinligiga qaramasdan masalan, dengiz suvida, $E_{Fe} = -0.44$ V, $E_{Cd} = -0.5$ V, temirga nisbatan kadmiy qoplama anod vazifani bajaradi. Kadmiy qoplama larining asosiy afzalligi shundan iboratki, u samalyot yoki nozik va o'ta aniqlikda ishlaydigan asboblarning detallarini yuqori darajada himoya qilish qobiliyatidir. Ayniqsa, dengiz atmosferasida, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan po'lat detallar mustahkamligini o'zgarmagan holda himoyalaydi. Buning sababi galvanik kadmiylash vaqtida kadmiyni chiqishi uchun etarlicha musbat potensial bo'lishidadir. Shu sababli, galvanik kadmiylash aviasiya konstruksiyalaridagi yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan po'lat qismlarini korroziyadan himoya qilishda keng qo'llaniladi. Shuning uchun nikel va ruxli qoplama laridan farqli ravishda kadmiy qoplama ngan detallarda vodorodli mo'rtlik kuzatilmaydi. Rux qoplama sigana nisbatan kadmiy qoplama lari detallarning

korroziyaga bardoshligini oshiradi. Buning asosiy sababi ruxga nisbatan kadmiy qo'llanilganda musbat potensialining yuqorligidir.

Kadmiy qoplamalari 250 °C temperaturagacha dengiz va tropik iqlim sharoitlarida ishlaydigan yuqori mustahkamlikka ega po'lat detallarini korroziyadan himoya qiladi. Kadmiylash alyuminiy va magniyli qotishmalarning kontaktli korroziyasini oldini olish maqsadida ham ishlatiladi. Kadmiy kimyoviy xossasi bo'yicha ruxga juda yaqin bo'lib, undan farqli ravishda ishqorlarda erimaydi. Uning standart potentsiali -0.403 V bo'lib, temir potentsialiga yaqin. Shu sababli turli xil ish sharoitlarida rux qoplamalari kabi kadmiy qoplamalari ham elektrokimyoviy jihatdan korroziyadan himoya qiladi. Kadmiy qoplamalari tarkibida xlor ionlari bo'lgan eritmalarda detallarni rux qoplamalaridan ko'ra samarali himoya qiladi.

Kadmiy plastmassadan tayyorlangan buyumlar, tarkibi moy bo'lgan va moyli materiallar bilan kontaktlashganda tez buziladi yoki parchalanadi. Ba'zi hollarda, masalan, chuchuk suv va uning bug'larida kadmiy qoplamasi katod hisoblanadi.

Qo'shimcha ishlovlarsiz kadmiy qoplamasi rangi ochiq-kulrang yoki kumush oq moviy rangga ega. Qoplama metall asosga birkish qobiliyati bilan xarakterlanadi. Jumladan, shtamplashda, cho'zishda, yuqori antifriksion xususiyatlari hamda kovsharlash qobiliyati bilan yuqori plastiklik va elastiklikka ega bo'ladi.

Qoplamalarning mikroqattiqligi 35-50 (kgs/mm^2), solishtirma qarshiligi $10,98 \cdot 10^{-6}$ ($Om \cdot sm$). Kadmiyli himoya qoplama tanlashda kadmiyning kamligi va uni rux qoplamalaridan foydalanish mumkin bo'lmagan hollarda qo'llanishi maqsadga muvoffiq. Bundan tashqari, kadmiy va uning tarkibiy qismlari zaharli ekanligini ham e'tiborga olish talab etiladi. Kadmiylashda siyanli elektrolitlar keng qo'llaniladi. Kamroq ishlatiladigan turi kislotali elektrolitlardir. Siyanli elektrolitlar juda yuqori sochilish va parchalanish xususiyatiga ega. Shuning uchun ular murakkab shaklli buyumlarga himoya qoplamalar qoplahda ishlatiladi. Ushbu elektrolitlarning kamchiliklari ularning o'ta zaharliligi, karbonatlar to'planishi va anodlarning passivasiyasining bir me'yorda bo'lmasligidir.

Kislotali elektrolitlar odatda murakkab bo'lmagan konfiguratsiyali buyumlarni kadamlashda ishlatiladi. Ushbu elektrolitlarning asosiy kamchiliklari tarqalish

qobiliyatining pastligidir. Prujina shaklidagi va sirlari sementlangan detallarni kadmiylash uchun tarkibi ammoniy-xloridli elektrolitlari (g/l) ishlatiladi:

6.4-jadval

Xlorli kadmiy	40—50
Xlorli amoniy	200—280
Xlorli natriy	30—40
Korbomid	7—10
Yog'och yelimi	1—2
pH	4,0—4,5
Temperatura	20—40°C
Katod tok zichligi	0,5-1,0 A/dm ²

Uncha yuqori bo'lmagan temperaturada qizdirish mexanik jihatdan mustahkamligini yo'qotishi kadmiylashning asosiy kamchiligidan biri hisoblanadi. Buning sabablaridan biri kadmiyning past 321°C temperaturada erishi hamda ruxga nisbatan kadmiyning deyarli 10 barobar qimmatligidir. Shuning uchun kadmiy qoplamalaridan foydalanish keng tarqalgan emas.

Nikellash

Metall guruhidagi materiallardan eng ko'p ishlatiladigan qoplama nikel qoplamalari hisoblanadi. Barcha ishlab chiqarilgan nikelning taxminan 13% galvanik qoplamalar olish uchun ishlatiladi. Nikel qoplamalari temir, rux va boshqa metallarning ustki qismini koroziyaga bardoshligini oshirada, dekorativ ko'rinishini yaxshilashda, eroziya va abraziv yeyilishga chidamliligini oshirishda ishlatiladi. Shuningdek, xrom qoplamasining ostki qismi qatlami sifatida hamda maxsus, masalan, vodorod va kislorod ishlab chiqishda elektrolizerlarda vodorodning ajralib chiqish kuchlanishini kamaytirish maqsadida ishlatiladi. Nikel qoplamalarini qo'llash sohalarini alohida ajratish juda qiyin. Ularni shartli ravishda texnik maqsadlar hamda dekorativ-himoya qoplamalarga ajratish mumkin.

Dekorativ-himoya qoplamalarining xrom bilan kombinasiyasi avtomashina sohasida bamperlarni, tutqichlarni, vtulkalarni, panjaralarni, eshiklarni, antennalarni va boshqa ko'plab tashqi va ichki yuzalariga ishlov berish va dekorativ xususiyatini oshirishda qo'llaniladi. Shuningdek, nikel qoplamalari velosiped qismlari, aravachalar, qurilishga mo'ljallangan turli yordamchi (eshik ruchkalari, qulflar, kalitlar) mexanik va elektr asboblari, oshxona asbob-uskunalar va boshqa maishiy texnikalarni dekorativ ko'rinishini oshirishda qo'llaniladi. Bunday qoplamalar 5-40 mikrometr qalinlikda bo'ladi, ba'zi hollarda ularning tashqi tomonidan yaltiroq ko'rinishini oshirish uchun qalinligi 0,5 mikrometr qalinlikda xrom bilan qoplanadi. Nikel qoplamalari polimer asosli detallarga dekorativ metall ko'rinishi va yaltirashini ta'minlashda ham muhim hisoblanadi.

Nikellashning texnik maqsadlaridan biri detallarning xossalarini yaxshilashdir. Jumladan, metallning korroziyaga uchragan, yeyilish xisobiga eskirgan yoki to'zigan hamda boshqa sabablar bilan ishdan chiqqan sirtlariga qayta ishlov berishda qo'llaniladi. Jumladan, qizdirish trubalari, issiqlik almashtirgichlar, kir yuvish mashinalari baki, oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish idishlarida qoplama qalinligi 25-250 mikrometrni tashkil qiladi. Qayta ishlov berilgandagi qoplamalar 125-500 mikrometr qalinlikda bo'ladi. Ular kompressorlarda, elektr motorlarida, rezinali va qog'oz sanoati asbob-uskunalarida ishlatiladi. Yeyilgan detallarga 5-6 mikron qalinlikda xromli qoplama qoplanishi buyumlarning xizmat ko'rsatish muddatini 3 marotaba oshiradi. Bunday qoplamalar o'qlar, sharnirli uzatmalar, gidravlik ramalar, tishli uzatmalar, podshipniklar, avtomobilning boshqa ko'plab ehtiyot qismlari va konstruksiyalariga qoplashda qo'llaniladi.

Nikel qoplamasi golvanoplastiklarda ishlatiladi, qaysiki, elektrolitik cho'ktirish maxsus matrisada amalga oshirilib, undan keyin qoplama osonlik bilan ajratiladi. Bunday usulda olingan cho'kma belgilangan matrisa shakliga ega bo'ladi. Bu holda ob'ektning shakli yuqori aniqlikda bo'ladi. Nikellashning afzalliklari sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- uning ichki kuchlanishi, qattiqligi va plastikligi keng doirada o'zgarishi;

- galvanoplastik jarayoni qattiqligi mustahkam, eroziya va koroziyga chidamli buyumlar olish imkonini beradi.

Oddiy va iqtisodiy jihatdan tejamkor, keng tarqalgan elektrolitlardan biri Uotts elektroliti hisoblanadi. U quyidagi tarkibga ega, g/l:

Elektrolitlar tarkibi osongina tahlil qilinadi, sozlanishi va yillar davomida ishlashi mumkin. Nikel ionlarining asosiy yetkazib beruvchilari xlorid va nikel-sulfatlar hisoblanadi. Xlor ionlari nikel anodining passivasiyasiga to'sqinlik qiladi va eritmaning elektro'tkazuvchanligini yaxshilaydi, bor kislotasi elektroliz jarayonida eritmaning *pH* qiymatini barqarorlashtirishga yordam beradi.

Nikel, shuningdek, temir va kobaltni elektrolitik cho'kishi jarayoni yuqori katod qutblanishi bilan birga bajariladi, ya'ni katodda kristallanish jarayonini bajarilishi uchun katodga katta kuchlanish berish talab etiladi. Jarayonning qiyinligi nikel ionlarini suyuqlikda katta miqdorda tarqalishi, sekin zaryadsizlanishi, metall ionlarining faollashgan komplekslarga o'tishi, katodda adsorblanishi va hokazolarga bog'liqdir. Yuqori kimyoviy faollik tufayli nikel sirtida adsorblangan¹ begona zarralarni mustahkam tutib, passivlashgan qatlamlarini hosil qiladi. Metall ionlarini qayta tiklanishining qiyinligi begona zarrachalar adsorlanishiga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunga misol sifatida yuqori temperatura va avtoklav²dagi holatni keltirish mumkin. Ya'ni elektroliz vaqtida sirtni tiklanish tezligiga nisbatan adsorblanish tezligining juda kichik bo'lganida, adsorblangan begona zarrachalarning faollashtiruvchi ta'siri yo'q qilinadi. Katod qutblanishi keskin tushib, tok almashinuvi oshadi, qolgan kam miqdordagi qutblanish asosan konsentratsiyali bo'ladi.

Yuqori temperaturalarda nikel cho'kindilari yirik donadorlikka aylanadi. Nisbatan yaltiroq tuzdagi qattiq kichik donadorlikka ega bo'lgan nikelni oddiy elektroliz sharoitida oddiy nikel tuzlari eritmasidan olinadi. Bunday sifatga ega bo'lgan cho'kindilar katod atrofida asosiy nikel tuzlarining kolloid³ eritmalarini

¹Adsorbsiya – lotincha “*adsorbeo*” so'zidan olingan bo'lib, sirtida yutilish ma'nosini anglatadi. Ya'ni bir moddaning ikkinchi modda sirtida yutilishi. Bunda yutlayotgan modda adsorbent yoki adsorlanayotgan modda bo'lib, yutilish natijasida sirtidagi atom yoki molekulalar miqdori ortadi. Bu qatlam adsorblangan qatlam deyiladi.

²Avtoklav – narsalarni yuqori bosim ostida qizdirish uchun ishlatiladigan germetik qopqoqli idish, apparat.

³Kolloid – kristallanmaydigan, suvda quyuq eritma hosil qiladigan oqsil, kraxmal, yelim singari moddalar.

shakllanishi yoki katoddagi gel⁴ga o'xshash plyonka⁵larni shakllanishi bilan izohlanadi. $M(OH)_2$ kolloid eritma tarqalish darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, nikelning yaltiroq cho'kindilarini paydo bo'lish ehtimoli katta bo'ladi. Elektrolitga yaltiroqlik xususiyatini beruvchilarning qo'shilishi kolloid plyonkalarni barqarorlashtiradi. Yuqori temperaturalarda katodning yaqinidagi kolloid plyonka buzilishi va kuchlanishning pasayishi bilan o'sha elektrolitlardan katta donadorlikka ega bo'lgan cho'kindilar hosil bo'ladi. Katoda nikel bilan birga ajralayotgan atomar vodorod ichki kuchlanishni va qattiqlikni kuchaytiradi, cho'kindining plastikligi⁶ni pasaytiradi. Shuning uchun vodorod ionlarini zaryadsizlanishida kuchlanishni oshiruvchi elektrolitga komponentlar qo'shiladi, bu holatda tokka nisbatan nikelning chiqishi oshadi.

6.5-jadval

Nikel silfati $NiSO_4 \cdot 7H_2O$	24—0300
Nikel xloridi $NiCl_2 \cdot 6H_2O$	40—60
Borli kislota H_3BO_3	25 - 40
Shuningdek, elektrolitik cho'ktirish shartlari:	
Temperatura	25 - 50°C
pH	4,0 - 5,0
Katod tok zichligi	3 - 7 A/dm ²
Havo almashinuvi	
Cho'kish tezligi	40—90 mkm/soat
Anodlar	nikel

Hozirgi vaqtda elektrolitlarning o'nlab turlari mavjud (5.6-jadval). Ularda turli bufer⁷li qo'shimchalar (borli, adipik, yantar va boshqa kislotalar), natriy-sulfat,

⁴Gel – lotinchadan olingan bo'lib, “gelo” - "muzlatish" degan ma'noni bildiradi. Gel – yuqori hamda past molekulyar moddalardan iborat dispers tuzilma. Gel - zol-gel metodida turli usullar yordamida kullardan kukunlar olish ma'nosini ham bildiradi.

⁵Plyonka – turli usullar yordamida olingan yupqa parda ko'rinishdagi tuzilma.

⁶cho'kindining plastikligi - cho'kindining egiluvchanligi, cho'ziluvchanligi, qayishqoqligi ma'nolarini angalatadi.

⁷Buffer – bu qalqon, ya'ni to'qnashuvchilar, taraflar orasidagi uchinchi tomon. Bufer – avtomobilsozlikda, vagon va shu kabilarda urilish zarbini kamaytiruvchi moslama tushiniladi. Golvanik qoplamalar qoplashda

saxarin, paratolinsulfonamid kabi sirt faol moddalar, yaltiroq tus beruvchi moddalar: (2,6(2,7) – naftalin-sulfokislota va boshqalar), qator aromat sulfid birikmalari, ikki yoki uch bog'lovchi (1,4-butindiol, propargil spirt), azotli birikma va boshqalardan iborat to'yinmagan spirtlar va glikollar ishlatiladi.

6.6-jadval

Nikel sulfati elektrolitlarning tarkibi va ishlash rejimi⁸

Elektrolit komponentlari, elektroliz shartlari	Konsentrasiya g/l							
	Elektrolitning №							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NiSO ₄ ·7H ₂ O	140- 200	250- 300	250- 300	250- 300	250- 300	250- 300	250- 300	250- 300
NiCl ₂ ·6H ₂ O	30- 40	50- 60	50- 60	-	-	50- 60	50- 60	50- 60
H ₃ BO ₃	25- 40	25- 40	25- 40	25- 40	25- 40	25- 40	25- 40	25- 40
NaCl	-	-	-	10- 15	10- 15	-	-	-
Paraaminobenzol- silfamid	-	-	-	-	-	-	0,5- 1,0	-
1,4-Butindiol (100%)	-	0,15- 0,18	0,18- 0,3	0,2- 0,5	-	0,05- 0,10	-	0,15- 0,18
Saxarin	-	1,0- 2,0	1,0- 2,0	-	-	-	0,5- 0,6	1,0- 1,5
Formaldegid	-	-	0,02- 0,04	0,5- 1,2	0,4- 0,8	0,1- 0,3	0,2- 0,4	-

qo'llaniluvchi qo'shimcha kislotalar buffer deb yuritiladi. Ularning elektrolitlardagi vazifasi elektrokimyoviy jarayonga ko'mak berishdir. Y'ani buferli kislota oraliq vasifasini o'tab, bufferli kislota orqali kimyoviy jarayon jadallashadi.

⁸Защитные покрытия: учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.

Ftalimid	-	0,08- 0,12	-	-	-	-	-	-
Kaolin, 0,1-3,0 mkml zarrachalar	-	-	-	-	-	-	-	0,1- 3,0
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	60- 80	-	-	-	-	-	-	-
Xloramin B	-	-	-	2,0- 2,5	-	-	-	-
KF yoki NaF	-	-	-	-	5-6	-	-	-
2,6(2,7)- naftalindisulfokislota	-	-	-	-	2-4	-	-	-
Sulfonol	-	-	-	-	0,015	-	-	-
pH	5,2- 5,8	4,0- 4,8	4,5- 4,8	4,5- 5,5	5,8- 6,0	4,3- 5,1	5,0- 6,0	3,0- 4,0
Temperatura, °C	20- 55	50	50- 60	40- 50	40- 50	50- 60	50- 60	50- 60
Katod tok zichligi, A/m ² ·10 ⁻²	0,5- 2,0	3-8	3-8	2,5- 3,5	3,0- 5,0	2-8	2-6	5-6

Nikellash eritmalari elektro'tkazuvchanligini yaxshilash va nikel anodlarining passivligini yo'qotish uchun elektrolitlar tarkibiga ishqoriy metall birikmalari (NaCl, NaF, KF va boshqalar kiritiladi).