

## **10-mavzu: Elektrolitik usulda rux qoplamalari qoplash**

### **Reja:**

1. Detal sirtlarini ruxlashning asosiy usullari.
2. Galvanik ruxlash haida umumiy ma'lumot.
3. Ruxlash uchun elektrolyatlar.
4. Galvanik ruxlash uchun elektrolitlar.
5. Rux xloridiga asoslangan kuchsiz kislotali rux elektrolitlari.
6. Sianid elektrolitlari.
7. Ammiak elektrolitlari.
8. Rux elektrolitlari.
9. Pirofosfat elektrolitlari.
10. Rux qoplamalari.

### **Detal sirtlarini ruxlashning asosiy usullari**

Metallni korroziyadan himoya qilishning eng keng tarqalgan usullaridan biri ruxlash hisoblanadi. Ruxlash – bu metal buyumlar yuzasida rux qatlamini yoki qotishmasini qoplash yoki korroziyadan himoya qilishdir.

Rux temirni zangdan himoya qilishga qodir, bu metall buyumlarni ishlatish paytida muqarrar ravishda paydo bo'ladi. Bu himoya tabiatan sof mexanik emas - temir bilan birga rux ham galvanik juftlikni hosil qiladi va ruxning kislorod bilan o'zaro ta'siri natijasida ruxning sirt qobig'i hosil bo'ladi.

Rux yordamida, ya'ni galvanizatsiyadan foydalangan holda korroziyaga qarshi qoplamalar bir qator afzalliklarga ega: metallning ishlash muddatini 60 yilgacha oshirish; butun mahsulotni bir tekis qatlam bilan qoplash va boshqalar. Galvanizatsiya qurilishda, neft va neftni qayta ishlash sanoatida, energetika, gaz sanoatida, avtomobilsozlikda va qishloq xo'jaligida keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda, zamonaviy texnologiyalar asosida bir necha turdagi galvanizatsiyani ta'minlash mumkin. Ularning har biri ish vaqti, xususiyatlari, ishlatilgan jihozlari va olingan rux plyonkasining qalinligi bilan farq qiladi. Usulni

tanlash himoya talablari, foydalanish omillari, qo'llash shartlari va iqtisodiy jihatlari bilan belgilanadi.

***Issiqlik bilan galvanik diffuziyasi*** bug 'yoki gaz fazasidan yuqori haroratlarda (375–850 °C) olib boriladigan mahsulotni rux bilan qoplash, namli atmosferada, benzin, kerosin va oltingugurtli gaz muhitida ishlaydigan quvurlarni va boshqa qismlarni qoplashda ishlatiladi. Diffuziya qatlamining qalinligi galvanizatsiya harorati va vaqtiga bog'liq bo'lib, odatda 20-100 mikronni tashkil qiladi. Xizmat muddati 10-15 yil. Bu usulining muhim xususiyatlaridan har qanday murakkab shakldagi mahsulotlarda doimiy va bir xil qalinlikdagi qoplama olish qobiliyatidir. Bu usuli benzin, issiqlik almashtirgichlar, pechlar, sintetik ammiak, metanol va boshqa organik mahsulotlarni olishga mo'ljallangan uskunalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Ushbu usuli bilan galvanizatsiyalangan uskunalarda 550 °C gacha bo'lgan haroratlarda oltingugurt o'z ichiga olgan moddalar (masalan, H<sub>2</sub>S) mavjud bo'lganda gazni qaytaruvchi muhitda barqarordir.

Issiqlik bilan galvanik diffuziyasi usulining kamchiliklari quyidagilardan iborat: bu maqsadda ishlatiladigan uskunalarning moslashuvchanligi va murakkabligi, uzoq vaqt ishlov berish muddati, past mahsuldorlik va diffuziyalangan rux qoplamasining dekorativ xususiyatlarining yo'qligi (kulrang ohanglar, porlashning yo'qligi) va boshqalardir.

***Issiqlik bilan ruxlash*** – mahsulotni eritilgan rux bilan vannaga 460 °C haroratga botirib, metallni rux qatlami bilan qoplash va uni korroziyadan himoya qilishdir. Korroziyadan himoya qilish natijasida mahsulotning xizmat qilish muddati sezilarli darajada uzayadi (50 yilgacha). Ruxlash jarayonida rux va temir o'rtasida barqaror aloqa hosil bo'ladi, mahsulot yuzasida chiziqlar paydo bo'lsa ham, qoplamaning himoya xususiyatlari zangning oldini oladi. Shu bilan birga, ruxning arzon va usul boshqa usullarga nisbatan ustunlikka ega. Bundan tashqari, usul uzoq vaqt ta'mirlashga yo'l qo'ymaydi va metall buyumlarning xizmat muddatini oshiradi.

Detal eritilgan ruxga botirilganda ruxli himoya qatlami hosil bo'ladi. Natijada asosiy metall va rux o'rtasida kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi. Ushbu jarayon natijasida tuzilmaning butun yuzasi himoya qatlami bilan qoplanadi.

*Issiqlik bilan ruxlash ya'ni elektrolitik ruxlashning* asosiy ustunligi qoplamaning yuqori korroziyaga chidamliligi hisoblanadi. Ushbu usul qalinligi kata bo'lgan (40-200 mikrongacha) qoplamalar olish imkonini beradi. Qoplamaning xizmat qilish muddati 50 yil va undan ko'p.

Usulining afzalliklari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- qoplangan detal yuzasining yuqori korroziyaga chidamliligi;
- nisbatan arzonligi;
- amalga oshirish qulayligi;
- qurilmalarga texnik xizmat ko'rsatish qulayligi;
- yuqori ishlash;
- rux qoplamasining mexanik shikastlanishdan yoki buzilishdan keyin ham asosiy metalni himoya qilish qobiliyati;
- qoplamaning yuqori o'tkazuvchanligi;
- yaxshi issiqlik o'tkazuvchanligi va boshqalar.

Usulining kamchiliklari sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- qoplama qalinligini boshqarish mumkin emasligi;
- Issiqlik bilan galvanik diffuziya bilan taqqoslaganda, gidrogenatsiya natijasida himoya qilinadigan asosiy materialni mo'rtlashishi;
- Ruxlangan detallarda o'yiqlar, yopiq va havoli bo'shliqlar bo'lmasligi kerak. Trubali barabanlar, konteynerlar va quvurlar ruxlanmaydi.
- ruxning yuqori darajada isrof bo'lishi va boshqalar.

Ushbu usulni qo'llanish chegarasi yetarli darajada keng. Po'lat konstruktsiyalarni galvanizatsiyalash texnologiyani deyarli har qanday tegishli sohada ishlatishga imkon beradi. Bu energiya, aloqa, yo'l, sanoat va fuqarolik qurilishi, sanoat ishlab chiqarishi, neft qazib olish va qayta ishlash, shahar infratuzilmasi va kommunal xizmatlarida keng qo'llaniladi.

*Sovuq galvanizatsiya* – bu sirtni maxsus kompozitsiyalarni (bo'yovchilar, astar va kompozitsiyalar) ruxlashdir. Sovuq galvanizatsiyalash uchun tarkibidagi rux yupqa kukuni 95% ga etishi mumkin.

Bunday kompozitsiyalardan foydalanish natijasida antikorozion xususiyatlarga ega bo'lgan qoplama hosil bo'ladi, ular issiq galvanizatsiya natijasida olingan qoplamalarga nisbatan xususiyatlaridan deyarli kam.

Usulning mohiyati toza metall yuzasiga 98% gacha rux kukunini o'z ichiga olgan maxsus bo'yovchilarni qo'llanilishidir. Bunda ruxlash temir bilan galvanizlashda bo'lgani kabi, temir bilan galvanik juftlikda anodga aylanadi va uning katodik himoyasini ta'minlaydi. Bunday qoplama an'anaviy sochish usuli bilan qo'llaniladi. Qoplamaning qalinligi tuzilgan qatlamlarning soniga qarab belgilanadi, masalan, 40 mikronli 1 qatlam, 120 mikronli 3 qatlam. Qoplamaning xizmat qilish muddati 9–13 yil.

Barcha qoidalarga muvofiq yaxshi tayyorlangan sirtga qo'llaniladigan qoplama iste'molchiga quyidagi afzalliklarni beradi:

- korroziyadan ishonchli katodik himoya;
- chiroyli ko'rinish;
- chidamlilik va barqarorlik;
- ikkala elementni ham, butun yig'ishni ham qayta ishlash mumkin, shuning uchun elementlarning payvandlari, bo'g'inlari himoyalangan.

Rux qoplamalarining kamchiliklari:

- metallarda yorqinligi yo'qligi;
- qoplama chidamliligining pastligi;
- qoplama mexanik ta'sirlarga sezgirligi va boshqalar.

Sovuq galvanizatsiya yordamida qoplamalar avtomobil qismlariga, quvurlar, armatura, turli xil tanklar, ko'priklar tuzilmalari, kema qismlari, neft quvurlari, gaz quvurlari, tanklar, metall konstruktsiyalar va boshqalarda qo'llaniladi.

Sovuq galvanizatsiya turli xil metall konstruktsiyalar va quvurlarni mustahkamlash samaralidir. Sovuq galvanizatsiya magistral quvurlarni ta'mirlashda keng qo'llaniladi.

*Gazalangasi bilan ruxlash yoki ruxli metallash* – bu maxsus jarayon bo'lib, alyuminiy qoplangan metall konstruktsiyalarni ruxlash, rux yoki boshqa chidamli metallarda ishonchli korroziyaga qarshi qatlamlarni hosil qilish imkonini beradi. Gazalangasi bilan ruxlash, plazma bilan ruxlash va boshq usullar bilan amalga oshirilishi mumkin.

Jarayon qoplangan sirt va qo'llaniladigan himoya qatlami katod va anod zaryadlangan zarralarning almashinishidan iborat bo'lib, bu himoya qatlamining maksimal biriktirilishini va uning namlik va kislorodga to'liq o'tkazmasligini ta'minlaydi. Shu bilan birga, gazalangasi bilan ruxlash himoya qatlami mexanik shikastlanish bo'lsa ham o'z-o'zini tiklashi mumkin. Metallizatsiya jarayonida uning yuzasi qizib ketmaydi va harorati 180 °C dan yuqori bo'lmaydi. Qoplama nafaqat ustaxonada, balki ochiq joylarda ham amalga oshirilishi mumkin. Usulining yana bir afzalligi shundaki, asl materiallarni, qimmat xom ashyo va energiya manbalarini tejashga imkon beradi.

Gazalangasi bilan ruxlash bilan material va qoplama o'rtasida kimyoviy ta'sir yo'qligi sababli toza ruxli qoplamalar (>99,9%) olish mumkin. Rux qoplamasining qalinligi 60 dan 300 mikrongacha.

Gazalangasi bilan ruxlash tabiiyligi sababli porali bo'ladi. Elektrokimyoviy eritilish tezligini kamaytirish uchun ular to'ldiruvchilar bilan qoplama shaklida singdiriladi. Bunday kombinatsiyalangan qoplamalar 30 yil va undan ko'proq vaqtga etadigan uzoq muddatli himoya qobiliyatiga ega bo'lishi mumkin. Biroq, ular mexanik ta'sirlarga juda sezgir, 5-7 yilda qoplamalarning xususiyatlarini tiklashni talab qiladi.

Elektrolitik yoki galvanik ruxlash eng mukammal usuli bo'lib, po'latlarni korroziyadan himoya qilish uchun sanoatda keng qo'llaniladi. Ruxning tuzli suvli eritmasidan ruxning elektrolitik birikishiga, ushbu metalning yuqori potentsialiga (-0,70 V) qaramay, u katodda deyarli chiqarilmaganligi sababli erishiladi.

Po'latni elektrolitik ruxlashda temir va rux o'rtasida qotishma hosil bo'lmaydi. Shuning uchun, rux qoplamasida asosiy metalning aralashmalari mavjud emas. Uning boshqa metallar (temir, qo'rg'oshin) bilan ifloslanishi juda kam,

ularning miqdori foizning yuzdan bir qismidan oshmaydi. Elektroliz uchun ishlatiladigan boshlang'ich materiallar va ayniqsa anodlarning materiallari qanchalik toza bo'lsa ruxlash shunchalik toza bo'ladi.

Oddiy sharoitlarda olingan elektrolitik rux qoplamasi boshqa usullar bilan qo'llaniladigan rux qoplamalariga qaraganda ancha mo'rt, u egiluvchanlikka va asosiy metalga yaxshi yopishishga ega.

Elektrolitik usul sirtga birikkan rux miqdorini aniq nazorat qilish va oddiy konfiguratsiya mahsulotlarida bir tekis qoplamalarni olish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, qoplamada ruxni qollash boshqa usullarga qaraganda ancha kam.

Korroziyadan himoya qilish uchun zarur bo'lgan rux qoplamasining qalinligi materialga va qoplangan mahsulotlarni qayta ishlash tabiatiga, mahsulotning maqsadi, xizmat ko'rsatish va saqlash sharoitlariga bog'liq. U 3 dan 40 mikrongacha o'zgarib turadi, qoplama issiq galvanizatsiya bilan solishtirganda bir tekisda yotadi. Qoplamaning xizmat qilish muddati 40 yilgacha.

Hozirgi vaqtda galvanizatsiya keng tarqalgan va sanoatning barcha sohalarida korroziyadan himoya qilish uchun turli xil metall buyumlar, masalan, murvat, yong'oq, yuvish vositasi, tutturucular va tarkibiy elementlar qo'llaniladi.

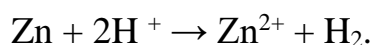
### **Galvanik ruxlash haqida umumiy ma'lumot**

Rux sovuq holatda rux mo'rt bo'ladi va 100-150 °C haroratda u juda plastikdir, yaxshi egiluvchan. 250 °C dan yuqori haroratlarda mo'rt holatga o'tadi va osongina kukunga aylanadi. Ruxning erish harorati 419,5 °C, zichligi 7,133 g/sm<sup>3</sup>. Rux o'rtacha qattqlikka ega, bu ko'p jihatdan uni tayyorlash usuliga va tozaligiga bog'liq. Rux qoplamalarining qattqligi 0,4 dan 2,0 GPa gacha.

Xona haroratida quruq havoda rux deyarli oksidlanmaydi, ammo 225 °C haroratdan boshlab uning oksidlanish tezligi oshadi. Nam havoda va toza suvda, ayniqsa CO<sub>2</sub> va SO<sub>2</sub> mavjud bo'lganda, rux xona haroratida ham tezda yo'qaladi va asosiy gidrokarbonatlar yuzasi bilan qoplanadi.

Havoda kuchli isitish bilan, ayniqsa, CO<sub>2</sub> mavjud bo'lganda, rux kuyib ruxning oksidi hosil bo'ladi. Rux kuchli kislotalarning eritmalarida osonlikcha

eriydi va tegishli tuzlar va vodorod hosil bo'ladi. Suyultirilgan kislotalar HCl va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan o'zaro ta'sirlashganda vodorod ajralib chiqadi:



Suvda eriydigan ruxlarni hosil qilish uchun kuchli ishqorlarning eritmalari ruxni oksidlaydi. Kimyoviy toza rux, boshqa metallarning aralashmalaridan farqli o'laroq, asta-sekin kislotalar va ishqorlarda eriydi. Buning sababi, u reaksiya paytida ajralib chiqishi kerak bo'lgan vodorod ruxning haddan tashqari kuchlanishiga ega.

Ruxlash temirni atmosfera korroziyasidan himoya qilish uchun uni metallashtirishning eng keng tarqalgan usuli hisoblanadi. Jahonda rux ishlab chiqarishining qariyb 40 foizi ana shu maqsadlarga sarflanadi.

Ruxning potentsiali (- 0,763 V) qora metallarning potentsialiga nisbatan salbiydir: po'lat, temir, quyma temirlarni elektrokimyoviy usul bilan korroziyadan himoya qiladi. Qoplamalarning himoya xususiyatlari kichkina qatlam qalinligida ham, shuningdek, g'ovak joylar mavjudligida ham saqlanadi. Ruxning himoya ta'siriga oid ko'plab misollar ma'lum, masalan, ruxlangan temirning kesilgan qirralari, simning kesimi va boshqalar. Rux qoplamasi bilan po'latdan himoya qilishning anodik tabiati ba'zi hollarda katod bilan almashtirilishi mumkin.

Rux qoplamasi sintetik qatronlar, quritadigan yog'lar, xlorli uglevodorodlar kabi organik materiallarning ishdan chiqishi paytida chiqadigan uchuvchan mahsulotlar bilan ta'sirlashganda past kimyoviy qarshilikka ega. Qoplamalar agar ular yangi bo'yalgan yoki yog'langan qismlar bilan aloqada bo'lsa yoki yopiq hajmda bo'lsa, osongina yo'q qilinadi.

Ruxning korroziya tezligiga muhitning pH kuchi bilan katta ta'sir ko'rsatadi. PH 7-12 oralig'ida rux deyarli erimaydi. Ruxning korroziya darajasi belgilangan qiymatlardan og'ish bilan ortadi.

Rux qoplamasining himoya ta'siri, avvalambor, uning qalinligi bilan belgilanadi, u mahsulotlarning ishlash sharoitlariga va cho'kishning bir xilligiga qarab belgilanadi. Jadvalda sanoat uchun tavsiya etilgan rux qoplamasining qalinligi ko'rsatilgan.

### ***Rux qoplamasining qalinligi***

<b>Foydalanish shartlarining tavsifi</b>	<b>Qalinligi, mikron</b>	<b>Qoplamaning belgilanishi bo'yicha</b>
Issiq va havalandirilgan xonalarda havo harorati $25 \pm 10$ °C, namligi $65 \pm 15$ %	6-9	S.6
Yopiq va isitilmaydigan xonalarda ishlash; sochilish ta'siriga ega bo'lmaslik; atmosfera sanoat gazlari bilan ifloslangan; havo harorati -60 dan +60 °C gacha, nisbiy namligi $95 \pm 3$ %	15-18	S.15.x.r.
Ochiq havoda ishlashi; sochilish, o'zaro ta'sirlashish; atmosfera sanoat gazlari, chang bilan ifloslangan; muhit harorati -60 dan +80 °C gacha, nisbiy namligi $95 \pm 3$ %	24-30	S.24.kh.r.
Maxsus sharoitlarda ishlash	36-42	S.36.h.r.
Eslatma: XP - xromat qoplamaning qayta ishlash		

Rux qoplamasining himoya xususiyatlarini turli usullar bilan sezilarli darajada oshirish mumkin, ularning eng keng tarqalgani:

- 1) xrom kislotasi yoki uning tuzlari bo'lgan eritmalarda detallarga kimyoviy ishlov berish orqali xromli plyonkalar yuzasida ruxning shakllanishi;
- 2) fosfor kislotasi tuzlarini o'z ichiga olgan eritmalarda qismlarni qayta ishlash natijasida fosfat plyonkalari sirtida ruxning shakllanishi;
- 3) qo'shimcha qoplamalarni qo'llash, agar bo'yoq ishlari fosfatlashdan oldin eng yaxshi natijalarga erishilsa.

Rux qoplamalarining sifati asosan ishlatiladigan elektrolitlarning tabiati bilan belgilanadi.

### ***Ruxlash uchun elektrolyatlar***

Galvanizatsiyalash uchun elektrolitlarni ikki asosiy guruhga bo'lish mumkin: oddiy kislotali (sulfat, xlorid, vodorod ftoridi), bunda rux gidratlangan ionlar ko'rinishida va murakkab kompleksli bo'lib, unda rux salbiy yoki musbat zaryadlangan murakkab ionlar ko'rinishida bo'ladi. Murakkab elektrolitlarga siyanid, ammiak, pirofosfat va boshqalar kiradi.

Elektrolitlarning tabiati va tarkibi katod yog'inarining sifatini va cho'kish tezligini belgilaydi. Sochilining sifati va jarayonning tezligi asosan katot potentsialining o'zgarishi darajasi bilan bog'liq bo'lganligi sababli, ruxlashni baholash uchun polarizatsiya egri chiziqlarining nisbiy joylashuvidan kelib chiqqan ma'qul. Katod polarizatsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, katodda yotqiziqalar yanada nozik va bir xil qalinlikda bo'ladi.

Polarizatsiya egri chizig'ini taqqoslashlar shuni ko'rsatadiki, eng past polarizatsiya sulfat elektrolitida galvanizatsiya jarayoniga xosdir, eng kattasi siyanid va unga yaqin bo'lganiga tegishli. Birinchi holda, zichlikning ortishi deyarli ishqoriy eritmalaridan, ayniqsa siyanid eritmalaridan farqli o'laroq, metallning chiqishi o'zgarishi bilan birga bo'lmaydi, bu erda oqim zichligi oshib borishi bilan kamayadi. Shuning uchun kislotali elektrolitlar oddiy konfiguratsiya, lenta, sim qismlarini galvanizatsiya qilish imkonini beradi. Ular siyanidlarga qaraganda yuqori zichlikda ishlatishga imkon beradi va qoplamalarning yuqori tezlikda qoplanishi bilan ajralib turadi. Ruxning murakkab elektrolitlardan cho'kishi tarqalish qobiliyatida sodir bo'ladi, bu elektrolitlar nafaqat nozik, balki oddiy va murakkab qismlarga ham tekis qoplamalar qoplash imkonini beradi.

Ruxdagi vodorodning ortiqcha zaryadlanishi katta ahamiyatga ega: katodik oqim zichligi  $1 \text{ A/dm}^2$  ga  $0,75 \text{ V}$ ,  $3 \text{ A/dm}^2$  da  $1 \text{ V}$  ga tenglashadi. Shu munosabat bilan oddiy elektrolitlardagi ruxning katodik oqimi samaradorligi oshadi, ya'ni 96-98%; shuning uchun katodda asosan rux ionlarining ajralishi ro'y beradi.

Murakkab elektrolitlar bilan qoplanganda rux va vodorodning birgalikda chiqarilishi sodir bo'ladi. Vodorod tezligi tobora ortib boradigan zichlik bilan ortadi, chunki bu ruxning ajralib chiqish imkoniyatini oshiradi. Vodorod mahsulotlarning sezilarli gidrogenlanishiga olib keladi, bu ularning mexanik xususiyatlari, egiluvchanligi pasayadi va po'latning mo'rtligi oshadi. Shu sababli, elektr toki kam bo'lgan elektrolitlarda rux  $1400 \text{ MPa}$  yoki undan ortiq kuchlanish bilan ishlab chiqarilgan qismlarga qo'llanilishiga yo'l qo'yilmaydi.

### ***Galvanik ruxlash uchun elektrolitlar***

Ushbu elektrolitlar sanoatda eng ko'p qo'llaniladi. Ulardan foydalanish yuqori tezlikda ruxni cho'ktirishga imkon beradi. Kislotali elektrolitlar barqaror, yuqori samarali va nisbatan arzondir.

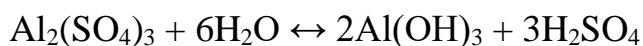
Rux cho'kmalarini faqat rux tuzi va oz miqdordagi sulfat kislota o'z ichiga olgan oddiy kislotali elektrolitlardan olish mumkin. Biroq, amalda, qoplamaning sifatini yaxshilash uchun faol moddalar odatda rux tuzi eritmasiga, shuningdek ishqoriy metal tuzlari va elektrolitlarga buferlash xususiyatlarini beradigan moddalar qo'shiladi.

Ruxning konsentratsiyasi kerakli tezligiga qarab tanlanadi. Eritmadagi ruxning konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, oqimning ruxsat etilgan zichligi shunchalik yuqori bo'ladi. Galvanizatsiya qilingan qismlar uchun rux tuzi 20-30 dan 700-800 g/l gacha bo'lgan eritmalardan foydalanish mumkin. Yuqori konsentrlangan elektrolitlar ip, sim va quvurlarning doimiy galvanizatsiyalash moslamalarida qo'llaniladi.

Amalda  $\text{pH}=4-5$  bo'lgan rux elektrolitlari qo'llaniladi. Eritmaning yuqori kislotaligi bilan vodorod evolyutsiyasi tufayli katoddagi oqim samaradorligi sezilarli darajada kamayadi va anodda samaradorlik ruxning kimyoviy eritilishi tufayli ortadi. Neytral rux eritmaları galvanizatsiyalash uchun ham mos kelmaydi, chunki vodorodning evolyutsiyasi va katodda muhitning ishqorlanishi natijasida gidroksidlar hosil bo'lib, ular sochilishni ifloslantiradi va qoplama sifatini yomonlashtiradi.

$\text{pH}$  miqdorini 4,5 ushlab turish uchun elektrolitlarga qo'shimchalar qo'shiladi, masalan, sirka, ko'pincha borik kislotasi (20-30 g/l). Sirka kislotasi o'rniga natriy asetatni kiritish tavsiya etiladi, bu sulfat kislota qo'shilgandan so'ng zaif dissotsiatsiyalangan sirka kislotasining teng miqdorini beradi. Taxminan 30 g/l alyuminiy sulfat yoki kaliy alumini o'z ichiga olgan elektrolitlar yaxshi tamponlash xususiyatlariga ega.  $\text{pH}=4,5$  darajasida alyuminiy tuzlari mavjud bo'lganda, katodik qutblanish kuchayadi va rux cho'kindi mayda donador tuzilishga ega bo'lgan engil,

yarim gazlangan holga keladi. Alyuminiy sulfatning tamponlash xususiyati pH=4-4,5 bo'lganida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hosil bo'lishi bilan gidrolizga uchrashiga asoslanadi.



Ba'zida eritmaning elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun katodda ajralmaydigan boshqa tuzlari masalan, natriy va ammoniy sulfatlar yoki xloridlar (2 g-ekv/l va undan ko'p) qo'shiladi. Sulfatlar qo'shilganda katod polarizatsiyasi kuchayadi, bu metallning katod yuzasida tarqalishini yaxshilashga yordam beradi.

Kislotali rux elektrolitlarida rux, metallar masalan, misning tuzlari (0,01 g/l), mishyak (0,001-0,005 g/l), surma (0,001-0,01 g/l), qo'rg'oshin, nitrat kislotaning barcha tuzlari va ba'zi bir organik moddalar (turpentin, atseton, elim) va boshqalarga qaraganda ko'proq zararli elektromanfiy aralashmali tuzlari hisoblanadi. Kislotali rux elektrolitida oz miqdordagi elektromanfiy metallar mavjud bo'lganda katodda pogonali cho'kindilar hosil bo'ladi.

Rux sulfat elektrolitida mavjud bo'lgan qo'rg'oshin, xloridlar va dekstrin bo'lmaganida, neytral suvli muhitda 0,01 g/l ga teng bo'lgan qo'rg'oshin sulfatining past eruvchanligi sababli rux cho'kmalar sifatiga ta'sir qilmaydi.

Dekstrin qo'shimchalarini o'z ichiga olgan sulfat elektrolitlarida va xlor ionini o'z ichiga olgan elektrolitlarda qo'rg'oshin konsentratsiyasi taxminan 0,05 g/l va 0,3 g/l va undan yuqori bo'lganida katodda süngerli sirt hosil bo'ladi.

Quyidagi jadvalda galvanizatsiya uchun kislotali elektrolitlarning tarkibi (g/l) va elektroliz sharoiti keltirilgan

Elektrolitlar	Elektrolitlar tarkibi						
	1	2	3	4	5	6	7
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	215	200-250	140	70-100	—	450-700	—
ZnCl <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	200-250
Zn(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	—	—	—	—	250-300	—	—
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O	o'ttizda	25-30	—	—	—	25-30	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	50-100	—	70	—	—	—	—

NH <sub>4</sub> Cl	—	—	—	200-250	—	—	250-300
NH <sub>4</sub> BF <sub>4</sub>	—	—	—	—	25-30	—	—
CH <sub>3</sub> QONUN <sub>4</sub>	—	—	—	30-40	—	—	—
NaCl	—	—	25	—	—	—	—
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	—	25-30	—	—	10-15	—	—
Dekstrin	10	8-10	—	—	—	—	—
Dispersant NF	—	—	—	50-100ml/l	—	—	—
DCU	—	0,5-1	2	—	—	—	—
U-2	—	1-1,5	—	—	—	—	—
OP-10	—	—	—	—	8-10	—	—
Tiyokarbomid	—	—	—	—	2-3	—	—
pH	3.8-4.5	4-4,2	2	3,5-5	3-4.5	3.5-4.5	3.8-5
t, °C	18-25	15-30	yigirma	18-25	yigirma	40-50	18-65
i <sub>k</sub> , A/dm <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	0,5-2	1-3	2	1-3	4-5 gacha	10-300	10-100

### ***Rux xloridiga asoslangan kuchsiz kislotali rux elektrolitlari***

Rux xloridga asoslangan zaif kislotali rux elektrolitlari ajralib turadi. Ushbu elektrolitlar yuqori elektr o'tkazuvchanligi (sulfatdan ikki baravar yuqori) va jarayonning intensivligi bilan ajralib turadi. Vodorod oz miqdorda chiqariladi, ya'ni uning tarkibidagi vodorod miqdori past, bunda mo'rtlik yuzaga kelmaydi. Shu bilan birga, elektrolitda xloridlarning mavjudligi jihozlarni korroziyasini keltirib chiqaradi, shuning uchun vannalar, havo o'tkazadigan nasoslar, filtrlar, nasoslar, klapanlar va elektrolitlar bilan aloqada bo'lgan boshqa yordamchi uskunalar korroziyaga qarshi materiallardan tayyorlanadi. Ushbu maqsadlar uchun polipropilen, polivinilxlorid, floroplastik va boshqa bir qator strukturaviy plastmassalardan keng foydalaniladi. Bundan tashqari, rux qoplamasining teshiklarida xlorid qoldiqlari qoplamaning korroziyasini kuchaytirishi mumkin.

Kislotali elektrolitlardan olingan rux qoplamalari kichik ichki kuchlanishlarga ega, bu qoplamaning parchalanish tendentsiyasini kamaytiradi. Ushbu xususiyatlar bilan bog'liq holda, kislotali elektrolitlar baraban va konveyer tizimlarida kichik

qismlarni galvanizatsiyalashda foydalanish uchun tavsiya etiladi. Kislotali elektrolitlarning ba'zi tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

<b>Komponentlar</b>	<b>Elektrolit-1</b>	<b>Elektrolit-2</b>	<b>Elektrolit-3</b>
ZnCl <sub>2</sub>	60-120	20-70	100-120
KCl(NaCl)	180-230	200-250	200-230
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	15-30	15-30	-
NH <sub>4</sub> Cl	-	-	20-25
Limeda NTs-10	30-70	20-70	-
Limeda NTs-20	2.5-5.0	2,5-10	-
i <sub>k</sub> , A/dm <sup>2</sup>	0,5-5,0	0,5-1,5	ellik
t, °C	15-30	15-30	40-60
pH	4,5-6	4,5-5,8	3-4

Elektrolit-3 plitalar va simlarni galvanizatsiyalash amaliyotida ishlatiladi, ammo bu elektrolitning katta kamchiligi ammiak ionlarining yuqori konsentratsiyasi bo'lib, bu oqava suvlarini tozalashni ancha qiyinlashtiradi.

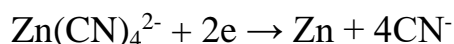
Elektrolit-2 rotatsion ruxni qo'llash uchun mo'ljallangan. Vaqti-vaqti bilan (kuniga kamida bir marta) filtrlash tavsiya etiladi.

Elektrolit-1 yordamida galvanizatsiyalash uchun mexanik aralashmalarni olib tashlash, siqilgan havo bilan aralashtirish va doimiy filtrlash kerak. Ikkinchisi, rux yuzasida ifloslantiruvchi moddalar to'plangan joylarda dendritlarning jadal ko'payishi bilan birga oqim zichligining oshishi mumkin. Shuning uchun, oqim zichligi qanchalik yuqori bo'lsa, elektrolitni shuncha tozalash kerak.

Hozirgi vaqtda zaif kislotali galvanizatsiya qilishning yangi elektrolitlari ishlab chiqilgan bo'lib, unga natriy atsetat bor kislotalarning zaharli moddasi o'rniga qo'shimchalar sifatida kiritiladi. Ushbu elektrolit jadvalda keltirilgan elektrolitlarning barcha afzalliklariga ega va ammo ekologik jihatdan toza.

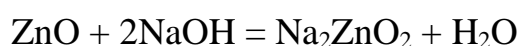
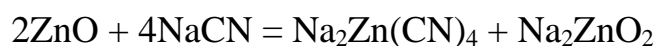
### *Sianid elektrolitlari*

Sianid elektrolitlarida rux  $Zn(CN)_4^{2-}$  va  $Zn(OH)_4^{2-}$  murakkab anionlar ko'rinishida bo'ladi:



Yuqori tarqalish qobiliyati va ishlashda barqarorligi tufayli siyanid elektrolitlaridagi katod oqimi samaradorligi 50-80% ga etadi. Sianid elektrolitlari sanoatda murakkab shakldagi mahsulotlarni galvanizatsiyalashda keng qo'llanilgan.

Rux oksidi va natriy siyanidning o'zaro ta'siri jarayonida hosil bo'lgan siyanid ( $Na_2[Zn(CN)_4]$ ,  $Na[Zn(CN)_3]$ ) birikmalaridan tashqari, elektrolitda natriy rux hosil bo'ladi:



Rux siyanidi tuzi va natriy ruxi nisbiy miqdori elektrolitdagi natriy siyanid va natriy gidroksid miqdoriga bog'liq. Rux sochilishi bir vaqtning o'zida ikkita birikmadan hosil bo'ladi. Tarqalish qobiliyatini oshirish uchun ortiqcha miqdordagi siyanid kerak, shu bilan birga siyanidlar tarkibining ko'payishi katod oqimining pasayishiga olib keladi. Kaustik soda elektrolitga ishlaydigan oqim zichligi doirasini kengaytirish, elektr o'tkazuvchanligini oshirish, shuningdek gidroyanik kislota hosil bo'lishining oldini olish uchun kiritiladi.

Qoplamaning tuzilishini yaxshilash va yarim porloq rux cho'kindilarini olish uchun glitserin kiritiladi. Natriy sulfidning maqsadi elektrolitga kiradigan og'ir metal kationlarining erimaydigan sulfidlari ko'rinishida cho'kishdir. Quyidagi jadvalda elektrolitlar va galvanizasiya rejimlari keltirilgan.

<b>Komponentlar va ish tartibi</b>	<b>Elektrolitlar soni</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>g/l tarkibiy qismlari</b>			
Rux oksidi	20-45	8-10	20-30
Kaliy siyanidi	-	-	60-80
Natriy siyanidi	50-120	18-20	-
Natriy gidroksidi	50-100	60-80	-
Kaliy gidroksidi	-	-	75-110

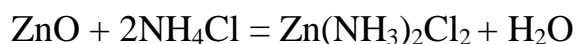
Kaliy sulfidi	0,5-5,0	-	3-7
Glitserin	3-5	-	3-5
Kaliy metatitanat	-	-	0,7-1,0
<b>Ish tartibi</b>			
Elektrolitlar harorati, °C	15-20	15-25	15-25
Hozirgi zichlik, A/dm <sup>2</sup> :			
Hech qanday aralashtirish yo'q	1.0-3.0	0,5-2,5	1.0-3.0
Aralashtirish bilan	8,0 gacha	-	4 tagacha
Joriy chiqish,%	60-80	70-85	70-90

Elektrolit-1 suspenziyalar qismlarini qoplash uchun mo'ljallangan. Elektrolit-2 og'ir metall aralashmalariga nisbatan sezgirligi kam va chiqindi suvni kamroq tozalashni talab qiladi.

### **Ammiak elektrolitlari**

Zaharli siyanid elektrolitlarini almashtirish va siyanidlarni o'z ichiga olgan oqova suvlarni zararsizlantirish narxini kamaytirish uchun  $Zn(NH_3)_n(H_2O)_m^{2+}$  tipidagi murakkab kation shaklida bo'lgan ammiak elektrolitlari sanoatda keng qo'llaniladi.

Rux ammiak aralashmalari rux oksidining ammiak tuzlari bilan reaksiyasi natijasida olinadi:



Sianid elektrolitlarining tarqalish qobiliyatiga yuqori elektr o'tkazuvchanligi bilan bog'liq. Ammiak elektrolitlarining o'tkazuvchanligi siyanidga qaraganda 30-40% yuqori. Elektrolitning ortib borayotgan o'tkazuvchanligi qo'ng'iroq yoki burg'ulash qismlarini qoplashda muhim rol o'ynaydi, chunki jarayonni 5 V kuchlanishda o'tkazish mumkin. Ammiak elektrolitlari deyarli zararsizdir, ishlashi barqaror va oson sozlanadi.

Ammiak elektrolitlari bir qator texnik afzalliklarga ega:

- ularning yordami bilan quyma dazmollarni yopish osonroq;
- yupqa devorli va issiqlik bilan ishlov beriladigan qismlar yuqori oqim samaradorligi tufayli vodorodni tortilmaydi.

Katod zonasida pHni barqarorlashtirish uchun bufer birikmalari elektrolitlar tarkibiga kiritiladi. Aralashmalar sifatida borik kislotasi yoki sirka kislotasi tuzlari ishlatiladi. Elektrolitlarning pH kuchi qoplamalarning tarqalish kuchi va tuzilishiga katta ta'sir ko'rsatadi. pH oshgani sayin dispersiya sig'imi yaxshilanadi. Sianiddan farqli o'laroq, ammiak elektrolitlari organik aralashmalarga nisbatan kam sezgir va ular ozgina gidroksidi yoki deyarli neytral bo'lganligi sababli, ular suspenziyalarga yoki qoplangan qismlarning yuzasiga qo'llaniladigan izolyatsion materiallarni yo'q qilmaydi. Quyidagi jadvalda elektrolitlarning tarkibi va ishlash tartibi keltirilgan.

<b>Komponentlar va ish tartibi</b>	<b>Elektrolitlar soni</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>g/l komponentlari</b>				
Rux oksidi	10-20	40-60	35-40	-
Rux sulfat	-	-	-	80-100
Ammoniy xlorid	200-300	240-250	200-220	200-250
Borik kislotasi	25-30	-	-	-
Urotropin	-	40-60	20-25	-
Ammiak suvi 25%	-	100-120	-	-
Yelim	1-2	2-4	-	-
OS-20 preparati	-	-	4-5	-
Dispersant NF, ml/l	-	-	6-8	17-35
<b>Ish tartibi</b>				
pH	5.9-6.5	8.0-8.4	7.8-8.2	3.5-4.5
Harorat, °C	15-25	15-25	15-25	18-25
Oqim zichligi, A/dm <sup>2</sup>	0,5-1,0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-5.0
Joriy chiqish,%	95-98	96-98	94-98	-

Elektrolit-1 arzonroq va soddalashtirilgan, oddiy profil va qismlarni qo'ng'iroq va barabanli vannalarda qoplash tavsiya etiladi. Elektrolit-2 eng katta tarqoq kuchga ega va murakkab profilni qoplash uchun tavsiya etiladi. Elektrolit-4 faqat baraban va qo'ng'iroqlarda kichik qismlarni qoplash uchun ishlatiladi, chunki statsionar vannalarda anodlarning intensiv eritilishi va mo'l-ko'l loy shakllanishi mavjud.

### **Rux elektrolitlari**

Rux elektrolitlari, ammiak singari, siyanid elektrolitlarini almashtirish uchun ishlatiladi. Ammiak elektrolitlarining asosiy kamchiliklari oqava suvda ammiak tuzlarining mavjudligidir, bu zamonaviy sanitariya talablari bilan qabul qilinishi mumkin emas. Ruxli elektrolitlarda rux  $ZnO_2^{2-}$ ,  $Zn(OH)_4^{2-}$  murakkab anionlar shaklida bo'ladi, ular rux oksidi yoki rux oksidi gidratining natriy gidroksididan ko'proq erishi natijasida hosil bo'ladi.

Ruxli elektrolitlarning tarqalish qobiliyati elektrolitlarning yaxshi elektr o'tkazuvchanligi bilan bog'liq. Sochilish quvvatning oshishiga sezilarli ta'siri, oqim zichligi oshib boris samaradorligi pasayishi bilan ta'minlanadi. Katod yuzasida adsorbsiyalangan sirt faol moddalar vodorodning haddan tashqari yuklanishini kamaytiradi va shu bilan zichlik oshganda vodorod miqdorini ko'payishiga yordam beradi. Quyidagi jadvalda ruxat elektrolitlarining tarkibi va ishlash tartibi keltirilgan.

<b>Komponentlar va ish tartibi</b>	<b>Elektrolitlar soni</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Qismlarga, g/l (ml/l)</b>			
Rux oksidi, g/l	10-17	12-15	12-15
Kaustik soda, g/l	90-120	100-120	80-100
Brightener 1, ml/l	9-11	-	-
Brightener 2, ml/l	9-11	-	-
PEPA, g/l	-	2-4	-
Trietanolamin, ml/l	-	-	20-30
Tiourea, g/l	-	0,5	-
Polepoksiamin, ml/l	-	-	1,5-2,5
p- Dimetilaminobenzaldegid, g/l	-	-	0,2-0,3
<b>Ish tartibi</b>			
Harorat, °C	20-30	18-25	18-25
Oqim zichligi, A/dm <sup>2</sup>			
Hech qanday aralashtirish yo'q	1-4	1-2	1-4
Aralashtirish bilan	-	-	5-6

1 va 3 elektrolitlar yaltiroq xususiyatga ega. Elektrolit-2 ruxning engil yarim yaltiroq sochilish imkonini beradi.

### *Pirofosfat elektrolitlari*

Zaharli siyanid elektrolitlarini almashtirish uchun pirofosfat elektrolitlari ham tavsiya etiladi, bunda rux  $[Zn(P_2O_7)_2]^{6-}$  pirofosfat kompleksi shaklida bo'ladi.

Pirofosfat elektrolitlari nisbatan zararsiz, ishlashda barqaror va yuqori sochish kuchi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, rux pirofosfatlarining, ayniqsa natriy tuzlarining yomon eruvchanligi sababli, jarayon elektrolitni nisbatan past zichlikda majburiy isitish bilan amalga oshiriladi. Rux anodlari pirofosfat elektrolitlarida kam eriydi, chunki ular yuzasida qiyin eriydigan plyonkalar hosil bo'ladi. Elektrolitlarga tamponlash xususiyatlarini berish uchun pirofosfatlardan tashqari fosfatlar elektrolitlarga kiritiladi. Qoplamaga yorqinlik qo'shish uchun elektrolitga organik qo'shimchalar kiritiladi: saxarin, vanillin, furfural va boshqalar. Katod oqimining chiqishi 65-90% ni tashkil qiladi va oqim zichligi  $2,5 \text{ A/dm}^2$  ga ko'tarilganda keskin pasayish sodir bo'ladi. Quyidagi jadvalda pirofosfat elektrolitlarining tarkibi va ishlash tartibi keltirilgan.

<b>Komponentlar va ish tartibi</b>	<b>Elektrolitlar soni</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>g/l komponentlari</b>		
Rux sulfati	50-90	60-70
Kaliy pirofosfati	250-350	300-330
Ammoniy sulfat	15-20	-
Ammiakli fosfat	-	45-55
Ammoniy xlorid	20-50	-
Dekstrin	1-3	-
Yelim	3-5	-
Sulfanil kislotasi	-	0,1-0,5
<b>Ish tartibi</b>		
pH	7.5-8.5	8.5-9.0
Hozirgi zichlik ( $\text{A/dm}^2$ ):		
t = 18-20 °C	2.0-3.5	1-2
t = 45-50 °C	5.0-5.5	2-5
Anod oqimining zichligi, $\text{A/dm}^2$	0,7-1,2	0,5-1,0
Joriy chiqish, %	85-95	83-92

Elektrolit-2 ajralib turadigan va naqshinkor qatlamlar qoplash uchun tavsiya etilgan yorqin galvanizatsiyalashgan elektrolitdir.

### ***Rux qoplamalari***

Rux qoplash po'lat buyumlar sirtiga elektrokimyoviy ishlov berishda keng tarqalgan jarayonlaridan biridir. Rux qoplamalari atmosfera sharoitida va toza suv (60 °S gacha)da qora metallarga ( $E^{\circ}=-0,76$  V) nisbatan anod hisoblanadi va ularni elektrokimyoviy himoya qiladi. Detallarni sirtini bir tekis rux bilan qoplash uchun oldindan past yoki odatdagi suv temperaturasida bo'lishi yoki atmosferaga ta'sir qilishi ahamiyatsiz hisoblanadi. Sanoatda SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> gazlari bilan ifloslangan rux qoplamalari kadmiyga qaraganda ancha barqarordir. Masalan, ruxning korozyalovchi mahsulotlarda erishi nisbatan pastdir. Rux qoplamalari pH<5 bo'lgan kislotali, pH>12 bo'lgan ishqoriy muhit hamda dengiz bug'lari bilan to'yingan muhitda chidamsizdir.

Atmosferada organik moddalar (yog'lar, sintetik qatronlar va boshqalar)dan tashkil topgan rux qoplamasining himoya ta'siri tez zaiflashadi. Rux qoplamalari po'lat buyumlari masalan, nasoslar, benzin o'tkazuvchilarni benzin va boshqa suyuqliklar ta'sirida korroziyalanishdan yaxshi himoya qiladi. Qo'shimcha ishlovlarsiz qoplama rangi oq-kumush yoki oqish-kulrang bo'lishi mumkin. Tarkibida maxsus yaltiroq tus beruvchi qo'shimchalar bo'lgan elektrolitlar yordamida olingan rux qoplamalari esa yaltiroq tusga ega bo'lishi mumkin. Odatda, yaltiroq tusga ega bo'lgan qoplamalar nisbatan korroziyaga chidamli bo'ladi. Rux qoplamalari asosiy metall bilan yaxshi birikadi, yeyilishga, egilishga moyil, ish vaqtida ishqalanishga, presslanishga chidamsizdir.

Qoplamalarning mikroqattiqligi o'rtacha 50-60 ( $kgs/mm^2$ ), solishtirma qarshiligi esa 5,75-10<sup>6</sup> ( $Om\cdot sm$ )ga teng. Ruxning himoya xususiyati qoplama qalinligiga mos holda ortadi. Buyumlarni korroziyadan himoya qilish uchun talab qilinadigan rux qoplamalarining qalinligi 5 mikrondan 50 mikrongacha o'zgarib turadi. Qoplama qalinligi qoplanilayotgan buyum materiali va ishlov berish xarakteriga, maqsadiga, ishlash shartlariga, buyumlarni saqlashga bog'liq.

Rux qoplamalari turli usullar bilan olinishi mumkin: issiq (eritmadan), sochish, diffuziyali to'yinish va elektrokimyoviy. Turli usullar bilan qoplangan rux qoplamalarining korroziyaga bardoshligini tadqiq qilishda olingan natijalaridan ko'rinadiki, elektrolitik usulda olingan qoplamalar nisbatan korroziyaga chidamli bo'ladi. Bu qoplamaning yuqori tozalikda olinganligi, monokristal tuzilishga egaligi, plastiklik xususiyatining yuqoriligi, qoplamaning yaxshi adgeziyaga egaligi hamda nisbatan bir xil qalinlikda ekanligiga bog'liq. Bundan tashqari, elektrolitik usul boshqa, masalan, issiq (eruvchidan) usulga nisbatan metallni 50 % dan ortiq tejash imkonini beradi.

Rux qoplamalarini asosan ikki turdagi elektrolitlar yordamida cho'ktirib olinadi:

- a) suyultirilgan rux kationlari bo'lgan eritmalardan;
- b) rux murakkab kompleks anionlar shaklida bo'lgan eritmalardan.

Birinchi guruhga oltingugurt, borftorvodorodli elektrolitlar, ikkinchi guruhga esa ruxlangan, pirofosfat, siyanli komplekslar va boshqa elektrolitlar kiradi. Bulardan eng muhimi siyanli va kislotali elektrolitlardir. Katodli cho'kindilarining sifati va cho'kish tezligi elektrolitning tarkibi hamda tabiatiga bog'liq. Cho'kindilarning sifati va cho'kish tezligi asosan katod potentsiallarining o'zgarish darajasi hamda xarakteri bilan belgilanadi. Shuning uchun ruxlashda elektrolitlarni boshqa turlari bilan taqqoslashda qutblanish qiyaligining  $i_k-E_k$  nisbiy holatini e'tiborga olinadi. Katodda cho'kkan qoplama qalinligi bo'yicha bir xil va kichik donadorlikli bo'lganda katod qutblanishi sezilarli ravishda o'zgaradi.

Sulfat, borftorvodorod kabi kislotali elektrolitlarda maxsus qo'shimchalar qo'shilmaganda katod qutblanishi nisbatan kichik bo'ladi. Bunday elektrolitlar yordamida cho'kkan cho'kindilar qoniqarli sifatga ega bo'lib, siyanli va boshqa murakkab kompleksli elektrolitlarga qaraganda qalinligi kichikroq bo'ladi. Kislotali elektrolitlarda talab etilgan tok zichligi va jarayon tezligi murakkab kompleksli elektrolitlarga qaraganda ancha yuqori bo'lishi mumkin.

Sulfat va ammiaklangan turli elektrolitlardan ruxni elektrolitik cho'ktirishda tok bo'yicha ruxning chiqishi 94-96% gacha yetadi va u qisman tok zichligiga

bog'liq bo'ladi.  $i_k=1$  ( $A/dm^2$ ) bo'lgan siyanli elektrolitlarda esa tok bo'yicha chiqishi 80% ni tashkil qiladi va u tok zichligi ortishi bilan birdan kamayadi.

Bundan tashqari, ular buffer sifatida qo'llaniluvchi qo'shimchalar, pH qiymatini me'yorlashtiruvchi – karbonli (a-aminopropionik, yantar va limon) kislotalarni o'z ichiga olgan sulfat kislota elektrolitlari ham ishlab chiqilgan. Bunday elektrolitlar buferli xususiyatiga ega alyuminiy sulfat qo'shilgan sulfat elektrolitlariga nisbatan yuqori tarqalish qobiliyatiga egadir.

1. Silfat kislotali rux	200-300
Silfat kislotali natriy	50-100
Silfat kislotali alyuminiy	30
Kraxmal moddasi	10-12
pH	3,8-4,4
Temperatura	18-25 °S
2. Rux oksidi	20-40
Sianli natriy	80-120
Natriy gidrooksidi	70-90
pH	2,5-5,0
Temperatura	18-40 °S
Elektrik cho'ktirish shartlari:	
Katod tok zichligi	3-4 A/dm
Anodlar	Zn + 0,5% Al

Kislotali elektrolitlar yordamida ruxlash uchun anodlar toza ruxdan emas, balki magniy (0,05-0,2%) va kalsiy (0,25-1%) aralashmalaridan ishlab chiqariladi. Elektrolitlar nisbatan chidamli bo'lib, bunday tarkibdagi anodlar kam miqdorda shlam hosil qiladi va kichik tok oqimida eriydi. 10.1 jadvalda, sanoatda qo'llaniladigan elektrolitlar (g/l) tarkibiga misol keltirilgan:

Rux qoplamalari oddiy rux elektrolitlariga yaltiroq tus beruvchi qo'shimchalar qo'shish orqali olinadi. Bu qo'shimchalar turli kompozitsiyali yaltiroq tus beruvchilarning suyuq eritmalaridan tashkil topgan. Oynadek shafof-tiniq qoplamalar olishda ham yaltiroq tus beruvchilar ishlatiladi. Siyanli elektrolitlar yordamida elektrolitik rux qoplamalari olishda detal sirti suyuqlantiriladi, bunda egiluvchanlikka chidamlilik chegara qiymati sezilarli kamaysa, qoplanayotgan

po'latning mustahkamlik xususiyati ortadi. Rux qoplamalarining korroziyaga chidamligini oshirish uchun xrom yoki fosfat singari passivasiya qiluvchi eritmalar bilan qo'shimcha ishlov beriladi.